



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2017/18

BULKCARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Diego Carral Amenedo

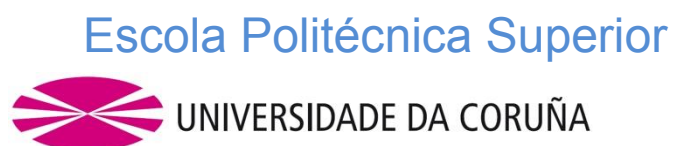
TUTORAS/ES

Marcos Míguez González

FECHA

JULIO 2018

1 RPA



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

PROYECTO NÚMERO: 18-12

TIPO DE BUQUE: Bulkcarrier tipo "NEOPANAMAX" de 120.000 TPM adaptado a la operación en terminales graneleras del golfo de México y Asia.

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: AMERICAN BUREAU OF SHIPPING, SOLAS, MARPOL y EXIGENCIAS DE LA ACP (Autoridad del Canal de Panamá).

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 120.000 T.P.M. grano, mineral, carbón

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 14 nudos en condiciones de servicio, 85% de MCR + 15% de margen de mar. 12.000 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Escotillas de accionamiento hidráulico.

PROPULSIÓN: Un motor diesel acoplado a una hélice de paso fijo, motores auxiliares de tipo dual (FUEL-GNL).

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 tripulantes en camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buques y posibilidad de interconexión del cuadro eléctrico del buque con la corriente de tierra.

Ferrol, 30 Octubre 2017

ALUMNO/A: **D. DIEGO CARRAL AMENEDO**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2017/18**

BULKCARRIER NEOPANAMAX 120.000 TPM

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 13

**“PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE Y
ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA”**

Indice

1 RPA	2
2 Introducción	6
3 Definición de la Operativa del Buque	7
4 Presupuesto del Coste de Construcción del Buque.....	8
4.1 Coste de equipos y materiales	8
4.1.1 Casco	8
4.1.2 Equipo, armamento e instalaciones	11
4.1.3 Maquinaria.....	17
4.1.4 Instalación propulsora.....	18
4.1.5 Maquinaria auxiliar de propulsión	19
4.1.6 Cargos y respetos.....	22
4.1.7 Instalaciones especiales	22
4.1.8 Tabla Resumen	23
4.2 Mano de obra.....	26
4.2.1 Casco	26
4.2.2 Equipo, armamento e instalaciones	28
4.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta	29
4.2.4 Insitlación propulsora	30
4.2.5 Maquinaria Auxiliar de la Propulsión	31
4.2.6 Tabla resumen.....	33
4.3 Llave en mano	34
4.4 Gastos diversos	34
5 Costes de Construcción y Adquisición	35
5.1 Coste de construcción	35
5.2 Coste de Adquisición	35
5.3 Gastos del Armador	36
5.3.1 Gastos notariales. Hipotecas	36
5.3.2 Intereses Intercalarios.....	36
5.3.3 Gastos totales del armador	38
5.4 Inversión total	38
6 Coste Calculado VS Mercado Actual	39
7 Esquema de financiación de la construcción.....	40
7.1 Capital propio y capital ajeno	40

7.2 Cuadro de amortización del préstamo.....	40
8 Evaluación Económica Del Buque	41
8.1 Escenario.....	41
8.1.1 Definición de la ruta	41
8.1.2 Flete	43
8.2 Esquema de pagos.....	43
8.3 Ingresos Anuales Time Charter.....	43
8.4 Costes Operativos Anuales.....	45
8.4.1 Valor Actual del Buque (VAB).....	45
8.4.2 Valor Contable del Buque (VCB)	45
8.4.3 Costes Fijos de Operación (OPEX).....	45
8.4.4 Gastos Variables Directos	48
8.5 Amortizaciones	49
8.6 Vida Útil del Proyecto.....	49
8.7 Impuesto de Sociedades y Coste de Capital.....	49
9 Viabilidad y Conclusiones	50
9.1 Proyecto Sin Financiar	51
9.2 Proyecto Financiado	51
9.3 Conclusiones	51
10 Anexo 1_Estudio Viabilidad.....	53

2 INTRODUCCIÓN

En este Cuaderno se realizará en primer lugar el presupuesto y en segundo lugar el estudio de viabilidad para el Buque Proyecto.

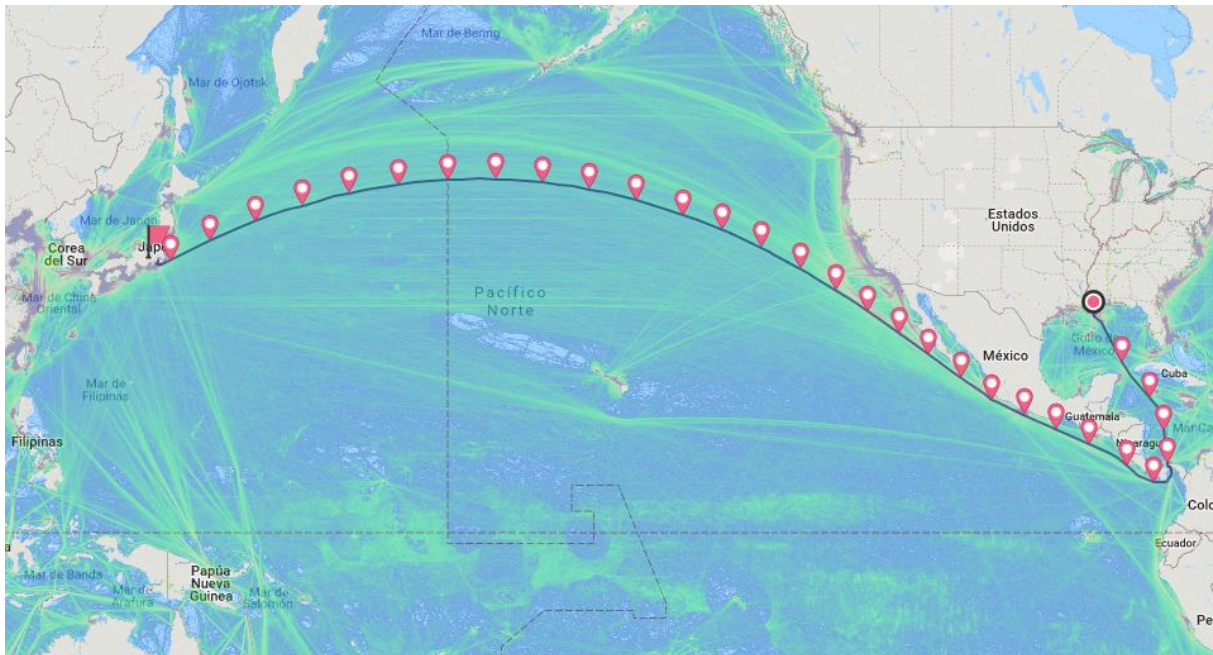
Las dimensiones y coeficientes de nuestro Buque Proyecto, obtenidas en el Cuaderno 3 “Coeficientes y Plano de Formas”, son las siguientes:

DIMENSIONES, COEFICIENTES y CARACTERÍSTICAS		
Eslora total (LOA)	250	m
Eslora entre perpendiculares (Lpp)	245,5	m
Manga (B)	42,4	m
Calado (T)	14,9	m
Puntal (D)	21,55	m
Desplazamiento (Δ)	142652	Tn
Superficie Mojada (m^2)	16380	m^2
Coeficiente Bloque (C_b)	0,897	
Coeficiente Prismático (C_p)	0,901	
Coeficiente de la Maestra (C_m)	0,996	
Coeficiente de Flotación (C_f)	0,957	
Velocidad (knots)	14	knots
Potencia (kW)	21660	kW

3 DEFINICIÓN DE LA OPERATIVA DEL BUQUE

El buque se ha proyectado para realizar una ruta desde Louisiana Sur (USA) al Puerto de Yokohama (JPN), pasando por el Canal de Panamá, para suministrar maíz.

Ambos puertos y el Canal cuentan con dimensiones que permiten el tránsito del Buque Proyecto.



El motivo de haber escogido esta ruta es porque es una de las rutas típicas para abastecer de cereal a Japón, puesto que EEUU es el tercer país más importante en exportación de cereal y Japón, a su vez, es un importante importador de cereales procedentes de EEUU. Esta ruta implica el paso del Buque por el Canal de Panamá, de ahí que sus dimensiones estén adaptadas al mismo.

Esta ruta conlleva un recorrido de 9120 nm aproximadamente, y el tiempo que tardará nuestro buque proyecto en completarla, a una velocidad media de 15 nudos y contando 3 días de espera para el paso por el canal más 1 día de tránsito por el mismo, nos da un total de 29 días y 8 horas.

4 PRESUPUESTO DEL COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

El coste de construcción se desglosa en las siguientes partidas:

- Equipos y materiales
- Mano de obra
- Beneficio industrial
- Gastos generales del Armador

En aquellos casos en los que desconozca el precio real o aproximado de la partida, por no disponer de información aportada por los suministradores y catálogos de equipos, la estimación del coste se llevará a cabo mediante fórmulas empíricas. La mayoría de ellas pertenecen al libro “Proyectos de Buques y Artefactos” del Dr Fernando Junco Ocampo.

4.1 Coste de equipos y materiales

4.1.1 Casco

4.1.1.1 Acero laminado

-Chapas de acero:

Como primera aproximación para el acero del casco se puede suponer que el peso bruto del acero es igual al neto multiplicado por un factor (entre 1,12 y 1,15) que tiene en cuenta recortes, excesos de pesos de laminación, etc...

$$P_{AceroBruto} = P_{AceroNeto} \cdot factor$$

Donde:

$$P_{AceroNeto} = 18\,215 \text{ Tn}$$

$$factor = 1,14$$

$$P_{AceroBruto} = 18\,215 \cdot 1,14 = 20\,765 \text{ Tn}$$

Considerando que el coste unitario es del orden de 450 €/Tn obtenemos un coste del acero de:

$$Coste_{Acero} = 20\,765 \cdot 450 = 9\,344\,295 \text{ €}$$

4.1.1.2 Resto de materiales del casco

- Piezas fundidas y forjadas:

Su costo puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{PiezasFF} = 4 \cdot L \cdot T = 4 \cdot 245,5 \cdot 14,9 = 14\,632 \text{ €}$$

- Timones y accesorios:

Su coste total se estima por la siguiente expresión en función de las dimensiones del timón:

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

Donde:

$$L_{timon}: \text{longitud del timón (m)} = 6,35 \text{ m}$$

$$H_{timon}: \text{altura del timón (m)} = 9,65 \text{ m}$$

$$C_{timon} = 40 \cdot 6,35^2 \cdot 9,65 = 15\,564 \text{ €}$$

4.1.1.3 Materiales auxiliares de la construcción del casco

El coste de los materiales auxiliares se estima en 50 €/Tn

$$C_{MA} = 50 \cdot P_{acero} = 50 \cdot 20\,765 = 1\,038\,250 \text{ €}$$

4.1.1.4 Preparación de superficies

El coste de la preparación de superficies puede estimarse en función de la superficie a tratar y de donde se encuentre esta.

Los costos unitarios de la preparación de diversas superficies son:

- Superficie interna: imprimación 2 €/m². Granallado 15 €/m².
- Superficie externa: imprimación 2 €/m². Granallado 8 €/m².

El valor de la superficie externa de casco lo obtenemos mediante Maxsurf, realizando el equilibrio para un calado exageradamente mayor que el puntal (por ejemplo, 28 m) y la salida de superficie mojada corresponderá con la superficie externa del casco.

Superficie externa del casco = 30 696 m²

$$C_{PrepSuperf} = 30\,696 \cdot (2 + 8) = 306\,960 \text{ €}$$

4.1.1.5 Pintura y control de corrosión

La pintura, en sus diferentes aspectos (exterior de la obra viva, exterior de la obra muerta, interior del casco), se considera como un coste por unidad de superficie y por espesor de película.

- Pintura exterior del casco (Obra viva):

Para considerar esta partida tenemos en cuenta que la obra viva lleva una capa de pintura epoxy y una capa de pintura autopulimentante:

$$C_{pintura\ obra\ viva} = S_{OV} \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep} + E_{au} \cdot C_{au})$$

donde:

S_{OV} : superficie de obra viva (m^2) = 15 950 m^2

E_{ep} : espesor de la pintura epoxy (225 micras)

C_{ep} : coste de la pintura epoxy (0,011 €/m²·micra)

E_{au} : espesor de la pintura autopulimentante (80 micras)

C_{au} : coste de la pintura autopulimentante (0,022 €/m²·micra)

$$C_{pintura\ obra\ viva} = 15\ 950 \cdot (225 \cdot 0,011 + 80 \cdot 0,022) = 67\ 548\ €$$

- Pintura exterior del casco (Obra muerta)

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

$$C_{pintura\ obra\ muerta} = S_{OM} \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep} + E_{cl} \cdot C_{cl})$$

donde:

S_{OM} : superficie de obra muerta (m^2) = 6 225 m^2

E_{ep} : espesor de la pintura epoxy (225 micras)

C_{ep} : coste de la pintura epoxy (0,011 €/m²·micra)

E_{cl} : espesor de la pintura de clorocaucho (105 micras)

C_{cl} : coste de la pintura de clorocaucho (0,013 €/m²·micra)

$$C_{pintura\ obra\ muerta} = 6\ 225 \cdot (225 \cdot 0,011 + 105 \cdot 0,013) = 23\ 904\ €$$

- Superficie Interior

Para considerar esta partida tendremos en cuenta que la superficie interior lleva una capa de pintura epoxy:

$$C_{pintura\ superficie\ interior} = S_i \cdot (E_{ep} \cdot C_{ep})$$

donde:

S_i : superficie interior (m^2) = 22 175 m^2

E_{ep} : espesor de la pintura epoxy (80 micras)

C_{ep} : coste de la pintura epoxy (0,011 €/m²·micra)

$$C_{pintura\ superficie\ interior} = 22\ 175 \cdot (80 \cdot 0,011) = 19\ 514\ €$$

- Pintura tuberías

El coste total de la pintura de tuberías se estima por medio de la expresión:

$$C_{pintura\ tuberias} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot BHP + 0,18 \cdot L) \cdot K$$

donde:

K = coste unitario de la pintura de tuberías = 11 €/tn

BHP = potencia del motor principal = 29 429 HP

$$C_{pintura\ tuberías} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot 29\,429 + 0,18 \cdot 245,5) \cdot 11 = 3\,408 \text{ €}$$

- Galvanizado y cementado

El costo del galvanizado y cementado se ha considerado igual al 7,5 % del costo total del pintado del casco (obra viva, obra muerta e interior).

$$C_{Galv\ y\ Cement} = 0,075 \cdot C_{TOTAL\ PINTADO}$$

$$C_{Galv\ y\ Cement} = 7\,931 \text{ €}$$

- Protección catódica:

El coste de la protección catódica se ha estimado como una función de la superficie mojada del buque:

$$C_{PCATODICA} = 1,55 \cdot S_{OV} = 1,55 \cdot 15\,950$$

$$C_{PCATODICA} = 24\,722 \text{ €}$$

4.1.2 Equipo, armamento e instalaciones

4.1.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque

- Anclas:

El coste de las anclas se estima en base a un costo unitario por peso del ancla de 2500 €/tn.

$$C_{ANCLAS} = 2\,500 \cdot N_{anclas} \cdot P_{anclas} = 2\,500 \cdot 3 \cdot 16,9$$

$$C_{ANCLAS} = 126\,750 \text{ €}$$

- Cadenas, cables y estachas:

El costo de las cadenas, cables y estachas se ha estimado mediante la expresión:

$$C_{CCE} = 0,15 \cdot K \cdot d^2 \cdot L_c$$

Donde:

K = coeficiente de acero de alta resistencia = 0,305

d = diámetro de la cadena = 100 mm

L_c = longitud total de las cadenas = 742,5 m

$$C_{CCE} = 0,15 \cdot 0,305 \cdot 100^2 \cdot 742,5 = 339\,693 \text{ €}$$

4.1.2.2 Medios de salvamento

- Botes salvavidas:

El coste de los botes salvavidas se calcula en función del número de personas que puede transportar:

$$C_{BOTES} = N_{Botes} \cdot K_{bote} \cdot N_{pers}^{2/3}$$

donde:

N_{botes} = número de botes salvavidas = 2

K_{bote} = coste unitario de los botes si son cerrados como los que lleva nuestro buque en la zona de habilitación = 3 000 €

N_p = capacidad del bote = 30 personas

$$C_{BOTE} = 2 \cdot 3\,000 \cdot 30^{2/3} = 57\,929 \text{ €}$$

- Balsas salvavidas:

Análogamente el coste de las balsas salvavidas se ha estimado según la expresión que relacionada el número de personas que la balsa es capaz de transportar:

$$C_{BALSAS} = N_{balsas} \cdot K_{balsas} \cdot N_{pers}^{1/3}$$

donde:

N_{balsas} = número de balsas = 2

K_{balsas} = coste unitario de las balsas arriables = 1 200 €

N_{pers} = capacidad de cada balsa = 30

$$C_{BALSAS} = 2 \cdot 1\,200 \cdot 30^{1/3} = 7\,457 \text{ €}$$

- Varios:

El coste de aros, chalecos, señales, lanzacabos y elementos varios de salvamento puede estimarse a partir de la siguiente fórmula:

$$C_V = 2\,500 + 30 \cdot N$$

donde:

N = número total de personas a bordo = 30

$$C_V = 2\,500 + 30 \cdot 30 = 3\,400 \text{ €}$$

4.1.2.3 Habilitación y alojamientos

Empleamos un valor medio para los materiales de 425 €/m² de habilitación. El área de habilitación medida sobre el plano de la disposición general es de 1375 m².

$$C_h = K_h \cdot S_h = 425 \cdot 1375$$

$$C_h = 584\,375 \text{ €}$$

El coste de las horas de instalación de la misma se calcula con el ratio de 16 h/m² con un coste de 30 €/h. Por lo tanto el coste final resulta:

$$C_{h_TOTAL} = 584\,375 + 30 \cdot 16 \cdot 1375 = 1\,244\,375 \text{ €}$$

4.1.2.4 Equipos de fonda y hotel

- Cocina y oficinas:

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

donde:

K_{COC_OFI} = coste por persona a bordo = 420 para buques oceánicos en general

N = número total de personas a bordo = 30

$$C_{COC_OFI} = 420 \cdot 30 = 12\,600 \text{ €}$$

- Gambuzas frigoríficas:

El costo puede estimarse mediante la fórmula:

$$C_{GF} = 1\,800 \cdot V^{2/3}$$

donde:

V = volumen neto de la gambuza = 50 m³ (tomamos medida similar a buque de referencia)

$$C_{GF} = 1\,800 \cdot 50^{2/3} = 24\,429 \text{ €}$$

- Equipos de lavandería y varios:

Suponemos en este caso 240 € por cada tripulante.

$$C_{VARIOS} = 240 \cdot N = 240 \cdot 30 = 7\,200 \text{ €}$$

4.1.2.5 Equipos de acondicionamiento en alojamientos

- Equipos de acondicionamiento en alojamientos:

Para equipos de calefacción y aire acondicionado puede tomarse un coste unitario de 60 €/m² de espacio de habitación:

$$C_{AC} = 60 \cdot 1375 = 82\,500 \text{ €}$$

- Ventilación mecánica:

Para sistemas de ventilación mecánica, independientes de los de aire acondicionado puede usarse la siguiente fórmula:

$$C_{VM} = 1,055 \cdot N^{0,215} + 1,2 \cdot S_h^{0,25}$$

$$C_{VM} = 2\,200 \text{ €}$$

- Varios (radiadores eléctricos):

$$C_V = 72 \cdot N = 72 \cdot 30 = 2\,160 \text{ €}$$

4.1.2.6 Equipos de navegación y comunicaciones

- Equipos de navegación:

Costes obtenidos del libro “Proyectos de buques y artefactos. Criterios de Evaluación Técnica y económica del proyecto en un buque” del profesor Fernando Junco Ocampo.

COSTE DE EQUIPOS DE NAVEGACIÓN	
Compás magnético	1.900 €
Compás giroscópico	30.000 €
Piloto Automático	6.000 €
Radar de movimiento verdadero	51.600 €
Radar de movimiento relativo	9.900 €
Radio girómetro	4.300 €
Receptor de cartas	5.100 €
Corredera	6.100 €
Sonda	3.900 €
Sistema de navegación por satélite	6.200 €
TOTAL	125.000 €

- Equipos auxiliares de navegación:

Su coste puede estimarse en el 8% de los equipos de navegación, es decir, 10 000 €.

- Comunicaciones:

Comunicaciones externas, su costo incluyendo los de telegrafía, telefonía, y si existe, sistema de comunicación por satélite, es en este caso de 50 000 €

Comunicaciones internas, incluyendo altavoces, teléfonos autogeneradores y teléfonos automáticos, será en este caso de 24 000 €,

4.1.2.7 Medios CI convencionales

- Instalaciones Sofocadoras fijas en cámara de máquinas:

El coste de medios contraincendios en la cámara de máquinas cuando han de atender también las bodegas puede estimarse a partir del mayor resultado de las siguientes fórmulas, en primer lugar:

$$C_{IM} = 8,4 \cdot B \cdot L_{CM} \cdot D_{CM}$$

donde:

B = manga de escantillonado = 42,4 m

L_{CM} = eslora de la cámara de máquinas = 28 m

D_{CM} = puntal de la cámara de máquinas = 21,55 m

$$C_{IM} = 8,4 \cdot 42,4 \cdot 28 \cdot 21,55 = 214\,906 \text{ €}$$

En segundo lugar:

$$C_{IM} = 6 \cdot Q_B$$

donde:

Q_B = volumen de bodegas = 140 163 m³

$$C_{IM} = 6 \cdot 140\,163 = 840\,978 \text{ €}$$

Por lo tanto el coste será el máximo de estos dos valores obtenidos:

$$C_{IM} = \mathbf{840\,978 \text{ €}}$$

4.1.2.8 Equipos convencionales de servicio de la carga

- Cierres de escotillas y sus medios de accionamiento:

$$C_{ES} = 61 \cdot L_{ES} \cdot B_{ES}^{1,77} \cdot k$$

donde:

L_{ES} = eslora de cada escotilla = 19,5 m

B_{ES} = manga de cada escotilla = 23,8 m

K = factor por accionamiento hidráulico = 1,12

$$C_{ES} = 61 \cdot 19,5 \cdot 23,8^{1,77} \cdot 1,12 = \mathbf{364\,018 \text{ €}}$$

4.1.2.9 Instalación eléctrica

$$C_{IE} = 481 \cdot KW^{1,77}$$

donde:

$$kW = \text{potencia instalada de auxiliares} = 3 \cdot 950 + 750 = 3 \, 600 \text{ kW}$$

$$C_{IE} = 481 \cdot 3600^{1,77} = 263 \, 328 \text{ €}$$

4.1.2.10 Tuberías

$$C_{TUB} = 2705 \cdot (0,015 \cdot L_{CM} \cdot B \cdot D_{CM} + 18 \cdot L) + kt \cdot BHP + 1,5 \cdot (3 \cdot L_{CM} \cdot B \cdot D_{CM} + Q_B + 4 \cdot S_h)$$

donde:

B = manga de la cámara de máquinas = 40

L_{CM} = eslora de la cámara de máquinas = 28 m

D_{CM} = puntal de la cámara de máquinas = 21,55 m

L = eslora de escantillonado = 245,5 m

Kt = 8 (el motor principal quema combustible pesado)

BHP = potencia del motor propulsor = 29429 HP

Q_B = volumen de bodegas = 140 163 m³

S_h = superficie de habilitación = 1677 m²

$$C_{TUB} = 1 \, 098 \, 852 + 235 \, 432 + 328 \, 918 = 1 \, 663 \, 202 \text{ €}$$

4.1.2.11 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones

- Puertas metálicas, ventanas y portillos:

$$C_{PVP} = 2 \, 705 \cdot N^{0,48} = 2 \, 705 \cdot 30^{0,48} = 13 \, 841 \text{ €}$$

- Escaleras, pasamanos y candeleros:

$$C_{EPC} = 22,2 \cdot L^{1,6} = 22,2 \cdot 250^{1,6} = 152 \, 425 \text{ €}$$

- Escotillas de acceso, lumbreras y registros:

$$C_{ELR} = 12,6 \cdot L^{1,5} = 12,6 \cdot 250^{1,5} = 49 \, 805 \text{ €}$$

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

$$C_{EPE} = 2000 + 1350 \cdot (D - 0,03 \cdot L) \cdot N_{ER}$$

donde:

N_{ER} = número de escalas reales = 2

$$C_{EPE} = 2000 + 1350 \cdot (21,55 - 0,03 \cdot 250) \cdot 2 = 39 \, 935 \text{ €}$$

- Toldos, fundas y accesorios de estiba y respetos:

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

$$C_{EPE} = 40 \cdot (250 \cdot (42,4 + 21,55))^{0,68} = 28\ 882 \text{ €}$$

4.1.3 Maquinaria

4.1.3.1 Equipo de gobierno

- Servomotor:

$$C_{SM} = 3\ 700 \cdot M^{2/3}$$

donde:

M = potencia del servo-motor = 185 kW

$$C_{SM} = 3\ 700 \cdot 185^{2/3} = 120\ 129 \text{ €}$$

4.1.3.2 Equipo de fondeo y amarre

- Accesorios de amarre y fondeo:

Su coste es en función de las dimensiones principales del buque:

$$C_{AF} = 18 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815} = 18 \cdot (250 \cdot (42,4 + 21,55))^{0,815}$$

$$C_{AF} = 48\ 012 \text{ €}$$

- Molinetes:

El coste de cada unidad de los molinetes es función del diámetro de la cadena del ancla en milímetros:

$$C_M = N_M \cdot 300 \cdot d^{1,3}$$

donde:

N_M = número de molinetes = 2

d = diámetro de la cadena = 100 mm

$$C_M = 2 \cdot 300 \cdot 100^{1,3} = 238\ 864 \text{ €}$$

-Chigre:

$$C_{CHIG} = N_{CHIG} \cdot 7800 \cdot T_a^{2/3}$$

donde:

$$T_a = \text{tracción} = 25 \text{ Tn}$$

$$C_{CHIG} = 6 \cdot 7800 \cdot 25^{2/3} = 400 \ 134 \ \text{€}$$

4.1.4 Instalación propulsora

4.1.4.1 Máquinas propulsoras

- Motor propulsor:

Este coste se obtiene de la siguiente expresión en función del número de cilindros, su diámetro y las revoluciones de régimen del motor:

$$C_{MP} = 2292 \cdot N_C \cdot 0,75 \cdot d_{cil}^{0,9}$$

donde:

N_C = número de cilindros = 6

d_{cil} = diámetro de los cilindros = 720 mm

$$C_{MP} = 2292 \cdot 6 \cdot 0,75 \cdot 720^{0,9} = 3 \ 846 \ 151 \ \text{€}$$

4.1.4.2 Línea de ejes

- Acoplamiento y embarques:

El coste de acoplamiento elástico puede estimarse a partir de la siguiente expresión:

$$C_{AE} = 1700 \cdot BHP / rpm$$

donde:

BHP = potencia del motor propulsor (HP)

Rpm = revoluciones por minuto del motor propulsor = 90 rpm

$$C_{AE} = 1700 \cdot \frac{29429}{90} = 555 \ 881 \ \text{€}$$

- Ejes y chumaceras:

$$C_{EC} = 3,6 \cdot BHP = 3,6 \cdot 29 \ 429 = 105 \ 944 \ \text{€}$$

- Bocinas y cierres:

$$C_{BC} = 7,51 \cdot BHP^{0,85} = 47 \ 217 \ \text{€}$$

4.1.4.3 Hélice

El coste medio de hélices de paso fijo puede estimarse a partir de la siguiente expresión:

$$C_H = 360 \cdot BHP^{0,7} = 360 \cdot 29429^{0,7}$$

$$C_H = 483\,554 \text{ €}$$

Supondremos el coste de la hélice de respeto igual.

4.1.5 Maquinaria auxiliar de propulsión

En este apartado nos faltan una serie de parámetros que no hemos calculado en ninguno de los cuadernos, por lo tanto obtendremos los datos de proyectos de buque similiaes a nuestro Buque Proyecto.

4.1.5.1 Grupos electrógenos

- Generadores accionados por Motor Diesel:

$$C_{GEN_AUX} = \left[252 \cdot D_{cil}^{2,2} \cdot \frac{N_C^{0,8}}{RPM} + 2400 \left(\frac{kwg}{RPM} \right)^{2/3} \right] \cdot N_{GEN}$$

donde:

kwg = potencia eléctrica del generador en kW = 950 kW

$$C_{GEN_AUX} = \left[252 \cdot 280^{2,2} \cdot \frac{5^{0,8}}{720} + 2400 \left(\frac{950}{720} \right)^{2/3} \right] \cdot 3 = 929\,350 \text{ €}$$

4.1.5.2 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora

$$C_{CIRC} = 6 \cdot (k_1 + k_2) \cdot BHP$$

donde:

$k_1 = 1,2$ para motores de 2 tiempos

$k_2 = 1$ para enfriador central de placas de titanio

$$C_{CIRC} = 6 \cdot (1,2 + 1) \cdot 29\,429 = 388\,462 \text{ €}$$

4.1.5.3 Equipos de manejo de combustible

$$C_{MC} = 44 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 2,1 \cdot BHP$$

donde:

N_{bt} = número de bombas de trasiego = 2

Q_{bt} = capacidad de las bombas de trasiego = 100 m³/h

$$C_{MC} = 44 \cdot 2 \cdot 100 + 2,1 \cdot 29\,429 = 70\,600 \text{ €}$$

4.1.5.4 Equipos de purificación

- Purificadoras centrífugas para aceite y combustible, y sus calentadores:

$$C_{PUR} = 10\,000 \cdot N_{pa} \cdot Q_{pa} \cdot k_1 + 4\,750 \cdot N_{pd} \cdot Q_{pd} \cdot k_1 + 5\,200 \cdot N_{pf} \cdot Q_{pf} \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3$$

donde:

N_{pa} y Q_{pa} número de purificadoras de aceite y caudal unitario en m^3/h

N_{pd} y Q_{pd} número de purificadoras de diesel y caudal unitario en m^3/h

N_{pf} y Q_{pf} número de purificadoras de fuel y caudal unitario en m^3/h

$$K_1 = 1$$

$$K_2 = 4$$

$$K_3 = 1,25$$

$$C_{PUR} = 10\,000 \cdot 1 \cdot 2,94 \cdot 1 + 4\,750 \cdot 1 \cdot 4,83 \cdot 1 + 5\,200 \cdot 2 \cdot 4,83 \cdot 1 \cdot 4 \cdot 1,25$$

$$C_{PUR} = 303\,502 \text{ €}$$

4.1.5.5 Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames

Su coste medio se puede estimar en **2 000 €** según buques similares.

4.1.5.6 Equipo de tratamiento por aditivos de limpieza

Su coste puede estimarse en función de la potencia propulsora total instalada, de la forma:

$$C_{TAL} = 24 \cdot BHP^{2/3} = 24 \cdot 29\,429^{2/3}$$

$$C_{TAL} = 22\,876 \text{ €}$$

4.1.5.7 Bombas de Lastre, Sentinas y C.I.

El coste puede estimarse en función de los caudales totales de las bombas, según la expresión:

$$C_{LSCI} = 600 \cdot N_{bs} \cdot Q_{bs}^{1/3} \cdot k_1 + 960 \cdot N_{CI} \cdot Q_{CI}^{1/3} \cdot k_2 + 960 \cdot Q_{CI}^{1/3} \cdot k_3 + 1\,100 \cdot Q_{bs} \cdot k_4$$

donde:

$$K_1 = 3 \text{ (GT > 4 000)}$$

$$K_2 = 3 \text{ (GT > 4 000)}$$

$$K_3 = 4 \text{ (GT > 4 000)}$$

$$K_4 = 1 \text{ (GT > 4 000)}$$

N_{bs} = número de bombas de sentinas = 2

Q_{bs} = caudal unitario de cada bomba de sentinas = 200 m^3/h

N_{CI} = número de bombas contraincendios = 2

Q_{CI} = caudal unitario de cada bomba contraincendios = 90 m^3/h

$$C_{LSCI} = 600 \cdot 2 \cdot 200^{1/3} \cdot 3 + 960 \cdot 2 \cdot 90^{1/3} \cdot 3 + 960 \cdot 90^{1/3} \cdot 4 + 1\,100 \cdot 200 \cdot 1$$

$$C_{LSCI} = 284\,074 \text{ €}$$

4.1.5.8 Separadoras de Sentinas

$$C_{SS} = 156 \cdot GT^{0,5} + 5\,100 \cdot K_{SS}$$

donde:

GT = arqueo bruto = 68 472

K_{SS} = 1 (con control automático de descarga)

$$C_{SS} = 156 \cdot 68\,472^{0,5} + 5\,100 \cdot 1$$

$$C_{SS} = 45\,920 \text{ €}$$

4.1.5.9 Equipos sanitarios

- Generador de agua dulce:

Su coste lo podemos estimar en función de su capacidad según la siguiente fórmula:

$$C_{GAD} = 1\,385 \cdot Q$$

donde:

Q = capacidad de generación = 6 tn/día

$$C_{GAD} = 1\,385 \cdot 6 = 8\,310 \text{ €}$$

- Planta de tratamiento de aguas fecales:

Su precio puede estimarse en función del número de tripulantes mediante la siguiente expresión:

$$C_{TAF} = 2\,645 \cdot N^{0,4}$$

donde:

N = número de personas a bordo = 30

$$C_{TAF} = 2\,645 \cdot 30^{0,4} = 10\,310 \text{ €}$$

- Incinerador de residuos:

Su precio puede estimarse en función del número de tripulantes mediante la siguiente expresión:

$$C_{IR} = 11\,420 \cdot N^{0,2}$$

donde:

N = número de personas a bordo = 30

$$C_{TAF} = 11\,420 \cdot 30^{0,2} = 22\,547 \text{ €}$$

4.1.5.10 Varios

- Ventiladores de Cámara de Máquinas:

Su coste se estima mediante la siguiente fórmula:

$$C_{VCM} = 7,5 \cdot N_V \cdot Q_V^{0,5} \cdot +5,53 \cdot K_R \cdot BHP^{0,5}$$

donde:

N_V = número de ventiladores = 4

Q_V = caudal unitario de los ventiladores = 250 000 m³/h

K_R = 1 (para motores que empleen fuel pesado)

BHP = 29 429 HP

$$C_{VCM} = 7,5 \cdot 4 \cdot 250\,000^{0,5} \cdot +5,53 \cdot 1 \cdot 29\,429^{0,5}$$

$$C_{VCM} = 15\,948 \text{ €}$$

- Taller de máquinas:

Su coste medio puede estimarse en **10 000 €**

4.1.6 Cargos y respetos

4.1.6.1 Respetos especiales

- Hélice de respeto:

Consideramos el mismo coste que la de servicio, es decir, **483 554 €**

- Eje de cola de respeto:

$$C_{ECR} = 2,4 \cdot BHP = 2,4 \cdot 29\,429 = 70\,629 \text{ €}$$

4.1.7 Instalaciones especiales

4.1.7.1 Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma

- Dispositivos de automatización y control reglamentarios:

Este coste será función de la potencia instalada, tal y como se muestra a continuación:

$$C_{AC} = 3\,240 \cdot K_1 \cdot BHP^{1/3}$$

donde:

K_1 = 1,5 (factor que depende del grado de automatización)

$$C_{AC} = 3\,240 \cdot 1,5 \cdot 29\,429^{1/3}$$

$$C_{AC} = 150\,047 \text{ €}$$

- Restantes dispositivos de automatización y control:

Su coste medio puede estimarse en un 25% del coste anterior, por lo tanto:

$$C_{RAC} = 25\% C_{AC}$$

$$C_{RAC} = 0,25 \cdot 150\,047 = 37\,511 \text{ €}$$

4.1.8 Tabla Resumen

En la siguiente tabla se adjunta un resumen del coste total de equipos y materiales obtenidos en los apartados anteriores:

DESCRIPCIÓN	COSTE (€)
CASCO	
Acero Laminado	9.344.295 €
Piezas Fundidas y Forjadas	14.632 €
Timones y Accesorios	15.564 €
Materiales Auxiliares de Construcción del Casco	1.038.250 €
Pintura y Control de Corrosión	453.987 €
Preparación de superficies	306.960 €
Pintura exterior del casco (obra viva)	67.548 €
Pintura exterior del casco (obra muerta)	23.904 €
Superficie interior	19.514 €
Pintura tuberías	3.408 €
Galvanizado y cementado	7.931 €
Protección catódica	24.722 €
TOTAL CASCO	10.866.728 €

EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES		
Equipos de FONDEO, Amarre y Remolque		466.443 €
Anclas	126.750 €	
Ancla respeto		
Cadenas, cables y estachas	339.693 €	
Medios de salvamento		68.786 €
Botes salvavidas	57.929 €	
Blasas salvavidas	7.457 €	
Varios	3.400 €	
Habilitación y alojamientos		1.244.375 €
Equipos de fonda y hotel		44.229 €
Cocina y oficios	12.600 €	
Gambuzas frigoríficas	24.429 €	
Equipos de lavandería y varios	7.200 €	
Equipos de acondicionamiento en alojamientos		
Acondicionamiento en alojamientos	82.500 €	
Ventilación mecánica	2.200 €	
Varios (radiadores eléctricos)	2.160 €	
Equipos de navegación y comunicaciones		
Compás magnético	1.900 €	
Compás giroscópico	30.000 €	
Piloto Automático	6.000 €	
Radar de movimiento verdadero	51.600 €	
Radar de movimiento relativo	9.900 €	
Radio girómetro	4.300 €	
Receptor de cartas	5.100 €	
Corredera	6.100 €	
Sonda	3.900 €	
Sistema de navegación por satélite	6.200 €	
Equipos auxiliares de navegación	10.000 €	
Comunicaciones (externas+internas)	74.000 €	
Medios CI convencionales		840.978 €
Equipos convencionales de servicio de la carga		364.018 €
Instalación eléctrica		263.328 €
Tuberías		1.663.202 €
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones		
Puertas metálicas, ventanas y portillos	13.841 €	
Escaleras, pasamanos y candeleros	152.425 €	
Escotillas de acceso, lumbreras y registros	49.805 €	
Escalas reales, planchas de desembarco y escalas de práctico	39.935 €	
Toldos, fundas y accesorios de estiba y respetos	28.882 €	
TOTAL EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES		4.955.359 €
MAQUINARIA		
Equipo de gobierno		120.129 €
Servomotor	120.129 €	
Equipo de fondeo y amarre		686.510 €
Accesorios de amarre y fondeo	48.012 €	
Molinetes	238.364 €	
Chigre	400.134 €	
TOTAL MAQUINARIA		806.639 €

INSTALACIÓN PROPULSORA		
Máquinas propulsoras		3.846.151 €
Motor propulsor	3.846.151 €	
Línea de ejes		709.037 €
Acoplamientos y embragues	555.881 €	
Ejes y chumaceras	105.944 €	
Bocinas y cierres	47.212 €	
Hélice		483.554 €
TOTAL INSTALACIÓN PROPULSORA		5.038.742 €

MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN		
Grupos electrógenos		929.350 €
Circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora		388.462 €
Equipos de manejo de combustible		70.600 €
Equipo de manejo de lodos, trasiegos y derrames		2.000 €
Equipo de tratamiento por aditivos de limpieza		22.876 €
Bombas de lastre, sentinas y CI		284.074 €
Separadoras de sentinas		45.920 €
Equipos sanitarios		
Generador de agua dulce	8.310 €	
Planta de tratamiento de aguas fecales	10.310 €	
Varios		
Ventiladores de CCMM	15.948 €	
Taller de máquinas	10.000 €	
TOTAL MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN		1.743.282 €

CARGOS Y RESPETOS		
Hélice de respeto		483.554 €
Eje de cola de respeto		70.629 €
TOTAL CARGOS Y RESPETOS		554.183 €

INSTALACIONES ESPECIALES		
Equipos de automatización, telecontrol y alarma		187.559 €
Dispositivos de automatización y control reglamentarios	150.047 €	
Restantes dispositivos de automatización y control	37.512 €	
TOTAL INSTALACIONES ESPECIALES		187.559 €

COSTE TOTAL DE EQUIPOS Y MATERIALES		
CASCO		10.866.728 €
EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES		4.955.359 €
MAQUINARIA		806.639 €
INSTALACIÓN PROPULSORA		5.038.742 €
MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN		1.743.282 €
CARGOS Y RESPETOS		554.183 €
INSTALACIONES ESPECIALES		187.559 €
TOTAL		24.152.492 €

4.2 Mano de obra

En los siguientes apartados se va a evaluar el coste de la mano de obra necesaria para llevar a cabo la construcción de nuestro Buque Proyecto.

En cada uno de los apartados se multiplicará el resultado que se obtenga por el coste horario medio del astillero (aproximadamente 27 €/h)

4.2.1 Casco

4.2.1.1 Acero laminado

Las horas correspondientes a la mano de obra empleada en la construcción del casco se estiman mediante la expresión:

$$H_C = K_{ht} \cdot P_{ac} \cdot (1 + k_e) \cdot (1 - c_f) \cdot (1 + k_b) \cdot (1 + k_c + C_c) \cdot [1 + K_{cub} \cdot (N_{cub} - 1)]$$

donde:

K_{ht} = índice de la mano de obra. Este coeficiente dependerá directamente del ratio de productividad del astillero = 70 h/t

P_{ac} = peso neto de acero = 18 215 t

K_e = índice de coeficiente de forma = 0,3

C_f = coeficiente de forma $\approx C_B = 0,89$

K_b = Coeficiente de bulbo = 0

K_c = índice de complejidad del acero especial = 0,5

C_c = coeficiente de peso del acero especial ≈ 0

K_{cub} = coeficiente del número de cubiertas = 0,05

N_{cub} = número de cubiertas fuera de cámara de máquinas = 1

Entonces:

$$H_C = 70 \cdot 18\,215 \cdot (1 + 0,3) \cdot (1 - 0,89) \cdot (1 + 0) \cdot (1 + 0,5 + 0) \cdot [1 + 0,05 \cdot (1 - 1)]$$

$$H_C = 273\,498\,h$$

4.2.1.2 Resto de los materiales del casco

Las horas correspondientes al resto de los materiales del casco para buques de una hélice se estiman por medio de la expresión:

$$H_{RMC} = 2,5 + 30 \cdot D \cdot \sqrt[3]{L}$$

donde:

L = eslora entre perpendiculares = 245,5 m

D = puntal de diseño = 21,55 m

Entonces:

$$H_{RMC} = 2,5 + 30 \cdot 21,55 \cdot \sqrt[3]{245,5} = 4\,050\,h$$

4.2.1.3 Timones y accesorios

Las horas de esta partida se estiman mediante la siguiente expresión:

$$H_T = 100 \cdot N_{timon} \cdot L_{timon} \cdot H_{timon}$$

donde:

$$L_{timon} = \text{eslora del timón} = 6,35 \text{ m}$$

$$H_{timon} = \text{altura del timón} = 9,65 \text{ m}$$

$$N_{timon} = \text{numero de timones} = 1$$

Entonces:

$$H_T = 100 \cdot 1 \cdot 6,35 \cdot 9,65 = 6\ 127 \text{ h}$$

4.2.1.4 Preparación de superficies

Las horas destinadas a la preparación de superficies se estimarán como un 2% de la superficie total de acero considerada.

$$H_S = 0,02 \cdot S_{TOTAL}$$

donde:

$$S_{TOTAL} = 30\ 696 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$H_S = 0,02 \cdot 30\ 696 = 614 \text{ h}$$

4.2.1.5 Pintura y Control de corrosión

Las horas correspondientes a la pintura dependen de las manos aplicadas a cada una de las superficies consideradas (obra viva, obra muerta e interior).

$$H_P = 0,25 \cdot S_{OM} \cdot (1 + 0,8 \cdot N_{OM}) + 0,35 \cdot S_{OV} \cdot \frac{N_{OV}}{4} + 0,4 \cdot S_i \cdot N_i$$

donde:

$$S_{OM}: \text{superficie exterior de obra muerta (m}^2\text{)} = 6\ 225 \text{ m}^2$$

$$S_{OV}: \text{superficie exterior de obra viva (m}^2\text{)} = 15\ 590 \text{ m}^2$$

$$S_i: \text{superficie interior (m}^2\text{)} = 22\ 175 \text{ m}^2$$

$$N_{OM}: \text{Número de manos aplicadas en la obra muerta} = 2$$

$$N_{OV}: \text{Número de manos aplicadas en la obra viva} = 2$$

$$N_i: \text{Número de manos aplicadas en el interior} = 2$$

$$H_P = 0,25 \cdot 6\ 225 \cdot (1 + 0,8 \cdot 2) + 0,35 \cdot 15\ 590 \cdot \frac{2}{4} + 0,4 \cdot 22\ 175 \cdot 2$$

$$H_P = 24\ 514 \text{ h}$$

4.2.2 Equipo, armamento e instalaciones

4.2.2.1 Equipos de fondeo, amarre y remolque

Las horas correspondientes a esta partida son función del peso de las anclas. Como hemos visto anteriormente se dispone de 3 anclas de 16,9 t de peso cada una, por lo que:

$$H_{FAR} = 27 \cdot (N_{ancla} \cdot P_{ancla})^{0,4}$$

donde:

$$N_{ancla} = 3$$

$$P_{ancla} = 16,9 \text{ t}$$

Entonces:

$$H_{FAR} = 27 \cdot (3 \cdot 16,9)^{0,4} = 130 \text{ h}$$

4.2.2.2 Medios de salvamento

Las horas destinadas a los medios de salvamento son función del número de tripulantes de la forma:

$$H_{MS} = 300 + 15 \cdot N$$

donde:

$$N = \text{número de tripulantes} = 30$$

Entonces:

$$H_{MS} = 300 + 15 \cdot 30 = 750 \text{ h}$$

4.2.2.3 Equipos de navegación y comunicaciones

Las horas destinadas a esta partida se estiman en función del número de equipos de navegación de la forma:

$$H_{MS} = 330 + (N_{cn} - 6)$$

donde:

$$N_{cn} = 13$$

Entonces:

$$H_{MS} = 330 + (13 - 6) = 337 \text{ h}$$

4.2.2.4 Cierres de escotillas y sus medios de accionamiento

$$H_{ES} = 460 \cdot S_e^{0,3}$$

donde:

$$S_e = (6 \cdot 19,5 \cdot 23,8) + (17 \cdot 17,82) = 3\,087 \text{ m}^2$$

Entonces:

$$H_{ES} = 460 \cdot 3\,087^{0,3} = 5\,124 \text{ h}$$

4.2.2.5 Tuberías

Las horas correspondientes a la partida de las tuberías se estiman en función de la potencia total instalada de la forma:

$$H_{TUB} = 11 \cdot BHP^{0,85}$$

donde:

$$BHP = 29\,429 \text{ HP}$$

Entonces:

$$H_{TUB} = 11 \cdot 29\,429^{0,85} = 69\,159 \text{ h}$$

4.2.2.6 Accesorios de Equipo, Armamento e instalaciones

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

donde:

$$N = \text{Número de tripulantes} = 30$$

$$N_{bo} = \text{número total de botes y balsas del buque} = 4$$

$$N_{pb} = \text{número total de pescantes de botes} = 2$$

$$N_{gm} = \text{número de grúas de máquinas} = 3$$

Entonces:

$$H_{EAI} = 80 \cdot 30 + 56 \cdot (245,5 - 15) + 0,9 \cdot 245,5 \cdot (42,4 + 21,55) + 2 \cdot 245,5 + 50 \cdot 40 + 100 \cdot 2 + 100 \cdot 3$$

$$H_{EAI} = 32\,428 \text{ h}$$

4.2.3 Maquinaria auxiliar de cubierta

4.2.3.1 Equipo de gobierno

Las horas correspondientes al equipo de gobierno pueden estimarse en función de la eslora del buque:

$$H_{EG} = 33 \cdot L^{2/3} = 1\,293 \text{ h}$$

4.2.3.2 Equipo de fondeo y amarre

Las horas correspondientes al equipo de fondeo y amarre son función de la eslora de escantillonado del buque y del número de molinetes y chigres del buque:

$$H_{FA} = L \cdot (1,75 \cdot N_{mo} + 1,6 \cdot N_{ch} + 1,7 \cdot N_{ma})$$

donde:

$$N_{mo} = \text{número de molinetes} = 2$$

$$N_{ch} = \text{número de chigres} = 6$$

$$N_{ma} = \text{número de maquinillas de amarre} = 2$$

Entonces:

$$H_{FA} = 245,5 \cdot (1,75 \cdot 2 + 1,6 \cdot 6 + 1,7 \cdot 2) = 4\,050\,h$$

4.2.4 Insitlación propulsora

4.2.4.1 Motor propulsor

Las horas correspondientes a los motores propulsores pueden ser estimadas en función de la potencia del motor:

$$H_{MP} = 10 \cdot BHP^{2/3}$$

donde:

$$BHP = 29\,429\,HP$$

Entonces:

$$H_{MP} = 10 \cdot 29\,429^{2/3} = 9\,531\,h$$

4.2.4.2 Línea de ejes

Las horas correspondientes a las líneas de ejes para motores directamente acoplados se calcularán como:

$$H_{LE} = 0,16 \cdot BHP$$

donde:

$$BHP = 29\,429\,HP$$

Entonces:

$$H_{LE} = 0,16 \cdot BHP = 4\,708\,h$$

4.2.4.3 Hélice

Las horas correspondientes a la hélice de paso fijo son las estimadas según la siguiente expresión:

$$H_{HEL} = 240 + 0,004 \cdot BHP$$

donde:

$$BHP = 29\,429\,HP$$

Entonces:

$$H_{HEL} = 240 + 0,004 \cdot 29\,429 = 357\,h$$

4.2.5 Maquinaria Auxiliar de la Propulsión

4.2.5.1 Motores Auxiliares

Las horas correspondientes a los motores auxiliares son función del número de estos y su potencia eléctrica:

$$H_{MA} = 52 \cdot N_g \cdot kW^{0,43}$$

donde:

N_g = número de generadores = 3

kW = potencia de cada generador = 950 kW

Entonces:

$$H_{MA} = 52 \cdot 3 \cdot 950^{0,43} = 2\,975\,h$$

4.2.5.2 Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora.

Para motores propulsores de dos tiempos esta partida puede estimarse mediante la siguiente expresión:

$$H_{CRL} = 240 + 0,18 \cdot BHP$$

donde:

BHP = 29 429 HP

Entonces:

$$H_{CRL} = 240 + 0,18 \cdot 29\,429 = 5\,537\,h$$

4.2.5.3 Equipos de manejo de combustibles

El tiempo en horas correspondiente al equipo de manejo de combustible para el caso de combustible pesado es de la forma:

$$H_{CO} = 0,27 \cdot BHP$$

donde:

BHP = 29 429 HP

Entonces:

$$H_{CO} = 0,27 \cdot 29\,429 = 7\,945\,h$$

4.2.5.4 Equipos de purificación

Para una instalación que queme combustible pesado el valor de las horas de esta partida se calcula de la forma siguiente:

$$H_p = (300 + 0,056 \cdot BHP) \cdot (N_{pa} + N_{pd} + N_{pf})$$

donde:

$$N_{pa} = \text{número de purificadoras de aceite} = 1$$

$$N_{pd} = \text{número de purificadoras de diesel oil} = 1$$

$$N_{pf} = \text{número de purificadoras de fuel oil} = 2$$

$$\text{BHP} = 29\,429 \text{ HP}$$

Entonces:

$$H_P = (300 + 0,056 \cdot 29\,429) \cdot (1 + 1 + 2) = 7\,792 \text{ h}$$

4.2.5.5 Equipos sanitarios

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

donde:

$$K_1 = 1 \text{ por la existencia de generador de agua dulce}$$

$$K_1 = 1 \text{ por la existencia de grupo hidróforo}$$

$$K_1 = 1 \text{ por la existencia de planta de tratamiento de aguas grises y negras}$$

$$K_1 = 1 \text{ por la existencia de incinerador de residuos}$$

$$Q_a = \text{capacidad de generación de agua dulce} = 6 \text{ t/día}$$

$$N = \text{número de tripulantes} = 30$$

Entonces:

$$H_{ES} = 1 \cdot (280 + 8 \cdot 3) + 1 \cdot (200 + 3,5 \cdot 30) + 1 \cdot (410 + 3,9 \cdot 30) + 400 \cdot 1$$

$$H_{ES} = 1\,536 \text{ h}$$

4.2.5.6 Equipos auxiliares del casco

La cantidad de horas correspondientes a los equipos auxiliares de casco se estima por la expresión:

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

donde:

$$L = 245,5 \text{ m}$$

$$B = 42,4 \text{ m}$$

$$D = 21,55 \text{ m}$$

Entonces:

$$H_{EAC} = 420 + 0,47 \cdot 245,5 \cdot (42,4 + 21,55) = 7\,798 \text{ h}$$

4.2.5.7 Cargos, pertrechos y repuestos

Las horas necesarias para su estiba a bordo en el caso de motores de 2 tiempos y con hélice de cola de respeto se estiman por medio de:

$$H_{CPR} = \text{BHP}^{2/3} + 2 \cdot L + 100$$

donde:

$$\text{BHP} = 29\,429 \text{ HP}$$

Entonces:

$$H_{CPR} = 29\,429^{2/3} + 2 \cdot 245,5 + 100 = 1\,544 \text{ h}$$

4.2.6 Tabla resumen

En la siguiente tabla se recogen las horas de cada partida calculada y se presenta también el número de horas totales.

DESCRIPCIÓN		
CASCO	HORAS	COSTE
Casco	273.598	
Resto de los materiales del casco	4.050	
Timones y Accesorios	6.127	
Preparación de superficies	614	
Pintura y Control de Corrosión	24.514	
TOTAL CASCO	308.903	8.340.381 €
EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	HORAS	COSTE
Equipos de Fondeo, Amarre y Remolque	130	
Medios de salvamento	750	
Equipos de navegación y comunicaciones	337	
Cierres de escotillas y sus medios de accionamiento	5.124	
Tuberías	69.159	
Accesorios de equipos, armamento e instalaciones	32.428	
TOTAL EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	107.928	2.914.056 €
MAQUINARIA	HORAS	COSTE
Equipo de gobierno	1.293	
Equipo de fondeo y amarre	4.050	
TOTAL MAQUINARIA	5.343	144.261 €
INSTALACIÓN PROPULSORA	HORAS	COSTE
Motor propulsor	9.531	
Línea de ejes	4.708	
Hélice	357	
TOTAL INSTALACIÓN PROPULSORA	14.596	394.092 €
MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN	HORAS	COSTE
Motores auxiliares	2.975	
Circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora	5.537	
Equipos de manejo de combustible	7.945	
Equipos de purificación	7.792	
Equipos sanitarios	1.536	
Equipos auxiliares del casco	7.798	
Cargos, pertrechos y repuestos	1.544	
TOTAL MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN	35.127	948.429 €

COSTE TOTAL DE MANO DE OBRA		
	Horas	Coste
CASCO	308.903	8.340.381 €
EQUIPO, ARMAMENTO E INSTALACIONES	107.928	2.914.056 €
MAQUINARIA	5.343	144.261 €
INSTALACIÓN PROPULSORA	14.596	394.092 €
MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN	35.127	948.429 €
TOTAL		12.741.219 €

4.3 Llave en mano

Las partidas que se citan a continuación serán contratadas como llave en mano a empresas auxiliares. De este modo, el coste asociado tanto a materiales como a mano de obra en las instalaciones a las que afecte será cerrado y solamente se considerará el precio total que se refleja en la siguiente tabla:

PARTIDA	COSTE (€)
Habilitación	2.724.120 €
Sistemas contra incendios	677.677 €
Aire Acondicionado	152.055 €
Electricidad	1.435.608 €
TOTAL	4.989.460 €

4.4 Gastos diversos

Son los derivados de la construcción que no han sido recogidos en los apartados anteriores, y que pueden ser:

- Ingeniería (proyectos contratados en el exterior, ensayos en canal, estudios especiales externos).
- Construcción y entrega (instalaciones provisionales para alumbrado, soldadura, limpieza del buque, gastos de botadura y remolques, gastos de pruebas y gastos de garantía).
- Certificados y seguros (certificados de clasificación, organismos oficiales, seguros durante la construcción, licencia fiscal).

Estos gastos y otros pueden derivarse de otras necesidades a la hora de acometer los trabajos de construcción del buque se estimarán como un 5% del coste total de construcción del buque.

5 COSTES DE CONSTRUCCIÓN Y ADQUISICIÓN

Tras haber estimado el coste de materiales, mano de obra y partidas llave en mano podemos determinar los dos costes totales finales.

5.1 Coste de construcción

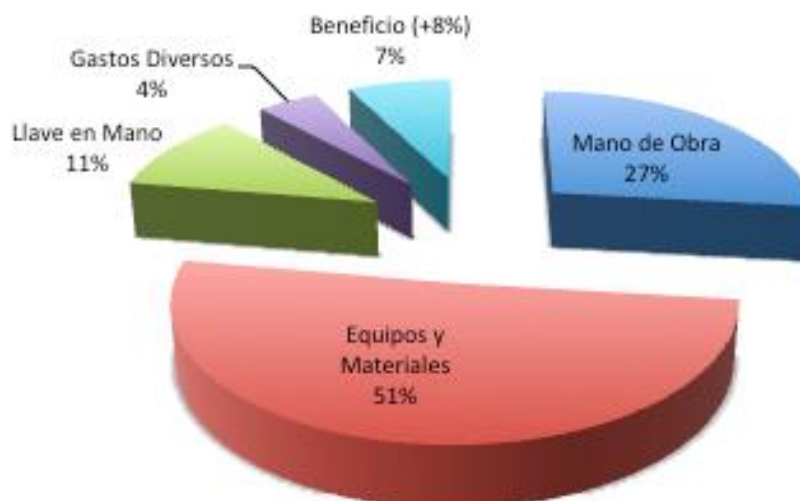
El coste de construcción puede determinarse como el total del coste de los materiales, el coste de la mano de obra, coste de los contratos llave en mano y gastos diversos, por lo que teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los apartados anteriores tendremos:

PARTIDA	COSTE (€)
Mano de Obra	12.741.219 €
Equipos y Materiales	24.152.492 €
Llave en Mano	4.989.460 €
Gastos Diversos (+5%)	2.094.159 €
TOTAL COSTE DE CONSTRUCCIÓN	43.977.329 €

5.2 Coste de Adquisición

El coste de adquisición se determina como la suma del coste de construcción, calculado en el apartado anterior, y el beneficio neto industrial. Este suele fijarse en el 8% del coste total de construcción.

PARTIDA	COSTE (€)
Mano de Obra	12.741.219 €
Equipos y Materiales	24.152.492 €
Llave en Mano	4.989.460 €
Gastos Diversos	2.094.159 €
Beneficio (+8%)	3.518.186 €
TOTAL COSTE DE ADQUISICIÓN	47.495.516 €



5.3 Gastos del Armador

En este apartado se van a estudiar aquellos costes a los que deberá hacer frente el Armador para iniciar la actividad del buque.

5.3.1 Gastos notariales. Hipotecas

5.3.1.1 Gastos de constitución de Hipoteca

$$C_h = 0,005 \cdot C \cdot (1,2 + 3 \cdot i)$$

donde:

C = importe del crédito (supongo financiación del 80%) = 38.271.750 €

I = tipo de interés en tanto por uno = 0,07

$$C_h = 0,005 \cdot 38271750 \cdot (1,2 + 3 \cdot 0,07) = 269\ 815 \text{ €}$$

5.3.1.2 Escritura de entrega e impuesto por actos jurídicos documentados

Puede expresarse como:

$$C_{AJD} = 0,005 \cdot V_C$$

donde:

V_C = valor de contrato del buque = 47 839 697 €

$$C_{AJD} = 0,005 \cdot 47\ 839\ 697 = 239\ 198 \text{ €}$$

5.3.1.3 Gastos Notariales

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

$$C_{NOT} = 0,01 \cdot (C_{AJD} + C_h) = 0,01(269\ 815 + 239\ 198) = 5\ 090 \text{ €}$$

5.3.2 Intereses Intercalarios

5.3.2.1 Intereses intercalarios del Crédito Naval durante la construcción

$$C_{ii} = (0,0167 \cdot Me + 0,035 \cdot Mc) \cdot C \cdot i$$

donde:

Me = plazo de entrega, en meses, desde la entrada en vigor del contrato hasta la entrega = 18 meses

Mc = plazo de construcción, en meses, desde la puesta de quilla hasta la entrega = 12 meses

C = importe del crédito = 38.271.750 €

I = tipo de interés en tanto por uno = 0,06

Entonces:

$$C_{ii} = (0,0167 \cdot 18 + 0,035 \cdot 12) \cdot 38\,271\,750 \cdot 0,06 = 1\,930\,503 \text{ €}$$

5.3.2.2 Inspección y adiestramiento de la tripulación

- Inspección del armador:

$$C_{IA} = 0,001 \cdot V_C + 1650 \cdot M_C = 0,001 \cdot 47\,839\,697 + 1650 \cdot 12 = 67\,639 \text{ €}$$

- Adiestramiento de la tripulación:

$$C_{AT} = 900 \cdot N + 1000 \cdot M_C = 900 \cdot 28 + 1000 \cdot 12 = 37\,200 \text{ €}$$

5.3.2.3 Cargos y respetos no incluidos en el contrato de construcción

- Cargos, pertrechos y respetos extra:

$$C_{CP} = 18\,000 + K_1 \cdot V_C + 600 \cdot BHP^{1/3}$$

donde:

$$K_1 = 0,0011$$

$$V_C = \text{valor de contrato del buque} = 47\,839\,697 \text{ €}$$

$$BHP = \text{potencia del motor propulsor} = 29\,429 \text{ HP}$$

Entonces:

$$C_{CP} = 18\,000 + 0,0011 \cdot 47\,839\,697 + 600 \cdot 29\,429^{1/3} = 89\,148 \text{ €}$$

- Gastos para puesta en explotación:

$$C_{PE} = 6\,000 \cdot (K_1 + 0,1 \cdot BHP^{1/3})$$

donde:

$$K_1 = 1,2$$

$$BHP = \text{potencia del motor propulsor} = 29\,429 \text{ HP}$$

Entonces:

$$C_{PE} = 6\,000 \cdot \left(1,2 + 0,1 \cdot 29\,429^{1/3}\right) = 25\,724 \text{ €}$$

5.3.2.4 Impuestos

El impuesto de valor añadido se calculará como:

$$C_{IVA} = 0,16 \cdot V_C$$

donde:

$$V_C = \text{valor de contrato del buque} = 47\,495\,516 \text{ €}$$

Entonces:

$$C_{IVA} = 0,16 \cdot 47\,495\,516 = 7\,599\,283 \text{ €}$$

5.3.3 Gastos totales del armador

La suma de las partidas calculadas aparece recogida en la siguiente tabla:

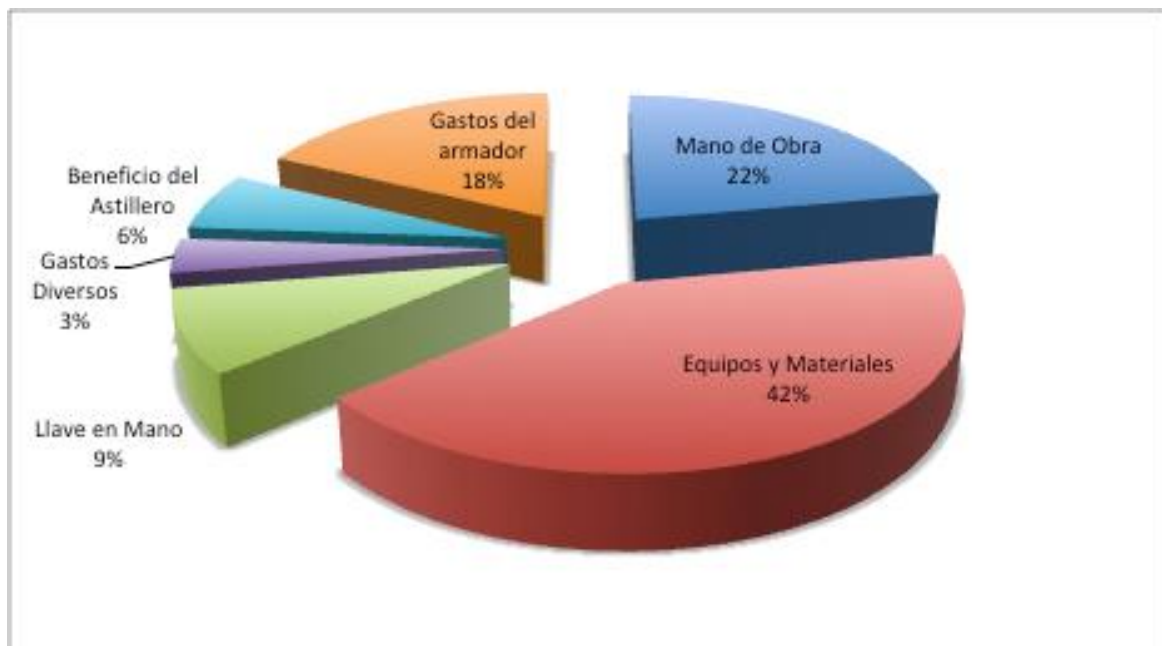
GASTOS DEL ARMADOR	
Gastos notariales. Hipotecas	514.103 €
Intereses intercalarios	9.749.497 €
TOTAL	10.263.600 €

5.4 Inversión total

Es la cantidad que paga el armador para poner el buque en explotación. La inversión total se obtiene sumando las partidas calculadas anteriormente, coste de adquisición y gastos del armador:

INVERSIÓN TOTAL DEL ARMADOR	
Precio del Buque	47.495.516 €
Gastos del armador	10.263.600 €
TOTAL	57.759.115 €

INVERSIÓN TOTAL = 57.759.11 €



6 COSTE CALCULADO VS MERCADO ACTUAL

La secretaria de la UNCTAD (United Nations Conference on Trade and Development) publica periódicamente un informe titulado “El Transporte Marítimo” con el fin de aumentar la transparencia de los mercados marítimos y analizar las novedades pertinentes. Uno de los informes presentados, el cual se estudió en la asignatura de Transporte Marítimo, recoge los precios de buques nuevos según su tipo que se muestra a continuación:

Newbuilding Prices	Newbuilding, \$m end ¹³				Newbuilding, \$m end ¹³			
	2008	2009	2010	2011	Sep	Oct	Nov	
OIL TANKERS								
VLCC 300,000 dwt	150.00	101.00	105.00	99.00	95.00	95.00	94.00	\$/tpm 500
Suezmax 150,000 dwt	91.00	62.50	66.75	60.50	58.00	57.50	57.50	610
Aframax 110,000 dwt	75.00	49.00	57.00	52.50	49.00	49.00	49.00	680
Panamax 70,000 dwt	61.50	45.50	45.50	44.00	42.50	41.50	41.50	880
Handy 47,000 dwt	47.50	35.00	36.50	35.50	34.00	34.00	34.00	1010
BULKCARRIERS								
Capesize 170,000 dwt	88.00	56.00	57.00	48.50	46.00	46.00	46.00	\$/tpm 520
Panamax 75,000 dwt	46.50	33.75	34.50	29.00	26.25	25.75	25.75	620
Supramax 52/57,000 dwt	42.00	30.50	31.00	27.00	24.50	24.25	24.25	760
Handysize 28-30,000 dwt	31.50	23.00	24.00	21.50	20.50	20.25	20.00	1090
LPG CARRIERS								
VLGC 82,000m ³	92.00	72.00	72.75	73.00	70.50	70.50	70.00	\$/m3 1122
Mid-size 35,000m ³	63.00	52.50	49.50	49.75	46.00	46.00	46.00	1800
Mid-size (F/R) 22/24,000m ³	53.00	46.00	45.00	46.50	42.00	42.00	41.00	2300
LNG CARRIERS								
	245.00	211.50	202.00	202.00	201.00	200.00	200.00	

Como podemos observar en bulkcarriers van desde 500 hasta 1000 \$/TPM por el factor de las economías de escala, que beneficia a los buques más grandes. Nuestro Buque Proyecto al ser una clase nueva (“Post Panamax”) a caballo entre Panamax y Capesize se situará entre 500 y 600 \$/TPM de coste de construcción.

Tipo de Buque	TPM	Coste Construcción (\$/TPM)	Coste Construcción (€/TPM)
Capesize	170000	520	444
Post Panamax	120000	562	480
Panamax	75000	620	530

Cambio actual	
EURO	USD
1	1,17

Coste Construcción final = 57.651.822 €

La diferencia con la estimación que hemos realizado se debe a la inexactitud de algunas de las partidas calculadas, así como a la diferencia entre los precios de materias primas utilizadas, también al margen de beneficio del astillero considerado, De todas formas no dista demasiado de lo calculado, aproximadamente un 15%.

7 ESQUEMA DE FINANCIACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Vamos a desglosar las diferentes partidas que componen el proceso de financiación del Buque Proyecto, así como a cuantificar cada una de ellas.

7.1 Capital propio y capital ajeno

El capital ajeno es la parte del valor total del buque que cubre el armador con recursos ajenos a través de un crédito.

En el caso de buques contruidos en España, con crédito naval, el capital ajeno puede llegar a ser del 85% del valor total, en este caso se financiará el 80% del valor total del buque.

$$\text{Importe del crédito} = 0,8 \cdot \text{Inversión total} = 0,8 \cdot 57\,759\,115 = 46\,207\,292 \text{ €}$$

7.2 Cuadro de amortización del préstamo

Para desarrollar el cuadro de amortización del préstamo debemos tener en cuenta los siguientes valores:

- Importe del crédito: $Ca = 46.207.292 \text{ €}$
- El crédito se suscribirá a 10 años con un interés legal del 6%: $a = 0,06$.
- Periodo de devolución: $n = 10$ años
- Devolución anual: $Di = Ca/n$
- Interés anual: $Ri = Ca \cdot a \cdot (n - i + 1)/n$
- Servicio anual del préstamo: $Qi = Di + Ri$

Con estos valores las cuotas del préstamo quedan como sigue:

AÑO	Devolución Anual (Di)	Interés Anual (Ri)	Cuota	Pendiente
1	4.620.729 €	2.772.438 €	7.393.167 €	41.586.563 €
2	4.620.729 €	2.495.194 €	7.115.923 €	36.965.834 €
3	4.620.729 €	2.217.950 €	6.838.679 €	32.345.105 €
4	4.620.729 €	1.940.706 €	6.561.436 €	27.724.375 €
5	4.620.729 €	1.663.463 €	6.284.192 €	23.103.646 €
6	4.620.729 €	1.386.219 €	6.006.948 €	18.482.917 €
7	4.620.729 €	1.108.975 €	5.729.704 €	13.862.188 €
8	4.620.729 €	831.731 €	5.452.460 €	9.241.458 €
9	4.620.729 €	554.488 €	5.175.217 €	4.620.729 €
10	4.620.729 €	277.244 €	4.897.973 €	0 €

8 EVALUACIÓN ECONÓMICA DEL BUQUE

8.1 Escenario

Los Bulkcarriers son buques diseñados especialmente para el transporte de carga seca a granel en sus diferentes variedades. En estos buques se transporta grano, sal, minerales, fosfatos, carbón, etc. No obstante, estos buques pueden transportar ocasionalmente otro tipo de cargas, pero este no es el caso de nuestro Buque Proyecto.

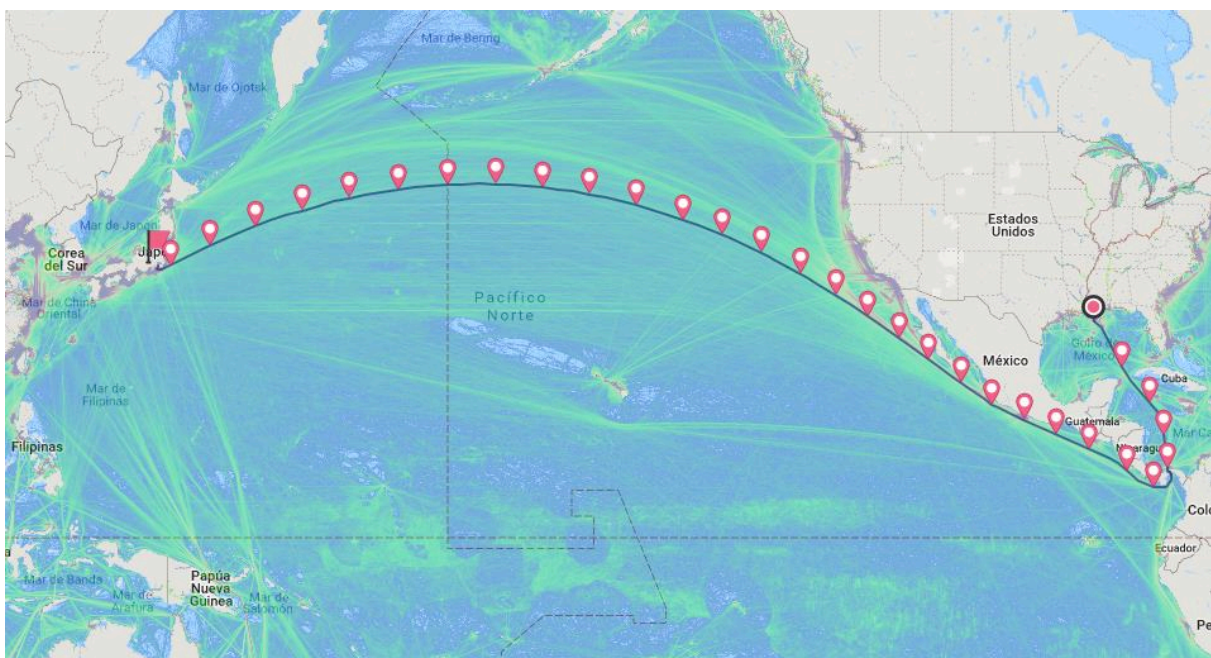
Las características principales de nuestro buque para la ruta estimada son:

- Peso muerto: 120.000 TPM
- Volumen de bodegas: 140.163 m³
- Número de motores principales: 1 motor
- Potencia del motor principal: 21.660 kW = 29.429 HP
- Consumo motor principal = 163,2 g/kW·h
- Tiempo de navegación: 29 días y 8 horas
- Tiempo en puerto: 3 días
- GT = 68.472
- Coste de adquisición = 47.900.000 €

8.1.1 Definición de la ruta

La ruta para la que se ha proyectado el buque ya la hemos presentado en el punto 3 de este cuaderno, y será la siguiente:

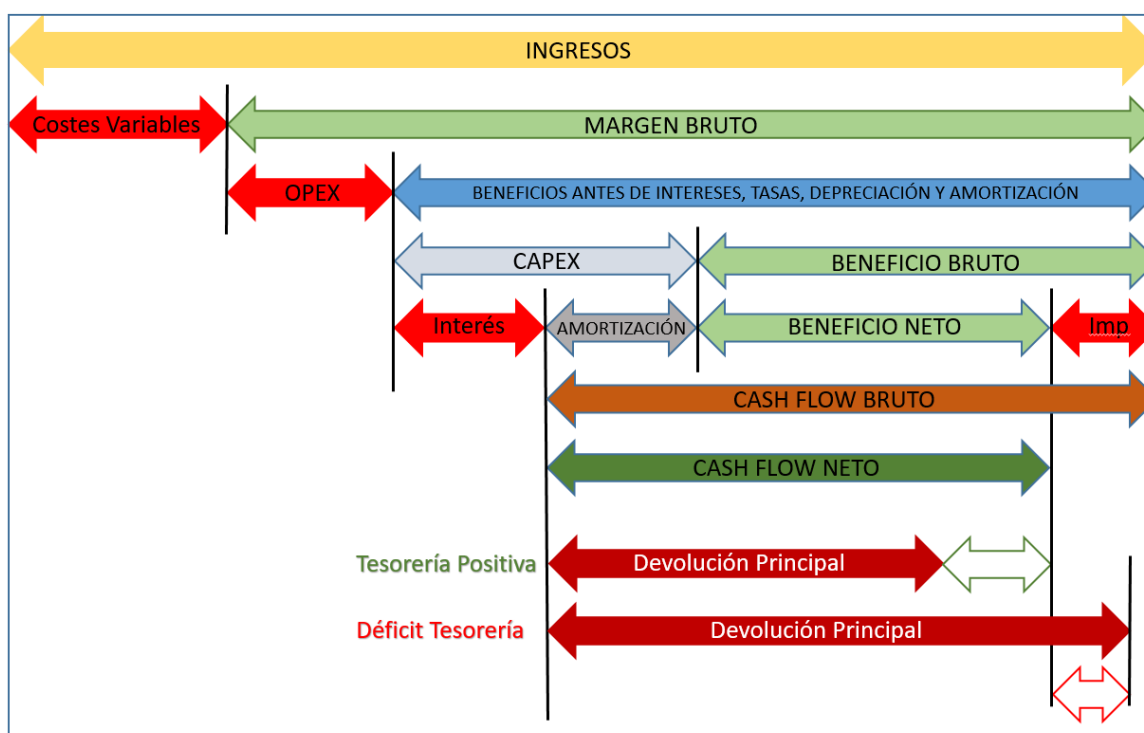
Louisiana Sur (USA) - Puerto de Yokohama (JPN), pasando por el Canal de Panamá, para suministrar maíz.



El motivo de haber escogido esta ruta es porque es una de las rutas típicas para abastecer de cereal a Japón, puesto que EEUU es el tercer país más importante en exportación de cereal y Japón, a su vez, es un importante importador de cereales procedentes de EEUU.

Esta navegación conlleva un recorrido de 9120 nm aproximadamente, y el tiempo que tardará nuestro buque proyecto en completarla, a una velocidad media de 15 nudos y contando 3 días de espera para el paso por el canal más 1 día de tránsito por el mismo, da un total de 29 días y 8 horas.

Hemos usado esta ruta como base para las estimaciones de costes en los que incurrirá el armador antes de tener el barco disponible para su explotación, que se han presentado en apartados anteriores, pero a partir de ahora se considerará su régimen de explotación como Time Charter (T/C, fletamento por tiempo) de modo que no resulta necesario calcular las toneladas máximas anuales para el buque.



La decisión de estudiar este modo de explotación en lugar del fletamento por viaje se debe a que realmente el buque realizaría el viaje de vuelta con carga y no en lastre. Basándonos en la Memoria Anual de la Autoridad del Canal de Panamá (ACP) publicada en 2016, el 90% de los barcos que transitan por este, como es nuestro caso, realizan el trayecto de vuelta en carga. De modo que, siendo realistas, deberíamos estudiar la actividad de nuestro buque considerando el viaje de vuelta en carga.

El problema es que esta no tendrá que ser necesariamente la misma todas las veces, incluso puede que haga algún viaje vacío. Esto dependerá de la coyuntura económica, políticas de cada país, y diversos factores que influyan en el tráfico de mercancías entre estos dos puntos (Sur de EEUU y Japón) a lo largo de los 20 años de la vida útil del barco. Esto dificulta la estimación del beneficio obtenido por el flete en el viaje de vuelta ya que puede variar mucho dentro del mismo año, y ya no digamos durante los 20 años de explotación.

Asimismo la estimación de los costes variables de explotación resulta muy complicada de estimar, pudiendo incurrir en inexactitudes que den lugar a un estudio de viabilidad totalmente alejado de la realidad.

Mediante el estudio de la explotación en la modalidad de fletamento por tiempo simplemente tenemos que estimar el flete anual y los costes fijos de explotación, que resultan bastante más simples de estimar gracias a la cantidad de información al respecto que presenta anualmente la UNCTAD.

8.1.2 Flete

Como ya hemos dicho se estudiará teniendo en cuenta que el buque se fletará por tiempo, de modo que como armador cederemos la gestión comercial del mismo pero conservaremos la gestión técnico-náutica de este, teniendo que hacer frente a los costes fijos de operación (OPEX).

8.2 Esquema de pagos

El reparto de los pagos a realizar en el proceso de construcción y entrega del buque son los siguientes:

Pago	Suceso clave	% Coste total
1º	Firma del contrato	10%
2º	Puesta de quilla	20%
3º	Botadura	40%
4º	Entrega	30%

Esto se reflejará en el año 0, 1 y 2 del estudio de viabilidad, como podremos ver más adelante.

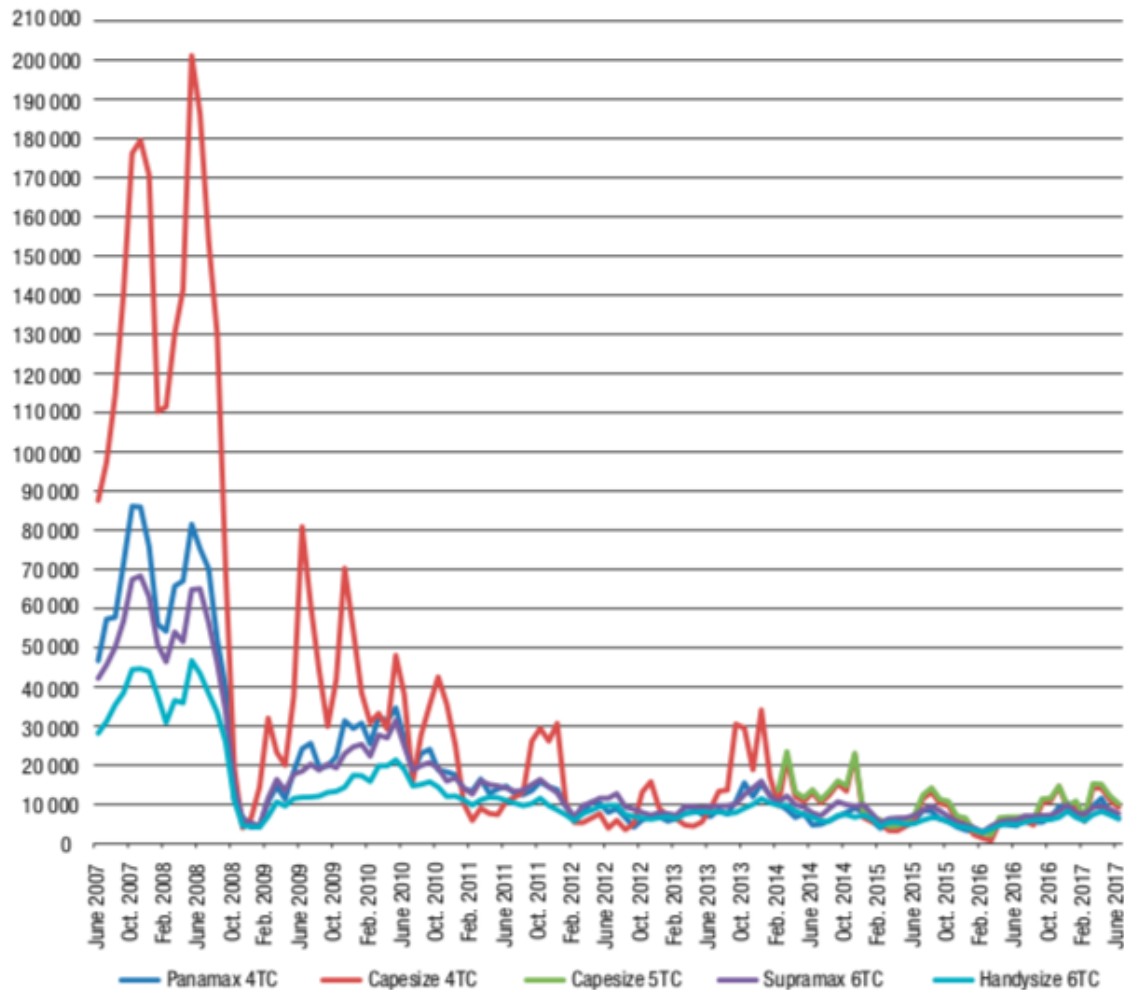
8.3 Ingresos Anuales Time Charter

A continuación realizaremos una estimación del valor del flete anual de nuestro Buque Proyecto.

Para estimar el precio del flete recurriremos a los informes de la UNCTAD estudiados en la asignatura de Transporte Marítimo. Concretamente elaboraremos una base de datos con el informe que recoge los beneficios en \$/día para distintos tipos de bulkcarriers en el período de 2007 a 2017, abarcando un gran tramo de crisis económica y por lo tanto fletes bajos, para ser realistas en cuanto a la estimación del mismo.

Los datos han sido extraídos del gráfico que presentamos a continuación:

Figure 3.4. Daily earnings of bulk carrier vessels, 2007–2017
(Dollars per day)



Source: UNCTAD secretariat calculations, based on data from Clarksons Research Shipping and the Baltic Exchange.

Introduciendo el valor del flete medio de cada mes para los buques tipo Panamax y Capesize podemos obtener la media de este periodo, y posteriormente interpolar para obtener el valor del flete para nuestro buque tipo “Post Panamax” cuya capacidad lo sitúa entre estos dos.

Los valores obtenidos para el flete, el cambio a euros y el resultado final de beneficio anual es el siguiente:

INGRESOS ANUALES TIME CHARTER

TIPO	TPM	FLETE (\$/dia)	FLETE (€/dia)
CAPE SIZE	170000	23584,79	20157,94
POSTPANAMAX	120000	21530	18401,89
PANAMAX	75000	19681,10	16821,45

Cambio actual	
EURO	USD
1	1,17

Días hábiles/año = 350

Ingresos anuales (€) =	6.440.663 €
-------------------------------	--------------------

Por lo tanto anualmente ingresaremos en torno a los 6,4 M€ por el fletamento por tiempo, considerando 350 días hábiles al año, para así preveer una varada a los 5 años de una duración de un mes y medio o hasta dos meses.

8.4 Costes Operativos Anuales

8.4.1 Valor Actual del Buque (VAB)

El valor actual del buque será igual al coste total del buque en el año 2 de operación. Se actualizará con el IPRI en los años posteriores.

8.4.2 Valor Contable del Buque (VCB)

El valor contable del buque será igual al coste total del buque menos las respectivas amortizaciones anuales.

8.4.3 Costes Fijos de Operación (OPEX)

Los costes fijos de operación son los costes que tiene el buque independientemente de su operación, son necesarios para que esté operativo. Estos costes son los relacionados con el mantenimiento del buque, los salarios de la tripulación y los gastos relacionados con el seguro del buque.

Mantenimiento del buque

Supone aproximadamente un 0,33% del valor actual del buque (VAB). A los 4 años el porcentaje asciende al 1,7% del VAB debido a la entrada obligatoria en dique.

Tripulación

La tripulación estará formada por 30 personas, como se indica en los RPA. Como orientación se recoga en la siguiente tabla una estimación de los sueldos de esta según el puesto de cada tripulante, estos salarios se actualizarían con el IPC:

Oficio	nº	Sueldo (€/año)	Sueldo Total (€/año)
Capitán	1	75.000 €	75.000 €
Oficiales	6	45.000 €	270.000 €
Contraestre	3	22.000 €	66.000 €
Jefe de Máquinas	1	30.000 €	30.000 €
Electricista	1	17.000 €	17.000 €
Alumnos	2	17.000 €	34.000 €
Marinero	12	17.000 €	204.000 €
Mecánico	1	17.000 €	17.000 €
Mayordomo	1	17.000 €	17.000 €
Cocinero	1	17.000 €	17.000 €
Camarero	1	17.000 €	17.000 €
TOTAL	30		764.000 €

Seguro del buque

Se asegura el 80% del calor contable del buque (VCB). Las tasas se actualizan con el IPRI: tasa pura, margen y tasa por riesgos.

TOTAL OPEX

La estimación de estas partidas por separado resulta complicada y poco precisa, de modo que recurriremos a un método similar al empleado para estimar el precio del flete. Nos basaremos en el informe de la UNCTAD que recoge los costes fijos de operación de bulkcarriers en el año 2014:

Tipo buque	Bulkcarrier					
	Tamaño	10-20000	Handysize	Handymax	Panamax	Capesize
Salarios y SS		728,3	744,0	871,5	986,1	1.058,0
Provisiones		63,3	63,1	69,1	77,6	77,6
Viajes y otros		98,9	118,9	111,5	122,8	120,6
Sub. Tripulación		890,4	926,0	1.052,0	1.186,4	1.256,2
Lubricantes		115,7	132,4	155,9	191,8	279,4
Pertrechos		122,8	131,0	147,4	149,3	172,3
Respetos		152,2	145,2	191,6	176,8	203,5
Mant. y reparac.		145,2	162,8	150,9	151,8	186,7
Sub. MRPL		535,9	571,3	645,8	669,8	841,8
P&I		78,5	103,2	94,1	113,7	134,1
CyM		70,0	99,5	125,2	130,7	165,8
Sub. Seguros		148,5	202,7	219,4	244,4	299,9
Registro		12,7	9,7	13,8	19,6	23,4
Gestión		167,3	242,8	282,4	316,8	437,3
Varios		63,3	81,1	76,6	78,0	92,9
Sub. Administración		243,3	333,6	372,8	414,4	553,5
TOTAL (m\$/año)		1.818,1	2.033,6	2.290,0	2.515,0	2.951,4
Dólares/día (350 d/año)		5,195	5,810	6,543	7,186	8,433

Este informe todavía es de aplicación hoy en día por la poca variación que ha habido en las condiciones de operación de los buques. A partir del mismo tomaremos como referencia los valores dados para los Bulkcarrier tipo Panamax (7.186 \$/día) y Capesize (8.433 \$/día), obteniendo los siguientes valores que nos permiten interpolar:

COSTES FIJOS OPERACIÓN ANUALES

TIPO	TPM	OPEX DIARIOS (\$/día)	OPEX DIARIOS (€/día)
CAPEXSIZE	170000	8433,00	7207,69
POSTPANAMAX	120000	7777	6646,74
PANAMAX	75000	7186,00	6141,88

Cambio actual	
EURO	USD
1	1,17

Días hábiles/año = 350

Coste Fijos Anuales (€) = 2.326.359 €

Incremento anual (%) = 1,50%

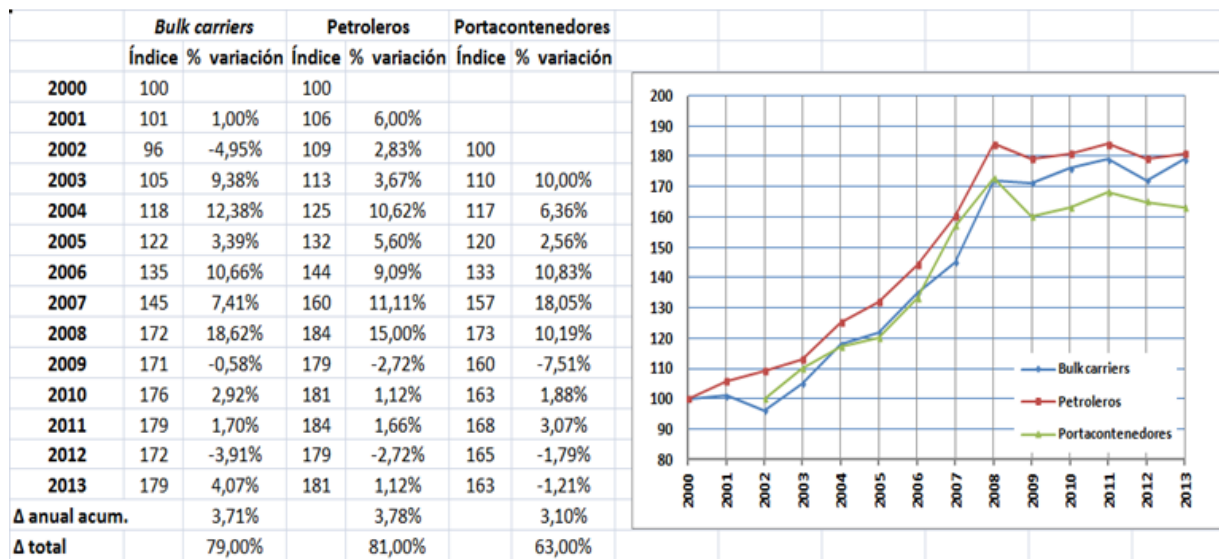
Por lo tanto los costes fijos de operación anuales rondan los 2,4 M€, los cuales haciendo un balance inicial para el primer año y de modo orientativo, obtenemos lo siguiente:

Ingresos anuales (€) = 6.440.663 €
 Coste Fijos Anuales (€) = -2.326.359 €

Balance Anual= 4.114.305 €

Durante los 20 años que se estima que explotemos nuestro buque, igual que la estimación de beneficios anuales si que será lineal al tratarse de una media que considera periodos de fletes bajos y periodos de fletes altos, los costes fijos anuales variarán cada año. Estos se tendrán que ir actualizando año tras año, en nuestra estimación hemos tenido en cuenta la información presentada en la asignatura de “Transporte Marítimo”, en la cual se nos mostraban diversas bases de datos que recogían la variación anual de los OPEX.

Una de ellas es la siguiente que muestra la evolución de los costes fijos de operación para distintos tipos de buques, entre ellos bulkcarriers:



Fuente: Moore-Stephens – OpCosts 2014

Como podemos observar abarca un periodo de 13 años, de los cuales 8 son de gran crecimiento (del 2000 al 2009) y los siguientes son en periodo de crisis con su posterior recuperación de los fletes. Durante los años de crecimiento los costes de operación, por lo general, aumentan considerablemente. En cambio, durante la recesión estos se mantienen o incluso disminuyen de forma moderada.

Teniendo en cuenta que nuestra estimación de los OPEX se encuentra actualizada para el año 2015 y que estos tuvieron su mayor aumento en la época del 2000 hasta el 2009, resulta realista considerar una actualización anual media del 1,5% de los costes fijos de operación del año de inicio de explotación del buque en adelante.

Este será el valor que aplicaremos para la actualización anual de los OPEX en el estudio de viabilidad.

8.4.4 Gastos Variables Directos

Como estudiamos el caso de fletamento por tiempo no es necesario estudiar los costes variables de operación puesto que los asumirá el fletador del buque. Nosotros, como armador, únicamente tendremos que hacer frente a los costes fijos de operación que ya hemos explicado y estimado en el apartado anterior.

De todas formas estos costes principalmente serían los siguientes:

Coste del combustible

Se haría una estimación anual de la cuota de mercado del combustible para los años de explotación del buque (2018-2038). Estableciendo un coste inicial y suponiendo una evolución de los precios.

Tarifas portuarias

Las fórmulas para calcular estas tasas se encuentran en las páginas web de los puertos. En nuestro caso tendríamos en cuenta las tasas del Puerto de Louisiana Sur y Yokohama:

- Tasa del buque (T-1) (ART. 194-204): función de los Gt u del tiempo en puerto del buque. Cuota = (B ó S) · coeficiente corrector · coeficiente · tiempo estancia · centésima parte GT = 0,412 (€/100GT·h)
- Tasa de la mercancía (T-3) (ART. 183-192): 0,76 (€/Tn)
- Tasa de amarre = 0,26 €/100GT·h

De este modo obtendríamos una estimación de los gastos derivados de las operaciones portuarias.

8.5 Amortizaciones

La amortización se define como la representación contable de la pérdida de valor o depreciación de carácter irreversible que experimenta el activo no corriente o activo fijo, constituido por el inmovilizado material e intangible.

Supone una distribución sistemática del valor amortizable, que se materializa en el criterio valorativo del coste, menos su valor residual, ya que se realiza a lo largo de su vida útil según van siendo consumidos los beneficios económicos futuros del activo.

Se ha considerado una amortización de tipo lineal que se caracteriza por tener cuotas anuales constantes, representando dicha depreciación del buque en el tiempo.

En este caso se fija un periodo de amortización de 20 años, tras los cuales el buque tendrá un valor del 10% del coste de adquisición inicial.

Por lo tanto:

AMORTIZACIÓN				
Concepto	Valor Adquisición	Valor Residual (10%)	Años	Cuota (€/año)
Bulkcarrier	47.495.516 €	4.749.552 €	20	2.137.298 €

8.6 Vida Útil del Proyecto

Se ha estudiado el proyecto de explotación del buque suponiendo una vida útil de 20 años, contando que la construcción del buque será de 2 años. De modo que el análisis comenzará en el año 0 con la firma del contrato y puesta de quilla y terminará en el año 21 con la recuperación de valor del buque tras 20 años de operación.

8.7 Impuesto de Sociedades y Coste de Capital

El impuesto de sociedades se considerará de un 25% y el Coste de Capital, o lo que es lo mismo, la rentabilidad mínima que le exigimos al proyecto, será de un 10%. Para la evaluación del mismo debemos comprobar que el TIR (Tasa Interna de Retorno) sea superior al Coste de Capital.

9 VIABILIDAD Y CONCLUSIONES

Para realizar el estudio de viabilidad nos valemos de la plantilla de Excel cedida por la Profesora Sonia Bouza, a la cual entramos con los datos estimados en los apartados anteriores, que son los siguientes:

I. Mercados		
Tipo de Flete	Precio (€/día)	Días estimados (días/año)
Fletamento por tiempo (T/C)	18.402	350
TOTAL FLETAMENTO POR TIEMPO ANUAL	6.440.663	€/AÑO

II. Inversión		
	INVERSIÓN FIJA (€)	VIDA ÚTIL (años)
Buque	57.759.115	20
Proyecto		
INVERSIÓN EN FONDO DE MANIOBRA		
	Año 1	Año 2
Incremento (€)		

III. Datos Operativos		
COSTES FIJOS		
TOTAL COSTES FIJOS DE OPERACIÓN	2.326.359	€/AÑO
COSTES VARIABLES		

IV. Datos del Entorno	
Impuesto sobre Sociedades (IS)	25%
Coste del capital	8%
Subida anual IPC	2%
Actualización anual OPEX	1,50%

V. Financiación		
% Capital financiado	80%	Inversión Fija
Tipo de interés	6,00%	
Período del préstamo	10	años
Corretaje	0,10%	
Comisión	1,50%	

Tras realizar todos los cálculos debemos comprobar la viabilidad del proyecto sin financiación y con financiación a partir de los resultados obtenidos.

9.1 Proyecto Sin Financiar

Esta forma de explotación resulta inviable por la falta de escudo fiscal que presenta, viéndose reflejada en el TIR, y sobretodo en el periodo de recuperación, ya que durante los 20 años de explotación no se ganaría dinero por encima de la rentabilidad mínima fijada en un 8%.

Apartado	(A)
Tipo de proyecto	Proyecto Sin Financiar (PSF)
VAN (€)	-4.919.106,0 €
TIR	6,33%
Período de Recuperación (años)	20

9.2 Proyecto Financiado

En cambio en la variante del proyecto financiado obtendríamos unos beneficios por encima del Coste de Capital fijado, siendo un proyecto rentable y, sobretodo, realista en cuanto a la explotación puesto que el periodo de recuperación de la inversión se ajusta a la realidad. Los resultados obtenidos son los siguientes:

Apartado	(B)
Tipo de proyecto	Proyecto Financiado (PF)
VAN (€)	7.190.373,6 €
TIR	10,21%
Período de Recuperación (años)	15

9.3 Conclusiones

Tras estudiar la viabilidad del proyecto intentando reflejar la realidad de estos buques mediante una aproximación basada en estudios actuales, podemos afirmar que resulta rentable su explotación únicamente en el caso financiado, como suele ser normal en este tipo de inversiones.

Esto se debe principalmente al escudo fiscal que aporta esa financiación, alcanzando de esta forma la rentabilidad mínima exigida al proyecto para considerarlo como atractivo, fijada en un 8%.

Asimismo resulta realista el análisis realizado al haber prescindido de la estimación de los costes variables, a menudo fruto de estimaciones demasiado optimistas o problemas a la hora de cuantificarlos correctamente a lo largo de la vida útil del mismo. Esto se comprueba en el periodo de recuperación de la inversión, fijado en 15 años en la situación favorable financiada, lo cual se ajusta a la realidad de estos buques.

Cabe destacar que en nuestro caso dependeremos en gran medida de la capacidad de ajuste de nuestros costes respecto al paso por el Canal de Panamá, ya que al entrar en juego las economías de escala, resultará más rentable el barco más grande capaz de pasar por el Canal y operar en las zonas portuarias estimadas. Actualmente nuestro barco se encuentra entre los más grandes de su clase, pero es posible que en un periodo de 5-10 años se alcance la cifra de las 130.000 TPM gracias al ajuste de la manga con respecto al Canal de Panamá.

10 ANEXO 1_ESTUDIO VIABILIDAD

I. Mercados

Tipo de Flete	Precio (€/día)	Días estimados (días/año)
Fletamento por tiempo (T/C)	18.402	350
TOTAL FLETAMENTO POR TIEMPO ANUAL	6.440.663	€/AÑO

II. Inversión

	INVERSIÓN FIJA (€)	VIDA ÚTIL (años)
Buque	57.759.115	20
Proyecto		
INVERSIÓN EN FONDO DE MANIOBRA		
	Año 1	Año 2
Incremento (€)		

III. Datos Operativos

COSTES FIJOS		
TOTAL COSTES FIJOS DE OPERACIÓN	2.326.359	€/AÑO
COSTES VARIABLES		

IV. Datos del Entorno

Impuesto sobre Sociedades (IS)	25%
Coste del capital	8%
Subida anual IPC	2%
Actualización anual OPEX	1,50%

V. Financiación

% Capital financiado	80%	Inversión Fija
Tipo de interés	6,00%	
Período del préstamo	10 años	
Corretaje	0,10%	
Comisión	1,50%	

RESULTADOS		
Apartado	(A)	(B)
Tipo de proyecto	Proyecto Sin Financiar (PSF)	Proyecto Financiado (PF)
VAN (€)	-4.919.106,0 €	7.190.373,6 €
TIR	6,33%	10,21%
Período de Recuperación (años)	20	15

AMORTIZACIÓN LINEAL				
Concepto	Valor	Valor residual	Años	Cuota (€/año)
Proyecto	47.495.516	4.749.552	20	2.137.298

Año			2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Amortización			2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298	2.137.298

Años	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
(A) ACTIVO NO CORRIENTE (ANC)																						
I. Inmovilizado intangible																						
Abanderamiento		-9.499																				
(1) TOTAL INMOVILIZADO INTANGIBLE		-9.499																				
II. Inmovilizado material																						
Construcción del buque	-14.248.655	-18.998.206	-14.248.655																			
(2) TOTAL INMOVILIZADO MATERIAL	-14.248.655	-18.998.206	-14.248.655																			
(3) TOTAL GASTOS AMORTIZABLES (ACTIVO NO CORRIENTE) = (1)+(2)	-14.248.655	-19.007.705	-14.248.655																			
(B) ACTIVO CORRIENTE (AC)																						
I. Existencias																						
II. Deudores comerciales y otras cuentas a cobrar																						
Cientes por ventas y prestaciones de servicios			536.722	547.456	558.405	569.574	580.965	592.584	604.436	616.525	628.855	641.432	654.261	667.346	680.693	694.307	708.193	722.357	736.804	751.540	766.571	781.902
III. Efectivo y otros activos líquidos equivalentes																						
Tesorería (caja (efectivo) y bancos c/c)			290.795	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157	295.157
(4) TOTAL ACTIVO CORRIENTE	0	0	827.517	842.613	853.562	864.730	876.122	887.741	899.593	911.682	924.012	936.589	949.418	962.503	975.850	989.464	1.003.350	1.017.514	1.031.961	1.046.697	1.061.728	1.077.059
(C) PASIVO CORRIENTE (PC)																						
II. Acreedores comerciales y otras cuentas a pagar																						
Proveedores (combustible)																						
(5) TOTAL PASIVO CORRIENTE			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
(6) FONDO DE MANIOBRA (FM) = (4) - (5)	0	0	827.517	842.613	853.562	864.730	876.122	887.741	899.593	911.682	924.012	936.589	949.418	962.503	975.850	989.464	1.003.350	1.017.514	1.031.961	1.046.697	1.061.728	1.077.059
(7) INVERSIÓN EN FONDO DE MANIOBRA			827.517	-15.096	-10.949	-11.168	-11.391	-11.619	-11.852	-12.089	-12.330	-12.577	-12.829	-13.085	-13.347	-13.614	-13.886	-14.164	-14.447	-14.736	-15.031	-593.306
(8) CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL PROYECTO (CFE) Ó TOTAL DE FONDOS ABSORBIDOS = (3) + (7)	-14.248.655	-19.007.705	-13.421.138	-15.096	-10.949	-11.168	-11.391	-11.619	-11.852	-12.089	-12.330	-12.577	-12.829	-13.085	-13.347	-13.614	-13.886	-14.164	-14.447	-14.736	-15.031	-593.306

(9) VENTAS			6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663
(10) COSTES VARIABLES (CV)																						
(11) MARGEN BRUTO = (9) + (10)	0		6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663	6.440.663
(12) COSTES FIJOS DESEMBOLSABLES (CF)			-2.326.359	-2.361.254	-2.396.673	-2.432.623	-2.469.112	-2.506.149	-2.543.741	-2.581.897	-2.620.626	-2.659.935	-2.699.834	-2.740.332	-2.781.437	-2.823.158	-2.865.505	-2.908.488	-2.952.115	-2.996.397	-3.041.343	-3.086.963
(13) AMORTIZACIONES			-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298	-2.137.298
(14) TOTAL COSTES FIJOS = (12) + (13)	0		-4.463.657	-4.498.552	-4.533.971	-4.569.921	-4.606.410	-4.643.447	-4.681.039	-4.719.195	-4.757.924	-4.797.233	-4.837.132	-4.877.630	-4.918.735	-4.960.456	-5.002.804	-5.045.786	-5.089.414	-5.133.695	-5.178.641	-5.224.261
(15) BENEFICIO ANTES DE IMPUESTOS (BAI) = (11) + (14)	0		1.977.006	1.942.111	1.906.692	1.870.742	1.834.253	1.797.216	1.759.624	1.721.468	1.682.739	1.643.430	1.603.531	1.563.033	1.521.928	1.480.207	1.437.859	1.394.877	1.351.249	1.306.968	1.262.022	1.216.402
(16) IMPUESTO DE SOCIEDADES			-494.252	-485.528	-476.673	-467.686	-458.563	-449.304	-439.906	-430.367	-420.685	-410.857	-400.883	-390.758	-380.482	-370.052	-359.465	-348.719	-337.812	-326.742	-315.505	-304.100
(17) BENEFICIO DESPUÉS DE IMPUESTOS (BDI) = (15) + (16)	0		1.482.755	1.456.583	1.430.019	1.403.057	1.375.690	1.347.912	1.319.718	1.291.101	1.262.054	1.232.572	1.202.648	1.172.275	1.141.446	1.110.155	1.078.395	1.046.158	1.013.437	980.226	946.516	912.301
(18) CASH FLOW OPERATIVO (CFO) = (17) - (13)	0		3.620.053	3.593.881	3.567.317	3.540.355	3.512.988	3.485.210	3.457.016	3.428.399	3.399.353	3.369.871	3.339.946	3.309.573	3.278.744	3.247.453	3.215.693	3.183.456	3.150.735	3.117.524	3.083.815	3.049.599

