



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado/Máster
CURSO 2019/20

REMOLCADOR ROMPEHIELOS DE 90 TPF

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Miguel Burgos Torres

TUTORAS/ES

Luis Manuel Carral Couce

FECHA

DICIEMBRE 2020



GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2019-2020

PROYECTO NÚMERO

TIPO DE BUQUE: BUQUE REMOLCADOR ROMPEHIELOS 90 TPF, PARA OPERACIONES DE PUERTO Y OPERACIONES ROMPEHIELOS

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: BUREAU VERITAS, MARPOL, SOLAS Y REGLAMENTOS STANDARD PARA ESTE TIPO DE BUQUE.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 90 TPF

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 12 NUDOS EN CONDICIONES DE SERVICIO, 85% MCR + 15% MM

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: LO HABITUAL EN ESTE TIPO DE BUQUES

PROPULSIÓN: DIÉSEL ELÉCTRICA MDO CON DOS HÉLICES AZIPODS

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 6 TRIPULANTES

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: LOS HABITUALES EN ESTE TIPO DE BUQUES.

Ferrol, 10 Setiembre 2019

ALUMNO/A: **D. MIGUEL BURGOS TORRES**



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

**TRABAJO FIN DE GRADO/MÁSTER
CURSO 2019/20**

REMOLCADOR ROMPEHIELOS DE 90 TPF

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Cuaderno 13

PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE

Índice

1. INTRODUCCIÓN.	8
2. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE.	9
3. COSTES DE MATERIALES.	12
3.1 Coste del casco.	12
Peso del acero estructural, amurada y perfiles:	12
Piezas fundidas:	12
Polines:	12
Resto de materiales auxiliares:	13
Preparación de superficies:	13
Pintura y galvanizado:	14
Control de la corrosión:	16
Resumen del coste del casco:	16
3.2 Costes de equipo, armamento e instalaciones.	17
Equipo de fondeo, amarre y remolque:	17
Medios de salvamento:	18
Habilitación:	19
Fonda y hotel:	19
Aire acondicionado:	20
Equipos de navegación y comunicación:	21
Medios contra incendios:	22
Instalación eléctrica:	23
Armamento:	23
Resumen de costes de equipos, armamento e instalaciones:	24
3.3 Costes de equipos específicos:	26
Chigre de remolque:	26
Gancho de remolque y horquilla:	26
Resumen costes de equipos específicos:	26
3.4 Coste equipos de propulsión.	27
Maquinaria de propulsión:	27
Propulsores AziPod:	27
Resumen de los costes de propulsión:	28
3.5 Maquinaria auxiliar de propulsión:	29

Sistemas de circulación, refrigeración y lubricación de auxiliares:	29
Sistema de arranque de motores:	29
Sistemas auxiliares del casco:	29
Equipos sanitarios:	30
Equipos varios:	31
Resumen costes de maquinaria auxiliar de propulsión:	32
3.6 Costes de las instalaciones especiales.	33
Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma:	33
Equipos e instalaciones contraincendios especiales:	33
Resumen de costes para instalaciones especiales:	35
3.7 Resumen de costes de materiales y equipos.	36
4. COSTES DEBIDOS A LA MANO DE OBRA.	37
4.1 Horas empleadas en el casco.	37
Horas empleadas en el acero estructural, amurada y perfiles:	37
Horas empleadas en el resto de materiales del casco:	38
Horas empleadas en la preparación de superficies:	38
Horas empleadas en la pintura y control de corrosión:	38
Resumen de la mano de obra del casco:	39
4.2 Mano de obra de equipo, armamento e instalaciones.	40
Horas empleadas en equipos de fondeo, amarre y remolque:	40
Horas empleadas en medios de salvamento:	40
Horas empleadas en la habilitación:	40
Horas empleadas en fonda y hotel:	40
Horas empleadas en el aire acondicionado:	41
Horas empleadas en equipos de navegación:	41
Horas empleadas en medios contraincendios:	41
Horas empleadas en instalación eléctrica:	41
Horas empleadas en tuberías:	42
Resumen de la mano de obra de equipos, armamento e instalaciones:	42
4.3 Mano de obra en equipos específicos.	43
Horas empleadas en el chigre de remolque:	43
Horas empleadas en el gancho de remolque y horquilla:	43
Resumen de la mano de obra en equipos específicos:	43
4.4 Mano de obra en equipos de propulsión.	44

Horas empleadas en los generadores:	44
Horas empleadas en los propulsores AziPod:	44
Resumen de la mano de obra en equipos de propulsión:	44
4.5 Mano de obra en maquinaria auxiliar de propulsión.....	45
Horas empleadas en los sistemas de circulación, refrigeración y lubricación de auxiliares:	45
Horas empleadas en el sistema de manejo de combustible:.....	45
Horas empleads en los sistemas auxiliares del casco:.....	45
Horas empleadas en equipos sanitarios:.....	45
Horas empleadas en equipos varios:	46
Resumen de la mano de obra de la maquinaria auxiliar de propulsión:	46
4.6 Mano de obra de las instalaciones especiales.....	47
Horas empleadas en pertrechos y respetos:	47
Horas empleadas en instalaciones contraincendios especiales:.....	47
Resumen de la mano de obra de instalaciones especiales:	47
4.7 Resumen de costes de la mano de obra.....	48
5. COSTE DE CONTRUCCIÓN DEL BUQUE.	49
6. COSTES VARIABLES DEL ASTILLERO.....	50
7. COSTE TOTAL DEL BUQUE PROYECTO.	51
8. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO:.....	52
8.1 Hipótesis de partida:.....	53
9. AMORTIZACIONES.....	57
10. GASTOS OPERATIVOS ANUALES.....	58
10.1 Valor actual del buque.....	58
10.2 Valor contable del buque.....	58
10.3 Costes fijos directos.....	58
10.4 Costes variables directos.	59
11. INVERSIONES.	62
11.1 Inversiones fijas:	62
11.2 Activo circulante:.....	62
11.3 Pasivo circulante.	63
11.4 Fondo de maniobra:	63
11.5 Inversión en el fondo de maniobra:	63
12. CASH FLOW TOTAL.	66

13.	CONCLUSIONES DE VIABILIDAD.	68
14.	ESTUDIO DEL PROYECTO FINANCIADO.....	70
15.	CONCLUSIONES DEL PROYECTO FINANCIADO.	73
16.	CONCLUSIONES FINALES.....	74

1. INTRODUCCIÓN.

En este cuaderno se llevará a cabo la última fase del proyecto que es el análisis del coste del buque. Se calcularán los costes de construcción del buque, el valor de contrato y coste de adquisición por parte del armador, así como los gastos a los que tiene que hacer frente este. Finalmente se analizará la viabilidad del proyecto.

Para los cálculos que realizarán a lo largo del cuaderno se emplea el libro del profesor “*Fernando Junco*”.

A continuación, se muestra una tabla con las características principales del buque proyecto:

Características principales	
Lpp	38 m
B	12,5 m
D	6,65 m
T	5,27 m
BHP	6000 kW
Desplazamiento	1308,6
Cb	0,52
Cm	0,98
Cp	0,53
Velocidad (m/s)	6,17
Velocidad (kn)	12
L	40,36 m

2. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL BUQUE.

El buque proyecto realizado a lo largo de los cuadernos trata de un remolcador rompehielos de 90 TPF. Es un buque cuya característica principal es la de remolcar buques a puerto, ya que sus labores se centran en el puerto. El buque consta de la condición de rompehielos con la cota de clase “Icebreaker 6” en la cual puede realizar operaciones en hielo de medio año en las estaciones de verano y otoño con un espesor máximo de 1 metro y puede realizar operaciones en hielo de medio año en las estaciones de invierno y primavera con un espesor máximo de 0,8 metros.

Table 3 : Icebreaker description

Icebreaker	Independent operations in summer/autumn		Independent operations in winter/spring		Design ramming speed in ice (knots)
	Ice description (I)	Maximum ice thickness (m)	Ice description (I)	Maximum ice thickness (m)	
1	without restrictions	without restrictions	multi-year ice	3,0	12,0
2	multi-year ice	3,0	second-year ice	2,5	9,0
3	second-year ice	2,5	thick first-year ice	1,8	7,0
4	thick first-year ice	1,8	medium first-year ice	1,2	5,5
5	medium first-year ice	1,2	medium first-year ice	1,0	5,5
6	medium first-year ice	1,0	medium first-year ice	0,8	4,5
7	medium first-year ice	0,8	thin first-year ice	0,6	4,5

(1) Based on World Meteorological Organization (WMO) Sea Ice Nomenclature.

A continuación, se muestra una tabla resumen con las características principales, obtenidas a lo largo de cuadernos anteriores.

Características principales	
Lpp	38 m
B	12,5 m
D	6,65 m
T	5,27 m
BHP	6000 kW
Desplazamiento	1308,6
Cb	0,52
Cm	0,98
Cp	0,53
Velocidad (m/s)	6,17
Velocidad (kn)	12
L	40,36 m

El buque fue diseñado en base a los requerimientos previstos en la RPA. El tipo de propulsión del buque es diésel-eléctrica, por lo tanto, se instalarán bordo dos generadores y dos propulsores AziPod los cuales llevan instalados dos motores eléctricos para dar servicio a la propulsión del buque.

Los motores generadores seleccionado son de la marca Wärtsilä, el modelo 12V26, y los propulsores son de la marca ABB, el modelo AziPod ICE, el cual está diseñado para realizar operaciones en situaciones en las que haya hielo.

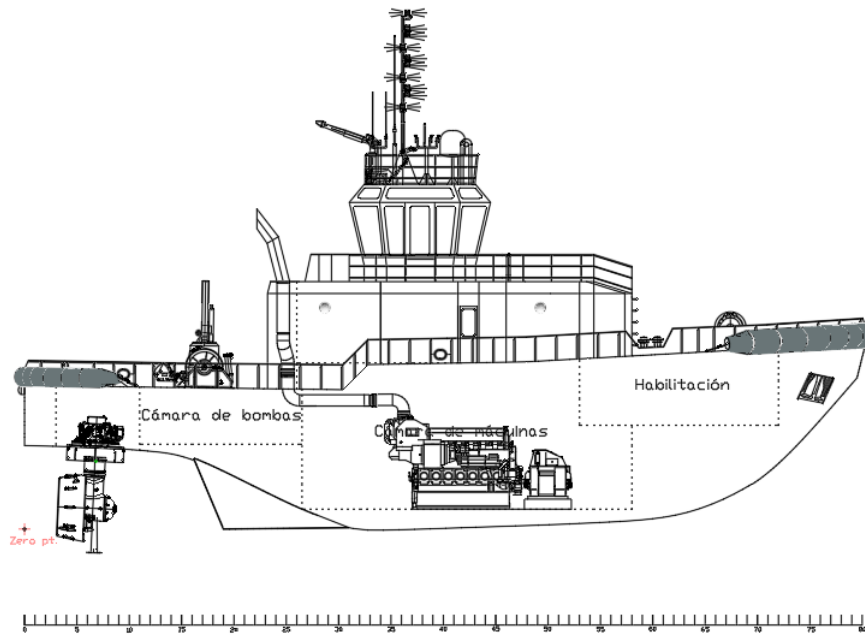
Por otro lado, el buque debe constar con la capacidad de alojar a 6 tripulantes, tal y como indica la RPA. Para ello se han diseñado dos camarotes para oficiales, que son el capitán y el jefe de máquinas, en la cubierta principal y otros 4 camarotes en la cubierta baja.

La disposición general del buque está dividida en 4 cubiertas. La cubierta principal, la cubierta baja, la cubierta de cámara de máquinas y la cubierta del puente de gobierno. Las cubiertas principal y baja están destinadas a la habitación. A continuación, se describen las cubiertas:

- Cubierta del puente de gobierno: En esta cubierta se encuentra el puente de gobierno con todos los equipos necesarios para la maniobrabilidad del buque. Esta cubierta tiene acceso desde el interior por la cubierta principal y desde el exterior.
- Cubierta principal: En esta cubierta se encuentran los camarotes de los oficiales, junto con la cocina, comedor, lavandería, sala de aire acondicionado y la sala de las baterías de emergencia. Esta cubierta dispone de varios pañoles y un aseo común. La cubierta principal presenta la característica de que dispone de dos alturas no comunicadas debido al arrufo que presenta la cubierta. Se puede ver con más detenimiento en el plano de disposición general.
- Cubierta baja: La cubierta baja está a proa de barco comunicándose con la cubierta principal y la cámara de máquinas. Dicha cubierta consta de 4 camarotes para la tripulación y una sala de estar para el descanso de la misma.
- Cubierta de cámara de máquinas: Esta cubierta se puede englobar en 3 bloques a diferentes alturas. La cámara de máquinas situada sobre el doble fondo, en la que se dispone de los motores generadores y los cuadros eléctricos principales. La sala de bombas situada a 4 metros sobre la línea base, en la que se encuentran las bombas necesarias para el buque. Esta sala de bombas esta conectada a la cámara de máquinas mediante unas escaleras. Por último, los locales de los AziPods, situados a continuación de la sala de bombas, con acceso tanto por dicha sala como por el exterior.

La chimenea del buque se encuentra a popa de la habitación, sobre la cámara de máquinas, facilitando así el conexionado con los generadores principales.

Se muestra la disposición del buque a continuación.



3. COSTES DE MATERIALES.

En este apartado se hará un desglose del coste de los diferentes materiales y equipos del buque a proyectar, dividiéndolos en las siguientes partidas, con el objetivo de analizarlos económicamente de forma individual:

- Casco
- Equipo, armamento e instalaciones necesarias.
- Maquinaria auxiliar.
- Propulsión.

Durante el análisis de los materiales se tiene en cuenta el coste actual de dichos materiales.

3.1 Coste del casco.

Para obtener el peso total del casco, se divide en varias partidas.

Peso del acero estructural, amurada y perfiles:

Para el cálculo, se va a considerar que el coste unitario de acero laminado de calidad A va a ser de 780€/t.

El coste del acero laminado se estima mediante la siguiente expresión:

$$\text{Coste acero} = \text{Peso acero} \cdot \text{Coste por tonelada}$$

El peso de acero se obtiene del cuaderno 2.

$$PS = 1,08 \cdot 482,92$$

$$PS = 521,51 \text{ t}$$

ACERO LAMINADO, AMURADA Y PERFILES		
Coste del acero por tonelada	780	€/t
Peso acero	521,51	t
Coste del acero	241.459,13 €	€

$$\text{Coste}_{ACERO+PERFILES} = 406.777,80 \text{ €}$$

Piezas fundidas:

El coste de las piezas fundidas se estima mediante la siguiente fórmula:

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

$$\text{Coste}_{\text{piezas fundidas}} = 4 \cdot 38 \cdot 6,65 = 1.010,80 \text{ €}$$

Polines:

Para estimar el peso exacto de los polines, se utiliza la siguiente fórmula:

$$Peso_{polines} = 0,0033 \cdot BHP + 0,0034 \cdot kW \cdot \frac{1500}{rpm} + 0,14 \cdot N_{mc} \cdot T_{mc}^{\frac{2}{3}} + 0,075 \cdot N_{ma} \cdot T_{ma} + 0,0024 \cdot N_m \cdot d^{1,5} + 3,7 \cdot 10^{-6} \cdot L \cdot H \cdot (V_s + 2)^2$$

Dónde:

- *BHP*: Potencia de placa de los generadores principales, en CV. Para el buque a proyectar tendrá un valor de 10492,2 CV.
- *kW*: Potencia instalada para maquinaria auxiliar, en este caso 0kW.
- *rpm*: Revoluciones por minuto de la maquinaria auxiliar, siendo de nuevo 0 rpm.
- *N_{mc}*: Número de maquinillas de carga, en el caso del buque a proyectar 1.
- *T_{mc}*: Tracción de las maquinillas de carga, 45t.
- *N_{ma}*: Número de maquinillas de amarre, con un valor de 1.
- *T_{ma}*: Tracción de las maquinillas de amarre, estimada en 90t.
- *N_m*: Número de molinetes, siendo de 2.
- *d*: Diámetro de la cadena del ancla, en mm, estimada en el *Cuaderno 12* en 32 mm.
- *L*: Eslora de escantillonado, con un valor para el buque a proyectar de 36,85 m.
- *H*: Calado de escantillonado, siendo de 5,2 m.

V_s: Velocidad de servicio en nudos, especificada en la RPA como 12 kn.

$$Peso_{polines} = 44,15 t$$

Tal y como se ha indicado anteriormente, el coste del acero es de 463 €/t, por lo tanto, el coste de los polines es de:

$$Coste_{polines} = 44,15 \cdot 780 = 34.439,59 \text{ €}$$

Resto de materiales auxiliares:

En este apartado se calcula el coste del resto de materiales auxiliares empleados en la construcción del casco. Su coste se estima en aproximadamente 50€ por tonelada de acero empleado. El peso del acero es obtenido del Cuaderno 2.

$$Coste_{MA} = 521,51 \cdot 50 = 26.075,50 \text{ €}$$

Preparación de superficies:

Para la preparación de superficies del casco del buque es necesario invertir en dos procedimientos, el granallado y su imprimación.

El precio del granallado de la superficie del barco varía si se trata de superficies exteriores o interiores.

- Superficie exterior: 8€ por metro cuadrado.
- Superficie interior: 15€ por metro cuadrado

Por lo tanto, el coste del granallado será el siguiente:

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

La superficie exterior del buque es de 602,28 m² obtenida mediante el programa “Maxsurf Stability”.

La superficie interior del buque se estima en 727,77 m².

Por lo tanto, el coste del granallado será de:

$$Coste_{granallado} = 8 \cdot 602,28 + 15 \cdot 727,77 = 15.734,80 \text{ €}$$

El coste de la imprimación se estima en 8€ el metro cuadrado, ya sea la superficie interior o exterior, por lo tanto, tendrá un coste de:

$$Coste_{imprimación} = (S_{ext} + S_{int}) \cdot 8$$

$$Coste_{imprimación} = (602,28 + 727,77) \cdot 8 = 10.640,40 \text{ €}$$

A continuación, se muestra un resumen de los costes de preparación de superficies:

PREPARACIÓN DE SUPERFICIES		
Granallado		
Superficie exterior	602,28	m ²
Superficie interior	727,77	m ²
Coste superficie exterior	8	€/m ²
Coste superficie interior	15	€/m ²
Coste granallado	15.734,79 €	€
Imprimación		
Superficie exterior	602,28	m ²
Superficie interior	727,77	m ²
Coste superficie	8	€/m ²
Coste imprimación	10.640,40 €	€

Pintura y galvanizado:

En cuanto al coste de la pintura y galvanizado, se han de tener en cuenta los costes que corresponden a la pintura de diferentes zonas del buque como a la obra viva, la obra muerta, el interior, las tuberías y el galvanizado. En todos los casos se supondrá pintura epoxy.

El precio de la pintura epoxy se estima en 0,011 €/m² con el espesor variando según la zona del buque.

Obra viva:

$$Coste_{pintura_{OBRA VIVA}} = e \cdot S_{OV} \cdot 0,011$$

El espesor de la pintura en la obra viva se estima en 350 micras y la superficie de la obra viva es de 602,28 m², por lo tanto:

$$Coste_{pintura_{OBRA VIVA}} = 350 \cdot 602,28 \cdot 0,011 = 2.318,78 \text{ €}$$

Obra muerta:

$$\text{Coste pintura}_{OBRA MUERTA} = e \cdot S_{OM} \cdot 0,011$$

El espesor de la pintura en la obra muerta se estima en 185 micras y la superficie de la obra muerta es de 522,5 m², por lo tanto:

$$\text{Coste pintura}_{OBRA MUERTA} = 185 \cdot 522,5 \cdot 0,011 = 1.063,29 \text{ €}$$

Superficie interior:

$$\text{Coste pintura}_{S.INTERIOR} = e \cdot S_I \cdot 0,011$$

El espesor de la pintura del interior se estima en 100 micras y la superficie interior es de 727,77 m², por lo tanto:

$$\text{Coste pintura}_{S.INTERIOR} = 100 \cdot 727,77 \cdot 0,011 = 800,55 \text{ €}$$

Tuberías:

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

Dónde:

- *BHP*: Potencia de placa de los generadores principales, en CV. Para el buque a proyectar tendrá un valor de 10492,2 CV.
- *L*, eslora del buque a proyectar, siendo 38 m.
- *K*, coeficiente que depende del tipo de pintura, en este caso será de 4,8.

$$\text{Coste pintura}_{tuberías} = 0,18 \cdot (0,057 \cdot 10492,2 + 0,18 \cdot 38) \cdot 4,8$$

$$\text{Coste pintura}_{tuberías} = 522,63 \text{ €}$$

Galvanizado:

El coste del galvanizado supone el 7,5% del coste total del pintado del casco.

$$\text{Coste}_{galvanizado} = 0,075 \cdot (2318,78 + 1063,29 + 800,55) = 313,70 \text{ €}$$

A continuación, se muestra un resumen de los costes de las pinturas y galvanizados:

PINTURA Y GALVANIZADO		
Obra viva		
Esesor de la pintura	350	micras
Superficie obra viva	602,28	m ²
Coste por metro cuadrado	0,011	€/m ²
Coste pintura obra viva	2.318,78 €	€
Obra muerta		
Esesor de la pintura	185	micras
Superficie obra muerta	522,5	m ²
Coste por metro cuadrado	0,011	€/m ²

Coste pintura obra muerta	1.063,29 €	€
Superficie interior		
Espesor de la pintura	100	micras
Superficie sup interior	727,77	m ²
Coste por metro cuadrado	0,011	€/m ²
Coste pintura sup. Interior	800,55 €	€
Tuberías		
Potencia generadores	7830	Kw
	10492,2	Cv
K	4,8	
Coste pintura tuberías	522,63 €	€
Galvanizado		
Coste pintura galvanizado	313,70 €	€

Control de la corrosión:

El buque proyecto estará expuesto a la corrosión de su superficie, por lo que se ha de considerar la protección catódica mediante ánodos de sacrificio de zinc. El coste correspondiente se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{corrosión} = 1,55 \cdot Superficie_{mojada}$$

$$Coste_{corrosión} = 1,55 \cdot 602,28 = 933,53 \text{ €}$$

Resumen del coste del casco:

COSTE DEL CASCO	
Partida	Coste
Acero laminado y perfiles	406.777,80 €
Piezas fundidas	1.010,80 €
Polines	34.439,59 €
Resto de materiales	26.075,50 €
Preparación de superficies	26.375,19 €
Pintura y galvanizado	5.018,94 €
Control de corrosión	933,53 €
TOTAL COSTE	500.631,35 €

3.2 Costes de equipo, armamento e instalaciones.

A lo largo de este apartado se calcularán los costes de equipos, armamento e instalaciones necesarias para el buque.

Equipo de fondeo, amarre y remolque:

Para obtener el coste de este subconcepto, se estimará el coste de cada una de las siguientes partidas:

Anclas:

El coste de las anclas se estima en 2500€ por tonelada, por lo tanto:

$$Coste_{anclas} = Cantidad \cdot 2500 \cdot Peso \text{ anclas}$$

$$Coste_{anclas} = 2 \cdot 2500 \cdot 1,02 = 5,100€$$

Cadenas, cables y estachas:

El coste de las cadenas, cables y estachas se calcula con la siguiente fórmula:

$$Coste = 0,15 \cdot k \cdot d^2 \cdot L_C$$

Donde:

- K es el coeficiente que determina el tipo de material. Su valor será de 0,280 cuando se trata de acero normal, como en este caso.
- d: Diámetro de la cadena, siendo su valor de 24 mm.
- L será la longitud de las cadenas, dado por la SSCC, siendo 357,5 m.

$$Coste = 0,15 \cdot 0,28 \cdot 24^2 \cdot 357,5 = 8.648,64 €$$

Molinetes:

El coste de los molinetes viene expresado mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{mol} = 300 \cdot n \cdot d^{1,3}$$

Donde:

- n será el número de molinetes, en este caso 2.
- d será el diámetro de las cadenas, 24 mm para el buque a proyectar.

$$Coste_{mol} = 300 \cdot 1 \cdot 24^{1,3} = 18.680,82 €$$

EQUIPOS DE FONDEO, AMARRE Y REMOLQUE		
Anclas		
Peso de las anclas	1,02	t
Nº de anclas	2	
Coste de la anclas	5.100,00 €	€
Cadenas, cables y estachas		
Metros de cadena	357,5	m
Diámetro de cadena	24	mm
K	0,28	
Coste de las cadenas	8.648,64 €	€
Molinetes		
Nº de molinetes	1	
Diámetro de la cadena	24	mm
Coste de los molinetes	18.680,82 €	€

Medios de salvamento:

En este apartado se estimará el coste de los equipos de salvamento instalados en el buque a proyectar exigidos por la sociedad de clasificación.

Balsas salvavidas:

El coste de as balsas salvavidas, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{balsa\ salvavidas} = K \cdot N^{\frac{1}{3}} \cdot n$$

Donde:

- K será una constante que varía en función del tipo de bote. Su valor será 1200 €.
- N es la capacidad que tiene el bote. En el *Cuaderno 12* se eligió una balsa de la marca *Duarry* con capacidad para 8 personas.
- n es el número de botes, dónde para el buque a proyectar, será 2.

$$Coste_{balsa\ salvavidas} = 1200 \cdot 8^{\frac{1}{3}} \cdot 2 = 4.800 \text{ €}$$

Bote de rescate:

El coste del bote de rescate, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{bote\ salvavidas} = K \cdot N^{\frac{1}{3}} \cdot n$$

Donde:

- K será una constante que varía en función del tipo de balsa. Para botes su valor es de 3000€.
- N es la capacidad que tiene la balsa. En el *Cuaderno 12* se eligió una balsa de la marca *Narwhall* con capacidad para 6 personas.
- n es el número de botes, dónde para el buque a proyectar, será 1.

$$Coste_{bote\ salvavidas} = 3000 \cdot 6^{\frac{1}{3}} \cdot 1 = 5.451,36 \text{ €}$$

Costes varios:

Se estipulan unos costes adicionales para material como bengalas, chalecos salvavidas, aros, etc. El coste de estos equipos se estima mediante:

$$Coste_v = 2500 + 30 \cdot N = 2500 + 30 \cdot 6 = 2.680 \text{ €}$$

MEDIOS DE SALVAMENTO		
Balsa salvavidas		
K	1200	
Nº de balsas	2	
Capacidad de las balsas	8	tripulantes
Coste de balsa salvavidas	4.800,00 €	€
Bote de rescate		
K	3000	
Nº de botes	1	
Capacidad de los botes	6	tripulantes
Coste del bote salvavidas	5.451,36 €	€
Varios		
Nº de tripulantes	6	tripulantes
Costes varios	2.680,00 €	€

Habilitación:

El coste de la habilitación se calcula en función de la superficie, estimando un precio medio de 250 €/m².

$$Coste_{habilitación} = 250 \cdot S_h = 250 \cdot 228,7 = 57.175 \text{ €}$$

HABILITACIÓN		
Coste por metro cuadrado	250	€
Superficie habilitación	228,7	m ²
Coste habilitación	57.175,00 €	€

Fonda y hotel:

Se calcularán los costes de los equipos de fonda y hotel, gambuzas frigoríficas y lavandería.

Cocina y oficinas:

Para evaluar los costes de la cocina y oficinas se estima mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{cocina} = K \cdot N = 420 \cdot 6 = 2.520 \text{ €}$$

Donde K es un coeficiente que se estima en 420 para el buque a proyectar y N el número de tripulantes especificados en la RPA.

Gambuzas:

El coste de las gambuzas viene determinado por la siguiente fórmula:

$$Coste_{gambuzas} = 1800 \cdot V^{2/3}$$

$$Coste_{gambuzas} = 1800 \cdot 11,12^{\frac{2}{3}} = 8.967,59 \text{ €}$$

Lavandería:

El coste de la lavandería viene estimado por la siguiente fórmula:

$$Costes_{lavandería} = k \cdot N$$

El coste por tripulante, k, se estima en 240€.

$$Costes_{lavandería} = 240 \cdot 6 = 1.440 \text{ €}$$

FONDA Y HOTEL		
Cocina y oficios		
K	420	€/pers
Nº tripulantes	6	tripulantes
Costes de cocina y oficios	2.520,00 €	€
Gambuzas		
Volumen gambuzas	11,12	m ³
Costes de gambuzas	8.967,59 €	€
Lavandería		
Coste por tripulante	240	€
Nº tripulantes	6	tripulantes
Coste de lavandería	1.440,00 €	€

Aire acondicionado:

Para el cálculo del aire acondicionado, se dividirá la partida en el coste propio del aire acondicionado de la habitación y por otro lado, la ventilación mecánica.

Aire acondicionado para habitación:

El aire acondicionado en espacios de habitación se estima en 60€ por metro cuadrado, por lo tanto:

$$Coste_{\frac{A}{c}} = 60 \cdot 228,7 = 13.722 \text{ €}$$

Ventilación mecánica:

La ventilación mecánica se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{venti} = 1055 \cdot N^{0,215} + 1,2 \cdot S_h^{0,25}$$

$$Coste_{venti} = 1055 \cdot 6^{0,215} + 1,2 \cdot 228,7^{0,25} = 1.555,46 \text{ €}$$

AIRE ACONDICIONADO		
Aire acondicionado en habitacion		
Superficie habitacion	228,7	m ²
Coste por metro cuadrado	60	€/m ²
Coste A/C habitación	13.722,00 €	€
Ventilación mecánica		
Superficie habitacion	228,7	m ²
Nº tripulantes	6	tripulantes
Coste V.mecánica	1.555,46 €	€

Equipos de navegación y comunicación:

Se puede desglosar en las siguientes partidas los equipos de navegación y comunicación:

Navegación:

Los costes unitarios de los equipos de navegación se pueden considerar dentro de un rango de costes de la siguiente tabla. Se considerarán los valores máximos de cada una de las partidas.

COSTES EQUIPOS DE NAVEGACIÓN		
Denominación	C. Mínimo	C. Máximo
Compás magnético	1.200,00 €	2.700,00 €
Compás giroscópico	12.000,00 €	42.000,00 €
Piloto automático	6.000,00 €	6.000,00 €
Radar de movimiento verdadero	51.600,00 €	51.600,00 €
Radar de movimiento relativo	4.800,00 €	15.000,00 €
Radiogoniómetro	1.800,00 €	7.800,00 €
Receptor de cartas	3.900,00 €	4.800,00 €
Corredera	2.400,00 €	7.800,00 €
Sonda	2.850,00 €	4.200,00 €
Sistema de navegación por satélite	3.000,00 €	7.200,00 €
TOTAL	89.550,00 €	149.100,00 €

$$Costes_{nav} = 149.100 \text{ €}$$

Equipos auxiliares de navegación:

Estos costes se estiman como el 8% de los costes de navegación.

$$Coste_{eq. aux navegacion} = 149100 \cdot 0,08 = 11.928 \text{ €}$$

Equipos de comunicación:

El coste de las comunicaciones puede oscilar entre 48.000€ y 120.000€. El buque a proyectar es un buque de última generación y de alto valor añadido, por lo que se considera el valor máximo.

$$Coste_{com} = 120.000 \text{ €}$$

EQUIPOS DE NAVEGACION Y COMUNICACIÓN		
Navegación		
Costes de navegación	149.100,00 €	€
Navegación auxiliar		
Costes navegacion aux.	11.928,00 €	€
Comunicación		
Costes comunicación	120.000,00 €	€

Medios contraincendios:

En cuanto a los medios contraincendios se pueden dividir en instalaciones fijas fuera de cámara de máquinas y equipos dispuestos en cámara de máquinas.

Instalaciones en cubierta:

El coste de las instalaciones contraincendios en cubierta viene dado mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{CI\ CUBIERTA} = 11 \cdot (1 + 0,0012 \cdot L) \cdot L \cdot B$$

Dónde:

- L es la eslora del buque, 38 m.
- B es la manga del buque, 12,5 m.

$$Coste_{CI\ CUBIERTA} = 11 \cdot (1 + 0,0012 \cdot 38)38 \cdot 12,5 = 5.463,26 \text{ €}$$

Instalaciones cámara de máquinas:

Para el coste de los equipos contraincendios en cámara de máquinas se estima mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{CI\ CM} = 8,4 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m$$

Dónde:

- L_m : Eslora de la cámara de máquinas, siendo su valor 15,74 m.
- D_m : Puntal de cámara de máquinas, siendo 6,3 m.
- B: Manga del buque, siendo 10,7 m.

$$Coste_{CI\ CM} = 8,4 \cdot 15,74 \cdot 6,3 \cdot 10,7 = 8.912,68 \text{ €}$$

EQUIPOS CONTRAINCENDIOS		
Equipos en cubierta		
Coste en cubierta	5.463,26 €	€
Equipos en cámar de máquinas		
L cámara de máquinas	15,74	m
B cámara de máquinas	10,7	m
D cámara de máquinas	6,3	m
Coste en C. de máquinas	8.912,68 €	€

Instalación eléctrica:

El coste de la instalación eléctrica del buque viene dado en función de la potencia total instalada en el buque. Se obtiene mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{IE} = 480 \cdot P^{0,77}$$

$$Coste_{IE} = 480 \cdot (3915 \cdot 2)^{0,77} = 478.010,89 \text{ €}$$

INSTALACIÓN ELÉCTRICA		
Potencia instalada	3915	Kw
Nº de motores	2	
Coste instalación eléctrica	478.010,89 €	€

Armamento:

En este apartado se calcula de forma individual el coste de las siguientes partidas:

Puertas, portillos y ventanas:

Las puertas, portillos y ventanas se pueden estimar en función del número de tripulantes, cuyo valor especificado en la RPA es de 6. Su coste, por lo tanto, se estima mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{ppv} = 2705 \cdot N^{0,48} = 2705 \cdot 6^{0,48} = 6.392,63 \text{ €}$$

Escalas, pasamanos y candeleros:

Las escalas, pasamanos y candeleros se pueden estimar en función de la eslora del buque. El coste de ello se estima mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{epc} = 22,2 \cdot L^{1,6} = 22,2 \cdot 38^{1,6} = 7.481,81 \text{ €}$$

Escotillas, lumbreras y registros:

El coste de escotillas, lumbreras y registros también se estima en función de la eslora del buque tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Coste_{elr} = 12,6 \cdot L^{1,5} = 12,6 \cdot 38^{1,5} = 2.951,52 \text{ €}$$

Accesorios de armamento y amarre:

El coste de accesorios de armamento y amarre viene estimado en base a las dimensiones básicas del buque tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Coste_{acc} = e^{3,1} \cdot 5 \cdot (L \cdot (B + D))^{0,815}$$

$$Coste_{acc} = e^{3,1} \cdot 5 \cdot (38 \cdot (12,5 + 6,65))^{0,815} = 23.865,69 \text{ €}$$

Escala real, planchada de desembarco y escalas de práctico:

Este coste viene estimado mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

- L es la eslora del buque, siendo de 38 m.
- D es el puntal del buque, siendo de 6,65 m.
- Ner será el número de escalas reales, siendo su valor de 1.

$$\text{Coste} = 2000 + 1350 \cdot (6,65 - 0,03 \cdot 38) \cdot 1 = 9.438,5 \text{ €}$$

Toldos, fundas y accesorios de estiba y respetos:

El coste de estos equipos se estima en función de las dimensiones básicas del buque a proyectar. Su coste se estima según la siguiente fórmula:

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

$$\text{Coste} = 40 \cdot (38 \cdot (12,5 + 6,65))^{0,68} = 3.533,36 \text{ €}$$

ARMAMENTO		
Puertas, portillos y ventanas		
Nº tripulantes	6	tripulantes
Coste ppv	6.392,63 €	€
Escalas, pasamanos y candeleros		
Coste epc	7.481,81 €	€
Escotillas, lumbreras y registros		
Coste elr	2.951,52 €	€
Accesorios de armamento y amarre		
Coste aaa	23.865,69 €	€
Escala real, planchada de desembarco y escala práctico		
Ner	1	
Coste escals	9.438,50 €	€
Toldos, fundas y accesorios de estiba y respeto		
Coste toldos	3.533,36 €	€

Resumen de costes de equipos, armamento e instalaciones:

A continuación, se muestra un resumen de los costes de equipos, armamento e instalaciones:

COSTE DE EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES	
Partida	Coste
Equipos de fondeo, amarre y remolque	32.429,46 €
Medios de salvamento	12.931,36 €
Habilitación	57.175,00 €
Fonda y hotel	12.927,59 €
Aire acondicionado	15.277,46 €
Equipos de navegacion y comunicación	281.028,00 €
Equipos contraincendios	14.375,94 €
Instalación eléctrica	478.010,89 €
Armamento	53.663,52 €
TOTAL	957.819,23 €

3.3 Costes de equipos específicos:

En este apartado se realizará el cálculo de costes de los equipos específicos del buque.

Chigre de remolque:

El coste del chigre de remolque, incluyendo su central hidráulica se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{chigre} = 3180 \cdot (T_{CR} \cdot V_{CR})^{0,58}$$

Siendo:

- T_{CR} : La tracción del chigre en toneladas. La tracción al freno del chigre del buque es de 162 T.
- V_{CR} : La velocidad del chigre en m/s. La velocidad de izada del chigre es de 15 m/s.

$$Coste_{chigre} = 3180 \cdot (162 \cdot 15)^{0,58} = 292.468,27 \text{ €}$$

Gancho de remolque y horquilla:

El coste del gancho de remolque y horquilla se estima en un precio de 15000€.

$$Coste_{gancho} = 15.000 \text{ €}$$

Resumen costes de equipos específicos:

A continuación, se muestra una tabla resumen del coste de los equipos específicos del buque proyecto:

COSTE EQUIPOS ESPECIFICOS	
Partida	Coste
Chigre de remolque	292.468,27 €
Gancho de remolque	15.000,00 €
TOTAL	307.468,27 €

3.4 Coste equipos de propulsión.

En esta partida se desglosarán todos los equipos necesarios para la propulsión del buque.

Maquinaria de propulsión:

El buque proyecto lleva instalados 2 generadores de la marca Wärtsilä de 3915 kW de potencia cada uno. Su coste se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{generadores} = 40 \cdot N_c^{0,85} \cdot \left(\frac{Diametro^{2,2}}{rpm^{0,75}} \right) \cdot n$$

Donde:

- Nc es el número de cilindros de los generadores.
- El diámetro se referirá al de los cilindros del generador.
- Rpm: Revoluciones por minuto a las que funciona, siendo 514 a 60HZ.
- N: Número de grupos.

Cylinder bore	260 mm
Stroke	320 mm
Piston displacement	17,0 l/cyl
Number of valves	2 inlet valves and 2 exhaust valves
Cylinder configuration	6, 8 and 9 in-line; 12 and 16 in V-form
V angle	55°
Direction of rotation	clockwise, counter-clockwise on request
Speed	900, 1000 rpm
Mean piston speed	9.6, 10.7 m/s

$$Coste_{generadores} = 40 \cdot 12^{0,85} \cdot \left(\frac{260^{2,2}}{1000^{0,75}} \right) \cdot 2 = 764.425,93 \text{ €}$$

Propulsores AziPod:

El buque consta con dos propulsores AziPod de la marca ABB, con un motor eléctrico incorporado cada uno. El coste de los propulsores se estima mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{propulsores} = Coste M.O \cdot N^{\circ} horas$$

El coste de la mano de obra se estima en 30€/h.

El número de horas se calcula mediante la siguiente expresión:

$$N^{\circ} horas = 14,5 \cdot (Potencia propulsor \cdot N^{\circ} propulsores)^{0,7}$$

Por lo tanto;

$$N^{\circ} horas = 14,5 \cdot (2 \cdot 3000)^{0,7} = 6398,4 h$$

$$Coste_{propulsores} = 191.953,10 \text{ €}$$

Resumen de los costes de propulsión:

A continuación, se muestra una tabla resumen de los costes de los equipos de la propulsión del buque.

COSTE DE MAQUINARIA DE PROPULSIÓN	
Partida	Coste
Motores generadores	764.425,93 €
Propulsores AziPod	191.953,10 €
TOTAL	956.379,03 €

3.5 Maquinaria auxiliar de propulsión:

A lo largo de este apartado, se analizarán el coste de la maquinaria auxiliar de propulsión.

Sistemas de circulación, refrigeración y lubricación de auxiliares:

El coste de los sistemas de circulación, refrigeración y lubricación de auxiliares de la cámara de máquinas se estimará con la siguiente expresión:

$$Coste = 6000 + (K1 + K2) \cdot BHP$$

Donde:

- K1: Constante cuyo valor es de 2,4 para motores de 4 tiempos
- K2: Constante cuyo valor es de 0 si no presenta enfriadores centrales
- BHP: Potencia propulsora en Kw

$$Coste = 6000 + (2,4 + 0) \cdot 6000 = 20.400 \text{ €}$$

SISTEMAS CIRC, REFR Y LUBR.		
Potencia propulsores	6000	Kw
K1	2,4	
K2	0	
Costes S. circ, ref y lub	20.400,00 €	€

Sistema de arranque de motores:

El sistema de arranque de los motores se puede estimar con la siguiente fórmula:

$$Coste_{AM} = 78 \cdot N_{co} \cdot Q_{co}$$

Donde:

- N_{co} : Número de compresores de arranque.
- Q_{co} : Caudal unitario, en m³/h.

En el Cuaderno 10, se realizó el cálculo de los compresores de aire. El buque consta de 2 compresores de aire de arranque cuyo caudal es de 1 m³/h.

$$Coste_{AM} = 78 \cdot 2 \cdot 1 = 156 \text{ €}$$

SISTEMA DE ARRANQUE DE MOTORES		
Nº compresores	2	
Caudal unitario compresor	1,00	m ³ /h
Coste Sistema arranque	156,00 €	€

Sistemas auxiliares del casco:

Se engloban los costes de las bombas contraincendios, de lastre, de servicios generales y de sentinas.

Se emplea la siguiente fórmula:

$$Coste_{Bombas} = 6000 \cdot K_1 \cdot Q_{bs}^{1/3} + 960 \cdot K_2 \cdot Q_{CI}^{1/3} + 960 \cdot K_3 \cdot Q_{CI}^{1/3} + 1100 \cdot K_4 \cdot Q_{bs}$$

K1, K2, K3 y K4 son valores dados en función del GT del buque, donde para valores inferiores a 1000, como es el caso del buque proyectos, los valores son los siguientes:

- K1: 1
- K2: 1
- K3: 0
- K4: 0

Los caudales de las bombas fueron estimados en el Cuaderno 12, con los siguientes valores:

- Caudal de la bomba de sentinas: $11,95 \text{ m}^3/\text{h}$
- Caudal de la bomba CI: $25 \text{ m}^3/\text{h}$

$$Coste = 6000 \cdot 1 \cdot 11,95^{1/3} + 960 \cdot 1 \cdot 25^{1/3} = 16.524,52 \text{ €}$$

BOMBAS CONTRAINCENDIOS Y DE SENTINAS		
K1	1	
K2	1	
K3	0	
K4	0	
Caudal B. Sentinas	11,95	m ³ /h
Caudal B. Contraincendios	25	m ³ /h
Coste bombas	16.524,52 €	€

Equipos sanitarios:

En esta partida se detalla el coste del generador de agua dulce, del tanque hidróforo y de la planta de tratamiento de aguas residuales.

Generador de agua dulce:

Se puede estimar el coste del generador de agua dulce mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{GAD} = 1380 \cdot Q_{gad}$$

El caudal del generador de agua dulce es de $3,17 \text{ m}^3/\text{h}$.

$$Coste_{GAD} = 1380 \cdot Q_{gad} = 1380 \cdot 3,17 = 4.374,6 \text{ €}$$

Tanque hidróforo:

El coste del tanque hidróforo se puede estimar en función del número de personas que pernoctan a bordo, en este caso, los 6 tripulantes del buque.

$$Coste_{GH} = 660 \cdot N^{0,5} = 6600 \cdot 6^{0,5} = 1.616,66 \text{ €}$$

Planta de tratamiento de aguas residuales:

El coste de la TAR se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{TAR} = 2640 \cdot N^{0,4} = 2640 \cdot 6^{0,4} = 5.405,86 \text{ €}$$

EQUIPOS SANITARIOS		
Generador de agua dulce		
Caudal generador	3,17	m ³ /h
Coste generador agua	4.374,60 €	€
Tanque hidróforo		
Nº tripulantes	6	tripulantes
Coste tanque hidróforo	1.616,66 €	€
TAR		
Nº tripulantes	6	tripulantes
Coste TAR	5.405,86 €	€

Equipos varios:

En esta partida se encontrarán los costes de ventiladores de cámara de máquinas, equipos de desmontaje y el coste de los equipos del taller.

Ventiladores de cámara de máquinas:

El coste de los ventiladores de cámara de máquinas se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{ventiladores} = 7,5 \cdot N_V \cdot Q_V^{0,5} + 5,52 \cdot K_f \cdot BHP^{0,5}$$

Donde:

- N_V : Número de ventiladores instalados.
- Q_V : Caudal unitario de cada ventilador.
- K_f : Constante cuyo valor es de 1 si el motor quema combustible pesado, como en el caso del buque a proyectar no quema combustible pesado se toma este valor como 0.

En el Cuaderno 12, se especifica que se lleva a bordo 6 ventiladores de la marca "SODECA" con un caudal de 54300 m³/h.

$$Coste_{ventiladores} = 7,5 \cdot 6 \cdot 54300^{0,5} + 5,52 \cdot 0 \cdot 7830^{0,5} = 10.486,06 \text{ €}$$

Equipos de desmontaje de cámara de máquinas:

Los costes de los equipos de desmontaje y montaje en cámara de máquinas se pueden estimar mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{ED} = 0,84 \cdot K_{ed} \cdot BHP$$

El K_{ED} es el coeficiente de puente grúa que tiene un valor de 3.

$$Coste_{ED} = 0,84 \cdot 3 \cdot 6000 = 15.120 \text{ €}$$

Taller en cámara de máquinas:

Su coste engloba los diversos equipos en el interior de la cámara de máquinas encargados del mantenimiento y posibles reparaciones a bordo. El valor de este coste oscila entre los 3.600€ y los 13.000€. Se toma un coste de:

$$Coste_{taller} = 10.000 \text{ €}$$

EQUIPOS VARIOS		
Ventiladores cámara de máquinas		
Nº ventiladores	6	
Caudal unitario ventilador	54300	m ³ /h
Coste ventiladores	10.486,06 €	€
Equipos de desmontaje		
K	3	
Potencia	6000	Kw
Coste equipos desmontaje	15.120,00 €	€
Taller		
Coste taller	10.000,00 €	€

Resumen costes de maquinaria auxiliar de propulsión:

A continuación, se muestra una tabla resumen con los costes de la maquinaria auxiliar de propulsión:

COSTE DE MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSIÓN	
Partida	Coste
Sistemas circ,refr y lubr	20.400,00 €
Sistemas de arranque de motores	156,00 €
Bombas contra incendios y sentinas	16.524,52 €
Equipos sanitarios	11.397,12 €
Equipos varios	35.606,06 €
TOTAL	84.083,70 €

3.6 Costes de las instalaciones especiales.

En esta partida se dispone a calcular dispositivos e instalaciones especiales que no se han calculado anteriormente.

Instalaciones y equipos de automatización, telecontrol y alarma:

En este apartado se dispone a calcular los dispositivos de automatización y control reglamentarios y equipos restantes.

Equipos de automatización y control:

El coste de estos equipos se puede estimar en función de la potencia propulsora del buque mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{auto} = 3240 \cdot K_1 \cdot BHP^{\frac{1}{3}}$$

Donde, K1 es una constante que toma el valor de 1,5 para automatizaciones tanto de navegación normal como de remolque. Por lo tanto:

$$Coste_{auto} = 3240 \cdot 1,5 \cdot 6000^{\frac{1}{3}} = 88.312,06 \text{ €}$$

Resto de equipos:

El coste de equipos adicionales puede oscilar entre 12.000€ y 50.000€ dependiendo del nivel de complejidad.

Para el buque proyecto se considerará el valor mas alto considerando una automatización máxima.

$$Coste_{RE} = 50.000 \text{ €}$$

INSTALACIONES Y EQUIPOS DE AUTOMATIZACION		
Equipos de automatización y control		
Potencia propulsores	6000	Kw
K	1,5	
Costes equipos	88.312,06 €	€
Equipos restantes		
Costes equipos restantes	50.000,00 €	€

Equipos e instalaciones contraincendios especiales:

En este apartado se desglosa en coste de instalaciones de carácter estructuras, instalaciones fijas en cubierta, rociadores de agua y detectores de incendios en cámara de máquinas.

Instalaciones contraincendios de carácter estructural:

Este coste se estima mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{estCI} = K_{CI} + 5,5 \cdot Superficie \text{ habilitación}$$

Dónde Kci tendrá un valor de 4600 para buques que no sean de pasaje y estén provistos de este tipo de instalaciones.

$$Coste_{estCI} = 4600 + 5,5 \cdot 228,7 = 5.857,85 \text{ €}$$

Instalaciones fijas en cubierta:

Este coste se estima mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{cub} = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot L) \cdot L \cdot B$$

$$Coste_{cub} = 11 \cdot (1 + 0,0013 \cdot 38) \cdot 38 \cdot 12,5 = 5.483,12 \text{ €}$$

Rociadores de agua:

El cálculo del coste de los rociadores de agua dependerá de la superficie de la habilitación, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$Coste_{rociadores} = 4 \cdot Superficie \text{ habilitación}$$

$$Coste_{rociadores} = 4 \cdot 228,7 = 914,8 \text{ €}$$

Detectores de incendios en cámara de máquinas:

El cálculo del coste de los detectores de incendios en cámara de máquinas se estima mediante la siguiente fórmula:

$$Coste_{CICM} = 8 \cdot K_1 \cdot L_m \cdot D_m \cdot B + 1,224 \cdot K_2 \cdot N_{CH}$$

Dónde:

- K_1 : Constante con valor de 1 para cámaras de máquinas desatendidas.
- L_m : Eslora de cámara de máquinas (15,74 m)
- D_m : Puntal de cámara de máquinas (6,3 m)
- B : Manga del buque (12,5 m)
- K_2 : Constante con valor de 1 para buques con detección de incendios en habilitación.
- N_{ch} : Número de cubiertas con habilitación, para el buque a proyectar 2.

$$Coste_{CICM} = 8 \cdot 1 \cdot 15,74 \cdot 6,3 \cdot 12,5 + 1,224 \cdot 1 \cdot 2 = 9.918,65 \text{ €}$$

INSTALACIONES Y EQUIPOS CI ESPECIALES		
Instalaciones CI de carácter estructural		
Superficie habilitación	228,7	m ²
K	4600	
Coste instalaciones	5.857,85 €	€
Instalaciones CI de carácter estructural		
Coste instalaciones	5.483,12 €	€
Rociadores de agua		
Superficie habilitación	228,7	m ²
Coste rociadores	914,8	€
Detectores de incendios en C.M		
L cámara de máquinas	15,74	m

B buque	12,5	m
D cámara de máquinas	6,3	m
K1	1	
K2	1	
N	2	
Costes detectores	9.918,65 €	€

Resumen de costes para instalaciones especiales:

A continuación, se muestra una tabla resumen con los costes pertinentes a las instalaciones especiales del buque:

COSTE INSTALACIONES ESPECIALES	
Partida	Coste
Instalaciones y equipos de automatización	138.312,06 €
Instalaciones y equipos CI especiales	22.174,41 €
TOTAL	160.486,47 €

3.7 Resumen de costes de materiales y equipos.

A continuación, se muestra una tabla resumen de los costes de cada una de las partidas analizadas a lo largo del apartado.

TOTAL COSTES DE CASCO Y EQUIPOS	
Partida	Coste
Costes del casco	500.631,35 €
Costes de equipos armamento e instalaciones	957.819,23 €
Costes de equipos específicos	307.468,27 €
Costes de propulsión	956.379,03 €
Costes de maquinaria auxiliar de propulsión	84.083,70 €
Costes de instalaciones especiales	160.486,47 €
TOTAL COSTES	2.966.868,06 €

4. COSTES DEBIDOS A LA MANO DE OBRA.

En este apartado se procederá al cálculo del número de horas que serán empleadas en la mano de obra del buque proyecto. El desglose de horas empleadas se hará realizando el mismo desglose que en el apartado anterior.

Se supondrá un coste medio de la mano de obra de 30€/h, donde se incluirán los sueldos, cargas sociales y otro tipo de gastos.

4.1 Horas empleadas en el casco.

Para obtener el número de horas empleadas en la construcción del casco del buque, éste será dividido en las siguientes partidas:

Horas empleadas en el acero estructural, amurada y perfiles:

La estimación de la elaboración del acero no es fácil de realizar debido a que influyen muchos factores que afectan al coste final. Sin embargo, se puede hacer una estimación en base al peso del acero y ciertos factores en relación a este.

Las horas empleadas se pueden calcular mediante la siguiente fórmula:

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

Dónde:

- P_{ac} : Peso del acero, en t. En el *Cuaderno 2* se estimó en 521,51 t.
- K_{ba} : Índice de mano de obra del casco, estimado en 60 h/t.
- K_f : Índice de coeficiente de forma, del orden de 0,3.
- C_f : Coeficiente de forma, en este caso el del buque a proyectar 0,52.
- K_b : Constante que muestra si el buque tiene o no bulbo.
- K_e : Índice de complejidad del acero, dónde para el buque a proyectar será 0.
- C_e : Coeficiente del peso del acero especial en relación con el total, será 0.
- K_c : Coeficiente del número de cubiertas, estimado en 0,05.
- N_c : Número de cubiertas de CM y exteriores, en este caso 5.

$$N^{\circ}h = 521,51 \cdot 60 \cdot (1 + 0,3 \cdot (1 - 0,52)) \cdot (1 + 0) \cdot 1 \cdot (1 + 0,05 \cdot (5 - 1))$$

$$N^{\circ}h = 42955,74 \text{ h}$$

ACERO, AMURADA Y PERFILES		
Peso del acero	521,51	t
Indice mano de obra	60	h/t
Cf	0,52	
Kf	0,3	
Kb	0	
Ke	0	
Ce	0	
Kc	0,05	
Nc	5	
Nº de horas	42955,74	h

Horas empleadas en el resto de materiales del casco:

Las horas empleadas en la construcción del resto de materiales del casco se puede estimar con la siguiente expresión:

$$N^{\circ}h = 25 + 30 \cdot L^{1/3} \cdot H \cdot K_1$$

Dónde:

- L: Eslora del buque, en m.
- H: Puntal del buque, en m.
- K: Constante que indica el número de hélices del buque a proyectar, en este caso 2.

$$N^{\circ}h = 25 + 30 \cdot 38^{1/3} \cdot 6,65 \cdot 2 = 1366,43 \text{ h}$$

RESTO MATERIALES DEL CASCO		
Eslora del buque	38	m
Nº de hélices	2	
Puntal del buque	6,65	m
Nº de horas	1366,43	h

Horas empleadas en la preparación de superficies:

Para la preparación de superficies del buque se puede estimar que se invierte una cantidad de 0,04 horas por metro cuadrado. Considerando las superficies interior y exterior se invierte un total de horas de:

$$N^{\circ}horas = 0,04 \cdot (602,28 + 727,77) = 53,2 \text{ h}$$

PREPARACIÓN DE SUPERFICIES		
Superficie exterior	602,28	m ²
Superficie interior	727,77	m ²
Horas por metro cuadrado	0,04	h/m ²
Nº de horas	53,20	h

Horas empleadas en la pintura y control de corrosión:

La mano de obra empleada en la pintura, galvanizado y control de la corrosión del casco del buque se puede estimar mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}horas = 0,25 \cdot S_{OM} + (1 + 0,3 \cdot N_{OM}) + 0,35 \cdot S_{OV} \cdot \left(\frac{N_{OV}}{4}\right) + 0,4 \cdot S_i \cdot N_i$$

Donde:

- S_{OM} : Superficie de la obra muerta, siendo para el buque de 522,5 m².
- N_{OM} : Número de capas de pintura, estimadas en 3.
- S_{OV} : Superficie de la obra viva, estimada en 602,28 m².
- N_{OV} : Número de capas de pintura, estimadas en 3
- S_i : Superficie interior, siendo de 727,77 m².
- N_i : Número de capas de pintura, estimadas en 3

$$N^{\circ}horas = 0,25 \cdot 522,5 + (1 + 0,3 \cdot 3) + 0,35 \cdot 602,28 \cdot \left(\frac{3}{4}\right) + 0,4 \cdot 727,77 \cdot 3$$

$$N^{\circ}horas = 1163,95 h$$

Resumen de la mano de obra del casco:

A continuación, se muestra una tabla resumen con el número de horas empleadas en el casco y el coste que suponen.

MANO DE OBRA EMPLEADA EN EL CASCO		
Denominación	Nº de horas	Coste
Acero, amurada y perfiles	42955,74	1.288.672,07 €
Resto de materiales	1366,43	40.992,85 €
Preparación de superficies	53,20	1.596,06 €
Pintura y control de corrosión	1163,95	34.918,43 €
TOTAL	45539,31	1.366.179,40 €

4.2 Mano de obra de equipo, armamento e instalaciones.

A lo largo de este apartado se calcularán los costes debidos a la mano de obra en equipos, armamento e instalaciones necesarias para el buque. A continuación, se desglosan los costes:

Horas empleadas en equipos de fondeo, amarre y remolque:

A continuación, se desglosa el coste de la mano de obra de los equipos de fondeo, amarre y remolque del buque, se calculará el número de horas requeridas en anclas, cadenas, cables y estachas, mediante la siguiente expresión:

$$N^{\circ} h = 37 \cdot P_a^{0,4} \cdot n$$

Dónde:

- P_a será el peso del ancla, definida en el *Cuaderno 12*.
- n será el número de anclas.

$$N^{\circ}h = 37 \cdot 1,02^{0,4} \cdot 2 = 74,59 h$$

ACERO, AMURADA Y PERFILES		
Peso de las anclas	1,02	t
Nº de anclas	2	
Nº de horas	74,59	h

Horas empleadas en medios de salvamento:

El número de horas empleadas en medios de salvamento se estimará en función del número de tripulantes a bordo, mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}h = 300 + 1,5 \cdot N = 300 + 1,5 \cdot 6 = 309 h$$

MEDIOS DE SALVAMENTO		
Nº de tripulantes	6	tripulantes
Nº de horas	309	h

Horas empleadas en la habilitación:

La mano de obra necesaria para la habilitación se calculará en función de su superficie, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} h = 16 \cdot S_h = 16 \cdot 228,7 = 3659,2 h$$

HABILITACIÓN		
Superficie habilitación	228,7	m ²
Nº de horas	3659,2	h

Horas empleadas en fonda y hotel:

El número de horas empleado para fonda y hotel se estimará en función del número de tripulantes del buque, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}h = 115 \cdot N = 115 \cdot 6 = 690 h$$

FONDA Y HOTEL		
Nº de tripulantes	6	tripulantes
Nº de horas	690	h

Horas empleadas en el aire acondicionado:

La mano de obra empleada para el aire acondicionado vendrá dada en función de la superficie destinada a la habilitación:

$$N^{\circ}h = 2 \cdot S_h = 2 \cdot 228,7 = 457,4 h$$

AIRE ACONDICIONADO		
Superficie habilitación	228,7	m ²
Nº de horas	457,4	h

Horas empleadas en equipos de navegación:

La mano de obra empleada para los equipos de navegación viene dada en función de la cantidad de dispositivos instalados. El número de equipos instalados es de 11.

$$N^{\circ}h = 115 \cdot N_c^{2/3} = 115 \cdot 10^{2/3} = 568,8 h$$

EQUIPOS DE NAVEGACION		
Equipos instalados	11	
Nº de horas	568,80	h

Horas empleadas en medios contraincendios:

La mano de obra empleada para los medios contraincendios se estima en función de la longitud del buque mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}h = 5,5 \cdot L = 5,5 \cdot 38 = 209 h$$

MEDIOS CONTRAINCENDIOS		
Eslora del buque	38	m
Nº de horas	209,00	h

Horas empleadas en instalación eléctrica:

La instalación eléctrica requerirá un número de horas estimado en función de la potencia eléctrica instalada y la superficie de la habilitación, tal y como se muestra en la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}h = 4 \cdot S_h + 6 \cdot P = 4 \cdot 228,7 + 6 \cdot 7830 = 8750,8 h$$

INSTALACIÓN ELÉCTRICA		
Superficie habilitación	228,7	m ²
Potencia instalada	7830	Kw
Nº de horas	8750,80	h

Horas empleadas en tuberías:

El número de horas empleadas en tuberías viene estimado mediante la siguiente expresión:

$$N^{\circ} h = 11 \cdot BHP^{0,35} = 11 \cdot 6000^{0,35} = 231,07 h$$

TUBERÍAS		
Potencia propulsores	6000	Kw
Nº de horas	231,07	h

Resumen de la mano de obra de equipos, armamento e instalaciones:

A continuación, se muestra una tabla resumen con las horas empleadas y los costes que suponen los equipos, armamento e instalaciones.

MANO DE OBRA EQUIPOS, ARMAMENTO E INSTALACIONES		
Denominación	Nº de horas	Coste
Acero, amurada y perfiles	74,59	2.237,65 €
Medios de salvamento	309	9.270,00 €
Habilitación	3659,2	109.776,00 €
Fonda y hotel	690	20.700,00 €
Aire acondicionado	457,4	13.722,00 €
Equipos de navegación	568,80	17.064,00 €
Medios contraincendios	209,00	6.270,00 €
Instalación eléctrica	8750,80	262.524,00 €
Tuberías	231,07	6.932,13 €
TOTAL	14949,85	448.495,79 €

4.3 Mano de obra en equipos específicos.

En este apartado se desglosan los equipos específicos del buque proyecto, en este caso, los equipos relacionados con el remolque:

Horas empleadas en el chigre de remolque:

La mano de obra empleada para el chigre de remolque se estima mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} h = 36 \cdot L^{\frac{2}{3}} = 36 \cdot 38^{\frac{2}{3}} = 406,9 h$$

CHIGRE DE REMOLQUE		
Eslora del buque	38	m
Nº de horas	406,90	h

Horas empleadas en el gancho de remolque y horquilla:

La mano de obra del gancho de remolque y horquilla se estima en una duración de 90 horas.

$$N^{\circ} h = 90 h$$

GANCHO DE REMOLQUE Y HORQUILLA		
Nº de horas	90,00	h

Resumen de la mano de obra en equipos específicos:

A continuación, se muestra una tabla resumen con el número de horas empleadas en la mano de obra y el coste total de estas mismas.

MANO DE OBRA EN EQUIPOS ESPECÍFICOS		
Denominación	Nº de horas	Coste
Chigre de remolque	406,90	12.207,11 €
Gancho de remolque y horquilla	90,00	2.700,00 €
TOTAL	496,90	14.907,11 €

4.4 Mano de obra en equipos de propulsión.

En esta partida se desglosa el coste por la mano de obra de los equipos de propulsión en generadores y en propulsores AziPod.

Horas empleadas en los generadores:

El número de horas empleado en los generadores viene definido en función de la potencia instalada en el buque y el número de generadores instalados. Se estima mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}h = 10 \cdot BHP^{2/3} \cdot N_{mp} = 10 \cdot 6000^{2/3} \cdot 2 = 7.886,26 h$$

GENERADORES		
Potencia instalada	7830	Kw
Nº de generadores	2	
Nº de horas	7886,26	h

Horas empleadas en los propulsores AziPod:

El número de horas empleadas en los propulsores AziPod, se estima en función de la potencia propulsora. Se estima mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} h = 14,5 \cdot Pot. prop^{0,7} = 14,5 \cdot 6000^{0,7} = 6398,44 h$$

PROPULSORES AziPod		
Potencia	6000	Kw
Nº de horas	6398,44	h

Resumen de la mano de obra en equipos de propulsión:

A continuación, se muestra una tabla resumen con el número de horas empleadas para los equipos de propulsión y el coste que supone:

MANO DE OBRA EN EQUIPOS DE PROPULSIÓN		
Denominación	Nº de horas	Coste
Generadores	7886,26	236.587,84 €
Propulsores AziPod	6398,44	191.953,10 €
TOTAL	14284,70	428.540,94 €

4.5 Mano de obra en maquinaria auxiliar de propulsión.

A lo largo de esta partida estará englobados los costes de la mano de obra de la maquinaria auxiliar de propulsión:

Horas empleadas en los sistemas de circulación, refrigeración y lubricación de auxiliares: La mano de obra requerida para estos sistemas viene dada en función de la potencia instalada en el buque. Se estima mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}horas = 230 + 0,18 \cdot BHP = 230 + 0,18 \cdot 7830 = 1639,4 h$$

SISTEMAS REFR, CIRC Y LUBR		
Potencia instalada	7830	Kw
Nº de horas	1639,40	h

Horas empleadas en el sistema de manejo de combustible:

La mano de obra del sistema de combustible viene dada en función de la potencia y de una constante de 0,24 para buque con combustible MDO. Se estima mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}h = K \cdot BHP = 0,24 \cdot 6000 = 1440 h$$

SISTEMA DE MANEJO DE COMBUSTIBLE		
Potencia	6000	Kw
K	0,24	
Nº de horas	1440,00	h

Horas empleads en los sistemas auxiliares del casco:

La mano de obra necesaria en la instalación de los sistemas auxiliares del casco viene definida por la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}h = 420 + 0,47 \cdot L \cdot (B + D) = 420 + 38 \cdot (12,5 + 6,65) = 762,02 h$$

SISTEMAS AUXILIARES DEL CASCO		
Eslora del buque	38	m
Manga del buque	12,5	m
Puntal del buque	6,65	m
Nº de horas	762,019	h

Horas empleadas en equipos sanitarios:

La mano de obra necesaria para los equipos sanitarios del buque se estima mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ}h = K_1 \cdot (280 + 8 \cdot Q_A) + K_2 \cdot (200 + 3,5 \cdot N) + K_3 \cdot (140 + 3,9 \cdot N) + 400 \cdot K_4$$

Dónde:

- K_1 : Constante de valor 1 para buques con generador de agua dulce
- Q_A : Caudal del generador de agua dulce, siendo de 3,17 t/día.

- K_2 : Constante con valor 1 para buques con equipos hidr6foros.
- N : N6mero de tripulantes, siendo 6 para el buque a proyectar.
- K_3 : Constante con valor 1 para buques con planta TAR
- K_4 : Constante con valor 0 para buques sin incineradores

$$N^{\circ}h = 1 \cdot (280 + 8 \cdot 3,17) + 1 \cdot (200 + 3,5 \cdot 6) + 1 \cdot (140 + 3,9 \cdot 6) + 400 \cdot 0$$

$$N^{\circ}h = 689,76 h$$

EQUIPOS SANITARIOS		
K1	1	
K2	1	
K3	1	
K4	0	
Caudal agua dulce	3,17	m ³ /h
N ^o tripulantes	6	tripulantes
N ^o de horas	689,76	h

Horas empleadas en equipos varios:

A continuaci6n, se muestra el n6mero de horas de mano de obra necesaria para la instalaci6n de los ventiladores de c6mara de m6quinas y medios de desmontaje. Se estima mediante la siguiente f6rmula:

$$N^{\circ} h = K + 0,005 \cdot BHP = 1400 + 6000 \cdot 0,005 = 1430 h$$

EQUIPOS VARIOS		
K	1400	
Potencia propulsora	6000	Kw
N ^o de horas	1430	h

Resumen de la mano de obra de la maquinaria auxiliar de propulsi6n:

A continuaci6n, se muestra una tabla resumen de las horas empleados en la mano de obra de la maquinaria auxiliar de propulsi6n y los costes que supone:

MANO DE OBRA EN MAQUINARIA AUXILIAR DE PROPULSI6N		
Denominaci6n	N ^o de horas	Coste
Sistemas de refr, circ y lubr	1639,40	49.182,00 €
Sistema de manejo de combustible	1440,00	43.200,00 €
Sistemas auxiliares del casco	762,019	22.860,57 €
Equipos sanitarios	689,76	20.692,80 €
Equipos varios	1430	42.900,00 €
TOTAL	5961,179	178.835,37 €

4.6 Mano de obra de las instalaciones especiales.

A lo largo de esta partida se desglosan las horas empleadas en las instalaciones especiales, evaluando su coste. Las partidas que implican las instalaciones especiales son:

Horas empleadas en pertrechos y respetos:

Se estima un número de horas de los pertrechos y respetos mediante la siguiente fórmula:

$$N^{\circ} \text{ horas} = K_1 \cdot BHP^{0,5} + 2 \cdot L + K_2$$

K_1 es una constante cuyo valor es 0,8 para motores de cuatro tiempos, y K_2 es una constante es de 100.

$$N^{\circ} \text{ horas} = 0,8 \cdot 7830^{0,5} + 2 \cdot 38 + 100 = 246,79 \text{ h}$$

PERTRECHOS Y RESPETOS		
K1	0,8	
K2	100	
Eslora del buque	38	m
Potencia instalada	7830	Kw
Nº de horas	246,79	h

Horas empleadas en instalaciones contraincendios especiales:

Al carecer de suficiente información sobre esta partida, se supondrá el coste de la mano de obra de las instalaciones contraincendios especiales como el 20% del coste de las instalaciones para la lucha contraincendios calculado previamente, por lo tanto:

$$N^{\circ} \text{ horas} = 147,83 \text{ h}$$

INSTALACIONES CONTRAINCENDIOS ESPECIALES		
Coste contraincendios	22.174,41 €	€
Porcentaje	20	%
Nº de horas	147,83	h

Resumen de la mano de obra de instalaciones especiales:

A continuación, se muestra una tabla resumen con el número de horas empleadas en la mano de obra y el coste que supone;

MANO DE OBRA EN INSTALACIONES ESPECIALES		
Denominación	Nº de horas	Coste
Pertrechos y respetos	246,79	7.403,69 €
Instalaciones contraincendios especiales	147,83	4.434,88 €
TOTAL	394,61925	11.838,58 €

4.7 Resumen de costes de la mano de obra.

A continuación, se muestra una tabla resumen con los costes de la mano de obra:

TOTAL DE COSTES DE LA MANO DE OBRA	
Partida	Coste
Casco	1.366.179,40 €
Equipos, armamento e instalaciones	448.495,79 €
Equipos específicos	14.907,11 €
Equipos de propulsión	428.540,94 €
Maquinaria auxiliar de propulsión	178.835,37 €
Instalaciones especiales	11.838,58 €
TOTAL COSTES MANO DE OBRA	2.448.797,19 €

5. COSTE DE CONSTRUCCIÓN DEL BUQUE.

A lo largo de los dos apartados anteriores se ha calculado el coste empleado tanto en materiales y equipos del buque como en el coste de la mano de obra empleada. Por lo tanto, el coste de construcción del buque será el siguiente:

$$\text{Coste construcción} = \text{Coste equipos} + \text{Coste materiales} + \text{Coste mano de obra}$$

TOTAL COSTE DEL BUQUE	
Partida	Coste
Equipos y materiales	2.966.868,06 €
Mano de obra	2.448.797,19 €
TOTAL	5.415.665,25 €

El total del coste de construcción del buque es de:

$$\text{Coste construcción} = 5.415.665,25 \text{ €}$$

6. COSTES VARIABLES DEL ASTILLERO.

A lo largo de los apartados anteriores se han calculado los costes de construcción y mano de obra del buque. El coste total también contempla costes variables de astillero, dónde se incluyen las siguientes partidas:

- Gastos de ingeniería
 - Proyecto contratado en el exterior.
 - Ensayos en canal.
 - Estudios especiales contratados de forma externa

- Gastos de clasificación, reglamentos y certificados
 - Sociedades de Clasificación
 - Otras entidades reguladoras
 - Inspección de buques
 - Colegio oficial de ingenieros navales

- Pruebas y garantías
 - Botadura
 - Práctico y remolcadores
 - Varada
 - Pruebas, ensayos, montadores y supervisores
 - Garantía

- Armador y entrega
 - Gastos de representación

- Servicios auxiliares durante la construcción
 - Instalación provisional de fuerza y alumbrado
 - Andamiaje
 - Limpieza
 - Seguro de construcción

Se puede suponer que estos costes representan alrededor del 3 y el 5% sobre el total de construcción del buque. Para el buque a proyectar se considerará el valor máximo.

Por otro lado, también se ha de considerar el porcentaje de beneficio del astillero, estimado entre el 7 y el 10% del coste de construcción, en caso de buques de gran tamaño. Para el buque a proyectar se considerará un margen de beneficio del 10%.

Por lo tanto, los costes variables del astillero supondrán un 15% del coste de construcción del buque a proyectar.

$$Costes_{astillero} = 15\% Coste\ construcción$$

$$Costes_{astillero} = 0,15 \cdot 5.415.665,25 = 812.349,79 \text{ €}$$

7. COSTE TOTAL DEL BUQUE PROYECTO.

A lo largo de los apartados anteriores se ha realizado el cálculo del coste total del buque, dividido en las siguientes partidas:

- Coste de construcción del buque
- Coste de mano de obra
- Gastos variables del astillero

Por lo tanto, el coste total del buque a proyectar será el siguiente:

TOTAL COSTE DEL BUQUE PROYECTO	
Partida	Coste
Equipos y materiales	2.966.868,06 €
Mano de obra	2.448.797,19 €
Gastos del astillero	812.349,79 €
TOTAL	6.228.015,04 €

El pago del buque será fraccionado y se irá realizando a medida que se vayas alcanzando los siguientes objetivos:

- Firma del contrato (20%)
- Puesta de quilla (25%)
- Botadura (35%)
- Entrega (20%)

PAGOS POR PARTE DEL ARMADOR		
OBJETIVO	%	COSTE
Firma del contrato	20%	1.245.603,01 €
Puesta de quilla	25%	1.557.003,76 €
Botadura	35%	2.179.805,26 €
Entrega	20%	1.245.603,01 €
TOTAL	100%	6.228.015,04 €

8. ESTUDIO DE LA VIABILIDAD DEL PROYECTO:

A continuación, se estudiará la viabilidad económica del proyecto en base a una hipótesis de partida (ruta del buque, puertos base y escala, flete, etc..).

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 en inversiones menos rentables en ideas de negocio más seguras. Es muy importante en el estudio de 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 barco al fin de la vida útil del primero.

Este estudio de viabilidad tiene como objetivo analizar desde el punto de vista del armador la viabilidad del proyecto. Para realizar el análisis se van a estudiar varios 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.

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.

8.1 Hipótesis de partida:

Tiempo de construcción:

A partir de otros proyectos consultados se estima un tiempo de construcción del buque de un año y medio.

Ruta de operación del buque:

El buque proyecto está diseñado para una labor portuaria. Principalmente su función es la de remolcar buques ayudando a estos en las maniobras y operaciones portuarias, pero también tiene la función de rompehielos. Por ambas razones el buque operará en un puerto en el que se puedan formar hielos. El destino final del buque será el golfo de Botnia, situado en el mar Báltico, entre Suecia y Finlandia.



En esta zona, en invierno, los lagos y mares suelen congelarse a finales de noviembre y principios de diciembre, y a principios de abril la capa de hielo alcanza su máximo grosor, generalmente entre 50 y 65 cm. En los inviernos más rigurosos, el mar Báltico puede congelarse casi por completo, pero en los más benignos permanece abierto, a excepción de los extremos de los golfos de Botnia y de Finlandia.

El buque operará fundamentalmente en el puerto de la ciudad sueca de Luleå, el cual será su puerto base. Este puerto es el quinto puerto más importante de Suecia y transporta alrededor de 10 millones de toneladas de carga al año. Es de particular importancia debido al mineral de hierro extraído por la empresa LKBA en las minas de Kiruna y Gällivare/Malmberget.



El buque proyecto en las temporadas de verano donde la formación de hielos es menor, puede cambiar su operatividad a puertos más al norte si fuese conveniente.

Actividad que realizará el buque:

El buque proyecto tiene la característica principal de remolcador. Con esta característica, su labor principal es la de remolcar y ayudar en las labores de maniobra de puerto a otros buques. En el caso del puerto en el que va a operar, la ayuda de un remolcador es fundamental, ya que los buques solo pueden entrar a puerto con la marea alta y la maniobrabilidad es muy limitada.

A mayores, el buque tiene la característica de rompehielos, mediante la cual el buque tendrá como labor la de apertura de pasos cercanos al puerto para el paso de buques. La zona de operación del buque en el puerto de Luleå, es una zona donde la acumulación de hielo en los pasos de los buques es muy frecuente en invierno, por lo que su labor es necesaria.

Según la cota de clase del buque, "Icebreaker 6", el buque es capaz de romper capas de hielo en las estaciones de verano y otoño de hasta un máximo de 1 metro y en las estaciones de invierno y primavera de hasta 0,8 metros.

Para las labores de remolque, el buque proyecto tiene una capacidad de tiro de 90 TPF, lo que se traduce en una tracción mínima de 90 toneladas a una velocidad próxima a 1 nudo. Los ensayos de tiro se realizarán con el buque amarrado a un noray dado avance a toda y con un dinamómetro se mide la tracción del buque.

Ocupación:

Se supone que el primer año de explotación el buque tiene una ocupación del 70% ya que se obtiene un coste total del buque bajo y para obtener unos resultados no desvirtuados. El aumento anual de ocupación se muestra a continuación.

Años de explotación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Ocupación	70%	75%	85%	87%	90%	92%	94%	95%	98%	98%	98%	98%	98%	98%	98%

Flete:

Como ya se ha comentado, el buque proyecto va a tener su centro de operación en el puerto de Luleå. Los remolcadores portuarios en Suecia actúan de acuerdo a un concurso y una concesión administrativa. Por lo tanto, los servicios de remolque se rigen por una tarifa de la autoridad portuaria.

Las tarifas actuales en el puerto de Luleå son las siguientes:

Gross tonnage	Arrival	Departure
0 - 4 200	2 660	1 525
4 201 - 7 500	3 140	1 855
7 501 - 11 700	3 945	2 255
11 701 - 14 200	4 265	2 420
14 201 - 17 500	4 835	2 735
17 501 - 22 500	5 315	3 065
22 501 - 33 400	6 120	3 380
> 33 400	6 925	3 705

Ilustración: www.portlulea.com

Berth shifting	Berth shifting along the quay will be counted as arrival. Berth shifting from one quay to another will be counted as departure and arrival.
Overtime	Between 14:30 and 06:00 on Mondays to Fridays and on Saturdays and Sundays a supplement of 100% on the above basic tariff will be payable.
Waiting time	Waiting time that arises when arrival/departure time is changed less than two hours before arrival/departure. Waiting time of more than 30 minutes will be charged as follows: Monday to Friday, 06:00 – 14:30 SEK 460 per man per hour other times SEK 775 per man per hour weekends SEK 920 per man per hour separate list SEK 1,500 per man per hour separate agreement according to quotation

Los precios mostrados en la tabla anterior están en coronas suecas, por lo tanto, antes de realizar los cálculos, se pasarán a euros.

Como se indica, a dichos precios se aplica un suplemento del 100% en fin de semanas y por las tardes entre semana.

Se calcula que al mes se realizan unas 60 salidas y 60 entradas, y que de ellas dos tercios disponen de un suplemento por realizarse en unas horas determinadas. Se estipula el precio máximo. Además, se incluyen unos ingresos adicionales de 50.000€ debido a labores especiales realizadas y por pagos por posibles retrasos.

SALIDA	3705	SEK	359,39 €
ENTRADA	6925	SEK	671,73 €

Nº de entradas	60
Nº de salidas	60
Entradas C.S	45
Salidas C.S	45
ENTRADAS	70.531,13 €
SALIDAS	37.735,43 €
TOTAL	158.266,55 €

9. AMORTIZACIONES.

Se considerará una amortización lineal del buque, con motivo de simplificar los cálculos. Dicha amortización se caracteriza por tener cuotas anuales constantes y representar la depreciación de un bien en el tiempo, que en este caso es un buque.

Sus cuotas se calculan mediante la siguiente expresión.

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

Donde,

El valor inicial del buque es el coste calculado en apartados anteriores del cuaderno, que es igual a 6.228.015,04 €.

El valor final es el que posee su buque al final de su explotación que se ha fijado en un periodo de 15 años. Este valor puede estimarse en un 75% del valor inicial, ya que se toma un 5% por año, es decir, 1.557.003,76 €.

Se ha seleccionado un periodo de amortización de 15 años debido a que es superior a los años de devolución del crédito e inferior al límite máximo permitido por la legislación vigente.

Con esto se obtienen unas cuotas de amortización anuales de:

$$AMORTIZACIÓN = \frac{6.228.015,04 - 1.557.003,76}{15} = 311.400,75\ €$$

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

10. GASTOS OPERATIVOS ANUALES.

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

- El valor actual del buque.
- El valor contable del buque.
- Costes fijos directos
- Costes variables directos
- Costes indirectos

10.1 Valor actual del buque.

El valor actual del buque representa la variación del valor del buque debido a la depreciación de los bienes 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 (Índice de precios industriales) obtenido del Instituto Nacional de Estadística y mostrado en la tabla de Excel.

10.2 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.

$$\text{Valor contable} = \text{Coste buque} - (\text{Amortización} \cdot n^{\text{o}} \text{ año estudiado})$$

El valor de la amortización se calculó en el apartado anterior.

10.3 Costes fijos directos.

Los costes fijos directos son los gastos directamente relacionados con la explotación del buque y que varían en función del volumen de actividad. En dichos gastos incluyen los derivados del mantenimiento del buque y el coste de salarios de la dotación. Se detallan a continuación:

Mantenimiento:

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

$$\text{Coste}_{\text{mantenimiento}} = \text{Valor actual del buque} \cdot \text{Tasa mantenimiento}$$

La tasa de mantenimiento es del 0,33% anualmente y del 1,7% cada cuatro años. Esta tasa de mantenimiento se considera constante y con un valor del 0,33% anualmente, pero dicho valor cambia cada cuatro años debido a que el buque debe realizar tareas de mantenimiento de mayor importancia, lo que supone que esta tasa aumente considerablemente.

Tripulación:

El buque proyecto cuenta con una tripulación formada por 6 personas. La tripulación la forman un capitán, un jefe de máquinas y 4 tripulantes.

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

SALARIOS TRIPULACIÓN			
Rango	Número	Salario	TOTAL
Capitán	1	90.000,00 €	90.000,00 €
J.Máquinas	1	90.000,00 €	90.000,00 €
Marineros	4	30.000,00 €	120.000,00 €
TOTAL			300.000,00 €

Debido a que el buque no va a tener siempre la misma tripulación debido a que no van a trabajar durante todo el año a todas horas, se establece un 50% más los costes de la tripulación por las guardias y la tripulación de reserva que pueda tener el buque

$$\text{Tripulación} = 300.000 \cdot 1,5 = 450.000 \text{ €}$$

A estos valores, se le considerará una subida del IPC, según los datos obtenidos del Instituto Nacional de Estadística, el cual se considerará cíclico para su vida útil.

Seguro marítimo:

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.

$$\text{Tasa pura} = 0,1 + 0,02 \cdot \text{tiempo en explotación del buque}$$

Se incluirán la tasa por otros riesgos. Es una tasa que depende del valor asegurado del buque. Es calculada de la siguiente fórmula:

$$\text{Tasa riesgos} = (30 + 7 \cdot \text{tiempo}_{\text{explot}}) \cdot \frac{\text{Toneladas Peso Muerto}}{\text{Valor asegurado}}$$

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.

10.4 Costes 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 costes de escala.

Coste de combustibles:

El coste del combustible se ha calculado en función de las horas totales que el buque este de servicio, tanto en maniobras de remolque como en otro tipo de operaciones.

Las horas estimadas de un buque remolcador, en la zona de operación, para una operación, son de 2 horas. Suponiendo que el buque proyecto realiza una operación al mes, el número de horas empleadas al año en operaciones será de:

$$N^{\circ} \text{ horas} = 2 \cdot 1 \cdot 30 \cdot 12 = 17280 \text{ h}$$

El precio del combustible se ha calculado haciendo la media de los valores proporcionados por la página “*navigatemag.rum*”.

Aceite:

El gasto de aceites se estima en un 5% del gasto de combustible.

Escala:

El puerto base del buque es el puerto de Luleå. El buque al tener una concesión con la administración portuaria, se incluyen los gastos de escala, por lo que el buque no ha de pagar gastos por escala.

A continuación, se muestra una tabla “*Excel*” con un resumen de los gastos operativos anuales.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
IPRI %				1,90	0,60	0,80	- 0,50	- 0,50	- 0,10	0,10	0,50	2,30	2,10	2,30	2,40	2,50	2,60
Valor actual del buque			6.228.015,04	6.346.347,33	6.265.383,13	6.277.839,16	6.196.874,97	6.196.874,97	6.221.787,03	6.234.243,06	6.259.155,12	6.371.259,39	6.358.803,36	6.371.259,39	6.377.487,40	6.383.715,42	6.389.943,43
Valor contable del buque			5.605.213,54	5.412.145,07	5.019.780,12	4.720.835,40	4.328.470,45	4.017.069,70	3.730.581,01	3.431.636,29	3.145.147,60	2.945.851,11	2.621.994,33	2.323.049,61	2.017.876,87	1.712.704,14	1.407.531,40
Gastos fijos directos																	
Mantenimiento			20.552,45	20.942,95	20.675,76	20.716,87	105.346,87	20.449,69	20.531,90	20.573,00	20.655,21	108.311,41	108.099,66	108.311,41	108.417,29	108.523,16	108.629,04
Tripulación			450.000,00	463.500,00	463.500,00	465.300,00	465.750,00	462.600,00	468.450,00	448.650,00	458.100,00	464.400,00	468.000,00	465.300,00	460.350,00	467.100,00	460.800,00
Seguros																	
Tasa Pura			5.381,00	6.061,60	6.425,32	6.798,00	6.925,55	7.070,04	7.162,72	7.137,80	7.045,13	7.070,04	6.712,31	6.318,69	5.811,49	5.206,62	4.504,10
Margen			1.121,04	1.082,43	1.003,96	944,17	865,69	803,41	746,12	686,33	629,03	589,17	524,40	464,61	403,58	342,54	281,51
Tasa otros riesgos			68,34	81,27	94,20	107,13	120,06	132,98	145,91	158,84	171,77	184,70	197,63	210,56	223,49	236,42	249,35
Total seguro			6.570,39	7.225,30	7.523,47	7.849,30	7.911,30	8.006,44	8.054,74	7.982,97	7.845,93	7.843,91	7.434,33	6.993,86	6.438,55	5.785,58	5.034,95
Total gastos fijos directos			477.122,84	491.668,25	491.699,24	493.866,17	579.008,18	491.056,13	497.036,64	477.205,97	486.601,14	580.555,32	583.533,99	580.605,27	575.205,83	581.408,74	574.463,99
Gastos variables directos																	
Valor del combustible			0,75	0,77	0,78	0,82	0,90	0,91	1,01	0,99	1,04	1,07	1,02	1,00	1,04	1,06	1,07
Costes combustible			9.072,00	9.979,20	11.456,64	12.327,55	13.996,80	14.466,82	16.405,63	16.251,84	17.611,78	18.119,81	17.273,09	16.934,40	17.611,78	17.950,46	18.119,81
Costes aceites			453,60	498,96	572,83	616,38	699,84	723,34	820,28	812,59	880,59	905,99	863,65	846,72	880,59	897,52	905,99
Total gastos variables directos			9.525,60	10.478,16	12.029,47	12.943,93	14.696,64	15.190,16	17.225,91	17.064,43	18.492,36	19.025,80	18.136,74	17.781,12	18.492,36	18.847,99	19.025,80
TOTAL GASTOS OPERATIVOS ANUALES			486.648,44	502.146,41	503.728,71	506.810,09	593.704,82	506.246,28	514.262,56	494.270,41	505.093,51	599.581,12	601.670,73	598.386,39	593.698,20	600.256,73	593.489,79

11. INVERSIONES.

A lo largo de este apartado se definirán las inversiones con las que cuenta el buque. Se calculará el cash Flow sumando el total de las inversiones fijas y las inversiones de fondo de maniobra, recursos de los que dispone la empresa para hacer financiar recursos permanentes una vez satisfechos los pagos a corto plazo.

Se define el cash Flow como el flujo de dinero que se genera de todos los cobros y pagos, los cuales no están relacionados directamente con la explotación del buque, como pueden ser la construcción, venta o recursos de fondo de maniobra.

$$CFE = Total\ Inversiones\ Fijas + Inversión\ de\ fondo\ de\ maniobra$$

La inversión de fondo de maniobra es la parte del activo circulante que es financiada con recursos de carácter permanente.

11.1 Inversiones fijas:

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

- Año 0: 45% del coste total del buque.
- Año 1: 55% del coste total del buque.

Esto se debe al esquema de pagos seleccionado, que se ha expuesto en el apartado que se habla de los pagos por parte del armador.

11.2 Activo circulante:

El activo circulante está compuesto por los clientes, la tesorería y las existencias, aunque en este caso solo se consideran los dos primeros:

Cientes:

Es la parte del activo circulante 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:

$$Clientes = \frac{Ventas}{360} \cdot Días\ de\ pago$$

Donde las ventas se calculan mediante la siguiente expresión:

$$Ventas = FLETE \cdot Duracion\ travesía \cdot Ocupacion$$

El flete del buque, fue calculado en apartados anteriores, obteniendo al mes según las operaciones que realizara un total de 30.933,3€ al mes, por lo que al día de media serían 1.031,11€.

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

La ocupación, ya mostrada en apartados anteriores, determinará el porcentaje real de uso del buque anualmente.

Los días pago de clientes son los días medios de crédito que se le concede a los clientes, con un máximo de 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 periodo de tiempo.

$$Tesorería = Gastos\ operativos\ anuales \cdot Días\ tesorería \cdot \frac{1}{360}$$

Los gastos operativos anuales son los calculados en apartados anteriores 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, la suma de clientes y tesorería es el activo circulante

11.3 Pasivo circulante.

Esta partida está constituida por los proveedores. Para el cálculo de los cuales se ha considerado la siguiente expresión:

$$Provedores = Coste\ combustible \cdot Días\ de\ provedores \cdot \frac{1}{360}$$

El coste de combustible es el calculado en apartados anteriores.

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

11.4 Fondo de maniobra:

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

$$Fondo\ Maniobra = Activo\ Circulante - Pasivo\ Circulante$$

11.5 Inversión en el fondo de maniobra:

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

Para el resto de años de explotación del buque, la inversión en el fondo de maniobra se calcula mediante la siguiente expresión:

$$Inversión\ FM = FM_{actual} - FM_{año\ anterior}$$

	Activo no Corriente	Patrimonio Neto
FM {	Activo Corriente	Pasivo no Corriente
		Pasivo Corriente

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 del fondo de maniobra. El cash Flow extra operativo es el flujo de caja no debido directamente a la actividad del buque.

A continuación, se muestra una tabla con el resultado anual de lo calculado a lo largo del apartado:

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Coste de construcción	-2802607	-3425408															
Total de inversiones fijas	-2802607	-3425408	-	-	-	-	-	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ocupación			70,00	75,00	85,00	87,00	90,00	92,00	94,00	95,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00	98,00
Clientes			110.078,78	117.941,55	133.667,09	136.812,20	141.529,86	144.674,97	147.820,08	149.392,63	154.110,29	154.110,29	154.110,29	154.110,29	154.110,29	154.110,29	154.110,29
Tesorería			60.831,05	62.768,30	62.966,09	63.351,26	74.213,10	63.280,79	64.282,82	61.783,80	63.136,69	74.947,64	75.208,84	74.798,30	74.212,27	75.032,09	74.186,22
Activo circulante			170.909,84	180.709,85	196.633,18	200.163,46	215.742,96	207.955,76	212.102,90	211.176,43	217.246,98	229.057,93	229.319,14	228.908,59	228.322,57	229.142,39	228.296,52
Pasivo circulante			1.512,00	1.663,20	1.909,44	2.054,59	2.332,80	2.411,14	2.734,27	2.708,64	2.935,30	3.019,97	2.878,85	2.822,40	2.935,30	2.991,74	3.019,97
Fondo de maniobra			169.397,84	179.046,65	194.723,74	198.108,87	213.410,16	205.544,62	209.368,63	208.467,79	214.311,69	226.037,97	226.440,29	226.086,19	225.387,27	226.150,64	225.276,55
Inversión Fondo de maniobra			-169398	9.648,82	15.677,09	3.385,13	15.301,29	-7.865,54	3.824,01	-900,83	5.843,89	11.726,28	402,32	-354,09	-698,92	763,37	394.674,39
TOTAL CASH FLOW EXTRAOPERATIVO	-2802607	-3425408	-169398	9.648,82	15.677,09	3.385,13	15.301,29	-7866	3.824,01	-900,83	5.843,89	11.726,28	402,32	-354,09	-698,92	763,37	394.674,39

12. CASH FLOW TOTAL.

El Cash Flow total es el Cash Flow operativo más el Cash Flow extra operativo.

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 fórmula:

$$CFO = \text{Beneficio despues de impuestos} + \text{Amortizaciones}$$

Las amortizaciones han sido calculadas en apartados anteriores.

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

$$\text{Beneficio despues de impuestos} = \text{Beneficio antes impuesto} - \text{Impuestos}$$

Los impuestos, suponen un 33% de los beneficios antes de impuestos en el caso de que los haya, y en caso contrario su valor será 0.

Los beneficios antes de impuestos se calculan mediante la siguiente fórmula:

$$BAI = \text{Margen contribución} - \text{Costes fijos} - \text{Amortizacion de interes}$$

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.

CONCEPTO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Ventas			1.320.945,38	1.415.298,62	1.604.005,11	1.641.746,40	1.698.358,35	1.736.099,64	1.773.840,94	1.792.711,59	1.849.323,53	1.849.323,53	1.849.323,53	1.849.323,53	1.849.323,53	1.849.323,53	1.849.323,53
Costes variables			9.525,60	10.478,16	12.029,47	12.943,93	14.696,64	15.190,16	17.225,91	17.064,43	18.492,36	19.025,80	18.136,74	17.781,12	18.492,36	18.847,99	19.025,80
Margen de contribucion			1.311.419,78	1.404.820,46	1.591.975,63	1.628.802,47	1.683.661,71	1.720.909,49	1.756.615,03	1.775.647,16	1.830.831,17	1.830.297,74	1.831.186,79	1.831.542,41	1.830.831,17	1.830.475,55	1.830.297,74
Costes fijos desembolsables			327.122,84	337.168,25	337.199,24	338.766,17	423.758,18	336.856,13	340.886,64	327.655,97	333.901,14	425.755,32	427.533,99	425.505,27	421.755,83	425.708,74	420.863,99
Amortizacion			311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75	311.400,75
Beneficio antes de impuestos			672.896,19	756.251,47	943.375,65	978.635,56	948.502,78	1.072.652,61	1.104.327,63	1.136.590,43	1.185.529,27	1.093.141,66	1.092.252,05	1.094.636,39	1.097.674,58	1.093.366,06	1.098.032,99
Impuestos			222.055,74	249.562,98	311.313,96	322.949,73	313.005,92	353.975,36	364.428,12	375.074,84	391.224,66	360.736,75	360.443,18	361.230,01	362.232,61	360.810,80	362.350,89
Beneficio despues de impuestos			450.840,45	506.688,48	632.061,68	655.685,82	635.496,86	718.677,25	739.899,51	761.515,59	794.304,61	732.404,91	731.808,87	733.406,38	735.441,97	732.555,26	735.682,11
CASH FLOW OPERATIVO			762.241,20	818.089,23	943.462,44	967.086,57	946.897,61	1.030.078,00	1.051.300,27	1.072.916,34	1.105.705,37	1.043.805,67	1.043.209,63	1.044.807,13	1.046.842,72	1.043.956,01	1.047.082,86
TOTAL CASH FLOW EXTRAOPERATIVO	-2802607	-3425408	-150648	9.086,32	15.677,09	3.310,13	15.282,54	-7734	3.580,26	-76	5.450,14	11.463,78	252,32	-	241,59	-	492,67
CASH FLOW TOTAL	-2802607	-3425408	611.593,37	827.175,55	959.139,52	970.396,70	962.180,16	1.022.343,70	1.054.880,52	1.072.840,51	1.111.155,51	1.055.269,44	1.043.461,95	1.044.565,54	1.046.350,05	1.044.438,13	1.403.807,24

13. CONCLUSIONES DE VIABILIDAD.

En el apartado anterior se han mostrado los resultados obtenidos del estudio de viabilidad. Una vez obtenido el Cash Flow total, se pueden extraer los siguientes datos:

El ratio de punto muerto indica el porcentaje de actividad que deberá tener el buque para no sufrir pérdidas.

El TIR es la tasa de interés o rentabilidad que ofrece una inversión, es decir, el porcentaje de beneficio o pérdida. El valor mínimo exigido será de un 10%

El VAN acumulado es el criterio de inversión consistente en actualizar cobros y pagos de un proyecto para conocer cuánto se va a ganar o perder.

El plazo de recuperación es el periodo de tiempo requerido para recuperar el capital inicial de inversión.

A continuación, se muestran los resultados obtenidos

CONCEPTO	0	1	2	3	4
TIR	12%				
VAN ACUMULADO	-2802607	-5.916.614,29 €	-5.411.165,23 €	-4.789.695,99 €	-4.134.590,79 €
VAN ACUMULADO	747190				
PERIODO RECUPERACION	14				
RATIO DE PUNTO MUERTO			25%	24%	21%

CONCEPTO	5	6	7	8	9	10
TIR						
VAN ACUMULADO	-3532050,79	-2988925,172	-2464301,2	-1972191,651	-1517202,547	-1088803,997
VAN ACUMULADO						
PERIODO RECUPERACION						
RATIO DE PUNTO MUERTO	21%	25%	20%	19%	18%	18%

CONCEPTO	11	12	13	14	15	16
TIR						
VAN ACUMULADO	-718938,494	-386459,3604	-83885,93147	191650,7405	441680,9242	747190,2817
VAN ACUMULADO						
PERIODO RECUPERACION						
RATIO DE PUNTO MUERTO	23%	23%	23%	23%	23%	23%

De los resultados obtenidos se concluye que:

El ratio de punto muerto en los primeros años es mayor ya que se ha considerado una menor actividad en este periodo. Los años posteriores irá bajando hasta que sobre el undécimo año suba de nuevo debido a la estabilización de la ocupación con respecto al aumento mayor de los anteriores años.

El TIR, que es la rentabilidad es del 12%. No es un valor muy alto, pero es superior al 10% por lo que es superior al rendimiento mínimo que se le exige a la inversión.

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

El periodo de recuperación del buque es de 14 años.

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

14. ESTUDIO DEL PROYECTO FINANCIADO.

En este apartado se realizará un estudio de la viabilidad del proyecto mediante una financiación. Se solicitará un crédito de las siguientes características:

- Se financiará el 80% del coste total del buque, el cual, debido al esquema de pagos establecido, es necesario recibirlo en el año 0.
- Los intereses del préstamo se estiman entre el 6% y el 8%. Para el buque a proyectar se toma el valor medio. (7%)
- El periodo de devolución será de 5 años, de forma que será inferior a los años de amortización del buque

A lo largo del estudio del proyecto financiado se realizará el cálculo del Cash Flow extraoperativo y operativo, obteniendo un Cash Flow total.

El hecho de financiar el proyecto supone la apertura de una hipoteca naval, lo que trae consigo una serie de costes:

CONCEPTO	% CAPITAL PEDIDO
Estudio de la solicitud de crédito	0,15 %
Aval de los tres primeros plazos del préstamo	1%
Gastos de constitución	0,3%
Impuestos por actos jurídicos documentados	0,8%
Registro notarial	0,2%
Coste apertura hipoteca naval	2,45 % del capital pedido

La apertura de la hipoteca naval se realiza entre el año 0 y el año 1, por lo que sus costes se incluirán en dicho periodo.

Para el pago de las cuotas de devolución principal y de los intereses se ha utilizado la función "PAGOPRIN" en el programa "Excel".

CASH FLOW OPERATIVO DEL CRÉDITO:

Este término no está vinculado con la actividad del buque, sino que se genera como consecuencia de ella, debido a la entrada de capital de crédito. El Cash Flow operativo del crédito es el 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 operación:

$$CF_{OP} = Intereses + Escudo fiscal$$

Los intereses son los calculados utilizando la función "PAGOPRIN".

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 de lo contrario se aplicará la siguiente fórmula

$$Escudo fiscal = Impuesto de sociedades \cdot Interese del año presente$$

El impuesto de sociedades se considera un 33%.

CASH FLOW EXTRAOPERATIVO DEL CRÉDITO:

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

$$CF_{aoperativo} = Entradas - Gastos - Devolucion Principal$$

A continuación, se muestran los datos obtenidos:

15. CONCLUSIONES DEL PROYECTO FINANCIADO.

La rentabilidad del proyecto financiado es del 15%, superior al rendimiento mínimo que se exige al capital.

Por otro lado el VAN es creciente en el tiempo, lo que eso implica que el buque irá produciendo ganancias a lo largo de los años. Por lo tanto, se puede asegurar que no generará pérdidas al armador.

El plazo de recuperación de la inversión inicial es de 11 años.

En conclusión, se puede decir que la construcción del buque puede resultar viable para el armador.

La comparativa del proyecto sin financiar y el proyecto financiado es la siguiente:

	PROYECTO SIN FINANCIAR	PROYECTO FINANCIADO
VAN	747.190,28 €	2.709.903,20 €
PERIODO DE RECUPERACIÓN	14 AÑOS	11 AÑOS
TIR	12%	15%

De esta comparativa, se puede deducir que sería mejor financiar el proyecto, ya que la rentabilidad es mayor. El periodo de recuperación también es menor por lo que el buque comenzaría a dar beneficios 3 años antes.

16. CONCLUSIONES FINALES.

El coste de construcción estimado del buque remolcador rompehielos de 90 TPF será el siguiente:

TOTAL COSTE DEL BUQUE PROYECTO	
Partida	Coste
Equipos y materiales	2.966.868,06 €
Mano de obra	2.448.797,19 €
Costes del astillero	812.349,79 €
TOTAL	6.228.015,04 €

Para la construcción del buque, la opción más viable es la contratación de una hipoteca naval, la cual tendrá unos intereses del 7%.

El periodo de recuperación de la inversión del buque será de un tiempo aproximado de 11 años, generando beneficios a partir de ese momento.

	PROYECTO FINANCIADO
VAN	2.709.903,20 €
PERIODO DE RECUPERACIÓN	11 AÑOS
TIR	15%