



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2016/2017**

ANTEPROYECTO PETROLERO DE 80.000 T.P.M.

Máster en Ingeniería Naval y Oceánica

CUADERNO XIII

PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONOMICA



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2.016-2017

PROYECTO NÚMERO 17/27

TIPO DE BUQUE: Petrolero de crudo de 80.000 TPM

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: LLOYD'S REGISTER OF SHIPPING. SOLAS. MARPOL. ILO. EXPANAMAX

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Transporte de petróleo crudo de densidad relativa 0,88. Calefacción de tanques.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 15 nudos en condiciones de servicio. 85 % MCR + 10% de margen de mar. 10.000 millas

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas de carga y descarga en cámara de bombas.

PROPULSIÓN: Diesel eléctrica con motores tipo dual fuel. Dos líneas de ejes con hélice de paso fijo.

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 20 Personas en camarotes individuales.

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

Ferrol, Octubre de 2.016

ALUMNO: D. Jose Antonio González Llorente

CONTENIDO

Capítulo 1. Presupuesto	13
1.1. Introducción	13
1.2. Coste de los materiales	14
1.2.1. Acero laminado	14
1.2.2. Coste del resto de los materiales del casco	16
1.2.3. Coste pintura y control de corrosión	17
1.3. Costes de los equipos, armamentos e instalaciones	19
1.3.1. Coste de los equipos de fondeo, amarre y remolque.....	19
1.3.2. Coste de los medios de salvamento	20
1.3.3. Coste de la habilitación de alojamientos.....	22
1.3.4. Coste de equipos de fonda y hotel	22
1.3.5. Coste de los equipos de acondicionamiento en alojamientos	23
1.3.6. Coste del equipo de navegación y comunicaciones	24
1.3.7. Coste de los medios contra incendios	26
1.3.8. Coste de los equipos de servicios de la carga	27
1.3.9. Coste de la instalación eléctrica	28
1.3.10. Coste de los accesorios de equipos, armamento e instalaciones	28
1.4. Coste de la maquinaria auxiliar de cubierta	30
1.4.1. Coste del equipo de gobierno.....	30
1.4.2. Coste del equipo de fondeo y amarre.....	31
1.5. Coste de la instalación propulsora	32
1.5.1. Motores propulsores.....	32
1.5.2. Línea de ejes y chumaceras.....	32
1.5.3. Acoplamientos elásticos	32
1.5.4. Freno y torsionometro	32
1.5.5. Hélices	32
1.6. Coste de la maquinaria auxiliar de la propulsión	33
1.6.1. Coste de los grupos electrógenos	33
1.6.2. Coste del equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliares	33
1.6.3. Coste de equipos generadores de vapor.....	33
1.6.4. Coste de equipos de arranque de motores.....	34
1.6.5. Coste de equipos de manejo de combustible	34
1.7. Coste de equipos de purificación	35
1.7.1. Coste de equipos de purificación.....	35
1.7.2. Coste de los equipos auxiliares del casco	35

1.7.3. Coste de los equipos sanitarios.....	36
1.7.4. Costes Varios.....	37
1.8. Costes de cargos y respetos.....	38
1.8.1. Costes de cargos y respetos reglamentarios.....	38
1.8.2. Costes de cargos y respetos no reglamentarios.....	38
1.8.3. Costes de respetos especiales.....	38
1.9. Costes de instalaciones especiales.....	38
1.9.1. Costes bombas centrífugas de descarga.....	38
1.9.2. Coste máquinas fijas de limpieza de tanques.....	39
1.9.3. Planta de gas inerte.....	39
1.9.4. Cabina y puesto de control.....	39
1.9.5. Dispositivos de automatización y control reglamentarios.....	39
1.9.6. Equipos suministradores de fluidos de control y automatización.....	40
1.9.7. Dispositivos restantes.....	40
1.10. Coste total de los materiales.....	40
Capítulo 2. Coste de la mano de obra.....	42
2.1. Casco.....	42
2.1.1. Acero laminado.....	42
2.1.2. Resto de materiales del casco.....	43
2.1.3. Timones y accesorios.....	43
2.1.4. Materiales auxiliares de construcción del casco.....	43
2.1.5. Preparación de superficies.....	44
2.1.6. Pintura y control de corrosión.....	44
2.2. Equipos, armamento e instalaciones.....	44
2.2.1. Equipo de fondeo, amarre y remolque.....	44
2.2.2. Medios de salvamento.....	44
2.2.3. Habilitación de alojamientos.....	45
2.2.4. Equipos de fonda y hotel.....	45
2.2.5. Equipos de acondicionamiento en alojamientos.....	45
2.2.6. Navegación y comunicaciones.....	45
2.2.7. Medios contra incendios convencionales.....	45
2.2.8. Instalaciones CI fijas de cubierta.....	45
2.2.9. Instalación eléctrica.....	45
2.2.10. Tuberías.....	46
2.2.11. Accesorios de equipos, armamentos e instalaciones.....	46
2.3. Equipos de servicios de la carga.....	46
2.3.1. Grúas de servicios.....	46

2.3.2. Grúas de aprovisionamiento.....	46
2.4. Maquinaria auxiliar de cubierta.....	47
2.4.1. Equipo de gobierno	47
2.4.2. Equipo de fondeo y amarre	47
2.5. Instalación propulsora	47
2.5.1. Motores propulsores.....	47
2.5.2. Líneas de ejes.....	47
2.5.3. Hélices propulsoras.....	48
2.6. Maquinaria auxiliar de propulsión.....	48
2.6.1. Grupos electrógenos	48
2.6.2. Equipos de circulación, refrigeración y lubricación	48
2.6.3. Equipos generadores de vapor	48
2.6.4. Equipos de arranque de motores	49
2.6.5. Equipo de manejo de combustible.....	49
2.6.6. Equipos de purificación	49
2.6.7. Equipos auxiliares del casco	49
2.6.8. Equipos sanitarios	49
2.6.9. Equipos de desmontaje.....	50
2.7. Cargos y respetos	50
2.8. Instalaciones especiales	50
2.8.1. Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma.....	50
2.8.2. Puertas de mamparos estancos	50
2.8.3. Bombas centrífugas de descarga	50
2.8.4. Maquinas fijas de limpieza de tanques	50
2.8.5. Planta de gas inerte	51
2.9. Ingeniería.....	51
2.10. Coste total de la mano de obra	51
Capítulo 3. Gastos varios del astillero	55
Capítulo 4. Coste de construcción	56
Capítulo 5. Precio de mercado del buque	56
5.1. Justificación del coste	57
5.2. Financiación.....	59
5.3. Costes de explotación.....	60
Capítulo 6. Estudio de la viabilidad del proyecto	62
6.1. Hipótesis de partida	63
6.2. Ingresos de la explotación del buque	65
6.3. Costes de la explotación del buque.....	67

6.3.1. Costes variables.....	67
6.4. Inversión total del armador.....	69
6.5. Recuperación de inversiones.....	70
6.6. Condiciones de la financiación.....	71
6.7. Estudio de la viabilidad económica del Proyecto.....	72
Capítulo 7. Amortizaciones.....	73
Capítulo 8. Gastos operativos anuales.....	73
8.1. Valor actual del buque.....	74
8.2. Valor contable del buque.....	74
8.3. Gastos fijos directos.....	74
8.4. Gastos variables directos.....	75
Capítulo 9. Inversiones.....	76
9.1. Cash flow total.....	78
Capítulo 10. Proyecto financiado.....	80
Capítulo 11. Anexos.....	84
11.1. Anexo I. Estudio de viabilidad. Proyecto sin financiar.....	84
11.2. Anexo II. Estudio de viabilidad. Proyecto financiado.....	86

ÍNDICE FIGURA

FIGURA 1.1 - RESUMEN DE LAS PARTIDAS Y EL PESO EN LOS COSTES DE MATERIAL	42
FIGURA 2.1 - RESUMEN DE LAS PARTIDAS Y EL PESO DE LA MANO DE OBRA	53
FIGURA 2.2 - RESUMEN DEL COSTE DE LA MANO DE OBRA	54
FIGURA 5.1 - PRECIOS DE NUEVAS CONSTRUCCIONES DE BUQUES.....	58
FIGURA 5.2 - GRAFICA Y RECTA DE REGRESIÓN DE LOS PRECIOS POR TIPO DE BUQUE	59
FIGURA 5.3 - COSTES FIJOS, DIRECTOS E INDIRECTOS.	62
FIGURA 6.1 – CAMPOS PETROLÍFEROS NIGERIA.....	64
FIGURA 6.2 – RUTA PREVISTA.	64
FIGURA 6.3 – FLETE DE PETROLEROS.....	66
FIGURA 6.4 – PRECIOS DE DESGUACE DE BUQUES.....	70
FIGURA 8.1 – SALARIO TRIPULACIÓN.....	75

ÍNDICE TABLAS

TABLA 1-1 – DATOS INICIALES	13
TABLA 1-2 – SUBPARTIDA PINTURA Y PROTECCIÓN DE CASCO	19
TABLA 1-3 – SUBPARTIDA EQUIPOS DE FONDEO, AMARRE Y REMOLQUE	20
TABLA 1-4 – SUBPARTIDA MEDIOS DE SALVAMENTO	22
TABLA 1-5 – SUBPARTIDA EQUIPOS DE FONDA Y HOTEL.....	23
TABLA 1-6 – SUBPARTIDA ACONDICIONAMIENTO EN ALOJAMIENTOS	24
TABLA 1-7 – EQUIPOS DE NAVEGACIÓN	25
TABLA 1-8 – SUBPARTIDA DE EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES.....	26
TABLA 1-9 – SUBPARTIDA DE ACCESORIOS DE EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES... 30	
TABLA 1-10 – SUBPARTIDA DE EQUIPOS DE FONDEO Y AMARRE	31
TABLA 1-11 – RESUMEN DE LOS COSTES DE MATERIAL	41
TABLA 1-12 – RESUMEN DE LAS PARTIDAS Y EL PESO EN LOS COSTES DE MATERIAL	41
TABLA 2-1 – RESUMEN DE LA MANO DE OBRA	52
TABLA 2-2 – RESUMEN DE LAS PARTIDAS Y EL PESO DE LA MANO DE OBRA.....	53
TABLA 2-3 – RESUMEN DEL COSTE DE LA MANO DE OBRA.....	54
TABLA 4-1 – COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE	56
TABLA 5-1 – PRECIO DE MERCADO DEL BUQUE	57
TABLA 5-2 - COMPARACIÓN DE PRECIOS ENTRE DISTINTOS TIPOS DE PETROLEROS.....	58
TABLA 5-3 - DESGLOSE DEL IMPORTE EN PORCENTAJES.	60
TABLA 5-4 - DESGLOSE DEL IMPORTE EN HITOS CONSTRUCTIVOS.	60
TABLA 6-1 – VALOR DEL FLETE.....	66
TABLA 6-2 – TASAS DIRECTAS DE PUERTO POR FLETE.....	68
TABLA 6-3 – TASAS INDIRECTAS DE PUERTO POR FLETE.....	68
TABLA 6-4 – INVERSIÓN DEL ARMADOR.	70
TABLA 6-5 – VALOR DESGUACE DEL BUQUE.....	71
TABLA 6-6 – CONDICIONES FINANCIACIÓN.	72
TABLA 6-7 – RESUMEN VIABILIDAD.....	72
TABLA 10-1 – RESUMEN RENTABILIDAD DEL PROYECTO.	83
TABLA 10-2 – RESUMEN VIABILIDAD DEL PROYECTO.	83

Capítulo 1. PRESUPUESTO

1.1. INTRODUCCIÓN

En este capítulo se pretende hacer un cálculo estimado de los costes de construcción de nuestro buque proyecto.

Para realizarlo nos vamos a basar en los conceptos explicados en el libro “El proyecto básico del buque mercante”.

Habrá que tener en cuenta en primer lugar que los costes de las materias primas van a variar mucho con los precios de los mercados, por lo que éste cálculo debe ser visto como una referencia inicial aproximada.

Por otra parte se estimará el precio de la mano de obra, pero en realidad será un valor que variará en función de muchos aspectos y que no es posible determinar en esta etapa.

Antes de meternos a fondo con este cuaderno recordemos las características principales de nuestro buque, resultado de la espiral de proyecto a lo largo de todos los cuadernos anteriores.

Datos iniciales	
Eslora total (m)	229
Eslora entre perpendiculares (m)	220
Manga (m)	34
Puntal (m)	21
Calado (m)	15,2
Calado de escantillonado (m)	15,6
Peso en rosca (Tn)	16.876,62
Peso muerto (Tn)	81.722,80
Desplazamiento (tn)	98.599,42
Velocidad (kn)	15
Potencia (kW)	Dos motores ABB Direct Drive 1150M de 9.000 kW cada uno
Cb	0,842
Cm	0,9956
Cp	0,846
Cf	0,8988
XB (% desde sección maestra)	2,8757

Tabla 1-1 – Datos iniciales
Fuente: Propia

1.2. COSTE DE LOS MATERIALES

El coste de los materiales necesarios para la construcción de nuestro buque se puede dividir en las siguientes partidas:

- Acero laminado
- Piezas fundidas y forjadas
- Materiales auxiliares durante la construcción
- Preparación de superficies
- Pintura y control de corrosión
- Protección catódica

A su vez, todas estas partidas se dividen en subpartidas y diferentes conceptos tal y como veremos a continuación.

1.2.1. ACERO LAMINADO

Para este caso las partidas a considerar serán las siguientes:

Chapas y perfiles de acero

Por la configuración estructural de nuestro buque que, como sabemos, es de estructura longitudinal, tendremos un gran número de refuerzos longitudinales de una longitud grandísima puesto que tienen continuidad por toda la eslora del buque.

Por ello se considerará que un 40% del peso del casco corresponde a chapas y un 60% a perfiles. Además se considerará un 10% más de peso por todos los excesos y recortes que se producen durante el proceso de construcción del buque.

Los precios del acero, tanto para chapas como perfiles laminados, para acero normal grado A son los que se muestran a continuación:

Chapa grado A	450 € / T
Perfil laminado grado A	480 € / T

En el Cuaderno 2 se estableció un peso de aceros para el buque de 16876,62 T. Por tanto, el coste final para esta partida quedará como sigue:

$$\text{Peso neto} = 16.876,62 \text{ toneladas}$$

$$\text{Peso bruto} = 16.876,62 * 1,1 = 18.564,282 \text{ toneladas}$$

De este último peso tendremos por un lado:

$$\text{Peso chapas} = 18.564,282 * 0,4 = 7.425,7128 \text{ toneladas}$$

$$\text{Precio chapas} = 7.425,7128 * 450 = 3.341.270,76 \text{ €}$$

$$\text{Peso perfiles} = 18.564,282 * 0,6 = 11.138,5692 \text{ toneladas}$$

$$\text{Precio perfiles} = 11.138,5692 * 480 = 5.346.513,216 \text{ €}$$

$$\text{Precio acero} = 5.346.513,216 + 3.341.270,76 = 8.687.783,976 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste para la partida de chapas y perfiles de acero de 8.687.783,976 €.

Polines

El peso total del conjunto de polines puede obtenerse mediante la siguiente fórmula:

$$P_{po} = 0,0033 * BHP + \frac{0,0034 * kW * 1.500}{rpm} + 0,14 * N_{mc} * (T_{mc})^{\frac{2}{3}} + 0,075 * N_{ma} * T_{ma} + 0,0024 * N_m * d^{1,5} + 3,7 * 10^{-6} * L * H * (V_s + 2)^2$$

$$P_{po} = 0,0033 * 24.473,189 + \frac{0,0034 * 24.000 * 1.500}{750} + 0,14 * 0 * (0)^{\frac{2}{3}} + 0,075 * 8 * 50 + 0,0024 * 2 * 97^{1,5} + 3,7 * 10^{-6} * 229 * 15,6 * (15 + 2)^2$$

$$P_{po} = 282,3665 \text{ toneladas}$$

Dónde:

- BHP = potencia de los motores propulsores en CV

Como en nuestro caso tenemos dos motores propulsores ABB tendremos un valor de:

$$BHP = 24.473,189 \text{ CV}$$

- Kw = potencia instalada de auxiliares, en kW Como en nuestro caso tenemos cuatro motores auxiliares tendremos un valor de:

$$\text{Potencia instalada} = 24.000 \text{ kW}$$

- rpm = revoluciones por minutos de los motores auxiliares

$$RPM \text{ DDGG} = 750 \text{ rpm}$$

- Nmc = número de maquinillas de carga. Nmc = 0

- Tmc = tracción de maquinillas de carga, en T. Tmc = 0

- Nma = número de maquinillas de amarre. Nma = 8

- Tma = tracción de maquinillas de amarre, en T. Tma = 50 T

- Nm = número de molinetes. Nm = 2

- d = diámetro de la cadena del ancla, en mm. d = 97 mm

- H = calado de escantillonado, en m. H = 15,6 m

- Vs = velocidad de servicio, en nudos. Vs = 15 kn

Considerando ahora un 10% por recortes y márgenes tendremos un peso total por polines de:

$$P_{po} = 282,3665 * 1,1 = 310,603 \text{ toneladas}$$

Por consiguiente, el coste para esta partida será de:

$$\text{Coste}_{po} = 310,603 * 450 = 139.771,4175 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste para la partida de polines de 139.771,42 €.

Coste total de la subpartida de acero laminado

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de acero laminado como la suma de las dos partidas que la componían, que acabamos de calcular anteriormente:

$$\text{Coste del Acero Laminado} = 8.687.783,976 + 139.771,4175$$

$$\text{Coste del Acero Laminado} = 8.827.555,394 \text{ €}$$

1.2.2. COSTE DEL RESTO DE LOS MATERIALES DEL CASCO

Piezas fundidas y forjadas

Su coste se estima mediante la ecuación:

$$C_{ff} = 4 * L * H$$

Dónde:

L = Eslora del buque (m)

H = Calado de escantillonado (m)

Por tanto:

$$C_{ff} = 4 * 229 * 15,6 = 14.289,6 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste para la partida de piezas fundidas y forjadas de 14.289,6 €.

Materiales auxiliares de construcción

El coste de esta partida se puede estimar en 50 € por cada tonelada de acero estructural.

Por tanto, considerando el peso estructural (peso de aceros) correspondiente a nuestro buque establecido en el Cuaderno 2, que como sabemos es 16.876,62 T, tendremos que:

Su coste se estima en 50 € por cada tonelada de acero estructural. Por tanto:

$$\text{Coste mat. aux} = 50 * 16.876,62 = 843.831\text{€}$$

Preparación de superficies

Para la preparación de las superficies se considerarán los siguientes costes:

- Imprimación = 2 € / m²
- Granallado de superficies externas = 8 € / m²
- Granallado de superficies internas = 15 € / m²

Para el cálculo de la superficie externa total se ha utilizado el software de arquitectura naval Maxsurf 20.0.

Hydrostatics at DWL

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	141122	t
2	Volume (displaced)	137679,575	m ³
3	Draft Amidships	26,000	m
4	Immersed depth	26,002	m
5	WL Length	0,000	m
6	Beam max extents o	0,000	m
7	Wetted Area	15797,447	m ²
8	Max sect. area	717,869	m ²
9	Waterpl. Area	0,000	m ²

Se ha establecido un calado que abarque toda la superficie del casco (incluyendo el castillo de proa), para que nos determine la superficie mojada que para dicho calado

será igual a toda la superficie del casco, obteniendo así una superficie exterior del casco real de 15.797,447 m².

Por tanto, considerando que las superficies internas suponen un 80% de las externas y que la superficie externa total es la calculada anteriormente, tendremos para preparación de superficies el siguiente coste:

$$\begin{aligned} \text{Coste prep. sup.} &= 2 * 15.797,447 + 8 * 15.797,447 + 15 * 0,8 * 15.797,447 \\ \text{Coste prep. sup.} &= 347.543,834\text{€} \end{aligned}$$

1.2.3. COSTE PINTURA Y CONTROL DE CORROSIÓN

Pintura exterior de la obra viva del casco

Para este caso se considerará un valor medio de 4 € / m², con un espesor estándar de 350 micras.

La superficie total de la obra viva, al calado de escantillonado, será de 12.721,289 m², y la obtenemos directamente del software Maxsurf:

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	101033	t
2	Volume (displaced)	98569,122	m ³
3	Draft Amidships	15,600	m
4	Immersed depth	15,602	m
5	WL Length	226,176	m
6	Beam max extents o	33,999	m
7	Wetted Area	12721,289	m ²

El coste de la pintura exterior de la obra viva del casco, ahora que ya sabemos la superficie total de la obra viva, lo calculamos como:

$$\text{Coste pintura de la obra viva} = 4 \times 12.721,289 = 50.885,156 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de la pintura exterior de la obra viva del casco de 50.885,156 €.

Pintura exterior de la obra muerta del casco

Para este caso se considerará un valor medio de 1 € / m², con un espesor estándar de 185 micras.

La superficie total de la obra muerta, al calado de escantillonado, la obtenemos directamente como la diferencia entre la superficie total del casco menos la de la obra viva:

$$\text{Superficie total de la obra muerta} = 15.797,447 - 12.721,289 = 3.076,158 \text{ m}^2$$

El coste de la pintura exterior de la obra muerta del casco, ahora que ya sabemos su superficie, lo calculamos como:

$$\text{Coste pintura de la obra muerta} = 1 \times 3.076,158 = 3.076,158 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de la pintura exterior de la obra muerta del casco de 3.076,158 €.

Pintura interior del casco

Consideraremos un valor de 2 € / m², por tener un espesor de 180 micras de pintura convencional.

En esta partida de la pintura interior del casco no solo hace regencia al propio casco por su interior, sino que incluye también la pintura de los elementos estructurales como mamparos y refuerzos, por lo que estimamos la superficie para la pintura interior del casco en 15.212,0896 m².

El coste de la pintura exterior de la obra muerta del casco, ahora que ya sabemos su superficie, lo calculamos como:

$$C_{\text{pintura interior del casco}} = 2 \times 15.212,0896 = 30.424,1792 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de la pintura interior del casco de 30.424,1792 €.

Pintura de tuberías

El coste total de la pintura de tuberías puede aproximarse mediante la siguiente expresión:

$$C_{\text{tub}} = 0,18 * (0,057 * BHP + 0,18 * L) * K$$
$$C_{\text{tub}} = 0,18 * (0,057 * 24.473,189 + 0,18 * 229) * 4,8$$
$$C_{\text{tub}} = 1.240,869 \text{ €}$$

Dónde:

BHP = Potencia de los motores propulsores, en hp

K = Coeficiente en función del tipo de pintura.

En la que k = 4.80 por ser una pintura especial de Zinc-Epoxy, ya que en nuestro tipo de buque las tuberías del sistema de carga o de lastre deben de estar convenientemente protegidas.

Galvanizado y cementado

El coste de esta partida puede tomarse alrededor de un 7,5% del total de pintado (interior y exterior de obra viva y obra muerta). Por tanto, tendremos que:

$$C_{\text{galv.cement.}} = 0,075 * (50.885,156 + 3.076,158 + 30.424,1792)$$
$$C_{\text{galv.cement.}} = 6.328,912 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste del galvanizado y cementado de 6.328,912 €.

Protección catódica

En este caso, el coste de la protección por ánodos de sacrificio puede aproximarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{\text{prot.catodica}} = 1,55 * S_m$$

Siendo S_m la superficie mojada en m² de nuestro buque, obtenida de la tabla hidrostática extraída del Cuaderno 3 (obtenida del Maxsurf para nuestro calado de diseño). Mostramos ahora dicha tabla:

	Measurement	Value	Units
1	Displacement	98220	t
2	Volume (displaced)	95824,838	m ³
3	Draft Amidships	15,200	m
4	Immersed depth	15,202	m
5	WL Length	226,147	m
6	Beam max extents o	33,999	m
7	Wetted Area	12529,990	m ²

Como acabamos de observar tenemos una superficie mojada de 12.529,99 m². El coste final para esta partida se calculara entonces de la siguiente manera:

$$C_{prot.catodica} = 1,55 * 12.529,99 = 19.421,4845€$$

Tenemos por tanto un coste de la protección catódica de **19.421,4845 €**.

Coste total de la subpartida de pintura y control de corrosión

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de pintura y control de corrosión como la suma de las partidas que la componían, que acabamos de calcular anteriormente:

Pintura y Control de la corrosión	
Partida	Coste (€)
Pintura exterior de la obra viva del casco	50.885,16 €
Pintura exterior de la obra muerta del casco	3.076,16 €
Pintura interior del casco	30.424,18 €
Pintura de tuberías	1.240,87 €
Galvanizado y cementado	6.328,91 €
Protección catódica	19.421,48 €
Total	111.376,76 €

Tabla 1-2 – Subpartida pintura y protección de casco
Fuente: Propia

1.3. COSTES DE LOS EQUIPOS, ARMAMENTOS E INSTALACIONES

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de los equipos, armamentos e instalaciones procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

1.3.1. COSTE DE LOS EQUIPOS DE FONDEO, AMARRE Y REMOLQUE

Anclas

Su coste se puede basar en un coste unitario de 2.500 € / T

Como sabemos del Cuaderno 12 tenemos 3 anclas (dos de servicio y una de respeto) de 12,3 toneladas cada una.

Por lo que una vez dicho esto podemos calcular ya el coste de las anclas:

$$Coste\ de\ las\ anclas = 3 * 2.500 * 12,3 = 92.250 €$$

Tenemos por tanto un coste de las anclas de **92.250 €**.

Cadenas, cables y estachas

Su coste puede estimarse mediante la expresión:

$$Ccce = 0,15 * K * d^2 * Lc$$

Siendo:

K = 0.335 (acero de alta resistencia).

d = diámetro de la cadena, en mm.; d = 97 mm

Lc = longitud total de cadenas, en m.; Lc = 2 x 687,5

Los datos de nuestras cadenas los obtenemos del Cuaderno 12

Por lo que una vez dicho esto podemos calcular ya el coste de las cadenas, cables y estachas:

$$Ccce = 0,15 * 0,35 * 97^2 * 687,5 * 2$$

$$Ccce = 679.212,1875€$$

Tenemos por tanto un coste de cadenas, cables y estachas de 679.212,1875 €.

Coste total de la subpartida de los equipos de fondeo, amarre y remolque

Equipos de fondeo, amarre y remolque	
Partida	Coste (€)
Anclas	92.250 €
Cadenas, cables y estachas	679.212,19 €
Total	771.462,19 €

**Tabla 1-3 – Subpartida equipos de fondeo, amarre y remolque
Fuente: Propia**

1.3.2. COSTE DE LOS MEDIOS DE SALVAMENTO

Botes salvavidas

El costo de cada bote salvavidas puede estimarse, en función de su tipo y capacidad, mediante a siguiente fórmula:

$$C_{bote} = K_{bote} * N^{\frac{2}{3}}$$

Siendo:

- K_{bote} = 4.500; por tratarse de bote cerrado y contraincendios.
- N = 20 personas la capacidad del bote.

El coste del bote es entonces igual a:

$$C_{bote} = 4.500 * 20^{\frac{2}{3}} = 33.156,283 €$$

$$C_{bote} = 33.156,283 * 3 = 99.468,849 €$$

Tenemos por tanto un coste de los botes salvavidas de 99.468,849 €.

Balsas salvavidas

El costo de cada balsa salvavidas puede estimarse, en función de su tipo y capacidad, mediante a siguiente fórmula:

$$C_{balsa} = 3 * K_{balsa} * N^{\frac{1}{3}}$$

Dónde:

- K = 1.200, por ser balsas arriables.
- Np = 20, número de personas de capacidad de la balsa.
- 3= Numero de balsas

$$C_{balsa} = 3 * 1.200 * 20^{\frac{1}{3}} = 9.771,903 \text{ €}$$

Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas

El costo de cada pescante de botes salvavidas puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{balsa} = 3 * K_{disp.lanz} * N^{\frac{1}{3}}$$

Dónde:

- K = 4.000, por ser para botes cerrados.
 - Np = 20, número de personas de capacidad del bote.
- Por lo que el coste de cada pescante para botes se calcula como:

$$C_{balsa} = 3 * 4.000 * 20^{\frac{1}{3}} = 32.573,011 \text{ €}$$

Coste de los pescantes de los botes salvavidas: 32.573,011 €

Otros elementos de salvamento

El coste de aros, chalecos, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento puede estimarse como:

$$C_{varios} = 2.500 + 30 * N$$

Siendo N el número de personas a bordo, en nuestro caso 22 (los 20 tripulantes más el armador y el práctico en su caso).

$$C_{varios} = 2.500 + 30 * 22 = 3.160 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste vario de los medios de salvamento de 3.160 €.

Coste total de la subpartida de los medios de salvamento

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de los medios de salvamento como la suma de las partidas que la componían, que acabamos de calcular anteriormente:

Medios de salvamento	
Partida	Coste (€)
Botes salvavidas	99.468,85 €
Balsas salvavidas	9.771,90 €
Disp. lanzamiento de botes y balsas	32.573,01 €

Medios de salvamento	
Partida	Coste (€)
Otros (aros, chalecos, señales...)	3.160 €
Total	144.973,76 €

Tabla 1-4 – Subpartida medios de salvamento
Fuente: Propia

1.3.3. COSTE DE LA HABILITACIÓN DE ALOJAMIENTOS

El coste de la habilitación de los alojamientos puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_h = K_h * S_h$$

Donde:

- K: Coeficiente en función de la calidad de la habitación, que varía entre 210 - 250 € / m², según el nivel de calidad de la habilitación. Por lo que tomaremos un coeficiente intermedio para esta etapa del proyecto. K = 230 € / m²
 - Sh = área de habilitación de alojamientos, en metros cuadrados, el área de habilitación de nuestro buque la obtenemos directamente del Cuaderno 2 en la que ya fue calculada para calcular su peso. Sh = 714,5 en m².
- Por lo que el coste se calcula como:

$$C_h = 230 * 714,5 = 164.335 €$$

Coste de la habilitación de los alojamientos: 164.335 €

1.3.4. COSTE DE EQUIPOS DE FONDA Y HOTEL

Cocina y oficinas

El coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{co} = K * N$$

Siendo:

- K = 420, para buques oceánicos.
- N = 20, número total de personas a bordo

Por tanto, para un total de 20 tripulantes, el coste total queda como sigue:

$$C_{co} = 420 * 20 = 8.400 €$$

Tenemos por tanto un coste por cocina y oficinas de 8.400 €.

Gambuzas frigoríficas

El coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 1.800 * V^{\frac{2}{3}}$$

Siendo:

- V: es el volumen neto de la gambuza, su superficie la obtenemos del cuaderno 2 por lo que multiplicándola por su altura que como sabemos es de 4 m obtendremos su volumen.

Por tanto el coste quedará como sigue:

$$C = 1.800 * 150^{\frac{2}{3}} = 50.815,945 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de las gambuzas frigoríficas de 50.815,945 €.

Equipos de lavandería y varios

El coste total puede estimarse en 240 € por cada persona de la tripulación que pernocte a bordo. Considerando que la totalidad de la tripulación dormirá a bordo mientras el buque va navegando, aunque no contaremos al armador ni al práctico puesto que no es habitual que estén a bordo mientras el buque navega siguiendo su ruta, el coste para esta partida quedará como:

$$C_{lavandería} = 240 * 20 = 4.800 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de los equipos de lavandería y varios de 4.800 €.

Coste total de la subpartida de equipos de fonda y hotel

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de los equipos de fonda y hotel como la suma de las partidas que la componían, que acabamos de calcular anteriormente:

Equipos de fonda y hotel	
Partida	Coste (€)
Cocina y oficios	8.400 €
Gambuzas	50.185,95 €
Lavandería	4.800 €
Total	63.385,95 €

**Tabla 1-5 – Subpartida equipos de fonda y hotel
Fuente: Propia**

1.3.5. COSTE DE LOS EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO EN ALOJAMIENTOS

Equipos de acondicionamiento en alojamientos

En este caso puede tomarse un costo unitario de 60 € / m² de espacio de habitación. Por tanto, para una superficie total de 714,5 m², el coste para esta partida queda como:

$$C_{acond.} = 60 * 714,5 = 42.870 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de equipos de acondicionamiento en alojamientos de 42.870 €.

Ventilación mecánica

El coste de los sistemas de ventilación mecánica puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{vent.} = 1.055 * N^{0,215} + 1,2 * S_h^{0,25}$$

Por tanto el coste quedará como sigue:

$$C_{vent.} = 1.055 * 20^{0,215} + 1,2 * 714,5^{0,25} = 2.015,176 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de la ventilación mecánica de 2.015,176 €.

Varios (Radiadores eléctricos)

Su costo puede estimarse en 72 € por cada persona que vaya a bordo.

Por tanto el coste quedará como sigue:

$$C_{varios} = 72 * 22 = 1.584 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste vario por radiadores eléctricos de 1.584 €.

Coste total de la subpartida de equipos de acondicionamiento en alojamientos

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de los equipos de acondicionamiento en alojamientos como la suma de las partidas que la componían, que acabamos de calcular anteriormente:

Acondicionamiento en alojamientos	
Partida	Coste (€)
Equipos	42.870 €
Vent. Mecánica	2.015,18 €
Varios	1.584 €
Total	46.469,18 €

**Tabla 1-6 – Subpartida acondicionamiento en alojamientos
Fuente: Propia**

1.3.6. COSTE DEL EQUIPO DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

Equipos de navegación

Su coste puede estimarse a partir de los siguientes rangos de valores unitarios dados en la tabla siguiente, en euros.

Tomaremos siempre los valores para cada categoría, ya que en esta etapa del proyecto es imposible conocer el coste exacto de todos los equipos.

El coste se estima a partir de los rangos de valores unitarios especificados en el libro “Proyectos de buques y artefactos. Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de buque” de Fernando Junco Ocampo. Con ello los costes estimados de cada equipo son:

Equipos de navegación	
Partida	Coste (€)
Compás magnético	2.000 €
Compás giroscópico	27.000 €
Piloto automático	6.000 €
Radar de movimiento verdadero	51.600 €
Radar de movimiento relativo	9.900 €
Radiogoniómetro	4.800 €

Equipos de navegación	
Partida	Coste (€)
Receptor de cartas	4.400 €
Corredera	5.100 €
Sonda	3.500 €
Sistema de navegación por satélite	5.100 €
Total	119.400,00 €

**Tabla 1-7 – Equipos de navegación
Fuente: Propia**

Tenemos por tanto un coste de equipos de navegación de 119.400 €

Equipos auxiliares de navegación

Su coste puede estimarse como el 8% de la partida anterior, por lo que tenemos un coste de:

$$C_{aux.navegación} = 0,08 * 119.400 = 9.552$$

Tenemos por tanto un coste de equipos auxiliares de navegación de 9.546 €.

Comunicaciones externas

Su coste, incluyendo telegrafía, telefonía y comunicación por satélite; variará entre 48.000 y 120.000 euros dependiendo del nivel de calidad dispuesto.

Para nuestro buque hemos elegido un equipo de comunicaciones externas de gran calidad aunque no le es necesario la gama más alta, por lo que presupuestamos el coste del equipo de comunicaciones externas en 90.000 €.

El buque dispone de comunicación por satélite. Se establece el coste de estos equipos en 90.000 €

Tenemos por tanto un coste de comunicaciones externas de 90.000 €.

Comunicaciones internas

Su coste, incluyendo altavoces, teléfonos autogenerados y teléfonos automáticos; variará entre 12.000 y 36.000 euros dependiendo del nivel de calidad dispuesto.

Para nuestro buque hemos elegido un equipo de comunicaciones interna de buena calidad aunque no le es necesario la gama más alta, por lo que presupuestamos el coste del equipo de comunicaciones internas en 25.000 €.

El coste de las comunicaciones internas, incluyendo altavoces, teléfonos autoexcitados y automáticos se estima en 25000 €

Tenemos por tanto un coste de comunicaciones internas de 25.000 €.

Coste total de la subpartida de equipos de navegación y comunicaciones

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de los equipos de navegación y comunicaciones como la suma de las partidas que la componían, que acabamos de calcular anteriormente:

Equipos de navegación y comunicaciones	
Partida	Coste (€)
Equipos de navegación	119.400 €
Equipos auxiliares de navegación	9.552 €
Comunicaciones externas	90.000 €
Comunicaciones internas	25.000 €
Total	243.952 €

Tabla 1-8 – Subpartida de equipos de navegación y comunicaciones
Fuente: Propia

Coste de los equipos de navegación y comunicaciones: 243.952 €

1.3.7. COSTE DE LOS MEDIOS CONTRAINCENDIOS

Medios contraincendios en cámara de máquinas

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{medios\ CI} = 8,4 * L_{CCMM} * B_{CCMM} * D_{CCMM}$$

Siendo:

- Lm = eslora de la cámara de máquinas, en metros
- B = manga de trazado del buque, en metros
- Dm = puntal de la cámara de máquinas, en metros

Por tanto, tendremos que:

$$C_{medios\ CI} = 8,4 * 25 * 34 * 19 = 135.660 €$$

Coste de los medios contraincendios = 135.660 €

Detectores de incendios en cámara de máquinas

Su coste puede estimarse mediante la fórmula:

$$C = 800 * K_1 * 21,2 * 5,4 * B + 12.240 * K_2 * N$$

Dónde:

K1 y K2 son coeficientes que dependen de si la cámara es desatendida o no y de si hay detección de incendios en alojamientos o no, respectivamente.

N= es el número de cubiertas de habitación.

$$C = 800 * 1 * 21,2 * 5,4 * 34 + 12.240 * 1 * 4 = 3.162.816 €$$

Equipos de protección personal

$$C = 3.300 * K_{pp} * N^{\frac{2}{3}} = 12.157,303 \text{ €}$$

Dónde:

K_{pp} es igual a 0,5

N es el número de tripulantes.

Instalaciones fijas de cubierta

Su coste se puede estimar mediante la ecuación:

$$C_{inst.cubierta} = 11 * (1 + 0,0013 * L) * L * B$$

Por tanto:

$$C_{inst.cubierta} = 11 * (1 + 0,0013 * 229) * 229 * 34 = 111.142,8142 \text{ €}$$

Puertas de mamparos estancos

Su coste se estima mediante la ecuación:

$$C_{pe} = 12.500 * N_{pe}^{0,97}$$

Dónde:

N_{pe} es el número de puertas estancas. En nuestro caso, 10.

Por tanto:

$$C_{pe} = 12.500 * N_{pe}^{0,97} = 116.656,7876 \text{ €}$$

1.3.8. COSTE DE LOS EQUIPOS DE SERVICIOS DE LA CARGA

En nuestro buque como sabemos la carga del crudo se realiza desde la terminal portuaria, y la descarga del crudo se realiza por medios de nuestras propias bombas. Por ello el único servicio auxiliar propio para la carga son las grúas de servicio destinadas a mover las grandes mangas de crudo para poder conectarlas y desconectarlas al manifold.

También presupuestaremos las grúas de aprovisionamiento, dada su importancia a bordo, ya que ellas se utilizan no solo para el aprovisionamiento de materiales o alimentos, sino también para labores como la recuperación de los botes salvavidas.

Grúas de servicios

El coste de cada una de nuestras grúas podemos estimarlo por la siguiente fórmula:

$$C = 2.520 * SWL^{0,765} * L_{pluma}^{0,85}$$

Dónde:

- SWL = Carga de trabajo de la grúas, en T. SWL = 15 T

- L_g = Longitud de la pluma de la grúa, en m. L_g = 10 m

- 2= número de grúas, 2 en nuestro caso

Por lo tanto:

$$C = 2 * 2.520 * 15^{0,765} * 10^{0,85} = 283.230,714 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de las grúas de servicio de 283.230,714 €.

Grúas de aprovisionamiento

El coste de cada una de nuestras grúas podemos estimarlo por la siguiente fórmula:

$$C = 2 * 2.520 * SWL^{0,765} * L_{pluma}^{0,85}$$

Dónde:

- SWL = Carga de trabajo de la grúas, en T. SWL = 6 T
- Lg = Longitud de la pluma de la grúa, en m. Lg = 8 m
- 2= número de grúas, 2 en nuestro caso

$$C = 2 * 2.520 * 6^{0,765} * 8^{0,85} = 116.236,555 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de las grúas de aprovisionamiento de 116.236,555 €.

Coste total de la subpartida de equipos de servicio de la carga

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de los equipos de servicios de la carga como la suma de las partidas que la componían, que acabamos de calcular anteriormente:

$$C = 399.467,269 \text{ €}$$

1.3.9. COSTE DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA

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

$$C = 480 * kW^{0,77}$$

Dónde:

- Kw: es la potencia eléctrica total instalada en kW
- Como tenemos 4 generadores de 6.000 kW, tendremos una potencia eléctrica máxima dispuesta de:

$$C = 480 * 6.000^{0,77} = 389.419,504 \text{ €}$$

1.3.10. COSTE DE LOS ACCESORIOS DE EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES

Puertas metálicas, ventanas y portillos

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 2.705 * N^{0,48}$$

Siendo N el número total de personas a bordo. N = 22.

El coste de esta partida quedará como sigue:

$$C = 2.705 * 22^{0,48} = 11.926,97 \text{ €}$$

Escaleras, pasamanos y candeleros

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 22,2 * L^{1,6} = 132.461,5236 \text{ €}$$

Tenemos por tanto un coste de escaleras, pasamanos y candeleros de 132.461,5236€.

Escotillas de acceso, lumbreras y registros

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 12,6 * L^{1,5} = 43.664,025 \text{ €}$$

Accesorios de fondeo y amarre

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = e^{3,1} * 6 * (L * (B + D))^{0,815} = 292.499,854 \text{ €}$$

Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 2.000 + 1.350 * (D - 0,03 * L) * N_{er}$$

Donde N_{er} es el número de escalas reales. $N_{er} = 2$.

$$C = 2.000 + 1.350 * (21 - 0,03 * 229) * 2 = 40.151 \text{ €}$$

Toldos, fundas y accesorios de estiba de respetos

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 40 * (L * (B + D))^{0,68} = 24.558,099 \text{ €}$$

Coste total de la subpartida de accesorios de equipos, armamento e instalaciones

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de los accesorios de equipos, armamento e instalaciones como la suma de las partidas que la componen, que acabamos de calcular anteriormente:

Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	
Partida	Coste (€)
Puertas metálicas, ventanas y portillos	11.927,0 €
Escaleras, pasamanos y candeleros	132.461,5 €
Escotillas de acceso, lumbreras y registros	43.664,0 €
Accesorios de fondeo y amarre	292.499,9 €
Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico	40.151 €

Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	
Partida	Coste (€)
Toldos, fundas y accesorios de estiba de respetos	24.558 €
Total	545.261,47 €

Tabla 1-9 – Subpartida de accesorios de equipos, armamento e instalaciones
Fuente: Propia

1.4. COSTE DE LA MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la maquinaria auxiliar de cubierta, procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

1.4.1. COSTE DEL EQUIPO DE GOBIERNO

Timones

El coste aproximado de materiales del timón, mecha y pinzotes se ha obtenido con la siguiente expresión

$$C_{timón} = 40 * L_{timón}^2 * H_{timón}^2$$

Siendo:

- $L_{timón} = 9,6$ m ; la longitud del timón
- $H_{timón} = 6,4$; la anchura del timón

$$C_{timón} = 40 * 9,6^2 * 6,4^2 = 150.994,944 \text{ €}$$

Como tenemos 2 timones en total:

$$C_{timón} = 2 * 150.994,944 = 301.989,888 \text{ €}$$

Servomotores

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 3.700 * M^{\frac{2}{3}}$$

Siendo M el par en T x m calculado en el Cuaderno 12. $M = 659,945$ T x m

$$C = 3.700 * 659,945^{\frac{2}{3}} = 280.461,693 \text{ €}$$

Como en nuestro caso tenemos dos servomotores, tendremos un coste total de esta partida de:

$$C = 2 * 280.461,693 = 560.923,386 \text{ €}$$

1.4.2. COSTE DEL EQUIPO DE FONDEO Y AMARRE

Molinetes

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 300 * d^{1,3}$$

Siendo “d” el diámetro de la cadena calculado en el Cuaderno 12. $d = 97 \text{ mm}$.

$$C = 300 * 97^{1,3} = 114.795,406 \text{ €}$$

Como en nuestro caso tenemos dos molinetes, tendremos un coste total de esta partida de:

$$C = 2 * 114.795,406 = 229.590,812 \text{ €}$$

Chigres de maniobra y sus equipos de accionamiento

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 7.800 * T^{\frac{2}{3}}$$

Siendo “T” la tracción de los chigres calculado en el Cuaderno 12.

$$C = 7.800 * 10^{\frac{2}{3}} = 36.204,392 \text{ €}$$

Como en nuestro caso tenemos 6 chigres, tendremos un coste total de esta partida de:

$$C = 36.204,392 * 6 = 217.226,357 \text{ €}$$

Coste total de la subpartida del equipo de fondeo y amarre

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida del equipo de fondeo y amarre como la suma de las partidas que la componían, que acabamos de calcular anteriormente:

Equipo de gobierno, fondeo y amarre	
Partida	Coste (€)
Timones	301.989,9 €
Servomotores	560.923,4 €
Molinetes	229.590,8 €
Chigres de maniobra	217.226,4 €
Total	1.309.730,46 €

Tabla 1-10 – Subpartida de equipos de fondeo y amarre
Fuente: Propia

1.5. COSTE DE LA INSTALACIÓN PROPULSORA

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la instalación propulsora, procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

1.5.1. MOTORES PROPULSORES

Su coste podemos estimarlo por la siguiente fórmula:

$$C = 40 * N * \left(\frac{D^{2,2}}{rpm^{0,75}} \right) * n$$

Dónde:

Nc = Número de cilindros de cada DDGG

D = Diámetro de los cilindros

RPM = Revoluciones del motor

n=número de grupos generadores

Por tanto:

$$C = 40 * 12 * \left(\frac{340^{2,2}}{750^{0,75}} \right) * 4 = 4.968.884,464 \text{ €}$$

La potencia suministrada a todo el buque procede de los generadores principales, de potencia suficiente para abastecer las necesidades del buque (propulsión diésel eléctrica)

1.5.2. LÍNEA DE EJES Y CHUMACERAS

Será función de la potencia de los motores:

$$C = 3,6 * BHP * 2 = 64.800 \text{ €}$$

1.5.3. ACOPLAMIENTOS ELÁSTICOS

Se estima de la siguiente expresión:

$$C = \frac{1.700 * BHP}{RPM} = 244.800 \text{ €}$$

1.5.4. FRENO Y TORSIÓMETRO

Su coste puede estimarse en 12.700 €.

$$C = 12.700 \text{ €}$$

1.5.5. HÉLICES

Se considerará un precio unitario de 8.000 € / T para nuestras hélices de paso fijo por ser de Cunial.

Por tanto, como sabemos que tenemos dos hélices, y para un peso total de cada hélice de 68.16 T aproximadamente, tendremos un coste final de:

$$C = 2 * 8.000 * 24,2 = 387.200 \text{ €}$$

Coste total de la subpartida de instalación propulsora

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de líneas de ejes como la suma de las partidas que la componen, que acabamos de calcular anteriormente:

$$C = 5.678.384,464 \text{ €}$$

1.6. COSTE DE LA MAQUINARIA AUXILIAR DE LA PROPULSIÓN

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la maquinaria auxiliar de la propulsión, procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

1.6.1. COSTE DE LOS GRUPOS ELECTRÓGENOS

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = \left(\frac{252 * DIA^{2,2} * N_c^{0,8}}{750} + 24.000 * \left(\frac{kW_g}{RPM} \right)^{\frac{2}{3}} \right) * n$$

Dónde:

DIA = Diámetro del cilindro, en mm

Nc = Número de cilindros

RPM = Revoluciones del motor

kWg = Potencia generada en kW

n= número de DDGG

$$C = \left(\frac{252 * 340^{2,2} * 12^{0,8}}{750} + 24.000 * \left(\frac{24.000}{750} \right)^{\frac{2}{3}} \right) * 4 = 4.606.751,989 \text{ €}$$

1.6.2. COSTE DEL EQUIPO DE CIRCULACIÓN, REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN DE LA PLANTA PROPULSORA Y AUXILIARES

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 6.000 + (K_1 + K_2) * BHP$$

Siendo:

- K1 = 1.2 para motores de 2 tiempos. 2,4 para motores de 4 tiempos

- K2 = es una constante que depende de si existe enfriador central, 1 o no, 0.

- BHP = 16.924,4 kW

$$C = 6.000 + (2,4 + 1) * 16.924,4 = 63.542,96 \text{ €}$$

1.6.3. COSTE DE EQUIPOS GENERADORES DE VAPOR

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 15 * (Nca * Qcg) + 4,8 * (Ncf * Qvf) + 6,6 * (Ncm * Qcm)$$

Siendo:

- Nca = número de calderetas de gases de escape.
- Ncf = número de calderetas de quemadores.
- Ncm = número de calderetas mixtas.
- Qvg = producción de vapor de cada caldereta de gases de escape, en kg/h.
- Qvf = producción de vapor de cada caldereta de quemadores, en kg/h.
- Qcm = producción de vapor de cada caldereta mixta, en kg/h

$$C = 15 * (1 * 5.000) + 4,8 * (1 * 36.000) + 0 = 247.800 \text{ €}$$

1.6.4. COSTE DE EQUIPOS DE ARRANQUE DE MOTORES

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 78 * Nam * Qam$$

Siendo:

- Nco = número de compresores. Nco = 2
- Qco = caudal unitario, en m³ / h. Qco = 39,4 m³ / h

Por tanto, el coste final quedará como sigue:

$$C = 78 * 2 * 39,4 = 6.146,4 \text{ €}$$

1.6.5. COSTE DE EQUIPOS DE MANEJO DE COMBUSTIBLE

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 44 * Nbt * Qbt + 2,1 * BHP$$

Siendo:

- Nbt = número de bombas de trasiego. Nbt = 1
- Qbt = caudal unitario, en m³ / h. Qbt = 9.4 m³ / h

Por tanto, el coste final quedará como sigue:

$$C = 44 * 1 * 3,4 + 2,1 * 16.924,4 = 35.690,84 \text{ €}$$

Coste total de la subpartida de maquinaria auxiliar

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de la maquinaria auxiliar como la suma de las partidas que la componen, que acabamos de calcular anteriormente:

$$C = 4.959.932,189 \text{ €}$$

1.7. COSTE DE EQUIPOS DE PURIFICACIÓN

1.7.1. COSTE DE EQUIPOS DE PURIFICACIÓN

Purificadoras centrífugas para aceite y combustible y sus calentadores

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 10.000 * (Npa * Qpa * K1) + 4.750 * (Npa * Qpa * K1) + 5.200 * (Npf * Qpf * K1 * K2 * K3)$$

- Npa = número de purificadoras de aceite. Npa = 4
- Npd = número de purificadoras de D.O. Npd = 4
- Npf = número de purificadoras de F.O. Npf = 4
- Qpa = caudal unitario de las purificadoras de aceite, en m3/h. Qpa = 2,64
- Qpd = caudal unitario de las purificadoras de D.O, en m3/h. Qpd = 3,4
- Qpf = caudal unitario de las purificadoras de F.O, en m3/h. Qpf = 3,4
- K1 = 1
- K2 = 2,2
- K3 = 1

$$C = 10.000 * (4 * 2,64 * 1) + 4.750 * (4 * 3,4 * 1) + 5.200 * (4 * 3,4 * 1 * 2,2 * 1) = 325.784 \text{ €}$$

Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames

Su coste medio puede estimarse en 1.500 €.

Equipo de tratamiento por aditivos para limpieza

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 24 * BHP^{\frac{2}{3}} = 15.820,246 \text{ €}$$

Equipo de mezcla de combustible

Su coste medio puede estimarse en 28.800 €.

Coste total de la subpartida de equipos de purificación

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de equipos de purificación como la suma de las partidas que la componen, que acabamos de calcular anteriormente:

$$C = 371.904,246 \text{ €}$$

1.7.2. COSTE DE LOS EQUIPOS AUXILIARES DEL CASCO

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

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 600 * K1 * Qbs^{\frac{1}{3}} + 960 * K2 * Qci^{\frac{1}{3}} + 960 * K3 * Qci^{\frac{1}{3}} + 1.100 * K4 * Qbs$$

Siendo:

K1, K2, K3 y K4 constantes que dependen de los GT del buque. Se reflejan en la siguiente tabla.

GT Buque	< 1000	< 1500	< 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

En nuestro caso:

- K1 = 3
- K2 = 3
- K3 = 4
- K4 = 1
- Qbs = caudal total de las bombas de sentinas, en m³/h. Qbs = 3 x 170
- Qci = caudal total de las bombas de contraincendios, en m³/h. Qci = 2 x 60

$$C = 608.530,1145 \text{ €}$$

Separadoras de sentinas con sus bombas y alarmas

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 156 * GT^{0,5} + 5.100 * K_{ss}$$

Siendo:

GT: las toneladas de registro bruto

Donde K_{ss} = 1 por haber control automático de descarga

$$C = 156 * 44.649,04^{0,5} + 5.100 * 1 = 38.063,298 \text{ €}$$

Coste total de la subpartida de equipos auxiliares de casco

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de equipos auxiliares de casco como la suma de las partidas que la componen, que acabamos de calcular anteriormente:

$$C = 646.593,4128 \text{ €}$$

1.7.3. COSTE DE LOS EQUIPOS SANITARIOS

Generador de agua dulce

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 1.380 * Q_{ad} = 11.454 \text{ €}$$

Donde Q_{gad} es el caudal de nuestro generador en T/día. 8,3

Por tanto, el coste final quedará como sigue:

Grupos hidróforos

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 660 * N^{0,5} = 3.095,674 \text{ €}$$

Donde N es el número máximo de personas que hay a bordo. N = 22

Planta de tratamiento de aguas residuales

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 2.640 * N^{0,4} = 9.090,190€$$

Donde N es el número máximo de personas que hay a bordo. N = 22

Incinerador de residuos sólidos

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 11.400 * N^{0,2} = 21.153,848 €$$

Donde N es el número máximo de personas que hay a bordo. N = 22

Coste total de la subpartida de equipos sanitarios

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de equipos sanitarios como la suma de las partidas que la componen, que acabamos de calcular anteriormente:

$$C = 44.793,712 €$$

1.7.4. COSTES VARIOS

Ventilación de cámara de máquinas

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 7,5 * Nv * Qv^{0,5} + 5,52 * Kf * BHP^{0,5}$$

Dónde:

- Nv es el número total de ventiladores en CCMM. Nv = 4.
- Qv el caudal unitario, en m3/h. Qv = 160.000 m3/h.
- Kf = 1 para combustible pesado.

Los datos son obtenidos del Cuaderno 12.

Por tanto, el coste final quedará como sigue:

$$C = 7,5 * 4 * 160.000^{0,5} + 5,52 * 1 * 16.924^{0,5} = 12.718,109 €$$

Equipos de desmontaje en cámara de máquinas

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 0,84 * Ked * BHP = 42.648,48 €$$

Donde Ked = 3 para puente grúa.

Talles de máquinas

Su coste oscila entre 3.600 y 13.200 euros según nivel y complejidad. En nuestro caso optaremos por un taller de nivel intermedio-alto, debido al tipo de propulsión del buque, por lo que tendremos un coste de 11.000 €.

Coste total de la subpartida de costes varios

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de costes varios como la suma de las partidas que la componen, que acabamos de calcular anteriormente:

$$C = 66.366,589 \text{ €}$$

1.8. COSTES DE CARGOS Y RESPETOS

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de los cargos y respetos, procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

1.8.1. COSTES DE CARGOS Y RESPETOS REGLAMENTARIOS

Su coste esta ya incluido en el coste de los correspondientes equipos, por lo que no hay que considerarlo por separado.

1.8.2. COSTES DE CARGOS Y RESPETOS NO REGLAMENTARIOS

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 0,023 * K1 * Vb + 540 * K2 * N$$

Siendo:

- K1 = 0,85
- K2 = 0,8
- N es el número de personas a bordo. N = 22
- Vt es la valoración total del barco, en euros. Consideraremos el valor del barco, como primera estimación, el obtenido en el Cuaderno 1. Vt = 63.000.000 €

$$C = 1.241.154 \text{ €}$$

1.8.3. COSTES DE RESPETOS ESPECIALES

Eje de cola

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 2,4 * BHP = 40.617,6 \text{ €}$$

1.9. COSTES DE INSTALACIONES ESPECIALES

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de instalaciones especiales, procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

1.9.1. COSTES BOMBAS CENTRÍFUGAS DE DESCARGA

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 30 * K1 * K2 * Qb^{0,82} * Hd^{0,35} * Nb = 1.377.877,622 \text{ €}$$

Dónde:

- Qb = caudal de cada bombas, en m³/h. Qb = 3.000 m³/h
- Hd = altura de descarga de las bombas, en m. Hd =150
- Nb = número de bombas. Nb = 4
- K1 = 1.4. Por ser bombas de accionamiento por turbinas de vapor.

- $K_2 = 2$. Por ser construidas en acero inoxidable.
Todos los datos son obtenidos del Cuaderno 12, en el que se procedió al estudio detallado de dichas bombas de carga y descarga.

A dicho coste hay que añadirle el coste del sistema de cebado de las bombas, que puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 42 * (Qb * Nb)^{0,9} = 197.020,951 \text{ €}$$

Por tanto, el coste final quedará como sigue:

$$C = 1.574.898,573 \text{ €}$$

1.9.2. COSTE MÁQUINAS FIJAS DE LIMPIEZA DE TANQUES

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C = 6 * L * B = 46.716 \text{ €}$$

1.9.3. PLANTA DE GAS INERTE

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{gi} = K_{gi} * Q_{gi}^n$$

Dónde:

- $K_{gi} = 9000$. Por ser una planta que utiliza gases de combustión de las calderas.
- $n = 0.38$. Para plantas que utilizan gases de combustión de las calderas.
- Q_{gi} = capacidad de la planta, en m³/h. $Q_{gi} = 7.000$ m³/h

Por tanto, el coste final quedará como sigue:

$$C_{gi} = 9.000 * 7.000^{0,38} = 260.243,424 \text{ €}$$

Costes de la planta de gas inerte = 260.243,424 €

1.9.4. CABINA Y PUESTO DE CONTROL

Su coste puede estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$C_{cc} = 1.080 * S_{cc}^{0,85} = 35.063 \text{ €}$$

Dónde:

S_{cc} = Superficie de la cámara de control, en m², en nuestro caso, 60m²

1.9.5. DISPOSITIVOS DE AUTOMATIZACIÓN Y CONTROL REGLAMENTARIOS

$$C_{aut.regl.} = 3.240 * K_1 * BHP^{\frac{1}{3}} = 83.185,190 \text{ €}$$

Dónde:

K_1 = una constante que toma los valores 1 ó 1,5 dependiendo de que la automatización sea solamente para la navegación libre o también para la maniobra.

BHP: es la potencia propulsora del buque en kW

1.9.6. EQUIPOS SUMINISTRADORES DE FLUIDOS DE CONTROL Y AUTOMATIZACIÓN

El importe de esta partida será un 10% del importe de la partida anterior;
 $C = 0,1 * 83.185,190 = 8.318,519 \text{ €}$

1.9.7. DISPOSITIVOS RESTANTES

El resto de los dispositivos a instalar tendrán un coste de que oscila entre 12.000 y 50.000€, dependiendo del nivel de complejidad. Para este proyecto, se considerará el valor más alto buscando una automatización máxima, estimando los de nuestro buque en 50.000€

Coste total de la subpartida de instalaciones especiales

Ya podemos calcular el coste total de la subpartida de instalaciones especiales como la suma de las partidas que la componen, que acabamos de calcular anteriormente:

$$C = 2.058.424,706 \text{ €}$$

1.10. COSTE TOTAL DE LOS MATERIALES

Llegados a este punto ya podemos calcular el coste total final de los materiales. Para ello los resumiremos todos en una tabla sumando sus costes:

Resumen del coste de los materiales			
Partida	Descripción	Coste (€)	
CASCO	Acero laminado	8.827.555,394 €	10.144.596,588 €
	Resto de los materiales del casco	14.289,600 €	
	Mat. Auxiliares de la const. del casco	843.831,000 €	
	Preparación de superficies	347.543,834 €	
	Pintura y control de la corrosión	111.376,760 €	
EQUIPOS, ARMAMENTO E INST.	Equipos de fondeo, amarre y remolque	771.462,190 €	6.176.679,228 €
	Medios de salvamento	14.493,760 €	
	Habilitación de alojamientos	164.335,000 €	
	Equipos de fonda y hotel	63.385,950 €	
	Equipos de acond. en alojamientos	46.469,180 €	
	Equipos de navegación y comunicaciones	243.952,000 €	
	Medios contraincendios	3.538.432,905 €	
	Equipos de servicios de la carga	399.467,269 €	
	Instalación eléctrica	389.419,504 €	
	Accesorios de equipos, armamentos e instalaciones	545.261,470 €	
MAQ. AUX. DE CUB.	Equipo de gobierno	862.913,274 €	2.172.643,734 €
	Equipo de fondeo y amarre	1.309.730,460 €	
INST. PROP.	Motores propulsores	4.968.884,464 €	5.678.384,464 €

Resumen del coste de los materiales			
Partida	Descripción	Coste (€)	
	Líneas de ejes	322.300,000 €	
	Hélices	387.200,000 €	
MAQ. AUX. DE PROP.	Grupos electrógenos	4.606.751,989 €	6.089.590,149 €
	Equipos de circulación, refrigeración y lubricación	63.542,96 €	
	Equipos generadores de vapor	247.800,00 €	
	Equipos de arranque de motores	6.146,40 €	
	Equipos de manejo de combustibles	35.690,84 €	
	Equipos de purificación	371.904,25 €	
	Equipos auxiliares del casco	646.593,41 €	
	Equipos sanitarios	44.793,71 €	
	Varios	66.366,59 €	
	CARGOS Y RESPETOS	Cargos y respetos no reglamentarios	
Respetos especiales		40.617,600 €	
INST. ESPECIALES	Bombas centrífugas de descarga	1.574.898,57 €	2.058.424,706 €
	Maquinas fijas de limpieza de tanques	46.716,00 €	
	Planta de gas inerte	260.243,42 €	
	Cabina y puesto de control	35.063,00 €	
	Disp. Autom. y control reglamentarios	141.503,71 €	

Tabla 1-11 – Resumen de los costes de material
Fuente: Propia

Resumen del coste de los materiales		
Partida	Coste (€)	Porcentaje (%)
CASCO	10.144.596,59 €	30,19%
EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES	6.176.679,23 €	18,38%
MAQ. AUX. DE CUB.	2.172.643,73 €	6,47%
INST. PROP.	5.678.384,46 €	16,90%
MAQ. AUX. DE PROP.	6.089.590,15 €	18,12%
CARGOS Y RESPETOS	1.281.771,60 €	3,81%
INST. ESPECIALES	2.058.424,71 €	6,13%
TOTAL	33.602.090,47 €	100,00%

Tabla 1-12 – Resumen de las partidas y el peso en los costes de material
Fuente: Propia

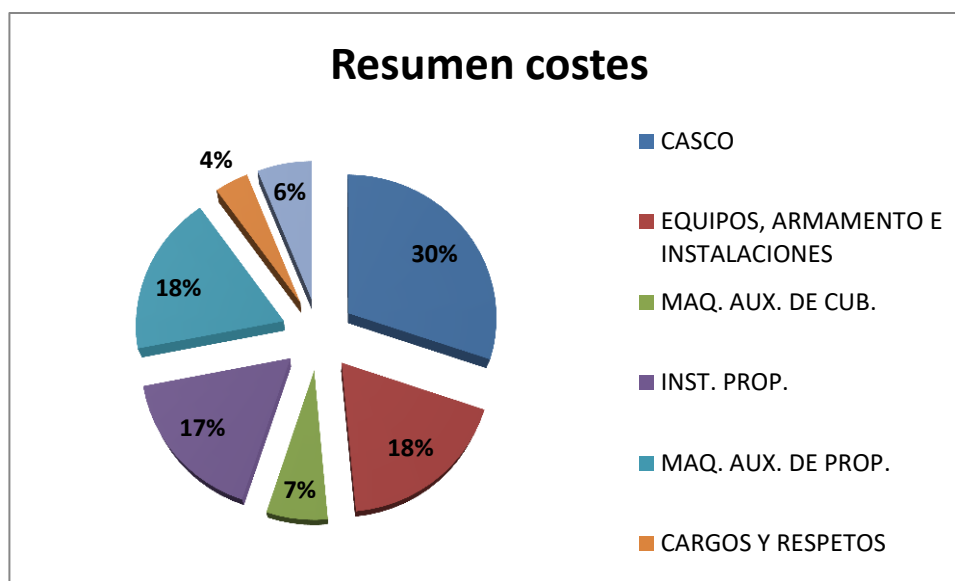


Figura 1.1 - Resumen de las partidas y el peso en los costes de material

Fuente: Propia

Capítulo 2. COSTE DE LA MANO DE OBRA

La Mano de obra suele evaluarse con menor grado de detalle que los materiales y equipos. Por lo tanto dividiremos las distintas partidas en subpartidas que estudiaremos, aunque no será necesario entrar hasta el punto de estudiar la división de las subpartidas, como ocurría en el coste de los materiales, excepto en casos muy excepcionales.

Para obtener entonces el coste de la mano de obra necesaria para la construcción de nuestro buque, se calcularán por un lado las horas necesarias para las diferentes partidas y subpartidas (como acabamos de comentar). Posteriormente, una vez obtenidas las horas totales, consideraremos un coste medio de 30 € / hora, obteniendo así el coste final de la mano de obra de nuestro buque.

Se supondrá un coste medio de la mano de obra, donde se recogen el sueldo, las cargas sociales y los gastos indirectos.

Se seguirá, en la medida de lo posible, el desglose de los conceptos del apartado anterior.

2.1. CASCO

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la mano de obra del casco. Procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

2.1.1. ACERO LAMINADO

Las horas de elaboración, prefabricación y montaje del casco se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

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

Siendo:

- Kba = índice de mano de obra del casco. Varía entre 20 y 100.
- Como nuestro buque posee un conformado del casco de bastante simplicidad, debido a lo largo de su cuerpo cilíndrico tendremos un coeficiente cercano a la media o algo más bajo, por ello: Kba = 30.
- Pac = peso neto de acero de la estructura, en toneladas Pac = 16.876,620 T
- Kf = índice de coeficiente de forma, del orden de 0.3 Kf = 0.3
- Cf = coeficiente de forma, pudiendo ser el de bloque o el prismático Cf = 0.842 (Utilizamos el coeficiente de bloque)
- Kb = índice de bulbo, si no hay se dispone cero. Kb = 0
- Ke = índice de complejidad de acero especial, que puede ser del orden de 0.5. Ke = 0.05
- Ce = coeficiente de peso de acero especial, referido al peso total de acero y expresado en tanto por uno. Ce = 0
- Kc = coeficiente de número de cubiertas, del orden de 0.05. Kc = 0.05
- Nc = número de cubiertas fuera de cámara de máquinas y zonas extremas. Nc = 0,05

Por tanto, el número de horas final quedará como sigue:

$$C = 505.108,038 \text{ horas}$$

2.1.2. RESTO DE MATERIALES DEL CASCO

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Horas de trabajo} = 25 + 30 \cdot L^{\frac{1}{3}} \cdot H \cdot K_1$$

Siendo:

- K1 = 2, para buques de dos hélices.
 - H = calado de escantillonado. H = 15,6 m
- Por tanto, el número de horas final quedará como sigue:

$$C = 5.751,479 \text{ horas}$$

2.1.3. TIMONES Y ACCESORIOS

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 100 * N * L * H$$

Siendo:

- Ntim = número de timones. Ntim = 2
- Ltim = longitud de cada timón, en metros. Ltim = 6,4 m
- Htim = altura de cada timón, en metros. Htim = 9,6 m

$$H = 12.288 \text{ horas}$$

2.1.4. MATERIALES AUXILIARES DE CONSTRUCCIÓN DEL CASCO

Esta partida no llevará horas asociadas.

2.1.5. PREPARACIÓN DE SUPERFICIES

Las horas asociada a esta partida pueden estimarse sobre una base de 0,02 h/m². Se considerará tanto la superficie exterior de la obra viva y la obra muerta, como la interior, por lo que tendremos una superficie total de:

$$H = S * 0,02 = 568,7 \text{ horas}$$

2.1.6. PINTURA Y CONTROL DE CORROSIÓN

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Horas de trabajo} = 0,25 \cdot S_{OM} + (1 + 0,3 \cdot N_{OM}) + 0,35 \cdot S_{OV} \cdot \left(\frac{N_{OV}}{4}\right) + 0,4 \cdot S_i \cdot N_i$$

Siendo:

- Som = área exterior de la obra muerta, en m². Som = 3.076,158 m².
- Nom = número de manos aplicadas para la obra muerta. Nom = 4.
- Sov = área exterior de la obra viva, en m². Sov = 12.721,289 m².
- Nov = número de manos aplicadas para la obra viva. Nov = 4.
- Si = área interior, en m². Si = 12.637,6 m².
- Ni = número de manos aplicadas para el interior. Ni = 3.

$$H = 20.388,81 \text{ horas}$$

2.2. EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la mano de obra de los equipos, armamentos e instalaciones. Procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

2.2.1. EQUIPO DE FONDEO, AMARRE Y REMOLQUE

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Horas de trabajo} = 27 \cdot P_a^{0,4} \cdot n$$

Siendo:

Pa el peso unitario de las anclas de nuestro buque. Pa = 12,3 T

n: el número de anclas, en nuestro caso, dos anclas más la de respeto, tres.

$$H = 221,027 \text{ horas}$$

2.2.2. MEDIOS DE SALVAMENTO

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Horas de trabajo} = 300 + 1,5 \cdot N$$

Donde N es el número máximo de tripulantes. N = 22.

$$H = 333 \text{ horas}$$

2.2.3. HABILITACIÓN DE ALOJAMIENTOS

Las horas asociada a esta partida pueden estimarse a partir de 16 h/m² de alojamientos.

Por tanto, para una superficie total de alojamientos de 714,5 m² (tal y como vimos en el capítulo 2), las horas de mano de obra totales para esta partida quedan como sigue:

$$H = 16 * 714,5 = 11.432 \text{ horas}$$

2.2.4. EQUIPOS DE FONDA Y HOTEL

Las horas asociada a esta partida pueden estimarse sobre la base de 115 h/tripulante.

Por tanto, para un número máximo de tripulantes de 20, las horas de mano de obra totales para esta partida quedan como sigue:

$$H = 115 * 20 = 2.300 \text{ horas}$$

2.2.5. EQUIPOS DE ACONDICIONAMIENTO EN ALOJAMIENTOS

Las horas asociada a esta partida pueden estimarse sobre 2 h / m² de alojamientos.

Por tanto, para una superficie total de alojamientos de 1490.96 m², las horas de mano de obra totales para esta partida quedan como sigue:

$$H = 2 * 714,5 = 1.429 \text{ horas}$$

2.2.6. NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

Las horas correspondientes a esta partida se obtienen a partir de la siguiente relación:

$$H = 330 * N^{\frac{2}{3}} = 2.590,97 \text{ horas}$$

Donde Nc es el número de equipos de navegación, en este caso 22. Por tanto:

2.2.7. MEDIOS CONTRAINCENDIOS CONVENCIONALES

Las horas asociada a esta partida pueden estimarse a razón de 5.5 h / m de eslora.

Por tanto las horas de mano de obra totales para esta partida quedan como sigue:

$$H = 5,5 * 229 = 1.259,5 \text{ horas}$$

2.2.8. INSTALACIONES FIJAS DE CUBIERTA

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 0,39 * L^{1,1} * B = 5.228,324 \text{ horas}$$

2.2.9. INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 4 * Sh + 6 * kW = 146.858 \text{ horas}$$

Dónde:

- Sh: es la superficie de habilitación. Sh = 714,5

- Kw: es la potencia total instalada. Kw = 4 x 6.000 = 24.000 kW

Por tanto, el número de horas final quedará como sigue:

2.2.10. TUBERÍAS

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 11 * BHP^{0,35} = 332,176 \text{ horas}$$

2.2.11. ACCESORIOS DE EQUIPOS, ARMAMENTOS E INSTALACIONES

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 80 * N + 56 * (L - 15) + 0,9 * L * (B + D) + 2 * L$$

$$H = 25.537,5 \text{ horas}$$

Dónde:

- L, B, D = eslora, manga y puntal respectivamente.
- N = número máximo de personas a bordo. N = 22.

2.3. EQUIPOS DE SERVICIOS DE LA CARGA

En nuestro buque como sabemos la carga del crudo se realiza desde la terminal portuaria, y la descarga del crudo se realiza por medios de nuestras propias bombas. Por ello el único servicio auxiliar propio para la carga son las grúas de servicio destinadas a mover las grandes mangas de crudo para poder conectarlas y desconectarlas al manifold.

También presupuestaremos las grúas de aprovisionamiento, dada su importancia a bordo, ya que ellas se utilizan no solo para el aprovisionamiento de materiales o alimentos, sino también para labores como la recuperación de los botes salvavidas.

2.3.1. GRÚAS DE SERVICIOS

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 290 * N * SWL^{\frac{1}{3}} = 1.249,572 \text{ horas}$$

Dónde:

- N = es el número de grúas de servicio. N = 2
- SWL = Carga de trabajo de la grúas, en T. SWL = 10 T

2.3.2. GRÚAS DE APROVISIONAMIENTO

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 290 * N * SWL^{\frac{1}{3}} = 1.053,929 \text{ horas}$$

Dónde:

- N = es el número de grúas de servicio. N = 2
- SWL = Carga de trabajo de la grúas, en T. SWL = 6 T

2.4. MAQUINARIA AUXILIAR DE CUBIERTA

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la mano de obra de la maquinaria auxiliar de cubierta. Procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

2.4.1. EQUIPO DE GOBIERNO

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 33 * L^{\frac{2}{3}} = 1.235,2 \text{ horas}$$

2.4.2. EQUIPO DE FONDEO Y AMARRE

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = L * (1,75 * Nm + 1,6 * Nca + 1,7 * Nma)$$

$$H = 4.648,7 \text{ horas}$$

Dónde:

- Nm = número de molinetes. Nm = 2.
- Nca = número de cabestrantes. Nca = 2
- Nma = número de maquinillas de amarre. Nma = 8

2.5. INSTALACIÓN PROPULSORA

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la mano de obra de la instalación propulsora. Procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

2.5.1. MOTORES PROPULSORES

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 10 * BHP^{\frac{2}{3}} * Nmp = 13.736,57 \text{ horas}$$

Dónde:

- Nmp = número de motores propulsores. Nm = 2.
- BHP = potencia de cada motor propulsor. BHP = 18.000 kW

2.5.2. LÍNEAS DE EJES

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = K * BHP * N = 5.415,68 \text{ horas}$$

Dónde:

- K = 0.16, para motores directamente acoplados.
- N = número de líneas de ejes del buque. Nle = 2.

2.5.3. HÉLICES PROPULSORAS

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = K1 * K2 * BHP * Nh = 32.494,08 \text{ horas}$$

Dónde:

- K1 = 240, para hélices de palas fijas.
- K2 = 0.004, para hélices de palas fijas
- Nh = número de hélices. Nh = 2.

2.6. MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la mano de obra de la maquinaria auxiliar de propulsión. Procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

2.6.1. GRUPOS ELECTRÓGENOS

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 52 * Ng * kW^{0,43} = 8.763,313 \text{ horas}$$

Dónde:

- Nh = número de generadores.
- Kw = potencia unitaria de cada generador.

2.6.2. EQUIPOS DE CIRCULACIÓN, REFRIGERACIÓN Y LUBRICACIÓN

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = K + 0,18 * BHP = 3.276,32 \text{ horas}$$

Dónde:

- Kcrl = 230, para motores de dos tiempos.
- BHP = potencia total de los motores. BHP = 16924 kW.

2.6.3. EQUIPOS GENERADORES DE VAPOR

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 1.000 * (Nge + Nqe) + 270 * (Nge * Qge + Nqe * Qqe) = 10.240 \text{ horas}$$

Dónde:

- Nge es el número de generadores de gases de escape.
- Nqe es el número de quemadores.
- Qge es la producción de vapor de los generadores de gases de escape en T/h
- Qqe es la producción de vapor de los quemadores en T/h.

2.6.4. EQUIPOS DE ARRANQUE DE MOTORES

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = N * (40 + 3,5 * Q) = 355,8 \text{ horas}$$

Dónde:

- Nco = número de compresores de arranque. Nco = 2
- Qco = Capacidad de los compresores de arranque. Qco = 39,4 m³ / h

2.6.5. EQUIPO DE MANEJO DE COMBUSTIBLE

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = K * BHP = 4.569,48 \text{ horas}$$

Dónde:

Kco = 0.27, para motores que quemen combustible pesado.

- BHP = potencia total de los motores. BHP = 16924 kW.

2.6.6. EQUIPOS DE PURIFICACIÓN

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = (Kep + 0,056 * BHP) * (Npa + Npd + Nfp) = 7.486,464 \text{ horas}$$

Dónde:

Kep = 300, para motores que quemen combustible pesado.

- BHP = potencia total de los motores. BHP = 16924 kW.
- Npa = número de purificadoras de aceite. Npa = 2
- Npd = número de purificadoras de D.O. Npd = 2
- Npf = número de purificadoras de F.O. Npf = 2

2.6.7. EQUIPOS AUXILIARES DEL CASCO

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 420 + 0,47 * L * (B + D) = 6.339,65 \text{ horas}$$

2.6.8. EQUIPOS SANITARIOS

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

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

$$H = 1.172,8 \text{ horas}$$

Dónde:

- K1 es 1 si existe generador de agua dulce, es 0 en el caso contrario
- K2 es 1 si existe grupo hidróforo, es 0 en el caso contrario
- K3 es 1 si existe planta de tratamiento de aguas residuales, es 0 en el caso contrario
- K4 es 1 si existe incinerador de residuos, es 0 en el caso contrario
- Q es el caudal del generador de agua dulce
- N es el número de personas a bordo del buque

2.6.9. EQUIPOS DE DESMONTAJE

Las horas correspondientes a ventiladores y elementos de desmontaje en cámara de máquinas pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = Kva + 0,005 * BHP = 1.484,62 \text{ horas}$$

Dónde:

- Kva = 1400, para puentes grúas en cámara de máquinas.
- BHP = potencia total de los motores. BHP = 16924 kW.

2.7. CARGOS Y RESPETOS

Las horas necesarias para su estiba a bordo pueden estimarse mediante la siguiente fórmula:

$$H = K1 * BHP^{\frac{2}{3}} + 2 * L + K2 = 1.085,341 \text{ horas}$$

Dónde:

- K1 = 0,8, para motores propulsores de 2 tiempos.
- K2 = es una constante cuyo valor es de 100 por llevar hélice de respeto
- BHP = potencia total de los motores. BHP = 16924 kW.

2.8. INSTALACIONES ESPECIALES

Procederemos ahora al cálculo de la partida del coste de la mano de obra de las instalaciones especiales. Procediendo para poder realizarlo a un cálculo más detallado de sus subpartidas.

2.8.1. INSTALACIONES Y EQUIPOS DE AUTOMATIZACIÓN, TELECONTROL Y ALARMA

Se suponen estas horas dentro del coste de los equipos

2.8.2. PUERTAS DE MAMPAROS ESTANCOS

$$H = 250 * N = 2.500 \text{ horas}$$

Siendo N el número de puertas estancas del buque.

2.8.3. BOMBAS CENTRÍFUGAS DE DESCARGA

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 210 * K1 * K2 * Nb = 762,3 \text{ horas}$$

Dónde:

- K1 = 1.1, para bombas centrífugas.
- K2 = 1.1, por ser bombas de accionamiento por turbina de vapor.
- Nb = número de bombas. Nb = 3

2.8.4. MAQUINAS FIJAS DE LIMPIEZA DE TANQUES

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = 0,15 * L^{1,05} * B = 1.532,489 \text{ horas}$$

2.8.5. PLANTA DE GAS INERTE

Las horas correspondientes se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$H = K_{gi} * Q_{gi} = 4.200 \text{ horas}$$

Dónde:

- K_{gi} = 0.6, para plantas que utiliza gases de combustión de las calderas.
- Q_{gi} = capacidad de la planta, en m³/h. Q_{gi} = 7.000 m³/h

2.9. INGENIERÍA

Se estima que el total de las horas de producción suponen el 85% de las horas totales de mano de obra, por lo que las horas de ingeniería suponen el 15% del total.

Tal y como se ve en el apartado de resultados, la suma total de las horas de mano de obra es 855.228,508, por lo tanto, las horas totales de ingeniería son:

$$H = H_{mo} * \frac{15}{85} = 150.922,68 \text{ horas}$$

2.10. COSTE TOTAL DE LA MANO DE OBRA

Llegados a este punto ya podemos calcular el número total de horas de mano de obra utilizadas en la construcción de nuestro buque. Para ello resumiremos todas y cada una de las subpartidas en una tabla sumando su número de horas.

Luego sólo tendremos que multiplicar el total de horas de mano de obra por el precio de cada hora, que como dijimos al principio de este capítulo, se establece en aproximadamente 30 € / h. Por tanto, el coste final total correspondiente a la mano de obra quedará como:

Resumen de horas de la mano de obra			
Partida	Descripción	Horas	
CASCO	Acero laminado	505108,04	544.105,03
	Resto de los materiales del casco	5751,48	
	Timones y accesorios	12288,00	
	Mat. Auxiliares de la const. del casco	0,00	
	Preparación de superficies	568,70	
	Pintura y control de la corrosión	20388,81	
EQUIPOS, ARMAMENTO E INST.	Equipos de fondeo, amarre y remolque	221,03	199.824,67
	Medios de salvamento	333,00	
	Habilitación de alojamientos	11432,00	
	Equipos de fonda y hotel	2300,00	
	Equipos de acond. en alojamientos	1429,00	
	Equipos de navegación y comunicaciones	2590,97	
	Medios contraincendios	6487,50	
	Instalación eléctrica	146858,00	
	Tuberías	332,18	

Resumen de horas de la mano de obra			
Partida	Descripción	Horas	
	Accesorios de equipos, armamentos e instalaciones	25537,50	
	Equipos de servicio de la carga	2303,50	
MAQ. AUX. DE CUB.	Equipo de gobierno	1235,20	5.883,90
	Equipo de fondeo y amarre	4648,70	
INST. PROP.	Motores propulsores	13736,57	51.646,33
	Líneas de ejes	5415,68	
	Hélices	32494,08	
MAQ. AUX. DE PROP.	Grupos electrógenos	8763,31	43.688,45
	Equipos de circulación, refrigeración y lubricación	3276,32	
	Equipos generadores de vapor	10240,00	
	Equipos de arranque de motores	355,80	
	Equipos de manejo de combustibles	4569,48	
	Equipos de purificación	7486,46	
	Equipos auxiliares del casco	6339,65	
	Equipos sanitarios	1172,80	
	Equipos de desmontaje	1484,62	
CARGOS Y RESPETOS	Cargos y respetos no reglamentarios	1085,34	1.085,34
INST. ESPECIALES	Puertas de mamparo estancos	2500,00	8.994,79
	Bombas centrífugas de descarga	762,30	
	Maquinas fijas de limpieza de tanques	1532,49	
	Planta de gas inerte	4200,00	
INGENIERÍA	Puertas de mamparo estancos	150922,68	150.922,68

Tabla 2-1 – Resumen de la mano de obra
Fuente: Propia

Resumen de horas de la mano de obra		
Partida	Horas	Porcentaje (%)
CASCO	544.105,03	63,62%
EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES	199.824,67	23,37%
MAQ. AUX. DE CUB.	5.883,90	0,69%
INST. PROP.	51.646,33	6,04%
MAQ. AUX. DE PROP.	43.688,45	5,11%
CARGOS Y RESPETOS	1.085,34	0,13%
INST. ESPECIALES	8.994,79	1,05%
TOTAL	855.228,51	100,00%

Tabla 2-2 – Resumen de las partidas y el peso de la mano de obra
 Fuente: Propia

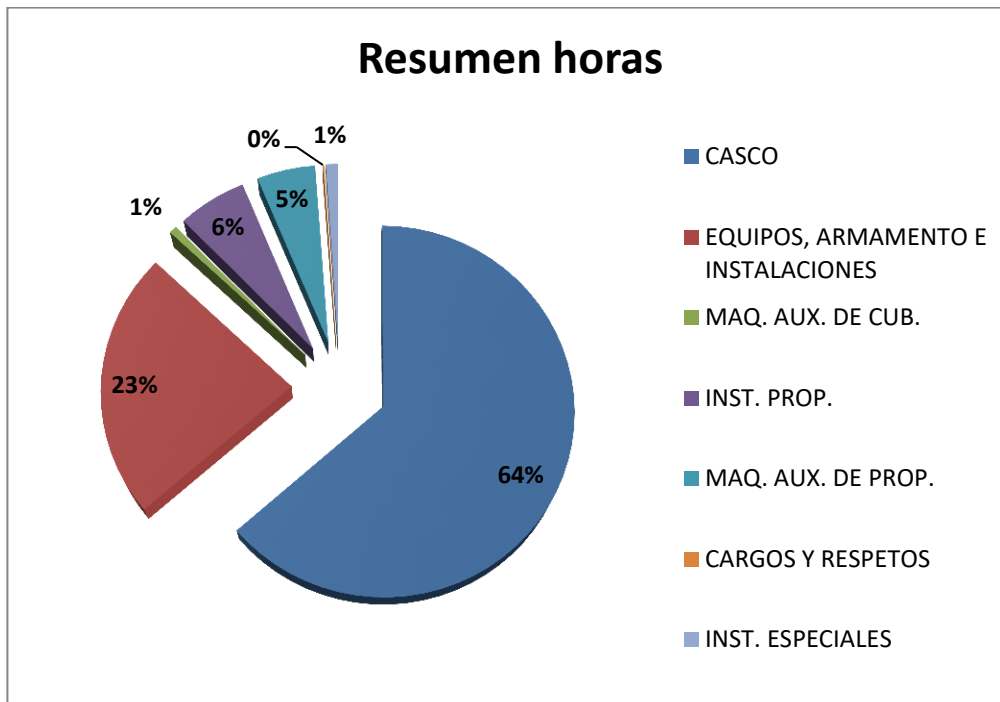


Figura 2.1 - Resumen de las partidas y el peso de la mano de obra
 Fuente: Propia

Como ya sabemos, ahora que ya tenemos el número total del horas de mano de obra solo tenemos que multiplicarlo por el precio de cada hora, que como sabemos, se establece en aproximadamente 30 € / h.

Por tanto, el coste final total correspondiente a la mano de obra quedará como:

Resumen de horas de la mano de obra		
Partida	Coste (€)	Porcentaje (%)
CASCO	16.323.150,81 €	63,62%
EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES	5.994.740,22 €	23,37%
MAQ. AUX. DE CUB.	176.517,00 €	0,69%
INST. PROP.	1.549.389,90 €	6,04%
MAQ. AUX. DE PROP.	1.310.653,41 €	5,11%
CARGOS Y RESPETOS	32.560,23 €	0,13%
INST. ESPECIALES	269.843,67 €	1,05%
TOTAL	25.656.855,24 €	100,00%

Tabla 2-3 – Resumen del coste de la mano de obra
 Fuente: Propia

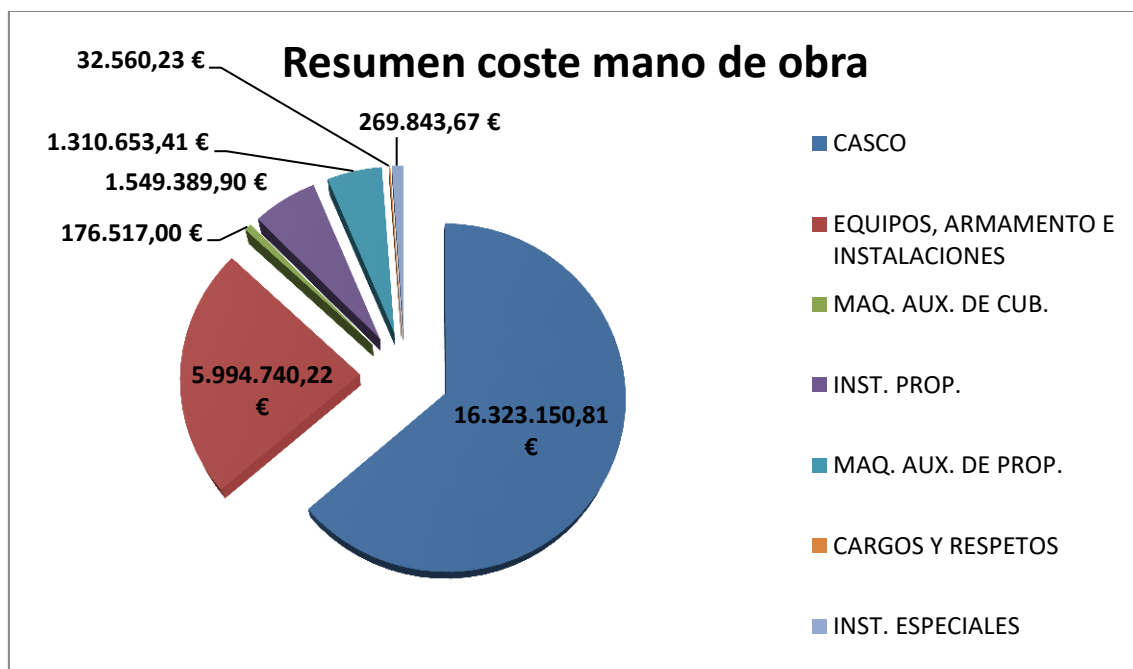


Figura 2.2 - Resumen del coste de la mano de obra
 Fuente: Propia

Capítulo 3. GASTOS VARIOS DEL ASTILLERO

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

Estos gastos incluyen los siguientes aspectos:

- Gastos de Ingeniería:
 - Proyecto conceptual y técnico.
 - Ensayos de canal.
 - Estudios especiales contratados en el exterior.
 - Clasificación, reglamentos y certificados
 - Sociedad de clasificación
 - Otras entidades reguladoras
 - Inspección de buques
 - Colegio Oficial de Ingenieros Navales
- Pruebas y Garantía
 - Botadura
 - Prácticos y remolcadores
 - Varada
 - Pruebas, ensayos, montadores y supervisiones
 - Garantía
- Armador y entrega
 - Maqueta
- Servicios auxiliares durante la construcción
 - Andamiaje
 - Instalación provisional de fuerza y alumbrado
 - Limpieza
- Otros gastos generales
 - Seguro de construcción
 - Auxilios durante la construcción

En la primera fase podemos aceptar que el conjunto de los gastos antes dichos es proporcional a la valoración inicial de construcción del buque "Vc".

El factor de proporcionalidad varía del entorno de entre 0,05 para Vc = 3 millones de euros y 0,03 para Vc= 60 millones de euros.

Nosotros tenemos una valoración inicial de construcción del buque de:

$$C = 25.656.855,24 + 33.602.090,47 = 59.258.945,71 \text{ €}$$

Viendo que la valoración inicial de nuestro buque es de 118285612.50 €, optamos por tomar un **coeficiente de proporcionalidad de 0.02**. Por considerarlo más adecuado que uno menor como en principio nos correspondería según la tendencia de dicho coeficiente, así nuestro astillero tendrá una mayor capacidad de absorción de los posibles gastos que puedan surgir a lo largo de la construcción de nuestro buque.

$$\text{Gastos astillero} = 0,02 * 59.258.945,71 = 1.185.178,914 \text{ €}$$

Capítulo 4. COSTE DE CONSTRUCCIÓN

Una vez que ya tenemos definidos todas las partidas en las que se divide el coste de construcción de nuestro buque, que como sabemos son: coste de los materiales, coste de la mano de obra y gastos varios del astillero, ya podemos calcular el coste de construcción del nuestro buque para el astillero.

Dicho coste de construcción no será más que la suma de las tres partidas anteriores. Aunque no obstante hay que señalar que el coste de construcción no será el coste real del buque ya que como veremos en el capítulo siguiente hay que tener otros aspectos también en cuenta.

Mostramos a continuación una tabla donde aparece desglosado el coste de construcción en cada una de sus tres partidas calculadas anteriormente con sus respectivos valores. Veremos también en dicha tabla el valor de su suma, que como sabemos corresponderá al coste de construcción de nuestro buque.

Coste de construcción	
Concepto	Coste (€)
Coste de los materiales	25.656.855,2 €
Coste de la mano de obra	33.602.090,5 €
Gastos varios del astillero	1.185.178,9 €
Total	60.444.124,62 €

Tabla 4-1 – Coste de construcción del buque
Fuente: Propia

Capítulo 5. PRECIO DE MERCADO DEL BUQUE

En este capítulo se calculará el valor final de contrato “Vc” de nuestro buque, o coste de adquisición que el armador deberá pagar al astillero como remuneración por la construcción y entrega del buque.

El precio de mercado del buque se divide en las siguientes partes:

- Coste de construcción del buque
- Gastos variables del astillero
- Beneficios
- Primas y desgravaciones

Se considerará igual al valor total del buque, más el beneficio que debe de obtener de él el astillero y menos el valor de las primas a la construcción naval (y desgravación fiscal si existiera) que suele cobrar directamente el astillero. Es decir:

$$\text{Valor de mercado del buque} = CC + Gv + BI - P$$

El coste de construcción ha sido el calculado en el capítulo anterior. No obstante habrá que considerar además un 1% de costes varios imprevistos del astillero, que hace referencia a los costes imprevistos que puedan ir surgiendo, ya que si solo cobrara el

dinero planificado para su construcción, cualquier imprevisto que surgiese le costaría dinero al astillero.

En cuanto al beneficio industrial del astillero cabe decir que, dada la grave crisis financiera que afecta a la mayoría de las economías mundiales, este término de la ecuación anterior debería ser prácticamente nulo o incluso negativo. Si aun así tenemos en cuenta la situación de España de cara a los mercados internacionales, la cosa se agravaría aún más. No obstante y siendo optimistas, consideraremos aproximadamente un 5% de beneficios sobre el coste total de construcción.

Con respecto a las primas cabe decir que en España este tipo de ayudas han desaparecido totalmente. Por otro lado, con respecto a las ayudas de la CEE en el momento actual están canceladas todo tipo de ayudas y bonificaciones fiscales, por lo que no existe ningún tipo de ayuda.

Por lo que una vez dicho esto ya estamos en disposición para calcular el valor de contrato de nuestro buque o coste final del mismo. A continuación se mostrará el cálculo realizado con una tabla resumen:

Precio de mercado del buque	
Concepto	Coste (€)
Coste de construcción del buque	60.444.124,6 €
Beneficio industrial (5%)	3.022.206,2 €
Costes varios por imprevistos (1%)	604.441,2 €
Primas y desgravaciones	- 0,0 €
Total	64.070.772,10 €

Tabla 5-1 – Precio de mercado del buque
Fuente: Propia

Como acabamos de ver mediante la anterior tabla, ya tenemos calculado el valor final de contrato de nuestro buque, teniendo un valor de:

$$\text{Precio de mercado del buque} = 64.070.772,10 \text{ €}$$

5.1. JUSTIFICACIÓN DEL COSTE

Esta cifra debe tomarse como un valor meramente estimativo puesto que para su obtención se han usado expresiones publicadas hace más de 20 años, las cuales podrían quedar hoy en día obsoletas debido tanto a la evolución de los precios como de los procesos constructivos.

Hay que tener también en cuenta, los metros de eslora de la zona central del buque, hallados anteriormente, los cuales son según la longitud del cuerpo cilíndrico de:

$$L_{cc} = 103,62 \text{ metros}$$

Esto supondrá un ahorro del astillero en el proceso constructivo debido al número de bloques iguales a construir etc.

En la revista "Ingeniería Naval" de junio 2011 (página 13, tabla 2) vienen expuestos los precios de nuevas construcciones desde 2006 a abril de 2011. Con respecto a los buques petroleros para los distintos tamaños se tienen los siguientes datos:

Tabla 2. Precios de Nuevas construcciones en MUS\$										
	2006	2007	2008	2009	2010	2011 (ene)	2011 (feb)	2011 (mar)	2011 (abr)	2011 (may)
Petroleros										
VLCC (300.000 tpm)	129/129	145/146	150/151	100/101	102/105	104/105	103/104	102/103	102/103	102/103
Suezmax (150.000 tpm)	80/81	90/90	91/92	62/63	65/66	65/66	65/66	64/65	64/65	64/65
Aframax (110.000 tpm)	65/66	72/73	75/77	49/50	55/57	55/57	55/57	54/55	54/55	54/55
Panamax (70.000 tpm)	56/59	62/63	57/62	40/45	45/46	45/46	45/46	44/45	44/45	44/45
Handy (47.000 tpm)	47/47	52/53	47/48	34/35	36/37	36/37	36/37	35/36	35/36	35/36
Graneleros										
Capesize (170.000 tpm)	68/68	97/97	88/89	53/56	55/57	55/57	54/55	54/55	54/55	54/55
Panamax (75.000 tpm)	40/40	54/55	46/47	34/35	34/36	34/36	34/36	33/34	33/34	33/34
Handymax (51.000 tpm)	36/37	47/48	42/42	30/30	31/32	31/32	31/32	31/32	31/32	31/32
Handy (30.000 tpm)	28/31	35/39	32/34	24/25	26/27	26/27	25/26	25/26	25/26	25/26
Portacontenedores										
1.000 teu	22/23	27/28	25/28	19/20	20/22	20/22	20/22	20/22	20/22	20/22
3.500 teu	56/57	64/65	60/62	36/37	49/50	49/50	50/51	50/51	50/51	50/51
6.200 teu	101/102	105/106	100/102	66/67	79/80	78/79	75/76	68/70	68/70	68/70
8.000 teu	-	160/160	129/130	85/86	96/97	93/94	93/94	93/94	87/88	87/88
12.000 teu				140/140	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D	S/D
Gaseros										
LNG (160.000 m³)*	220/220	220/220	245/245	211/212	202/202	203/203	203/203	201/202	200/200	200/200
LPG (78.000 m³)	92/93	93/93	90/90	72/72	72/73	72/73	72/73	72/73	72/73	72/73
Ro-Ro										
1.200-1.300	38/39	47/48	42/43	43/44	38/39	39/40	39/40	39/40	40/41	40/41
2.300-2.700	55/56	68/69	59/60	64/65	57/58	57/58	57/58	58/60	60/61	60/61

* Antes de 2006, 135.000 m³
 Datos final mayo 2011. Fuentes: Clarkson, Fearnleys, elab. Propia.

Figura 5.1 - Precios de nuevas construcciones de buques
 Fuente: Revista ingeniería naval 2011

Tipo	TPM medio	Precio nuevas construcciones en millones de dólares (MUS\$)
VLCC	300.000	102/103
Suezmax	150.000	64/65
Aframax	110.000	54/55
Panamax	70.000	44/45
Handymax	47.000	35/36

Tabla 5-2 - Comparación de precios entre distintos tipos de petroleros
 Fuente: Propia

A partir de la base de datos de la revista ingeniería naval, realizamos una recta de regresión a partir de estos datos para aproximarnos al precio de nuestro buque.

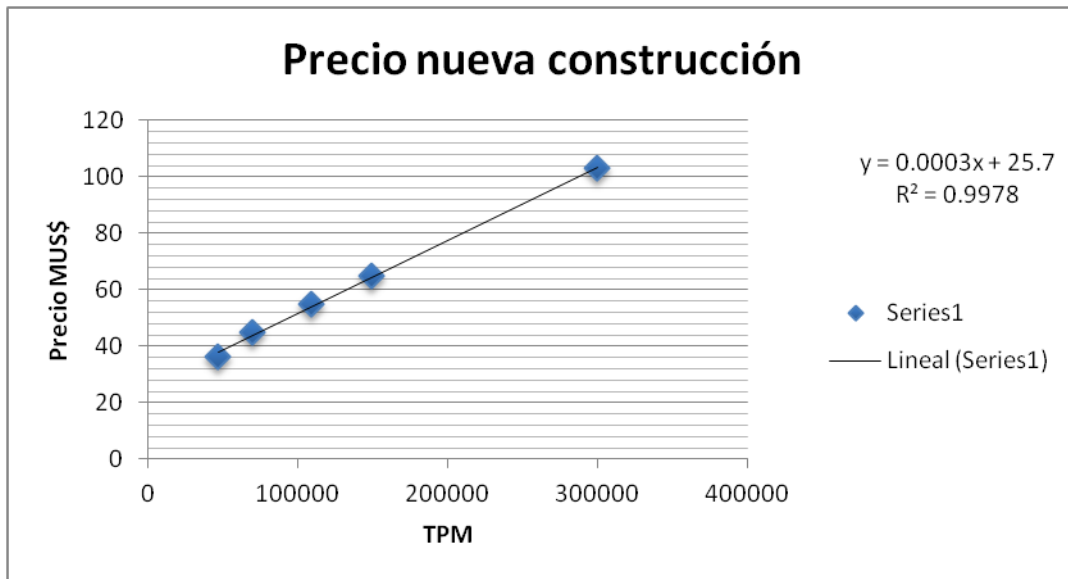


Figura 5.2 - Grafica y recta de regresión de los precios por tipo de buque
Fuente: Propia

Se observa que según estos datos y resolviendo la ecuación de la regresión ($x=80.000$), un petrolero de crudo AFRAMAX (80.000), tendría un precio de mercado en torno a los 49,7 millones de dólares. Aplicándole un cambio dólar-euro a fecha de 2017 de, $1\text{€}=1,16658\text{\$}$, el precio de esta clase de buques estaría en torno a los 42,603 millones de euros. Debido a la actual situación de crisis económica es probable que los precios de estos buques puedan ser aún más bajos.

Un siguiente paso para refinar este presupuesto sería la realización de un exhaustivo análisis de suministradores, empresas auxiliares y astilleros, pero eso es algo que se escapa a los objetivos del presente proyecto.

5.2. FINANCIACIÓN

La forma de financiar un buque depende de factores muy diversos como pueden ser la capacidad económica de la empresa compradora, el acuerdo con la entidad financiera, el país donde se realice la operación y su normativa en materia fiscal al respecto, etc.

Pese a tal libertad en este sentido, en este apartado se pretende proponer un posible modelo de financiación, con la normativa actualmente en vigor y lo más realista posible.

Dado el tipo de inversión de que se está tratado, característico tanto por su cuantía como por los riesgos económicos que lleva asociado, existen una serie de mecanismos de apoyo, bien sea a modo de ayuda estatal o en forma de condiciones fiscales favorables, que facilitan el desarrollo de la operación financiera.

Dadas las características particulares de un buque como bien mueble con capacidad de desplazamiento y, a su vez, de grandes dimensiones y elevadísimos costes de inversión, el mecanismo de financiación adquiere tintes muy particulares respecto a otros tipos de bienes. Debido a los riesgos económicos que implica el negocio naviero, la entidad financiera que proporciona el crédito al armador, no suele asumir el 100% del coste del buque. De esta forma el pago del mismo suele desglosarse en dos partidas:

- ❖ El armador aporta una parte del precio del buque con sus fondos propios. Con frecuencia esto asciende al 20% del precio del buque.

- ❖ El resto (80%) es aportado con financiación externa, por medio de un crédito.

A continuación se presenta una tabla del modelo de financiación del buque proyecto, en el que se especifican cada una de las partidas:

Financiación del proyecto		
Concepto	Coste (€)	Porcentaje (%)
Desembolso inicial del armador	12.814.154,4 €	20%
Créditos	51.256.617,7 €	80%
Total	64.070.772,10 €	100%

Tabla 5-3 - Desglose del importe en porcentajes.
 Fuente: Propia

Por último, durante la construcción del buque se establecen, contractualmente, una serie de hitos en referencia a los cuales el Armador va realizando los sucesivos pagos parciales. El período de construcción del buque proyecto se estima en 18 meses, a lo largo de los cuales se distribuyen los cinco pagos e hitos que se indican a continuación.

Hitos de pago			
Concepto	Mes	Porcentaje (%)	Importe (€)
Entrada en vigor	1	20%	12.814.154,42 €
Corte de chapa	5	20%	12.814.154,42 €
Puesta de quilla	9	20%	12.814.154,42 €
Botadura	14	20%	12.814.154,42 €
Entrega del buque	18	20%	12.814.154,42 €

Tabla 5-4 - Desglose del importe en hitos constructivos.
 Fuente: Propia

5.3. COSTES DE EXPLOTACIÓN

La estructura del coste de explotación de un buque es muy variable, por lo que es muy difícil señalar unos porcentajes concretos del coste de cada una de las partidas que lo constituyen.

En esta estructura influyen las características del buque y las condiciones de su explotación. Por otra parte, los costes están variando constantemente y las cifras que pudieran darse hoy dejarían de tener valor, probablemente, dentro de un año. Por ello se darán porcentajes de participación de cada una de las distintas partidas que integran el coste de explotación, de forma que se pueda apreciar la importancia relativa de cada una de ellas.

Para ello en primer lugar se distingue entre costes fijos y costes directos:

Costes fijos

Se dividen en costes financieros, primas de seguro, mantenimiento, coste relativo de la tripulación y amortización:

- Los costes financieros dependen de la forma de financiación utilizada para la construcción del buque. Los costes financieros anuales medios son del orden del 4 o del 5% del valor inicial del buque.
- Las primas de seguro, incluyendo el seguro marítimo habitual más el de guerra y huelgas, así como la participación en un club de protección e indemnización pueden tener un coste del 2% aproximadamente del valor inicial del buque.
- El mantenimiento, incluyendo las reparaciones, inspecciones y pertrechos puede estimarse del orden del 3% del valor del buque.
- El coste relativo de la tripulación es aproximadamente del 0,5% del valor del buque.
- La amortización dependerá del criterio que siga la compañía naviera, pero por norma general, estará entre el 5 y el 10% del valor del buque.

Costes directos

Se pueden dividir en costes de puerto y consumos:

- Los costes de puerto dependen del puerto en que haga escala el buque y la duración de la misma. Los petroleros normalmente realizan navegaciones muy largas, permaneciendo en puerto períodos muy cortos durante muy pocas escalas anuales, y usando a veces fondeaderos cuyo coste es relativamente bajo. Son costes de puerto aquellos derivados de la utilización del puerto, como son los derechos de atraque, faros, boyas, etc., y los servicios que de él recibe: practica, remolque, etc.
- Los consumos, especialmente el de combustible, tienen una gran influencia en el coste total de explotación. El resto, (agua dulce, lubricantes, víveres, etc.) representan cifras muy bajas en comparación con el resto de partidas.

A continuación, La siguiente ilustración refleja los costes que normalmente no se tienen en cuenta en el proyecto de un buque y que son a la larga, incluso más importantes que el propio coste de adquisición del buque.

Estos costes son los siguientes:

- ❖ Coste de operación del sistema: Personal operativo, instalaciones, servicios, energía, impuestos, etc.
- ❖ Coste de distribución: Manipulación del material, embalaje, envío, transporte, distribución, etc.
- ❖ Coste de recursos informáticos: Recursos informáticos de operación y mantenimiento, software, bases de datos, documentación
- ❖ Coste de entrenamiento: Entrenamiento de personal de operación y mantenimiento, instalaciones, equipamiento, datos, documentación.
- ❖ Coste de mantenimiento: servicio al cliente, servicio de campo (mantenimiento correctivo, preventivo y preventivo).
- ❖ Coste de abastecimiento: Repuestos e inventarios relacionado (mantenimiento del inventario y aprovisionamiento).
- ❖ Coste de equipo de apoyo y prueba: Equipo de prueba, equipo de monitorizado, equipo de manejo especial.

- ❖ Coste de datos técnicos: Manuales de operación y mantenimiento, procedimientos, instrucciones, informes de fallos.
- ❖ Coste de eliminación: Retirada, desguace y recuperación, descontaminación, reciclaje, etc.

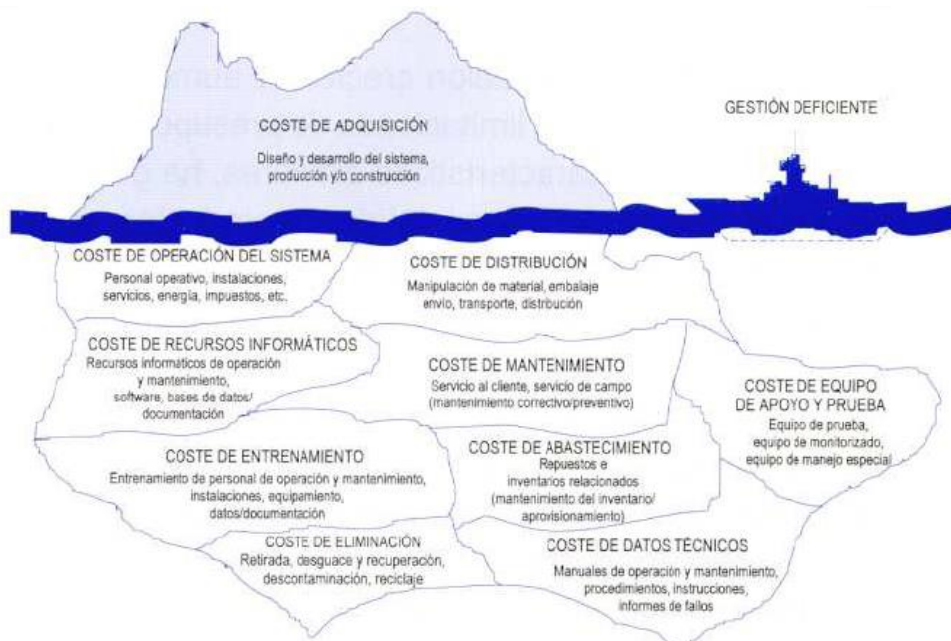


Figura 5.3 - Costes fijos, directos e indirectos.

Fuente: Apuntes ALI “Ángel Fernández Rodríguez”

Capítulo 6. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO

Antes de comenzar este capítulo debemos de dejar claro que pese a que nuestro armador, que como sabemos, es Shell Oil Company, una empresa no nacional como su propio nombre indica, nos ha encargado el diseño de su buque y por tanto se construirá en el astillero de Puerto Real, Cádiz. Por ello, el armador puesto que su buque se construirá en España decide pedir la financiación aquí en España, como posteriormente veremos.

La compañía Shell Oil Company quiere utilizar el buque para aumentar su flota de exportación de crudo al mediterráneo, de manera que, aunque en principio el uso del buque sea por la propia empresa, ésta si cobrará el transporte del crudo hasta España, por lo que a efectos prácticos estará fletando su buque a la vez que exporta la carga, es decir, ganará el dinero por vender el crudo y ganará el dinero correspondiente por transportarlo.

Por lo que una vez que sabemos esto, vamos a realizar el análisis y el estudio de la viabilidad económica del buque como si fuéramos el armador, considerando que el sistema de ingreso de capital será por medio de los fletes necesarios para el transporte de la carga.

Consideraciones generales

Debido al elevado coste de construcción de un buque, se necesita la unión de varios inversores. La construcción de un buque no podrá llevarse a cabo si la idea de negocio planteada no tiene una estimación de adquisición de beneficios, ni si la recuperación de inversión tardase mucho tiempo en producirse.

La inversión de capital en la explotación de un buque es más arriesgada que inversiones menos rentables en ideas de negocio más seguras. Es muy importante en el estudio de la viabilidad el tiempo estimado de recuperación de la inversión.

La viabilidad a largo plazo también debe ser garantizada, ya que es muy común que el armador vaya adquiriendo un mayor porcentaje del buque con respecto al capital inicialmente depositado. Con la rentabilidad a largo plazo podrá amortizar el buque y obtener cierto capital para la adquisición de un nuevo al fin de la vida útil del primero.

Este estudio tiene por objetivo analizar desde el punto de vista del Armador la viabilidad del proyecto. Para realizar dicho análisis se van a estudiar distintos parámetros:

- **Tasa Interna de Retorno (TIR):** Tasa de descuento con la que el VAN es igual a cero. Mide la rentabilidad de un proyecto. Cuanto mayor sea la TIR, mayor será la rentabilidad.
- **Valor Actual Neto (VAN):** Valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión y una actividad asociada. Un proyecto puede considerarse aceptable si tiene un VAN positivo.
- **VAN acumulado:** Evalúa el VAN de los flujos de caja año a año del proyecto.
- **Periodo de recuperación (PR).** El período de recuperación representa el tiempo que transcurre hasta que se recupera la inversión hecha inicialmente

Se analizarán dos casos de financiación:

- El armador aporta todo el capital utilizado.
- El capital utilizado se divide entre el que aporta el Armador y capital ajeno.

En el ANEXO I se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto sin financiar.

6.1. HIPÓTESIS DE PARTIDA

Primeramente es importante tener claro que todo estudio de viabilidad se basa en la estimación del flujo de fondos del proyecto a lo largo de su vida útil. Es clave, en particular, la correcta cuantificación de los fondos absorbidos desde un punto de vista cuantitativo y temporal de todas y cada una de las inversiones fijas y variables. Para ello realizamos el estudio de viabilidad con valores reales, y actualizados para que los resultados obtenidos puedan ser válidos para obtener conclusiones coherentes.

Para empezar, será necesario conocer los valores de costes, tanto fijos como variables, por ello para debemos de conocer la ruta a seguir, que nos permita dejar

definido el número de días de navegación y por lo tanto de días que estaremos consumiendo combustible y demás consumibles de a bordo. Además si conocemos los días de navegación, podremos hallar un valor preciso para el número de fletes que podremos realizar al cabo de un año.

Así que para comenzar, veamos los detalles de nuestra ruta:



Figura 6.1 – Campos petrolíferos Nigeria.
Fuente: Propia

- La ruta que va a cubrir nuestro buque durante su vida útil va a ser la de Nigeria – Turquía (Mar mediterráneo), siendo el puerto de salida la terminal petrolera de Bonga y el de llegada el puerto de Antalya (terminar costera para petroleros).

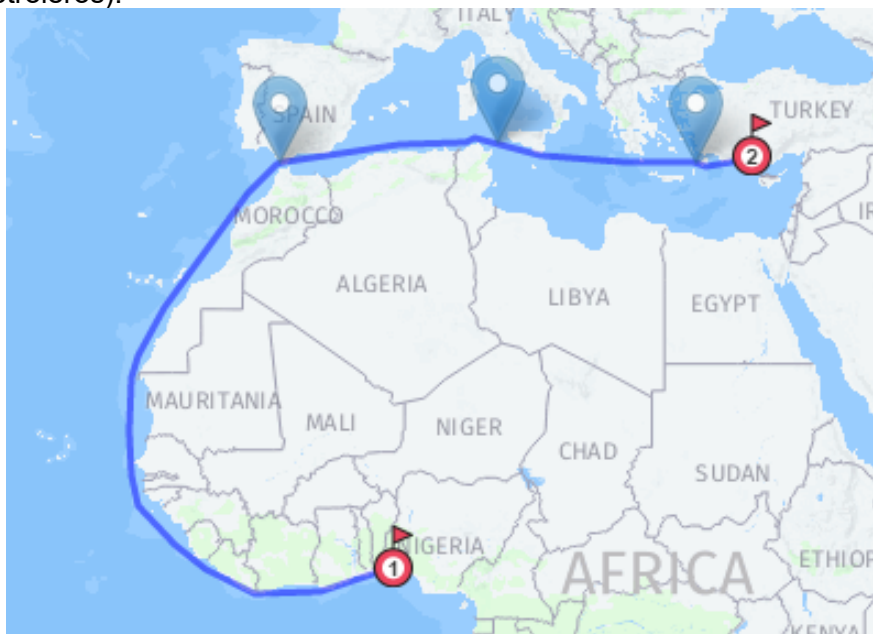


Figura 6.2 – Ruta prevista.

Fuente: [http://www.searoutes.com/routing/\(6.3425969648362726,%203.4002685546875\)/\(36.518465989675875,%2031.9537353515625\)?speed=13&panama=true&size=true&kiel=true](http://www.searoutes.com/routing/(6.3425969648362726,%203.4002685546875)/(36.518465989675875,%2031.9537353515625)?speed=13&panama=true&size=true&kiel=true)

- Nuestra ruta cubrirá una distancia total de 4.937 millas.
- Nuestra ruta cubrirá un total de 329,13 horas de navegación, que son 13 días y 17 horas de navegación.
- Tiempo en puerto = 21 horas. Ya que nuestro buque tardará algo menos de 9 horas en descargarse y otras 9 en cargarse, haciendo un total de 18 horas para la carga y descarga del crudo, así como del aprovisionamiento necesario para la navegación. Se disponen otras 3 horas necesarias para la puesta a punto para partir así como para las maniobras necesarias para ello. Como ya conocemos los detalles de nuestra ruta, podemos calcular el número de fletes al año que se podrán realizar, para ello dividimos el número de horas totales de un año entre el número de horas que requiere un flete (tanto de navegación como de estancia en puerto):

$$N^{\circ} \text{ de fletes} = \frac{365 * 24}{350,13} = 25,01 \text{ fletes}$$

Como podemos observar al terminar el año nuestro buque se encontrará navegando terminando un flete, por lo que **a la hora del análisis supondremos que nuestro buque realizará en un año 25 fletes.**

6.2. INGRESOS DE LA EXPLOTACIÓN DEL BUQUE

Ahora que ya tenemos bien definidos nuestros costes, tanto fijos como variables, procederemos a analizar la fuente de ingresos que, como sabemos, en la explotación de nuestro buque vendrá de la forma del dinero recibido por los fletes efectuados.

Lo primero que tenemos que analizar para ver la capacidad de rentabilizar nuestro buque es el estado del mercado de fletes de buques petroleros de crudo, para así hacernos una idea precisa de cómo se remuneraran nuestros fletes en función del estado del mercado en ese momento.

Hemos encontrado información reciente sobre el mercado de fletamentos de petroleros de distintas capacidades, aunque ninguno es exactamente de nuestro porte, a partir de la cual podremos estimar muy aproximadamente el coste de un flete para un buque de nuestra capacidad. Veamos la tabla sobre el coste de los fletes para los años 2012, 2013, 2014, 2015 y 2016.

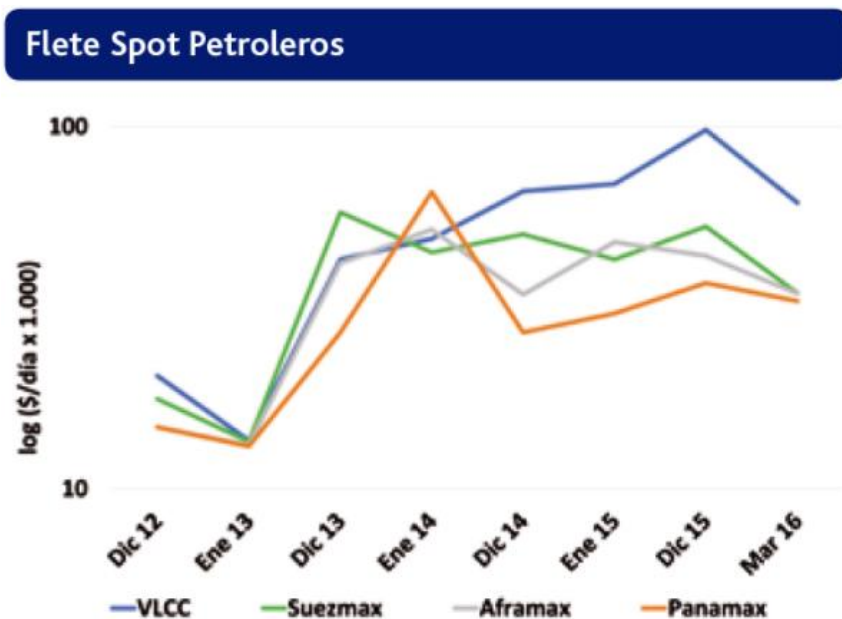


Figura 3e
 Fletes spot. Graneleros promedio carbón y mineral de hierro.
 Fuente: Fearnleys, ATH SB, Clarkson y elaboración propia.
 2016: Fin de febrero. Valores promedio

Figura 6.3 – Flete de petroleros.

Fuente: <https://sectormaritimo.es/coyuntura-abril-2016-revista-ingenieria-naval>

Teniendo en cuenta que un flete completo son tanto los días de navegación como los de estancia en puerto, tendremos un número de días por cada flete de:

Nº de días por flete = horas totales del flete / horas de un día = 350,13 / 24

Nº de días por flete = 14,588 días

Vemos ahora que datos podemos obtener de la anterior gráfica para un Aframax y lo aplicamos según nuestro número de días para obtener así el valor correspondiente por cada flete.

Flete de petroleros a doce meses					
Año	Mes	Valor (\$/día*1000)	Valor (€/día*1000)	Valor (\$/flete*1000)	Valor (€/flete*1000)
2015	Enero	65.000,0	55.744,0	948.220,0	813.193,5
	Febrero	68.000,0	58.316,8	991.984,0	850.725,5
	Marzo	66.000,0	56.601,6	962.808,0	825.704,1
	Abril	64.000,0	54.886,4	933.632,0	800.682,8
	Mayo	62.000,0	53.171,2	904.456,0	775.661,5
	Junio	61.000,0	52.313,6	889.868,0	763.150,8
	Julio	60.500,0	51.884,8	882.574,0	756.895,5
	Agosto	60.000,0	51.456,0	875.280,0	750.640,1
	Septiembre	59.500,0	51.027,2	867.986,0	744.384,8
	Octubre	59.000,0	50.598,4	860.692,0	738.129,5
	Noviembre	58.000,0	49.740,8	846.104,0	725.618,8
	Diciembre	57.500,0	49.312,0	838.810,0	719.363,5

Tabla 6-1 – Valor del flete.
 Fuente: Propia

Como podemos observar obtenemos distintos valores por flete en función de cómo este el mercado en ese momento, no obstante he leído que la tendencia en la actualidad es que está subiendo de nuevo, lo cual es bastante normal en este mercado, ya que los precios van fluctuando y teniendo picos con bastante regularidad. Por ello optaremos por tomar el valor intermedio para los fletes, así tendremos una buena aproximación de los ingresos a largo plazo, aunque evidentemente habrá momentos en los que el mercado ponga un valor menor o mayor para dichos fletes.

$$\text{Valor flete medio Aframax} = 792.012,53 \text{ €}$$

Estimamos, como ya hemos comentado, que el valor de los fletes se tomará constante.

Esto lo hacemos así porque el mercado de los fletes sabemos que es normal que sufra constantes fluctuaciones. Tomando así como constante el valor medio para los fletes de manera que nos ofrezca una buena estimación a largo plazo, como es nuestro caso ahora que nos encontramos realizando el análisis económico de toda la vida del buque.

No obstante en etapas posteriores del proyecto cuando se tenga una información más detallada y pormenorizada de la situación actual del mercado se podrá llevar a cabo una mejor aproximación de los ingresos del buque.

6.3. COSTES DE LA EXPLOTACIÓN DEL BUQUE

Los costes de la explotación de nuestro buque podemos diferenciarlos en costes fijos y costes variables. Veámoslos con detenimiento:

Muchos de los valores de los costes los encontramos en dólares americanos (\$), así que para la realización de nuestro proyecto los pasamos a euros (€), tenido una equivalencia a día de la fecha actual (27 de Julio de 2017) de:

$$1\$ = 0,8549 \text{ €}$$

6.3.1. COSTES VARIABLES

Para el coste variable, se divide en tres partidas: la primera sería las tasas de puerto que al mismo tiempo se subdividen en dos, tasas directas y tasas indirectas; la segunda partida serían los consumos.

Tasas de puerto

Las tasas de puerto se obtienen de los servicios de puertos, los cuales en su mayoría se estiman en función del arqueo bruto. Todas las estimaciones han sido llevadas a cabo mediante valores reales, los cuales han sido desarrollados a través de las fórmulas o tasas publicadas por la autoridad portuaria, o tomándolas de buques de referencia.

Puesto a que dichas tasas son costes variables, es decir, dependerán de si el buque se fleta o no, y del tiempo que el buque este en puerto, supondremos para el cálculo la condición normal de explotación, que es que el buque pasa 21 horas en el puerto por cada flete, obteniendo los siguientes resultados que se dan en euros por flete, y no por año, ya que como sabemos nuestro buque un año realizará 25 fletes.

Tasas directas de puerto por flete	
Concepto	Coste (€/flete)
Tasas de atraque	13.788,53 €
Tasas de mercancía	1.723,55 €
Tasas de ayuda a la navegación	2.287,26 €

Tasas directas de puerto por flete	
Concepto	Coste (€/flete)
Tasas por recogida de desechos	77,75 €
TOTAL	17.877,08 €

Tabla 6-2 – Tasas directas de puerto por flete.
Fuente: Propia

Tasas indirectas de puerto por flete	
Concepto	Coste (€/flete)
Servicio de práctico	740,86 €
Servicio de remolque	2.657,45 €
Servicio de amarre	230,51 €
Servicio de recogida de lodos	1.170,89 €
TOTAL	4.799,70 €

Tabla 6-3 – Tasas indirectas de puerto por flete.
Fuente: Propia

En estas tablas tenemos bien reflejados los costes variables de tasas de puertos por flete.

Consumos

Los consumos que son la otra partida del coste variable se componen principalmente del consumo de Fuel Oil (DDGG) y del consumo de Diesel Oil (motores auxiliares y calderas), el resto de los consumos como el agua o los víveres de la tripulación tienen un coste despreciable frente al valor de estas dos partidas.

El principal consumo sale del consumo de Fuel Oil diario, por días de navegación y por precio del combustible, el cual tiene un valor en el mercado a fecha de 27/07/2017 de 240 \$ / T, que pasándolo a euros son 192 € / T. El precio se ha obtenido directamente de www.bunkerworld.com, que es una página del análisis del combustible en el mercado.

No obstante como nuestro armador es una compañía petrolera muy poderosa que posee sus propias refinerías, en vez de comprar el Fuel Oil al valor del mercado utiliza el que él mismo refina. Haciendo un seguimiento del desglose del coste de una tonelada de Fuel Oil en el mercado, vemos que el valor de salida de la refinería es del entorno de un 32 o un 33% más bajo, ya que según la propia refinería: un 20% son impuestos estatales (pudiendo ser mayores) y alrededor del 12 o 13% son los costes de comercialización y distribución. Como nuestro armador toma directamente el Fuel Oil necesario de su propia refinería, nos ahorraremos un 33% en el valor del combustible, teniendo un **valor del Fuel Oil de 128.64 € / T.**

Procederemos ahora a calcular el coste del combustible necesario para cubrir nuestra ruta, es decir por flete, siendo necesario para ello calcular primero el peso total de dicho combustible:

PF.O. = Consumo motores por kW y hora x potencia x horas de navegación

PF.O. = 188 gr / (kW x hora) x kW (de los dos motores al 85%) x horas de navegación

PF.O. = 188 x (24.000 x 0.85) x 350,13 = 1.342.818.576 gr

Peso del F.O. = 1.342,818 T

Coste del F.O. = 1.342,818 * 128.64 = 172.740,1075 €

Coste del F.O. = 172.740,1075 € / flete

El resto de los consumos a considerar, tal y como hemos dicho antes, es el consumo de Diesel Oil diario, por días de navegación y por precio del combustible, el cual tiene

un valor en el mercado a fecha de 27/07/2017 de 463,50 \$ / T, que pasándolo a euros son 370,80 € / T. El precio se ha obtenido directamente de www.bunkeringworld.com, que es una página del análisis del combustible en el mercado.

No obstante como nuestro armador es una compañía petrolera muy poderosa que posee sus propias refinerías, en vez de comprar el Diesel Oil al valor del mercado utiliza el que él mismo refina. Haciendo un seguimiento del desglose del coste de una tonelada de Diesel Oil en el mercado, vemos que el valor de salida de la refinería es del entorno de un 32 o un 33% más bajo, ya que según la propia refinería: un 20% son impuestos estatales (pudiendo ser mayores) y alrededor del 12 o 13% son los costes de comercialización y distribución. Como nuestro armador toma directamente el Diesel Oil necesario de su propia refinería, nos ahorraremos un 33% en el valor del combustible, teniendo un **valor del Diesel Oil de 248,44 € / T.**

Procederemos ahora a calcular el coste del combustible D.O. necesario para cubrir nuestra ruta, es decir por flete, siendo necesario para ello calcular primero el peso total de dicho combustible:

PD.O. = N° de motores aux. x Consumo por hora x horas de navegación

PD.O. = 4 x 188 l/hora x 350,13 h

PD.O. = 26.3297 l = 263,297 m³ x 0.87 T/m³ = 229,06 T

Peso del D.O. = 229,069 T

Coste del D.O. = 229,069*248.44 = 56.909,902 €

Coste del F.O. = 56.909,902 € / flete

Tenemos por lo tanto un coste de los consumos por flete de:

Coste de los consumos = Coste del F.O. + Coste del D.O.

Coste de los consumos = 172.740,1075+56909,902

Coste de los consumos = 229.650,01 € / flete

6.4. INVERSIÓN TOTAL DEL ARMADOR

La inversión total que debe realizar el armador es la suma del costo de adquisición o valor de contrato del buque, calculado en el capítulo anterior, y una serie de gastos que conlleva la construcción de un buque y que tendrá que afrontar así como un fondo de maniobra para poder comenzar su actividad el primer mes.

Estos gastos pueden estimarse como un porcentaje del valor total del buque, que se describen a continuación:

- Impuestos de actos jurídicos documentados: 0,80%
- Abanderamiento, registro y notaria: 0,20%
- Inspección durante la construcción: 1,25%
- Varios: 2,5%
- Fondo de maniobra, será los gastos de explotación del buque para el primer mes. Esto se hace así para poder comenzar a funcionar cuando todavía no ha ingresado dinero. Esto incluye todos los gastos de explotación, gastos como el dinero para los consumos, para la tripulación, para las tasas de puerto...

Inversión del armador	
Concepto	Coste (€)
Valor final de contrato del buque	- 64.070.772
Abanderamiento, registro y notaria	- 12.814
Impuestos de actos jurídicos	- 512.566
Inspección durante construcción	- 800.885
Varios	- 1.601.769

Inversión del armador	
Concepto	Coste (€)
Total	- 66.998.806,39 €

Tabla 6-4 – Inversión del armador.
 Fuente: Propia

6.5. RECUPERACIÓN DE INVERSIONES

Al final de la vida útil del buque, cuando ya no nos interesa para su explotación, bien porque ya es viejo, o bien porque desconfiamos de sus aptitudes para cumplir con su misión; llega el momento de cerrar el ciclo del negocio.

Dejaremos de fletar nuestro buque, pero todavía podemos recuperar parte de la inversión realizada puesto que hay un gran negocio con el desguace de buques, debido a que la gran cantidad de acero que posee constituye un negocio para aquellas personas que llevan a cabo el desguace para luego vender dicho acero. Por ello venderemos nuestro buque a algún desguace para así recuperar algo del dinero de la inversión inicial.

La inversión por impuestos, abanderamiento, registros e inspecciones no se recuperará con el final de la vida útil del barco. Sin embargo, la otra única partida que recuperaremos es el fondo de maniobra, ya que era un dinero dispuesto para comenzar a funcionar el primer mes, por lo tanto con las ganancias del último se recupera también ese dinero inicial que contamos para invertir puesto que entonces no lo teníamos.

Valor fondo de maniobra = 1.505,434 €

Veamos ahora cuánto dinero recuperaremos vendiendo nuestro buque a un desguace naval.

El dinero que se paga por tonelada de acero también va fluctuando, no obstante tenemos aquí una gráfica que muestra el mercado del desguace de buques petroleros, en el que podemos ver que siempre oscila alrededor de entre 410 y 430 dólares por tonelada de acero.

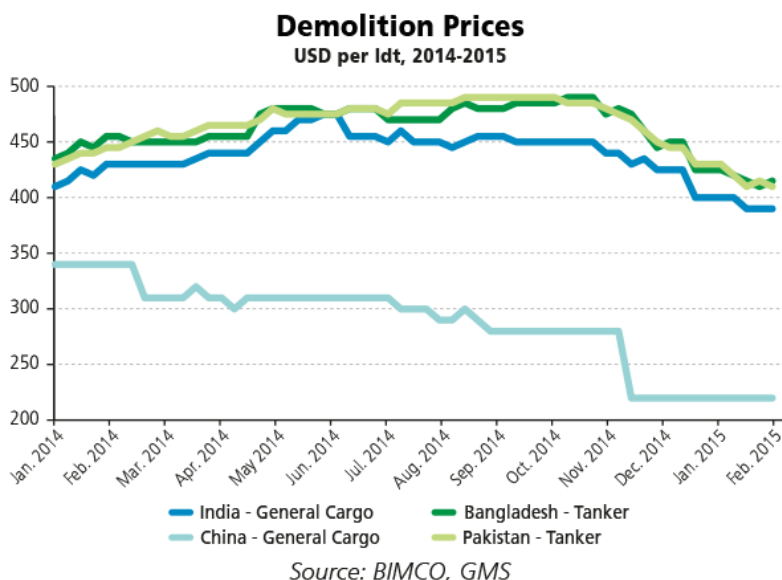


Figura 6.4 – Precios de desguace de buques.

Fuente: [https://www.bimco.org/-/media/bimco/news-and-trends/market-analysis/2015/0220_demolition_article/2015-](https://www.bimco.org/-/media/bimco/news-and-trends/market-analysis/2015/0220_demolition_article/2015-02_demolition_prices.ashx?la=en&hash=92129EA6EBFC061B48C7B0F959B4237E05F91FFB)

[02_demolition_prices.ashx?la=en&hash=92129EA6EBFC061B48C7B0F959B4237E05F91FFB](https://www.bimco.org/-/media/bimco/news-and-trends/market-analysis/2015/0220_demolition_article/2015-02_demolition_prices.ashx?la=en&hash=92129EA6EBFC061B48C7B0F959B4237E05F91FFB)

Sabiendo esto y viendo que el valor más reciente que tomaba el precio era efectivamente unos 410 \$ / T tomaremos este valor para nuestros cálculos.

Valor buque desguazado = $16.876 \times 410 = 6.919.160$ \$

Valor buque desguazado = 5.933.871,616€

Ahora que ya tenemos calculadas las dos partidas que recuperaremos, procederemos a calcular el valor de la recuperación de inversiones para el armador.

Concepto	Coste (€)
Valor del buque desguazado	5.933.871,62 €
Fondo de maniobra	1.505,434
TOTAL	5.935.377,054 €

Tabla 6-5 – Valor desguace del buque.
Fuente: Propia

6.6. CONDICIONES DE LA FINANCIACIÓN

En este apartado definiremos cómo será la financiación del coste del buque.

Acudimos a una hipoteca naval, la cual posee ciertas ventajas.

Según el artículo 12, de la publicación del BOE-A-1994-9139, por ser nuestra financiación una hipoteca naval posee las siguientes características:

a) Importe del crédito:

Hasta el 80% del valor base determinado por la Gerencia del Sector Naval una vez deducidas las ayudas que deban considerarse a estos efectos.

b) Plazo de amortización:

El período máximo de amortización de los créditos será de doce años, ampliables excepcionalmente a catorce si el tipo de contratación justificadamente lo requiere, contados a partir de la fecha que se fije para la entrega de la construcción.

De ellos, los dos primeros años, como máximo, podrán estar exentos de reembolso de capital.

c) Tipo de interés:

Será del 8 por 100 neto, de acuerdo con las condiciones establecidas en la Resolución del Consejo de la OCDE, del 3 agosto de 1981 "Acuerdo sobre créditos a la exportación de buques".

El Ministerio de Industria y Energía subvencionará, con cargo a sus presupuestos y a lo largo de la vida del crédito, la diferencia entre el tipo de interés de referencia a largo plazo de la entidad financiadora y el tipo de interés del crédito concedido, con un límite en la subvención de hasta tres puntos porcentuales. El porcentaje de subvención a conceder, en su caso, será determinado por el Ministerio de Industria y Energía, a propuesta de la Gerencia del Sector Naval.

d) Garantías:

El crédito se afianzará primordialmente con la hipoteca del buque y contemplará la solvencia profesional del solicitante y la rentabilidad de la operación.

e) Moneda:

El crédito podrá denominarse en pesetas o en cualquier divisa, con cotización oficial en el mercado financiero nacional.

Una vez dicho esto veamos las características de nuestra financiación:

- Capital principal = 50%
- Interés = 6%

El interés de nuestro crédito para que sea una hipoteca naval debía ser del 8%, no obstante, recibimos una subvención del Ministerio de Industria y Energía del 3%, tal y

como permite las condiciones de hipoteca naval hasta un máximo de 3 puntos porcentuales que el Ministerio cargará directamente a sus presupuestos.

- Período de devolución = 10 años

En conclusión, los datos de nuestra financiación cumplen con dichas condiciones de la hipoteca naval, por lo que estaremos dentro de su ámbito.

Además la financiación de nuestro buque llevará consigo una serie de gastos inherentes, como la petición de cualquier crédito, con los cuales tendremos que hacer frente. Dichos gastos se calculan siempre como un porcentaje del capital del crédito, veamos cuales son en nuestro caso:

- Coste del estudio de la solicitud de crédito: 0,15%
- Aval por los tres primeros plazos del préstamo: 1%
- Gastos de constitución de la hipoteca: 0,30%

Veamos ahora en una tabla resumen cuales son nuestras condiciones de la financiación:

Condiciones de financiación	
Concepto	Valor (%)
Capital principal	50%
Interés	6%
Periodo de devolución	10 años
Coste del estudio de la solicitud de crédito	0,15%
Aval por los tres primeros plazos del préstamo	1%
Gastos de constitución de la hipoteca	30%

Tabla 6-6 – Condiciones financiación.
 Fuente: Propia

6.7. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD ECONÓMICA DEL PROYECTO

Ahora que ya tenemos perfectamente definidos todos los aspectos de la explotación de nuestro buque (ruta, ingresos, costes, inversiones...) así como de su financiación, ya podemos proceder al estudio y análisis de la viabilidad económica del proyecto.

Solo nos faltaría por definir los impuestos que tendremos que pagar al estado Español, al igual que cualquier otra empresa. Por lo que tendremos un impuesto de Sociedades del 25%.

Una vez dicho esto **procedemos a realizar nuestro estudio sobre la viabilidad económica mediante el software Microsoft Excel. Dicho estudio se muestra en el Anexo B.**

Los resultados del análisis económico, que se pueden observar también en el Anexo B directamente sobre el estudio, son los siguientes:

Concepto	PSF	PF
TIR	12,07%	14,71%
VAN (€)	4.865.283,81 €	26.216.777,91 €
PERÍODO DE RECUPERACIÓN (años)	17	10

Tabla 6-7 – Resumen viabilidad.
 Fuente: Propia

Capítulo 7. AMORTIZACIONES

Con motivo de simplificar los cálculos, el cálculo de las amortizaciones se ha considerado en esta fase del proyecto una amortización lineal. Dicha amortización se caracteriza por tener cuotas anuales constantes y representar la depreciación de un bien en el tiempo, que en este caso es el buque.

Sus cuotas se calculan con la siguiente expresión:

$$\text{Amortización} = \frac{\text{Valor inicial} - \text{Valor final}}{\text{Años de amortización}}$$

Dónde:

El valor inicial del buque es el coste total calculado en el apartado 6 del presente cuaderno, que es igual a 64.070.772,10 €.

El valor final es el que posee el buque al final de su explotación, que se ha fijado en un período de 20 años. Este valor puede estimarse en un 10% del valor inicial del buque; es decir, 6.407.077,21 €.

Se ha seleccionado un período de amortización de 20 años, según indica la legislación española

Con esto se ha obtenido que las cuotas de las amortizaciones son de 2.883.184,75 € anuales.

Según el Plan General Contable español, el buque se puede amortizar hasta en 20 años y con un valor no superior al 10% anual del coste total del buque. Dichos requisitos se cumplen en el cálculo anterior.

Capítulo 8. GASTOS OPERATIVOS ANUALES

Para el cálculo de este tipo de gastos se han considerado los siguientes puntos:

- El valor actual del buque, que representa la variación del valor del buque debido a la depreciación del dinero con el tiempo.
- El valor contable del buque, que es la forma de representar el valor del buque desde el punto de vista contable.
- Gastos. Se pueden clasificar en los siguientes tipos:
 - o Gastos fijos directos: Son los gastos directamente relacionados con la explotación del buque y que no varían con el volumen de actividad.
 - o Gastos variables directos: Son los gastos directamente relacionados con la explotación del buque y que varían en función del volumen de actividad.
 - o Gastos indirectos: Son gastos que no están directamente relacionados con la operación del buque. En este caso no se han considerado debido a la falta de datos.

8.1. VALOR ACTUAL DEL BUQUE

Como se ha indicado anteriormente, el valor actual del buque representa la variación del valor del buque debido a la depreciación del dinero con el tiempo.

Inicialmente dicho valor es el coste total del buque, el cual se ha actualizado progresivamente a lo largo de los años con la variación del IPRI.

El valor del IPRI no se ha tomado como constante, sino que se han tomado los valores de su variación mensual entre 2006 y 2014 y se han hecho las medias anuales de dichas variaciones. Se han considerado los valores entre estos años debido a que no se han encontrado valores anteriores, y para completar la variación del IPRI en los 10 años se ha considerado que en el último años su variación vuelve a ser como la del primer año considerado.

Estos valores se han obtenido del Instituto Nacional de Estadística y se adjuntan en el ANEXO III. Para los cálculos se ha supuesto que su comportamiento será igual durante los años de explotación del buque.

8.2. VALOR CONTABLE DEL BUQUE

Como se ha indicado anteriormente es la forma de representar el valor del buque desde el punto de vista contable. Dicho valor se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$V.C.B. = \text{Coste total construcción} - (\text{Coste amortización} \cdot n^{\circ} \text{ del año estudiado})$$

El valor de las amortizaciones se calculó en apartados anteriores del presente cuaderno.

8.3. GASTOS FIJOS DIRECTOS

Estos son un tipo de gastos directamente relacionados con la operación del buque y cuyo valor no varía en función del volumen de actividad del buque. En dichos gastos incluyen los derivados por el mantenimiento del buque y el coste de los salarios de la dotación. Se detallan a continuación:

MANTENIMIENTO

El buque tiene que someterse periódicamente a un mantenimiento, el cual implica un coste que se ha calculado utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Coste mantenimiento} = \text{Valor actual buque} * \text{tasa de mantenimiento}$$

Donde la tasa de mantenimiento es del 0,33% anualmente y 1,7% cada cuatro años. Esta tasa de mantenimiento se considera constante y con un valor del 0,33% anualmente, pero cada cuatro años este valor cambia debido a que el buque tiene que entrar en dique para realizar tareas de mantenimiento de mayor importancia, lo que supone que esta tasa aumente hasta el 1,7% indicado anteriormente.

TRIPULACIÓN

El buque objeto de estudio cuenta con una tripulación formada por un capitán, un jefe de máquinas, tres oficiales, 15 tripulantes diversos.

Para el cálculo de los costes debidos a la tripulación indicada anteriormente se han utilizado los siguientes datos de tripulación y sueldos:

Categoría	China	Filipinas	España	Reino Unido
Capitán	40.000	50.000	95.000	125.000
Oficial	22.000	25.000	56.000	75.000
Maestranza	14.000	20.000	40.000	60.000
Subalterno	12.000	15.000	30.000	50.000

Figura 8.1 – Salario tripulación.

Fuente: Apuntes de gestión de empresas de la docente “Laura Santos”

SEGUROS

El coste del seguro depende de distintos factores como pueden ser valor contable del buque, la edad del mismo, situación del mercado de fletes y también del historial del armador.

Valor asegurado. Es el 80% del valor contable del buque.

Margen de la aseguradora. Este margen representa los beneficios que obtiene la aseguradora y supone un 0,02% del valor contable del buque.

Tasa pura. Es una tasa que depende de la capacidad y del tipo de buque, y que se estima mediante la siguiente expresión:

$$T_{pura} = 0,1 + 0,02 * edad\ del\ buque$$

Tasa por otros riesgos. Es una tasa que depende del valor asegurado del buque. Se estima mediante la siguiente expresión:

$$T_{otros} = \alpha \cdot \frac{ton\ de\ P.M.}{valor\ asegurado}$$

Se comprende que con el tiempo la prima total de seguros se mantiene prácticamente constante. Esto es debido a que mientras el valor contable del buque disminuye, aumenta la prima de riesgo.

8.4. GASTOS VARIABLES DIRECTOS

Estos costes están directamente relacionados con la operación del buque y varían en función de volumen de actividad. Dichos costes están compuestos principalmente por los costes de combustible y los costes de escala.

COSTES DE COMBUSTIBLE

Los costes de combustible se estiman según la siguiente expresión:

$$C_{combustible} = \frac{n^{\circ} MM.PP * Pot MM.PP * MCR * \left(\frac{CONS.}{\rho_{comb}}\right) * P * T * Ocup.* Duración}{TPM}$$

Siendo,

- $n^{\circ} MM.PP$ es el número de motores principales del buque.
- $Pot MM.PP$ es la potencia de los motores principales, en kW.
- MCR es la potencia máxima continua, que por RPA se fija en un 80% de la potencia máxima.
- El consumo de combustible es igual a 192 gr/kW·h
- La densidad del combustible es de 850 g/l.

- Precio es el precio del combustible actualizado anualmente como se ha indicado anteriormente.
- Ocupación es el porcentaje de ocupación que tiene el buque, el cual se ha indicado en la hipótesis de partida.
- El tiempo del viaje es igual a 353 h.
- El P.M. del buque es de 81000 toneladas.
- T es la cantidad de toneladas anuales que puede transportar el buque.

COSTES DE ESCALA

Se ha supuesto que el buque tendrá como puerto base el puerto de Lagos en Nigeria. El puerto carece de página de información y el contacto por email no ha sido posible.

Se utilizarán tarifas de puertos estándar

$$\text{Cuantía} = \text{Cuota (B)} * \text{coef. corrector} * \text{coef} * \text{tiempo de estancia} * \frac{GT}{100}$$

Siendo:

- GT es el arqueo bruto del buque.
- Cuota B=1,43 €.
- Coef. corrector =1,30.
- Tiempo de estancia es igual a 21h/escala.
- Coef. es igual a 1 (atraque de costado en zona no concesionada).

Con todos los cálculos anteriores, se calculan los gastos operativos anuales.

$$\text{Cuantía} = 17.430,5387 \text{ €}$$

En el ANEXO I se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto sin financiar.

Capítulo 9. INVERSIONES

Se distinguen las siguientes:

INVERSIONES FIJAS

Dichas inversiones están constituidas por el coste total del buque, que se ha dividido entre los años 0 y 1 de la siguiente forma:

- Año 0: 50% del coste total del buque.
- Año 1: 50% del coste total del buque.

Esto es debido al esquema de pagos seleccionado, que se ha expuesto anteriormente en el apartado 7 del presente cuaderno.

ACTIVO CORRIENTE

Es la parte del activo compuesta por los clientes, la tesorería y las existencias, aunque en este caso solo se han considerado los dos primeros.

Clientes:

Es la parte del activo corriente formada por aquellos a los que se les ha proporcionado un servicio y aún no lo han pagado.

Esta partida se ha calculado aplicando la siguiente expresión:

$$Clientes = \left(\frac{Ventas}{360} \right) * \text{Días de pago clientes}$$

Donde las ventas se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Ventas = \text{Flete} * \text{Duración travesía} * \text{Ocupación}$$

Siendo:

El flete se determinó en el apartado 8.1 del presente cuaderno. Su valor es de 26.000 €/día.

La duración de la travesía se dará en días, igual a la máxima ocupación anual posible.

La ocupación determinará el porcentaje real de uso del buque en cada año.

Los días pago de clientes son los días medios de crédito que se les concede a los clientes, con un máximo fijado en 30 días.

Tesorería

La empresa, que en este caso es el buque, tiene que tener una tesorería suficiente para cubrir la totalidad de los gastos operativos durante un cierto período de tiempo.

Para el cálculo de la tesorería se ha aplicado la siguiente fórmula:

$$Tesorería = \frac{\text{Gastos operativos anuales}}{360} \cdot \text{Días de tesorería}$$

Siendo:

Los gastos operativos anuales son los calculados anteriormente en el apartado 10 del presente cuaderno.

Los días de tesorería son los días para los cuales la tesorería tiene que ser capaz de cubrir los gastos operativos, cuyo valor se ha fijado en 45 días. Finalmente, el activo corriente es la suma de los clientes y la tesorería.

Pasivo corriente:

Dicha partida está constituida por los proveedores, para el cálculo de los cuales se ha considerado siguiente expresión:

$$Proveedores = \frac{\text{Coste de combustible}}{360} \cdot \text{días proveedores}$$

Siendo:

El coste de combustible es el calculado anteriormente en el apartado 10 del presente cuaderno.

Días proveedores son los días medios que se tarda en pagar a los proveedores, cuyo valor se ha fijado en 60 días.

Fondo de maniobra:

El fondo de maniobra es la capacidad que tiene una empresa de autofinanciarse, y se ha calculado con la siguiente expresión:

$$FM = AC - PC$$

Siendo:

- FM es el fondo de maniobra.
- AC es el activo corriente calculado anteriormente.
- PC es el pasivo corriente calculado anteriormente.

Inversión en el fondo de maniobra:

Para el año 2, que es el primer año de explotación del buque, la inversión en el fondo de maniobra es igual al fondo de maniobra calculado en el punto anterior.

Para el resto de los años de explotación del buque, la inversión en el fondo de maniobra se ha calculado utilizando la siguiente fórmula:

$$IFM = FM_i - FM_{i-1}$$

Finalmente el último año se recupera la totalidad de la inversión en el fondo de maniobra.

El resultado de las inversiones es un Cash Flow extra operativo, que es la suma de las inversiones fijas y la inversión en el fondo de maniobra. El cash flow extra operativo es el flujo de caja no debido directamente a la actividad del buque.

En la tabla de la siguiente página se puede observar el resultado anual de este apartado:

En el ANEXO I se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto sin financiar.

9.1. CASH FLOW TOTAL

El Cash Flow total está compuesto por el Cash Flow operativo y el extra operativo:

$$CF_t = CF_{op.} + CF_{extraop.}$$

CASH FLOW OPERATIVO

El cash flow operativo es el flujo de caja debido exclusivamente a la operación del buque, el cual se ha calculado utilizando la siguiente expresión:

$$CF_{op.} = BDI + Amortizaciones$$

Siendo:

- Las amortizaciones son aquellas calculadas previamente en el apartado 9 del presente cuaderno.
- BDI es el beneficio después de impuestos

Beneficio después de impuestos:

El beneficio después de impuestos se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$BDI = BAI - I$$

Siendo:

- I son los impuestos. Estos suponen un 33% de los beneficios antes de impuestos en el caso de que los haya, y en caso contrario su valor es 0.
- BAI son los beneficios antes de impuestos.

Beneficios antes de impuestos:

Dichos beneficios vienen dados por la siguiente fórmula:

$$BAI = MC - CF - CCapital$$

Siendo:

- MC es el margen de contribución.
- CF son los costes fijos calculados en el apartado 6 del presente cuaderno.

Las amortizaciones son aquellas calculadas previamente en el apartado "Amortizaciones" del presente cuaderno.

Margen de contribución:

El margen de contribución es la diferencia entre los ingresos por ventas y los costes variables; es decir, son los beneficios de una compañía sin considerar los costes fijos. Dicho de otro modo, el margen de contribución es la diferencia entre las ventas y los costes variables, según se muestra en la siguiente expresión:

$$MC = V - CV$$

Dónde:

- V son los ingresos por ventas anuales, cuyo cálculo se ha explicado previamente en el apartado 10.
- CV son los costes variables, calculados previamente en el apartado 6 del presente cuaderno.

Cash flow extra operativo:

Este cash flow es el calculado en el apartado de "Inversiones" del presente cuaderno.

En el ANEXO I se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto sin financiar.

CONCLUSIONES DE VIABILIDAD

De los resultados que se muestran en el ANEXO I se concluye lo siguiente:

Durante los dieciséis primeros años se producirán pérdidas, y a partir de ahí se comenzará a generar beneficios.

El TIR es la rentabilidad que se obtiene de la inversión al renunciar al VAN. En este caso dicha rentabilidad es del 12,05%, lo cual es un valor bueno ya que es superior al rendimiento mínimo que se le exige a la inversión (11%).

El VAN acumulado es creciente en el tiempo. Su valor final positivo indica que el buque generará beneficios.

El período de recuperación representa el tiempo que transcurre hasta que se recupera la inversión hecha inicialmente. En este caso el valor de dicho período es de 17 años, casi al final del período de explotación del buque, lo que indica que no es una inversión muy segura.

Se concluye que la construcción y la operación del buque son viables desde el punto de vista económico, ya que cumple los criterios de viabilidad y se rentabilizará la inversión a lo largo de la vida operativa del buque, sin embargo, no se considera que sea una buena oportunidad de negocio, ya que el período de recuperación es muy largo.

Debido a ello, se realizará la viabilidad financiando una parte del proyecto, para intentar mejorar la rentabilidad.

Capítulo 10. PROYECTO FINANCIADO

Se solicita un crédito que tiene las siguientes características:

- Principal: 50% del coste total del buque, el cual, debido al esquema de pagos establecido, es necesario recibir en el año 0.
- Coste: 6%, es un valor razonable para los intereses del crédito ya que es inferior a la rentabilidad mínima que se le exige a la inversión. Dicho valor se ha obtenido a partir de la bibliografía consultada.
- Plazo: 10 años. Se ha seleccionado este plazo debido a que es inferior a los años de amortización y de explotación del buque.

La apertura de la hipoteca naval tiene una serie de costes, que se exponen a continuación:

- Estudio de la solicitud del crédito, 0,15% del capital pedido.
- Aval por los tres primeros plazos del préstamo, 1% del capital pedido.
- Gastos de constitución de la hipoteca naval, 0,3% del capital pedido.
- Impuestos por actos jurídicos documentados, 0,8% del capital pedido.
- Registro notarial, 0,2% del capital pedido.

Dichos costes se pagarán al inicio de la hipoteca, es decir, en el año 0. Debido a que el pago del coste total del buque se realiza en único plazo de 11.206.745€ en el año 0. Esto significa que en el año 1 se comienza la devolución de principal y el pago de los intereses del crédito recibido en el año 1. Además de lo anterior, se ha considerado que en el año 0 se pagan los gastos de la apertura de la hipoteca naval del año 0 y en el año 1 los gastos de la de ese año.

Esto se ha hecho para evitar tener un Cash Flow total positivo el año 0, ya que si fuera así se estarían pagando intereses por un capital de un modo innecesario.

Para el cálculo de las cuotas de devolución del principal y de los intereses se han utilizado las funciones PAGOPRIN y PAGOINT del Excel, respectivamente.

El crédito, a su vez, también genera un cash flow operativo y un cash flow extra operativo.

En el ANEXO II se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto financiado.

CASH FLOW EXTRA OPERATIVO

El cash flow extra operativo de la hipoteca naval es el flujo de caja debido a la entrada del capital del crédito, los gastos de apertura de la hipoteca y a la devolución del principal y se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$CF_{extraop} = Entradas + Gastos + Principal$$

Siendo:

- Entradas es la entrada del capital pedido a la entidad bancaria.
- Gastos son los gastos propios del crédito, explicados anteriormente.
- Principal es la cuota de devolución del principal. Este dato se suma en lugar de restarse debido a que la fórmula utilizada para su cálculo ya proporciona un valor negativo.

En el ANEXO II se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto financiado.

CASH FLOW OPERATIVO

El cash flow operativo del crédito es flujo de caja debido al pago de los intereses del crédito y al escudo fiscal. Dicho flujo de caja se ha calculado mediante la siguiente expresión:

$$CF_{op} = Intereses + Escudo fiscal.$$

Siendo:

Los intereses son los calculados utilizando la función de PAGOINT, tal y como se explicó al inicio de este apartado.

El escudo fiscal se ha calculado de la siguiente forma:

Si los intereses son iguales o superiores a 0 el escudo fiscal será 0, en caso contrario se aplicará la siguiente fórmula para su cálculo:

$$Escudo fiscal = -Impuesto de sociedades * intereses del año presente.$$

Dentro de los intereses hay que incluir los de los dos créditos.

En el ANEXO II se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto financiado.

OTROS CÁLCULOS

Capital aportado:

El capital aportado es el capital que invierte realmente el armador en el proyecto, es decir el capital propio invertido inicialmente menos el valor residual del buque al fin de su explotación.

Dicho valor se ha obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$\text{Cap. Aportado} = \text{Inversión fija total} - \text{Capital ajeno.}$$

Siendo:

- La inversión fija total es la suma de las inversiones fijas anuales calculadas en el apartado 10, es decir, el coste total del buque menos el dinero obtenido por su venta en el mercado de segunda mano.
- El capital ajeno es el capital pedido a la entidad bancaria.

Con los datos anteriores se ha llegado a lo siguiente:

$$\text{Capital aportado: } 32.035.386 \text{ €}$$

Coste de capital exigido:

Para el cálculo del coste de capital exigido se ha aplicado la siguiente expresión:

$$C. \text{ cap. exigido} = (\text{Cap. Apor.} * C. \text{ cap.} + \text{Cap. Ajeno} * \text{Int.}) / (\text{Cap. Apor.} + \text{Cap. Ajeno})$$

Siendo:

- El capital aportado es el calculado en el apartado anterior.
- El capital ajeno es el solicitado a la entidad bancaria.
- El coste de capital es el rendimiento que le exigimos a nuestra inversión, un 10%.

Los intereses son los del crédito, un 6%.

Con esto se ha obtenido lo siguiente:

Coste de capital exigido: 8,40%

Como el resultado es superior al 6%, que es el porcentaje de intereses del crédito, la inversión tiene una rentabilidad que cubre los gastos del capital ajeno. Esto implica que al armador no le cuesta nada el dinero pedido a la entidad bancaria.

En el ANEXO II se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto financiado.

CONCLUSIONES DE VIABILIDAD

Los cálculos del TIR, VAN, periodo de recuperación y el punto muerto obtenido se presentan en el ANEXO II.

A continuación se resumen las conclusiones de viabilidad con financiación:

El TIR es la rentabilidad que se obtiene de la inversión al renunciar al VAN. En este caso dicha rentabilidad es del 14,71%, superior al mínimo de 11% que se le exige a la inversión, por lo que se considera un valor aceptable.

El VAN acumulado es creciente en el tiempo. Su valor final en positivo nos indica que el buque generará beneficios.

El período de recuperación representa el tiempo que transcurre hasta que se recupera la inversión hecha inicialmente. En este caso se obtiene un valor del período de recuperación de 10 años, aproximadamente en la mitad del período de explotación del buque, lo que significa que es una inversión aconsejable.

Se concluye que la construcción y operación del buque son viables desde el punto de vista económico, ya que a lo largo de la vida útil del buque se rentabilizará la inversión.

Se muestra a continuación una tabla comparativa de los resultados obtenidos para el caso del proyecto sin financiar y con financiación:

Concepto	PSF	PF
TIR	12,07%	14,71%
VAN (€)	4.865.283,81 €	26.216.777,91 €
PERÍODO DE RECUPERACIÓN (años)	17	10

Tabla 10-1 – Resumen rentabilidad del proyecto.

Fuente: Propia

De esta comparación se deduce que sería mejor financiar el proyecto, ya que la rentabilidad es mayor (del orden de 5,3 veces más). El período de recuperación también es menor por lo que el buque comenzaría a dar beneficios 5 años antes.

Concepto	PSF	PF
TIR	VIABLE	VIABLE
VAN (€)	VIABLE	VIABLE
PERÍODO DE RECUPERACIÓN (años)	VIABLE	VIABLE

Tabla 10-2 – Resumen viabilidad del proyecto.

Fuente: Propia

En el ANEXO II se muestra el estudio de viabilidad y los distintos cálculos realizados del proyecto financiado.

Capítulo 11. ANEXOS

11.1. ANEXO I. ESTUDIO DE VIABILIDAD. PROYECTO SIN FINANCIAR

AMORTIZACIONES																						
Año	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Amortización			2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	2.883.825	

Concepto	Valor	Valor residual	Años	Amortización
Construcción del buque	64.070.772	6.407.077	20,00	2.883.185
Abanderamiento	12.814	-	20	641
			Total	2.883.825

CASH FLOW EXTRAOPERATIVO PROYECTO SIN FINANCIAR																						
(A) ACTIVO NO CORRIENTE (ANC)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
I. Inmovilizado intangible																						
Abanderamiento, registro y notaria		12.814																				
Impuestos de actos jurídicos		512.566																				
Inspección durante construcción		800.885																				
Varios		1.601.769																				
(1) TOTAL INMOVILIZADO INTANGIBLE		2.928.034																				
II. Inmovilizado material																						
Construcción del buque	38.442.463	25.628.309																				6.407.077
Desguace del buque																						5.933.872
(2) TOTAL INMOVILIZADO MATERIAL	38.442.463	25.628.309																				12.340.949
(3) TOTAL GASTOS AMORTIZABLES (ACTIVO NO CORRIENTE) = (1) + (2)	38.442.463	28.556.343																				12.340.949
(B) ACTIVO CORRIENTE (AC)																						
I. Existencias																						
Comerciales (mercaderías)																						
Materias primas y otros aprovisionamientos (p.e.: combustibles, repuestos, embalajes, material de oficina, etc.)																						
Productos en curso																						
Productos terminados																						
Subproductos, residuos y materiales recuperados																						
Anticipos a proveedores																						
II. Deudores comerciales y otras cuentas a cobrar																						
Clientes por ventas y prestaciones de servicios																						
Deudores varios																						
III. Efectivo y otros activos líquidos equivalentes																						
Tesorería (caja (efectivo) y bancos c/c)																						
(4) TOTAL ACTIVO CORRIENTE = Existencias + Deudores comerciales + Efectivo			2.006.699	2.024.188	2.037.125	2.182.353	2.073.323	2.082.207	2.093.195	2.237.749	2.098.302	2.118.770	2.133.919	2.309.235	2.176.793	2.187.097	2.199.815	2.374.432	2.205.165	2.229.567	2.247.772	2.237.749
(C) PASIVO CORRIENTE (PC)																						
I. Deudas a corto plazo																						
Deudas con entidades de crédito																						
II. Acreedores comerciales y otras cuentas a pagar																						
Proveedores																						
(5) TOTAL PASIVO CORRIENTE = Deudas a corto plazo + Acreedores comerciales			732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315	732.315
(6) FONDO DE MANIOBRA (FM) = (4) - (5)			1.274.385	1.291.873	1.304.811	1.450.038	1.341.008	1.349.892	1.360.880	1.505.434	1.365.987	1.386.455	1.401.604	1.576.920	1.444.478	1.454.782	1.467.501	1.642.117	1.472.851	1.497.253	1.515.457	1.505.434
(7) INVERSIÓN EN FONDO DE MANIOBRA			1.274.385	17.489	12.937	145.227	109.030	8.884	10.988	144.554	139.447	20.468	15.149	175.316	132.442	10.304	12.719	174.617	169.267	24.402	18.204	1.515.457
(8) CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL PROYECTO (CFE) Ó TOTAL DE FONDOS ABSORBIDOS= (3) + (7)	38.442.463	28.556.343	1.274.385	17.489	12.937	145.227	109.030	8.884	10.988	144.554	139.447	20.468	15.149	175.316	132.442	10.304	12.719	174.617	169.267	24.402	18.204	13.856.406

11.2. ANEXO II. ESTUDIO DE VIABILIDAD. PROYECTO FINANCIADO

Á

Á

