



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2016/17

BUQUE SUPPLY AHTS 250TPF
CUADERNO 13: PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE
VIAVILIDAD ECONÓMICA

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNA/O

Noelia Paredes Portas

TUTORAS/ES

Fernando Lago Rodríguez

FECHA

SEPTIEMBRE 2017

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.016-2017

PROYECTO NÚMERO 17-10

TIPO DE BUQUE: SUPPLY AHTS

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV MARPOL SOLAS y los propios para este tipo de buques

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Anclas y material para apoyo a las plataformas petrolíferas así como función de remolque. 250 TPF

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: velocidad de servicio 15 Kn, 4500 millas

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Los propios para este tipo de buques

PROPULSIÓN: Diésel eléctrico

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 30 tripulantes

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los propios para este tipo de buques

Ferrol, 10 Setiembre 2016

ALUMNO/A: **D^a** Noelia Paredes Portas

El buque proyecto es un buque de apoyo a las plataformas petrolíferas, en concreto un AHTS que además de llevar suministros a las plataformas está especializado para el transportar anclas y elemento de fondeo para plataformas además de prestar servicio de remolque.

Posee un sistema de lucha contra incendios FIFI I, y un sistema de posicionamiento dinámico DP2, y además de los datos de la RPA, este buque para su propulsión cuenta con dos propulsores azimutales en popa, y para el posicionamiento dinámico, dos túnel thrusters y un thruster retráctil.

O buque proxecto é un buque de apoio ás plataformas petrolíferas, en concreto trátase dun AHTS, que ademáis de levar suministros ás plataformas está especializado para transporte e manexo de anclas e elementos de fondeo para as plataformas así comoa tamén para prestar servizo de remolque.

Posée un sistema de loita contraincendios FIFI I, e un sistema de posicionamento dinámico DP2, ademáis dos datos da RPA, este buque conta con dous propulsores acimutais en popa e en proa dous túnel thrusters e un thruster retráctil que será utilizados para o posicionamento dinámico

The Project vessel is an AHTS vessel of suport to the oil platforms that in adiction to carrying supplies to the platforms, is specualized for the transporting anchors and elements of anchor of platforms and to towing sercice.

It has a FIFI I fire-fighting sistem and DP2 dynamic positioning sistem, and in adiction, this vessel has two aft azimurhal propellers ans for dynamic positioninig, two tunnel thruster and a retactable thruster on the bow.

Las dimensiones principales del buque y la disposición general son las siguientes:

| | |
|------------------------|--------------------|
| Lpp | 77.56m |
| B(m) | 20.26m |
| T(m) | 7.71m |
| D(m) | 9.27m |
| CB | 0.69 |
| CM | 0.99 |
| CP | 0.7 |
| Δ (t) | 8743.54T |
| FN | 0.28 |
| PR(T) | 4793T |
| POT(KW) | 14400 KW |
| TIRO | 250 TPF |
| Área de cubierta | 605 m ² |
| Carga en cubierta | 2000T |
| Capacidades de tanques | |
| Diesel Oil | 971.712 T |
| Agua Técnica | 54 T |
| Fangos | 4.83 T |
| Agua de perforación | 455.26T |
| Agua Potable | 67.2 T |
| Aceite | 36.316 T |
| Aceite hidráulico | 16.29 T |
| Lastre | 1830 T |
| Brine | 460.56 T |
| Lodos de perforación | 950.35 T |
| Agua de suministro | 663.6T |
| Cadenas de anclas | 1091 T |

Contenido

| | | |
|--------|---|----|
| 1 | Introducción | 9 |
| 2 | Coste de construcción | 10 |
| 3 | Equipos y materiales | 11 |
| 3.1 | Casco | 11 |
| 3.1.1 | Costes de aceros y perfiles..... | 11 |
| 3.1.2 | Piezas fundidas | 11 |
| 3.1.3 | Materiales auxiliares a la construcción del casco | 11 |
| 3.1.4 | Preparación de superficies | 11 |
| 3.1.5 | Pintura y control de corrosión | 11 |
| 3.2 | Equipos armamento e Instalación..... | 12 |
| 3.2.1 | Equipos de fondeo y amarre..... | 12 |
| 3.2.2 | Medios de salvamento..... | 13 |
| 3.2.3 | Habilitación de alojamientos | 13 |
| 3.2.4 | Equipos de fonda y hotel | 14 |
| 3.2.5 | Equipos de acondicionamiento en alojamiento..... | 14 |
| 3.2.6 | Equipos de navegación y comunicación..... | 15 |
| 3.2.7 | Medios contra incendios | 15 |
| 3.2.8 | Instalación eléctrica | 16 |
| 3.2.9 | Tuberías..... | 16 |
| 3.2.10 | Accesorios de equipos, armamento e instalaciones | 16 |
| 3.3 | Instalación propulsora..... | 17 |
| 3.3.1 | Maquinaria propulsora | 17 |
| 3.3.2 | Hélices propulsoras | 17 |
| 3.4 | Maquinaria auxiliar a la propulsión | 17 |
| 3.4.1 | Equipos de circulación refrigeración y lubricación de la planta propulsora..... | 17 |
| 3.4.2 | Equipos de arranque de motores..... | 17 |
| 3.4.3 | Equipos de manejo de combustible | 18 |
| 3.4.4 | Equipos auxiliares del casco..... | 18 |
| 3.4.5 | Varios | 18 |
| 3.4.6 | Cargos y respetos..... | 19 |
| 3.5 | Equipos sanitarios | 19 |
| 3.5.1 | Generador de agua dulce | 19 |

| | |
|---|----|
| 3.5.2 Grupos hidróforos | 19 |
| 3.5.3 Planta de tratamiento de aguas fecales..... | 19 |
| 3.5.4 Incinerador de residuos sólidos | 19 |
| 3.6 Equipos para manejo de líquidos..... | 19 |
| 3.6.1 Bomba de carga y descarga de agua dulce de suministro | 19 |
| 3.6.2 Bomba de agua de perforación..... | 20 |
| 3.6.3 Bomba de C/D de salmuera..... | 20 |
| 3.6.4 Bomba de C/D de lodos de perforación | 20 |
| 3.7 Instalaciones y equipos de automatización y control | 20 |
| 3.7.1 Dispositivos de automatización y control reglamentarios | 20 |
| 3.7.2 Resto de dispositivos de automatización y control | 21 |
| 3.8 Hélices de empuje transversal..... | 21 |
| $c = 900 \cdot BHPt^{0.73}$ | 21 |
| 3.9 Instalaciones y quipos específicos de buques de suministro y remolcadores | 21 |
| 3.9.1 Maquinilla de remolque y manejo de anclas principal..... | 21 |
| 3.9.2 Maquinilla de manejo de anclas especial..... | 21 |
| 3.9.3 Tanque de lodos | 21 |
| 3.9.4 Rodillo de popa..... | 21 |
| 3.9.5 Grúas raíl..... | 21 |
| 4 Mano de obra | 23 |
| 4.1 Casco | 23 |
| 4.1.1 Acero | 23 |
| 4.1.2 Piezas fundidas, forjadas y aluminio..... | 23 |
| 4.1.3 Pintura y control de corrosión | 23 |
| 4.2 Equipos armamento e instalaciones | 24 |
| 4.2.1 Equipos de fondeo amarre y remolque..... | 24 |
| 4.2.2 Medios de salvamento..... | 24 |
| 4.2.3 Equipos de fonda y hotel | 24 |
| 4.2.4 Habitación y alojamiento | 24 |
| 4.2.5 Aire acondicionado | 24 |
| 4.2.6 Equipos de navegación y comunicación | 24 |
| 4.2.7 Medios contraincendios | 24 |
| 4.2.8 Instalación eléctrica | 25 |
| 4.2.9 Tuberías..... | 25 |

| | |
|---|----|
| 4.2.10 Accesorio de equipo armamento e instalaciones..... | 25 |
| 4.3 Maquinaria de cubierta | 25 |
| 4.3.1 Equipo de fondeo y amarre..... | 25 |
| 4.4 Instalación propulsora..... | 25 |
| 4.4.1 Diesel generadores..... | 25 |
| 4.4.2 Hélice propulsora..... | 26 |
| 4.5 Maquinaria auxiliar a la propulsión | 26 |
| 4.5.1 Equipos de circulación, refrigeración y lubricación | 26 |
| 4.5.2 Equipos de arranque de motores..... | 26 |
| 4.5.3 Equipos de manejo de combustible | 26 |
| 4.5.4 Equipos auxiliares del casco..... | 26 |
| 4.5.5 Varios | 26 |
| 4.5.6 Cargo, pertrechos y repuestos..... | 27 |
| 4.6 Equipos sanitarios | 27 |
| 4.7 Equipos para manejo de líquidos..... | 27 |
| 4.7.1 Sistema de C/D de agua dulce | 27 |
| 4.7.2 Sistema de C/D de agua de perforación | 27 |
| 4.7.3 Sistema de C/D de salmuera | 27 |
| 4.7.4 Sistema de C/D de lodos de perforación | 27 |
| 4.8 Hélices de empuje transversal..... | 28 |
| 4.8.1 Tunnelthruster..... | 28 |
| 4.8.2 Hélice retráctil..... | 28 |
| 4.9 Instalaciones y equipos específicos de buques de suministro y remolcadores..... | 28 |
| 4.9.1 Maquinilla de remolque y manejo de anclas principal..... | 28 |
| 4.9.2 Maquinilla de manejo de anclas especial..... | 28 |
| 4.9.3 Tanque de lodos | 28 |
| 4.9.4 Rodillo de popa..... | 28 |
| 4.9.5 Equipos de elevación de la carga | 28 |
| 5 Valor de contrato y coste de adquisición | 33 |
| 6 Gastos del armador y gastos de operación del buque..... | 34 |
| 6.1 Gastos del armador | 34 |
| 6.1.1 Gastos notariales. Hipoteca..... | 34 |
| 6.1.2 Escritura de entrega e Impuesto por Actos Jurídicos Documentados . | 34 |
| 6.1.3 Gastos notariales..... | 34 |

| | |
|---|----|
| 6.1.4 Intereses intercalarios..... | 34 |
| 6.1.5 Inspección y adiestramiento de la tripulación | 35 |
| 6.1.6 Cargos y respetos no incluidos en el contrato de construcción | 35 |
| 6.2 Gastos de operación del buque..... | 36 |
| 6.2.1 Combustible y lubrican..... | 36 |
| 6.3 Tripulación y víveres..... | 38 |
| 6.4 Gastos portuarios | 38 |
| 6.5 Mantenimiento y reparaciones..... | 38 |
| 6.6 Seguros | 39 |
| 6.7 Pertrechos y varios | 39 |
| 6.8 Resumen de los costes de operación..... | 39 |
| 6.9 Inversión total | 39 |
| 7 Evaluación económica..... | 40 |
| 7.1 Resultados..... | 40 |
| 7.2 Conclusiones | 45 |

1 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno se calculará un presupuesto estimado del buque, basándose principalmente de los costes de equipos, mano de obra, coste del acero y el diseño, ingeniería y administración.

El cuaderno se dividirá en 2 partes, la primera en la que se desglosará el presupuesto de servicios, equipos y mano de obra, para el cual se utiliza el libro del profesor Fernando Junco "Criterios de evaluación económica del proyecto de un buque". En la segunda parte se establecerá un esquema de financiación de la construcción.

2 COSTE DE CONSTRUCCIÓN

En este apartado se hallará el coste de construcción del buque proyecto de manera empírica ya que para esto se utiliza la formulación del libro del profesor Fernando Junco citado anteriormente.

Se hará una división entre costes de materiales y equipos y costes de mano de obra.

A continuación se irán desplegando todas las partidas de costes de quipos y materiales, y posteriormente las partidas referentes a mano de obra.

3 EQUIPOS Y MATERIALES

3.1 Casco

3.1.1 Costes de aceros y perfiles

$$C = \text{Peso bruto de aceros} \cdot \text{coste unitario}$$

El coste unitario del acero normal se tomará como 600€/t

El peso bruto de acero se tomará como un 15% más que el peso total de acero calculado en el cuaderno 2, por lo tanto el peso ruto de aceros será $2174.14 \cdot 1.15 = 2500.261\text{T}$.

$$C = 2500.261 \cdot 600 = 1500156.6\text{€}$$

3.1.2 Piezas fundidas

$$C = 4 \cdot L \cdot H$$

Siendo L la eslora entre perpendiculares y H el puntal.

$$C = 4 \cdot 77.56 \cdot 9.2 = 2854.21\text{€}$$

3.1.3 Materiales auxiliares a la construcción del casco

$$C = 50 \cdot t \text{ de acero estructural}$$

$$C = 50 \cdot 2500.26 = 125013.05\text{€}$$

3.1.4 Preparación de superficies

3.1.4.1 Granallado

- Superficie exterior hasta la cubierta principal 8€/m²
La superficie exterior se obtiene de las hidrostáticas de maxsurf 2839.08 m²

$$C = 2839.08 \cdot 8 = 22712.64\text{€}$$

- Superficie interior 15€/m²
Se estima como 2 veces la superficie exterior.

$$C = 2 \cdot 2839.08 \cdot 15 = 85172.4\text{€}$$

3.1.4.2 Imprimación

$$c = (\text{superficie interior} + \text{superficie exterior}) \cdot 2$$

$$c = (5678.16 + 2839.08) \cdot 2 = 17034.48\text{€}$$

3.1.5 Pintura y control de corrosión

3.1.5.1 Pintura exterior del casco (obra viva)

Se utilizará pintura epoxi 500 micras, que según la tabla que aparece en el libro que se está utilizando tiene un coste de 0.011€/m²µm.

El espesor de la obra viva se obtiene de hidrostáticas de maxurf, obteniendo una superficie de 2452 m².

$$c = 0.011 \cdot 500 \cdot 2452 = 13486\text{€}$$

3.1.5.2 Pintura interior de casco

Se tiene el mismo precio por superficie y micra que en el apartado anterior, 0.11, mientras que en este caso se tiene un espesor de pintura de 200 micras, y la superficie interior del casco es la calculada en el apartado 2.1.4.1, es decir 5678.16 m², por lo tanto

$$c = 0.011 \cdot 200 \cdot 5678.16 = 12491.95\text{€}$$

3.1.5.3 Pintura de la obra muerta

La superficie de la obra muerta se obtiene mediante autocad y maxsurf, obteniendo un total de 2216 m². Se seguirá utilizando pintura epoxi, con lo cual seguimos teniendo un coste de 0.011€/superficie·micra, siendo el espesor de la pintura de 250 micras

$$c = 0.011 \cdot 250 \cdot 2216 = 6094\text{€}$$

3.1.5.4 Pintura de tuberías

$$c = 0.18(0.057 \cdot BHP + 0.18L)k$$

BHP es la potencia total de los diesel generadores en caballos de vapor, 19764CV, y k es un coeficiente dependiente de la pintura que se utilice, en este caso se tomará 4.8

$$c = 0.18(0.057 \cdot 19764 + 0.18 \cdot 77.56)4.8 = 858.12\text{€}$$

3.1.5.5 Galvanizado y cementado

Se considera un 7.5% del precio de la pintura de obra viva mas obra muerta

$$C = 0.075 \cdot (13486 + 6094) = 19580\text{€}$$

3.1.5.6 Protección catódica

Se considera que esta protección se realiza mediante ánodos de sacrificio de Zinc:

La superficie mojada para el calado de diseño se obtiene de la tabla de hidrostáticas obtenida de maxsurf, 2452 m²

$$c = 1.55 \cdot S_m$$

$$c = 1.55 \cdot 2452 = 3800.6\text{€}$$

3.2 Equipos armamento e Instalación

3.2.1 Equipos de fondeo y amarre

3.2.1.1 Anclas

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

$$c = 2500 \cdot T \cdot n \text{ de anclas}$$

$$c = 2500 \cdot 4.32 \cdot 2 = 21600\text{€}$$

3.2.1.2 Cadenas cables y estachas

$$c = 0.153k \cdot d^2 \cdot Lc$$

K es un coeficiente que depende del material, y debido a que se consideró acero de alta resistencia NV-K3 su valor es de 0.335

D es el diámetro de la cadena 50mm

Lc es la longitud total de la cadena 500m

$$c = 0.153 \cdot 0.335 \cdot 50^2 \cdot 500 = 69093.75\text{€}$$

3.2.1.3 Molinete

$$c = 300 \cdot d^{1.3}$$

Siendo "d" el diámetro de la cadena que ya se consideró en el apartado anterior, es decir 50mm

$$c = 300 \cdot 50^{1.3} = 48504.52\text{€}$$

3.2.2 Medios de salvamento

3.2.2.1 Bote salvavidas

$$c = 2000 \cdot n \text{ pasajeros del bote}^{\frac{2}{3}}$$

El bote de rescate tiene capacidad para 6 tripulantes

$$c = 2000 \cdot 6^{\frac{2}{3}} = 6603.85\text{€}$$

3.2.2.2 Balsas salvavidas

$$c = 2000 \cdot n \text{ pasajeros de la balsa}^{\frac{1}{3}}$$

El buque proyecto va provisto con 4 balsas salvavidas con capacidad para 16 personas cada una, por lo tanto el coste de las balsas salvavidas será el siguiente:

$$c = 2000 \cdot 16^{\frac{1}{3}} \cdot 4 = 10079.36\text{€}$$

3.2.2.3 Dispositivos de lanzamiento de botes y balsas

El precio del pescante se calcula mediante la fórmula siguiente:

$$c = 2650 \cdot n \text{ pasajeros del bote de rescate}^{\frac{2}{3}}$$

$$c = 2650 \cdot 6^{\frac{2}{3}} = 8750.1\text{€}$$

3.2.2.4 Varios

En este apartado se incluyen aros salvavidas, lanzacabos chalecos y otros elementos de salvamento descritos en el cuaderno 12.

$$c = 2500 + 30 \cdot N$$

Siendo N el número de tripulantes del buque, en este caso N=30

$$c = 2500 + 30 \cdot 30 = 3400\text{€}$$

3.2.3 Habilitación de alojamientos

$$c = K_h \cdot Sh$$

Donde K_h es un coeficiente que depende de localidad de la habilitación, en este caso se considera 300.

Sh es la superficie de alojamiento, calculada mediante autocad, 2170 m²

$$c = 300 \cdot 2170 = 651120\text{€}$$

3.2.4 Equipos de fonda y hotel

3.2.4.1 Cocina y oficios

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

K_{co} es un coeficiente dependiente del tipo de buque, para el buque proyecto se toma 420

N es el número de personas a bordo del buque, es decir 30.

$$c = 420 \cdot 30 = 12600\text{€}$$

3.2.4.2 Gambuzas frigoríficas

$$c = 1800 \cdot V^{\frac{2}{3}}$$

Donde V es el volumen de cada gambuza, cuyas medidas se saca de los planos en autocad. Se debe tener en cuenta que el buque proyecto dispone de 3 gambuzas frigoríficas del mismo volumen.

$$c = 1800 \cdot (3.2 \cdot 2.8)^{\frac{2}{3}} \cdot 3 = 23295.16\text{€}$$

3.2.4.3 Equipos de lavandería y varios

Se considera 240€ por persona de la tripulación a bordo, por lo tanto:

$$c = 240 \cdot N$$

$$c = 240 \cdot 30 = 7200\text{€}$$

3.2.5 Equipos de acondicionamiento en alojamiento

3.2.5.1 Equipos de acondicionamiento en alojamiento

$$C = 60 \cdot Sh$$

Siendo Sh la superficie de habitación 2170 m²

$$C = 60 \cdot 2170 = 130200\text{€}$$

3.2.5.2 Ventilación mecánica

$$C = 1055 \cdot N^{0.215} + 1.2 \cdot Sh^{0.25}$$

Siendo N el número de personas a bordo, es decir 30

Y Sh la superficie de habitación 2170 m²

$$C = 1055 \cdot 30^{0.215} + 1.2 \cdot 2170^{0.25} = 2200.15\text{€}$$

3.2.5.3 Varios

$$C = 72 \cdot N$$

Siendo N el número de personas a bordo.

$$C = 72 \cdot 30 = 2160\text{€}$$

3.2.6 Equipos de navegación y comunicación

3.2.6.1 Equipos de navegación

| Equipo | Precio menor calidad | Precio máxima calidad |
|------------------------------------|----------------------|-----------------------|
| Compás magnético | 1200 | 2700 |
| Compás giroscópico | 12000 | 42000 |
| Piloto automático | 6000 | 6000 |
| Radar de movimiento verdadero | 51000 | 51600 |
| Radar de movimiento relativo | 1500 | 15000 |
| Radiogoniómetro | 1800 | 7800 |
| Receptor de cartas | 3900 | 4800 |
| Corredera | 2400 | 7800 |
| Sonda | 2850 | 4200 |
| Sistema de navegación por satélite | 3000 | 7200 |
| TOTAL | 89550 | 149100 |

Se tomará un valor intermedio, en concreto el mínimo más el 80% de la diferencia de ambos, para así garantizar que el equipo sea de calidad, aunque no de la máxima

$$89550 + (149100 - 89550) \cdot 0.8 = 137190\text{€}$$

3.2.6.2 Equipos auxiliares de navegación

Se estima un 80€ del coste de los equipos de navegación.

$$c = 0.8 \cdot 137190 = 10975.2\text{€}$$

3.2.6.3 Comunicaciones externas

El coste de las comunicaciones externas varía entre 48000 y 120000€, por lo tanto, igual que en el apartado 2.2.6.1 se tomará el precio mínimo más el 80% de la diferencia entre ambos.

$$c = 48000 + (120000 - 48000) \cdot 0.8 = 105600\text{€}$$

3.2.6.4 Comunicaciones internas

El coste de estos equipos puede variar entre 12000 y 36000€, por lo que se hace la misma estimación de coste que en el apartado anterior

$$c = 12000 + (36000 - 12000) \cdot 0.8 = 31200\text{€}$$

3.2.7 Medios contraincendios

3.2.7.1 Extinción en cámara de máquinas

$$c = 8.4 \cdot Lm \cdot B \cdot Dm$$

Donde Lm es la eslora de la cámara de máquinas, 16.4m, B es la manga del buque, 20.2m y Dm es el puntal de la cámara de máquinas 7.7m.

$$c = 8.4 \cdot 26 \cdot 20.2 \cdot 7.7 = 34492.55\text{€}$$

3.2.7.2 Instalaciones fijas en cubierta

$$c = 11 \cdot (1 + 0.0013 \cdot L) L \cdot B$$

Siendo L la eslora del buque y b la manga

$$c = 11 \cdot (1 + 0.0013 \cdot 77.56) 77.56 \cdot 20.2 = 18971.48\text{€}$$

3.2.8 Instalación eléctrica

$$c = 480 \cdot kW^{0.77}$$

Siendo la potencia instalada en kW=4685·3=14055kW, por lo tanto el coste será:

$$c = 480 \cdot 14055^{0.77} = 750016.8\text{€}$$

3.2.9 Tuberías

$$c = 2705 \cdot (0.015 \cdot Lm \cdot B \cdot Dm + 0.18L) + k_t \cdot BHP + 1.5 \cdot (3 \cdot Lm \cdot B \cdot Dm + Q_b + 4 \cdot Sh)$$

Donde:

k_t 5.7 debido a que el motor propulsor quema combustible ligero

Q_b es el volumen de bodega, en este caso 0.

El resto de factores ya fueron definidos anteriormente.

$$c = 2705 \cdot (0.015 \cdot 26.4 \cdot 20.2 \cdot 7.7 + 0.1877.56) + 5.7 \cdot 19246 + 1.5 \cdot (3 \cdot 26.4 \cdot 20.2 \cdot 7.7 + 0 + 4 \cdot 2170) = 347554.45\text{€}$$

3.2.10 Accesorios de equipos, armamento e instalaciones

3.2.10.1 Puertas metálicas, ventanas y portillos

$$c = 2705 \cdot N^{0.48}$$

Siendo N el número de personas a bordo

$$c = 2705 \cdot 30^{0.48} = 13841.57\text{€}$$

3.2.10.2 Escaleras, pasamanos y candeleros

$$c = 22.2 \cdot L^{1.6}$$

$$c = 22.2 \cdot 77.56^{1.6} = 2343.06\text{€}$$

3.2.10.3 Escotillas de acceso lumbreras y registros

$$12.6 \cdot L^{1.5}$$

$$12.6 \cdot 77.56^{1.5} = 8606.5\text{€}$$

3.2.10.4 Accesorios de fondeo y amarre

$$c = e^{3.1} \cdot 6(L(B + D))^{0.815}$$

$$c = e^{3.1} \cdot 6(77.56(20.2 + 9.2))^{0.815} = 72647.72\text{€}$$

3.2.10.5 Escaleras reales, planchas de desembarco y escalas de práctico

$$c = 2000 + 1350 \cdot (D - 0.03L) \cdot Ngr$$

Siendo Ngr el numero de grúas en servicio, en este caso 2

$$c = 2000 + 1350 \cdot (9.2 - 0.037756) \cdot 2 = 20554.4\text{€}$$

3.2.10.6 Toldos, fundas y accesorios de estiba de respetos.

$$c = 40 \cdot (L \cdot (B + D))^{0.68}$$
$$c = 40 \cdot (77.56 \cdot (20.2 + 9.2))^{0.68} = 7110.66\text{€}$$

3.3 Instalación propulsora

3.3.1 Maquinaria propulsora

Se utiliza la fórmula de generadores accionados por motores diesel para esta partida, ya que el buque proyecto como maquinaria propulsora tiene 3 diesel generadores.

$$c = \frac{252 \cdot DIA^{2.2} \cdot Nc^{0.8}}{RPM} + 24000 \cdot \left(\frac{Kwg}{RPM}\right)^{\frac{2}{3}}$$

Siendo DIA el diámetro de los cilindros en mm 310mm, y Nc es el número de cilindros, en este caso 8. También se debe tener en cuenta que se dispone de tres diesel generadores, con lo cual la fórmula anterior debe ser multiplicada por 3.

Kwg es la potencia eléctrica generada en KW

$$c = 3 \frac{252 \cdot 310^{2.2} \cdot 0.8^{0.8}}{750} + 24000 \cdot \left(\frac{4685}{750}\right)^{\frac{2}{3}} = 1841809.48\text{€}$$

3.3.2 Hélices propulsoras

$$c = 8000 \cdot peso \cdot Nh$$

Siendo peso el peso en toneladas de la hélice y Nh el número de hélices.

$$c = 8000 \cdot 77 \cdot 2 = 1232000\text{€}$$

3.4 Maquinaria auxiliar a la propulsión

No se tiene en cuenta la partida de grupos electrógenos debido a que ya se han tenido en cuenta en el cálculo de la maquinaria propulsora.

3.4.1 Equipos de circulación refrigeración y lubricación de la planta propulsora

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

K1 vale 2.4 debido a que se trata de un motor de 4 tiempos

K2 vale 1 a que se considera que existe un enfriador central de placas de titanio

$$C = 6000 \cdot (2.4 + 1) \cdot 19764 = 73197.6\text{€}$$

3.4.2 Equipos de arranque de motores

$$c = 70 \cdot Nco \cdot Qco$$

Siendo Nco el número de compresores, 2 en este caso, y Qco el caudal unitario en m³/h, 6.4 en este caso.

$$c = 70 \cdot 2 \cdot 6.4 = 998.4\text{€}$$

3.4.3 Equipos de manejo de combustible

$$c = 44 \cdot N_{bt} \cdot Q_{bt} + 2.1 \cdot BHP$$

Siendo N_{bt} el número de bombas de trasiego y Q_{bt} la capacidad de cada una. Se debe tener en cuenta que se dispone de 2 bombas de trasiego desde los tanques almacén a los tanques de sedimentación y otras dos de trasiego desde los tanques de sedimentación a los tanques de uso diario, con unos caudales de 25.2 y 60m³/h respectivamente.

$$c = 44 \cdot 2 \cdot 25.2 + 2.1 \cdot 1764 = 43722€$$

$$c = 44 \cdot 2 \cdot 60 + 2.1 \cdot 1764 = 46784.4€$$

3.4.4 Equipos auxiliares del casco

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

$$c = 600 \cdot K1 \cdot Q_{bs}^{\frac{1}{3}} + 960 \cdot K2 \cdot Q_{ci}^{\frac{1}{3}} + 960 \cdot K3 \cdot Q_{ci}^{\frac{1}{3}} + 1100 \cdot K4 \cdot Q_{bs}^{\frac{1}{3}}$$

Siendo Q_{bs} caudal de la bomba se sentinas, 65.83m³/h y Q_{ci} el caudal de la bomba contraincendios 140m³/h.

Los coeficientes $K1$ $K2$ $K3$ y $K4$ depende del arqueo bruto del buque calculado en el cuaderno 9, y como este es mayor de 4000 en concreto 4548 $K1=3$ $K2=3$ $K3=4$ $K4=1$

$$c = 600 \cdot 3 \cdot 65.83^{\frac{1}{3}} + 960 \cdot 3 \cdot 140^{\frac{1}{3}} + 960 \cdot 4 \cdot 140^{\frac{1}{3}} + 1100 \cdot 1 \cdot 65.83^{\frac{1}{3}} = 46603.08€$$

3.4.4.2 Separador de sentinas con sus bombas y alarmas

$$c = 156 \cdot GT^{0.5} + 5100 \cdot K_{ss}$$

GT es el arqueo bruto calculado en el cuaderno 9, 4548

K_{ss} es 1 debido a que hay un control automático de las descargas.

$$c = 156 \cdot 4548^{0.5} + 5100 \cdot 1 = 15620.46€$$

3.4.5 Varios

3.4.5.1 Ventiladores cámara de maquinas

$$c = 7.5 \cdot N_v \cdot Q_v^{0.5} + 5.25 \cdot K_f \cdot BHP^{0.5}$$

Donde

N_v es el número de ventiladores de cámara de máquinas, 5 en este caso

Q_v es el caudal unitario 207500 m³/h

K_f vale 0 debido a que el motor quema combustible ligero.

$$c = 7.5 \cdot 5 \cdot 207500^{0.5} + 5.25 \cdot 0 \cdot 19764^{0.5} = 17082.1€$$

3.4.5.2 Equipos de desmontaje

$$c = 0.84 \cdot K_{ed} \cdot BHP$$

Siendo K_{ed} 1 para viga carril.

$$c = 0.84 \cdot 1 \cdot 19746 = 16601.79€$$

3.4.5.3 Taller de máquinas

Se estima un coste de 8400€

3.4.6 Cargos y respetos

Los cargos y respetos reglamentarios incluidos en los correspondientes equipos, por lo que no se calculan.

3.5 Equipos sanitarios

3.5.1 Generador de agua dulce

$$c = 1380 \cdot Q_{ad}$$

Siendo Q_{ad} el caudal de agua dulce en T/días, en este caso 93T/día, por lo tanto el coste del generador de agua dulce será:

$$c = 1380 \cdot 9.3 = 1283.4€$$

3.5.2 Grupos hidróforos

$$c = 660 \cdot N^{0.5}$$

Siendo N el número de personas a bordo, es decir 30, por lo tanto el coste de los grupos Hidróforos será el siguiente:

$$c = 660 \cdot 30^{0.5} = 3614.97€$$

3.5.3 Planta de tratamiento de aguas fecales

$$c = 2640 \cdot N^{0.4}$$

Siendo N el número de personas a bordo, es decir 30, por lo tanto el coste de la planta de tratamiento de aguas fecales será el siguiente:

$$c = 2640 \cdot 30^{0.4} = 14459.88€$$

3.5.4 Incinerador de residuos sólidos

$$c = 211400 \cdot N^{0.2}$$

Siendo N el número de personas a bordo, es decir 30, por lo tanto el coste del incinerador de residuos sólidos será el siguiente:

$$c = 211400 \cdot 30^{0.2} = 22507.6€$$

3.6 Equipos para manejo de líquidos

3.6.1 Bomba de carga y descarga de agua dulce de suministro

$$c = 30 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Q_b^{0.882} \cdot H_d^{0.35} \cdot N_b$$

Donde

$K1=1$ debido a la utilización de accionamiento eléctrico

$K2=1$ debido a la utilización de materiales normales

Q_b caudal de la bomba 200 m³/h

Hd altura de descarga en m 7.7

Nb número de bombas 2

$$c = 30 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 200^{0.882} \cdot 7.7^{0.35} \cdot 2 = 9446.42\text{€}$$

3.6.2 Bomba de agua de perforación

$$c = 30 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Qb^{0.882} \cdot Hd^{0.35} \cdot Nb$$

Donde

K1=1 debido a la utilización de accionamiento eléctrico

K2=1 debido a la utilización de materiales normales

Qb caudal de la bomba 200 m³/h

Hd altura de descarga en m 7.7

Nb número de bombas 2

$$c = 30 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 200^{0.882} \cdot 7.7^{0.35} \cdot 2 = 9446.42\text{€}$$

3.6.3 Bomba de C/D de salmuera

$$c = 30 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Qb^{0.882} \cdot Hd^{0.35} \cdot Nb$$

Donde

K1=1 debido a la utilización de accionamiento eléctrico

K2=1 debido a la utilización de materiales normales

Qb caudal de la bomba 100 m³/h

Hd altura de descarga en m 7.7

Nb número de bombas 2

$$c = 30 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 100^{0.882} \cdot 7.7^{0.35} \cdot 2 = 5350.85\text{€}$$

3.6.4 Bomba de C/D de lodos de perforación

$$c = 30 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Qb^{0.882} \cdot Hd^{0.35} \cdot Nb$$

Donde

K1=1 debido a la utilización de accionamiento eléctrico

K2=1 debido a la utilización de materiales normales

Qb caudal de la bomba 100 m³/h

Hd altura de descarga en m 7.7

Nb número de bombas 2

$$c = 30 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 100^{0.882} \cdot 7.7^{0.35} \cdot 2 = 5350.85\text{€}$$

3.7 Instalaciones y equipos de automatización y control

3.7.1 Dispositivos de automatización y control reglamentarios

$$c = 3240 \cdot K1 \cdot BHP^{\frac{1}{3}}$$

K1=1.5, debido a que la automatización es para navegación libre y maniobra

$$c = 3240 \cdot 1 \cdot 19764^{\frac{1}{3}} = 131399.78\text{€}$$

3.7.2 Resto de dispositivos de automatización y control

Se estima un coste medio entre 12000 y 50000€, es decir 31000€

3.8 Hélices de empuje transversal

$$c = 900 \cdot BHPt^{0.73}$$

Siendo BHPt la potencia de la hélice transversal en CV. Se debe tener en cuenta que se tienen 2 hélices de empuje transversal de 1180CV y otra retráctil de 2011.5CV, por lo tanto el coste será el siguiente

$$c = 900 \cdot 1180^{0.73} \cdot 2 = 315491.05\text{€}$$

$$c = 900 \cdot 2011.5^{0.73} = 232173.22\text{€}$$

3.9 Instalaciones y quipos específicos de buques de suministro y remolcadores

3.9.1 Maquinilla de remolque y manejo de anclas principal

$$c = 7800 \cdot (T_m \cdot V_m)^{0.58}$$

Donde T_m es la tracción de la maquinilla 498t

V_m es la velocidad de la maquinilla 20m/s

$$c = 7800 \cdot (498 \cdot 20)^{0.58} = 1625867\text{€}$$

3.9.2 Maquinilla de manejo de anclas especial

$$c = 7800 \cdot (T_m \cdot V_m)^{0.58}$$

Donde T_m es la tracción de la maquinilla 550t

V_m es la velocidad de la maquinilla 20m/s

$$c = 7800 \cdot (550 \cdot 20)^{0.58} = 1722274.46\text{€}$$

3.9.3 Tanque de lodos

$$c = 1200 \cdot Nt \cdot Qt^{0.9}$$

Siendo Nt el número de tanques, 2, y Qt la capacidad de cada tanque en toneladas 158.39t.

$$c = 1200 \cdot 2 \cdot 158.39^{0.9} = 229068.94\text{€}$$

3.9.4 Rodillo de popa

Se estima como la quinta parte del coste de la maquinilla de remolque y manejo de anclas principal

$$\frac{1}{5} \cdot 1625847 = 325173.4\text{€}$$

3.9.5 Grúas raíl

$$c = 2520 \cdot T^{0.75} \cdot l^{0.85}$$

Siendo T la capacidad de la grúa 7 t

Y l la longitud que esta puede alcanzar, es decir 10m.

Se debe tener en cuenta que el buque proyecto lleva dos grúas iguales, una a cada costado.

$$c = 2520 \cdot 7^{0.75} \cdot 10^{0.85} \cdot 2 = 158099.15\text{€}$$

4 MANO DE OBRA

Para el coste de mano de obra se ha estimado un coste unitario de 30€/h, por lo que a continuación se calcularán las horas de cada partida y su coste.

4.1 Casco

4.1.1 Acero

$$h = K_{ab} \cdot P_{ac} \cdot (1 + K_f \cdot (1 - c_f)) \cdot (1 + K_b) \cdot (1 + K_e \cdot C_e) \cdot (1 + K_c \cdot (N_c - 1))$$

K_{ab} Índice de mano de obra del casco en h/t 50

P_{ac} es el peso de aceros

K_f índice de coeficiente de formas 0.3

C_f coeficiente de formas que puede ser el de bloque o el prismático 0.69

K_b índice del bulbo 0.4

K_e índice de complejidad de acero especial 0.5

C_e coeficiente de peso de acero especial 0.2

K_c coeficiente de número de cubiertas 0.05

N_c numero de cubiertas fuera de cámara de máquinas y zonas externas 3

$$h = 50 \cdot 2500 \cdot (1 + 0.3 \cdot (1 - 0.69)) \cdot (1 + 0.4) \cdot (1 + 0.5 \cdot 0.2) \cdot (1 + 0.05 \cdot (3 - 1)) \\ = 420805h$$

$$420805 \cdot 30 = 1262415€$$

4.1.2 Piezas fundidas, forjadas y aluminio.

$$h = 25 + 250 \cdot P_{al} + 30 \cdot L^{\frac{1}{3}} \cdot D \cdot K_1$$

Siendo P_{al} el peso de aluminio, en este caso 0 y K_1 un factor que vale 2 debido a que el buque tiene 2 hélices.

$$h = 25 + 250 \cdot 0 + 30 \cdot 77.56^{\frac{1}{3}} \cdot 9.2 \cdot 2 = 2379.06h$$

$$2379.06 \cdot 30 = 71371.93€$$

4.1.3 Pintura y control de corrosión

$$h = 0.25 \cdot S_{om} + (1 + 0.3 \cdot N_{om}) + 0.35 \cdot S_{ov} \cdot \frac{N_{ov}}{4} + 0.4 \cdot S_i \cdot N_i$$

Donde:

S_{om} es la superficie de obra muerta 2216 m²

S_{ov} es la superficie de obra viva 2452 m²

S_i es la superficie interior 5678.16 m²

N_{om} , N_{ov} y N_i es el número de capas aplicadas, 2 en los tres casos

$$h = 0.25 \cdot 2216 + (1 + 0.3 \cdot 2) + 0.35 \cdot 2452 \cdot \frac{2}{4} + 0.4 \cdot 5678.16 \cdot 2 = 6814.52h$$

$$6814.52 \cdot 30 = 204435.84€$$

4.2 Equipos armamento e instalaciones

4.2.1 Equipos de fondeo amarre y remolque

$$h = 27 \cdot Pa^{0.4}$$

El peso de cada ancla es de 4.32t, se debe tener en cuenta que se llevan a bordo dos anclas.

$$h = 27 \cdot 4.32^{0.4} \cdot 2 = 96.96h$$

$$96.96 \cdot 30 = 2908.76\text{€}$$

4.2.2 Medios de salvamento

$$h = 300 + 1.5 \cdot N$$

N es el número de personas a bordo 30

$$h = 300 + 1.5 \cdot 30 = 345h$$

$$345 \cdot 30 = 10350\text{€}$$

4.2.3 Equipos de fonda y hotel

$$h = 115 \cdot N$$

$$h = 115 \cdot 30 = 4500h$$

$$4500 \cdot 30 = 135000\text{€}$$

4.2.4 Habilitación y alojamiento

Se estiman como 16 h/m²

$$h = 16 \cdot 2170 = 34720h$$

$$34720 \cdot 30 = 1041600\text{€}$$

4.2.5 Aire acondicionado

Se estima 2 h/m² de alojamiento

$$h = 2 \cdot 2170 = 4340h$$

$$4340 \cdot 30 = 130200\text{€}$$

4.2.6 Equipos de navegación y comunicación

Se considera un total de 30 equipos (Nc)

$$h = 330 \cdot Nc^{\frac{1}{6}}$$

$$h = 330 \cdot 30^{\frac{1}{6}} = 581.7h$$

$$581.7 \cdot 30 = 17451\text{€}$$

4.2.7 Medios contraincendios

$$h = 5.5 \cdot L$$

$$h = 5.5 \cdot 77.56 = 426.58h$$

$$426.58 \cdot 30 = 12797.4\text{€}$$

4.2.8 Instalación eléctrica

$$h = 4 \cdot S_h + 6 \cdot kW$$

Siendo S_h la superficie de habilitación 2170 m²

$$h = 4 \cdot 2170 + 6 \cdot 14055 = 93010h$$

$$93010 \cdot 30 = 2790300$$

4.2.9 Tuberías

$$h = 11 \cdot BHP^{0.35}$$

$$h = 11 \cdot 19764^{0.35} = 350.71$$

$$350.71 \cdot 30 = 10521.32\text{€}$$

4.2.10 Accesorio de equipo armamento e instalaciones

$$h = 80 \cdot N + 56 \cdot (L - 15) + 0.9 \cdot L \cdot (B + D) + 2 \cdot L + 50 \cdot N_{ob} + 100 \cdot N_{pb} + 100 \cdot N_{gm}$$

Donde

N_{ob} es el número de botes de servicio 1

N_{pb} es el número de pescante de botes 1

N_{gm} es el número de grúas de máquinas 1

$$h = 80 \cdot 30 + 56 \cdot (77.56 - 15) + 0.9 \cdot 77.56 \cdot (20.2 + 9.2) + 2 \cdot 77.56 + 50 \cdot 1 + 100 \cdot 1 + 100 \cdot 1 = 8360.89h$$

$$8360.89 \cdot 30 = 250826.93\text{€}$$

4.3 Mquinaria de cubierta

4.3.1 Equipo de fondeo y amarre

$$h = L \cdot (1.75 \cdot N_m + 1.6 \cdot N_{ca} + 1.7 \cdot N_{ma})$$

Donde

N_m es el número de molinetes 2

N_{ca} es el número de cabrestantes 0

N_{ma} es el número de maquinillas de amarre 0

$$h = 77.56 \cdot (1.75 \cdot 2 + 1.6 \cdot 0 + 1.7 \cdot 0) = 271.46h$$

$$271.45 \cdot 30 = 8143.8\text{€}$$

4.4 Instalación propulsora

4.4.1 Diesel generadores

$$h = 52 \cdot N \cdot kW^{0.43}$$

Siendo N el número de generadores

$$h = 52 \cdot 3 \cdot 4685^{0.43} = 5909.21h$$

$$5909.21 \cdot 30 = 177276.42\text{€}$$

4.4.2 Hélice propulsora

$$h = K1 + K2 \cdot BHP \cdot Nh$$

K1=240 Para hélices de paso fijo como es el caso del buque proyecto

K2=0.004 también debido a que las hélices son de paso fijo

Nh es el número de hélices, 2 en este caso.

$$h = 240 + 0.004 \cdot 6750 \cdot 2 = 294h$$

$$294 \cdot 30 = 8820\text{€}$$

4.5 Maquinaria auxiliar a la propulsión

4.5.1 Equipos de circulación, refrigeración y lubricación

$$h = Kcrl + 0.18 \cdot BHP$$

Siendo Kcrl 2250 para motores de 4 tiempos

$$h = 2250 + 0.18 \cdot 19764 = 3782.52h$$

$$3782.52 \cdot 30 = 113475.6\text{€}$$

4.5.2 Equipos de arranque de motores

$$h = Nco \cdot (40 + 3 \cdot Qco)$$

Siendo Nco el número de compresores y Qco el caudal unitario

$$h = 2 \cdot (40 + 3 \cdot 6.4) = 118.4h$$

$$118.4 \cdot 30 = 3552\text{€}$$

4.5.3 Equipos de manejo de combustible

$$h = Kco \cdot BHP$$

Donde Kco =0.13 debido a que los motores queman combustible ligero

$$h = 0.13 \cdot 19764 = 2569.32h$$

$$2569.32 \cdot 30 = 77079.6\text{€}$$

4.5.4 Equipos auxiliares del casco

$$h = 40 + 0.47 \cdot L(B + D)$$

$$h = 40 + 0.47 \cdot 77.56(20.2 + 9.2) = 1491.72h$$

$$1491.72330 = 44751.72\text{€}$$

4.5.5 Varios

$$h = 950 + 0.05 \cdot BHP$$

$$h = 950 + 0.05 \cdot 19764 = 1048.82h$$

$$1048.82 \cdot 30 = 31464.6 \text{ €}$$

4.5.6 Cargo, pertrechos y repuestos

$$h = 0.8 \cdot BHP^{\frac{2}{3}}$$
$$h = 0.8 \cdot 19764^{\frac{2}{3}} = 548.8h$$
$$548.8 \cdot 30 = 17543\text{€}$$

4.6 Equipos sanitarios

$$h = K1 \cdot (280 + 8 \cdot Qa) + K2 \cdot (200 + 3.5N) + K3 \cdot (400 + 3.9N) + 400 \cdot K4$$

K1, K2, K3 y K4 valen 1 debido a la existencia a bordo de generador de agua dulce, grupos hidroforos, plantas de tratamiento de aguas fecales e incinerador de residuos, Qa es la capacidad del generador de agua dulce 9.3T/día y n es el número de personas a bordo, es decir 30.

$$h = 1 \cdot (280 + 8 \cdot 9.3) + 1 \cdot (200 + 3.530) + 1 \cdot (400 + 3.930) + 400 \cdot 1 = 1586.4h$$
$$1586.4 \cdot 30 = 47592\text{€}$$

4.7 Equipos para manejo de líquidos

4.7.1 Sistema de C/D de agua dulce

$$h = 210 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Nb$$

$$K1=1.1 \text{ y } K2=1$$

Nb es el número de bombas

$$h = 210 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 2 = 462h$$
$$462 \cdot 30 = 13860\text{€}$$

4.7.2 Sistema de C/D de agua de perforación

$$h = 210 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Nb$$

$$K1=1.1 \text{ y } K2=1$$

Nb es el número de bombas

$$h = 210 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 2 = 462h$$
$$462 \cdot 30 = 13860\text{€}$$

4.7.3 Sistema de C/D de salmuera

$$h = 210 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Nb$$

$$K1=1.1 \text{ y } K2=1$$

Nb es el número de bombas

$$h = 210 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 2 = 462h$$
$$462 \cdot 30 = 13860\text{€}$$

4.7.4 Sistema de C/D de lodos de perforación

$$h = 210 \cdot K1 \cdot K2 \cdot Nb$$

$$K1=1.1 \text{ y } K2=1$$

Nb es el número de bombas

$$h = 210 \cdot 1.1 \cdot 1 \cdot 2 = 462h$$

$$462 \cdot 30 = 13860\text{€}$$

4.8 Hélices de empuje transversal

$$h = 14.5 \cdot kw^{0.7}$$

4.8.1 Tunnelthruster

$$h = 14.5 \cdot 880^{0.7} \cdot 2 = 3338.38h$$

$$3338.38 \cdot 30 = 100151.42\text{€}$$

4.8.2 Hélice retráctil

$$h = 14.5 \cdot 1500^{0.7} = 2424.55h$$

$$2424.55 \cdot 30 = 72736.8\text{€}$$

4.9 Instalaciones y equipos específicos de buques de suministro y remolcadores

4.9.1 Maquinilla de remolque y manejo de anclas principal

$$h = 36 \cdot L^{\frac{2}{3}}$$

$$h = 36 \cdot 77.56^{\frac{2}{3}} = 654.728h$$

$$654.728 \cdot 30 = 19641.84\text{€}$$

4.9.2 Maquinilla de manejo de anclas especial

$$h = 36 \cdot L^{\frac{2}{3}}$$

$$h = 36 \cdot 77.56^{\frac{2}{3}} = 654.728h$$

$$654.728 \cdot 30 = 19641.84\text{€}$$

4.9.3 Tanque de lodos

$$h = 240 \cdot Nt$$

Siendo Nt el número de tanques de lodos, 2 en este caso

$$h = 240 \cdot 2 = 480h$$

$$480 \cdot 30 = 14400\text{€}$$

4.9.4 Rodillo de popa

$$h = 50 \cdot L^{\frac{2}{3}}$$

$$h = 50 \cdot 77.56^{\frac{2}{3}} = 909.66h$$

$$909.66 \cdot 30 = 27289.72\text{€}$$

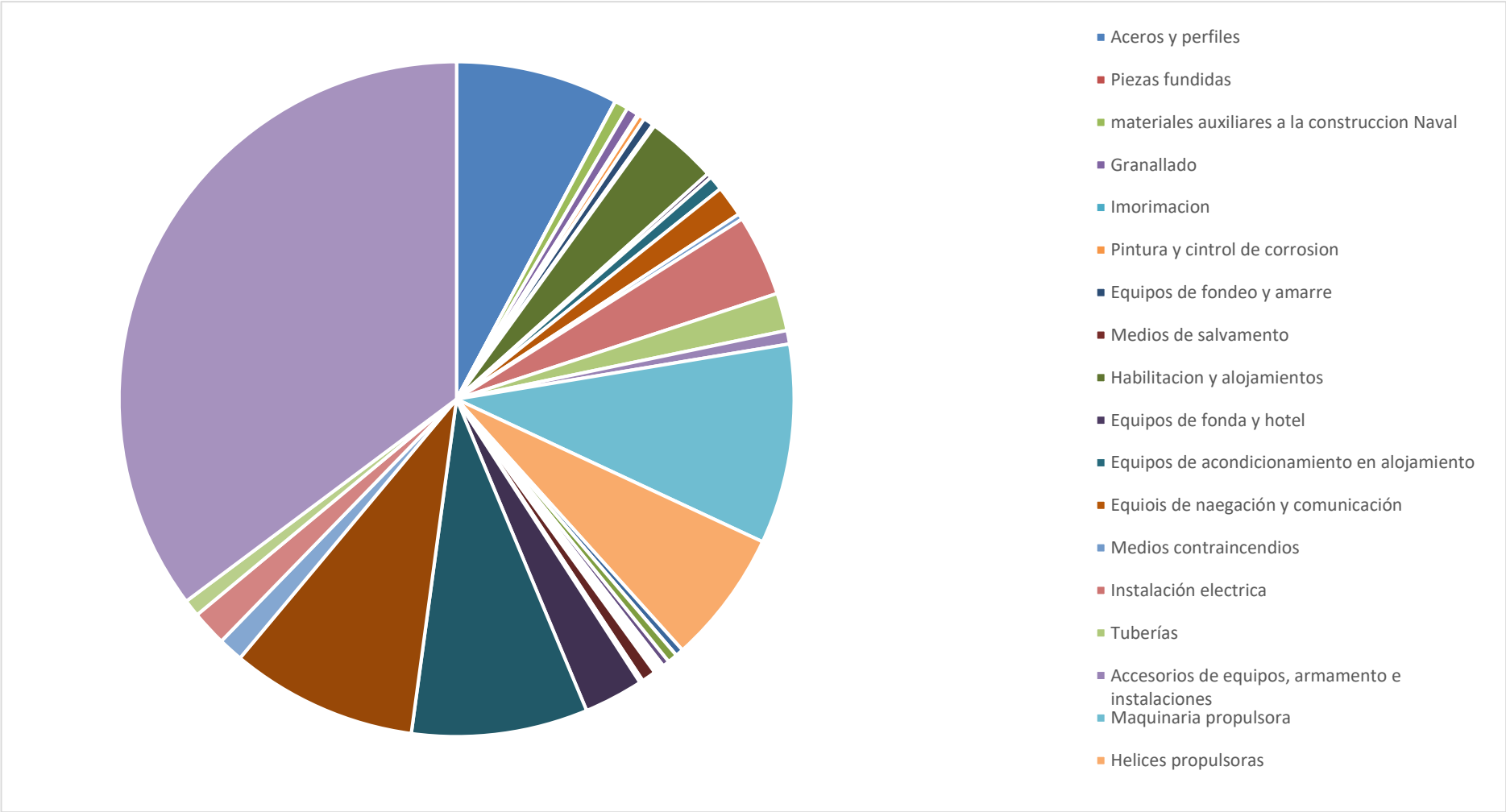
4.9.5 Equipos de elevación de la carga

Se estiman 200h, por lo tanto 6000€

A continuación se muestra una tabla resumen con los precios de cada grupo de partidas y un diagrama sectorial donde se pueden ver las partidas mas influyentes en el precio del buque.

| | | |
|--------------------------------------|---|-----------------------|
| Casco | Aceros y perfiles | 1.500.156,60 € |
| | Piezas fundidas | 2.854,21 € |
| | materiales auxiliares a la construcción Naval | 125.013,05 € |
| | Granallado | 107.885,04 € |
| | Imprimación | 17.034,48 € |
| | Pintura y control de corrosión | 55.452,55 € |
| Equipos, armamento e instalación | Equipos de fondeo y amarre | 95.198,27 € |
| | Medios de salvamento | 18.753,95 € |
| | Habilitación y alojamientos | 651.120,00 € |
| | Equipos de fonda y hotel | 43.095,16 € |
| | Equipos de acondicionamiento en alojamiento | 134.560,15 € |
| | Equipos de navegación y comunicación | 284.965,20 € |
| | Medios contraincendios | 53.464,03 € |
| | Instalación eléctrica | 750.016,80 € |
| | Tuberías | 347.554,45 € |
| | Accesorios de equipos, armamento e instalaciones | 125.103,91 € |
| | Instalación Propulsora | Maquinaria propulsora |
| Hélices propulsoras | | 1.232.000,00 € |
| Maquinaria auxiliar de la propulsión | Equipos de circulación, refrigeración y lubricación | 73.197,60 € |
| | Equipos de arranque de motores | 99,40 € |
| | Equipos de manejo de combustible | 90.506,40 € |
| | Equipos auxiliares del casco | 62.223,54 € |
| | Varios | 26.703,89 € |
| Equipos sanitarios | Generador de agua dulce | 1.283,40 € |

| | | |
|--|---|-----------------|
| | grupo hidróforo | 3.614,97 € |
| | planta de tratamiento de aguas fecales | 14.459,88 € |
| | Incinerador de residuos sólidos | 22.507,60 € |
| Equipos para manejos de líquidos | C/D agua dulce de suministro | 9.446,42 € |
| | C/D de salmuera | 9.446,42 € |
| | C/D de agua de perforación | 5.350,85 € |
| | C/D de lodos de perforación | 5.350,85 € |
| Instalaciones y equipos de automatización y control | Dispositivos de automatización y control reglamentarios | 131.399,78 € |
| | Resto de dispositivos de automatización y control | 31.000,00 € |
| Helices de empuje transversal | Hélices de empuje transversal | 547.664,27 € |
| Instalaciones y equipos específicos de buques de suministro y remolcadores | Maquinilla de remolque y manejo de anclas principal | 1.625.867,00 € |
| | Maquinilla de manejo de anclas especial | 1.722.274,46 € |
| | Tanque de lodos | 229.068,94 € |
| | Rodillo de popa | 325.173,40 € |
| | Grúas raíl | 158.099,15 € |
| Mano de obra | Mano de obra | 6.785.178,54 € |
| TOTAL | | 19.265.954,09 € |



A este coste se le deben añadir los costes varios del astillero y los costes de ingeniería para calcular el coste total de construcción.

Para obtener estos costes se considera que los costes varios del astillero, correspondientes a clasificación reglamentación y certificación se toman como el 5% del total de los equipos materiales y mano de obra.

Mientras que los costes de ingeniería se considerarán en torno a un 10% del coste total de equipos materiales y mano de obra.

| | |
|---|-----------------|
| Total equipos materiales y mano de obra | 19.265.954,09 € |
| Gastos varios del astillero 5% | 963.297,70 € |
| Gastos de ingeniería 10% | 1.926.595,41 € |
| Coste de construcción | 22.155.847,20 € |

5 VALOR DE CONTRATO Y COSTE DE ADQUISICIÓN

El valor del contrato se define como el coste de construcción más el beneficio obtenido por parte del astillero.

Se tomar como beneficio un 7% del coste de construcción para así mantener la competitividad con otros posibles astilleros, y se supondrá que no se aplican primas al sector naval.

| | |
|-----------------------|-----------------|
| Coste de construcción | 22.155.847,20 € |
| Beneficio del 10% | 2.215.584,72 € |
| Valor de contrato | 24.371.431,92 € |

En cuanto al coste de adquisición será el precio que tendrá que pagar el armador al astillero, por lo que al valor de contrato se le deberá añadir el IVA (impuesto de valor añadido), que en estos momentos es de un 21%.

| | |
|----------------------|-----------------|
| Valor de contrato | 24.371.431,92 € |
| IVA (21%) | 5.118.000,70 € |
| Valor de adquisición | 29.489.432,63 € |

6 GASTOS DEL ARMADOR Y GASTOS DE OPERACIÓN DEL BUQUE

Los gastos del armador son aquellos gastos a los que el armador deberá hacer frente para que jurídicamente el buque sea apto para navegar. Estos gastos son por cuenta del armador.

Los gastos de operación del buque aparecen una vez que el buque es apto para navegar, y también serán por cuenta del armador. Estos gastos a los que se hace referencia son costes derivados de la operación, como combustible, aceite, gastos de personal portuarios etc.

A continuación se desglosarán tanto los gastos del armador como los gastos de operación del buque detalladamente.

6.1 Gastos del armador

Para el desglose detallado de los gastos del armador se seguirá la misma biografía utilizada en los primeros apartados del presente cuaderno, del profesor Fernando Junco.

6.1.1 Gastos notariales. Hipoteca

$$G = 0.005 \cdot C \cdot (1.2 + 3 \cdot i)$$

Siendo C el importe de crédito e i el tipo de interés en tanto por uno. C se tomará como el 60% del valor de contrato e i como el 0.14

$$C = 0.6 \cdot 24.371.431,92 \text{ €} = 14622859.15$$

$$G = 0.005 \cdot 1462259.15 \cdot (1.2 + 3 \cdot 0.14) = 118445.16\text{€}$$

6.1.2 Escritura de entrega e Impuesto por Actos Jurídicos Documentados

$$G = 0.005 \cdot Vc$$

Siendo Vc el valor de contrato del buque 24.371.431,92 €

$$G = 0.005 \cdot 24371431.92 = 121857.16\text{€}$$

6.1.3 Gastos notariales

Se estima como el 10% de la suma de los dos anteriores

$$G = (118445.16 + 121857.16) \cdot 0.1 = 24030.23\text{€}$$

6.1.4 Intereses intercalarios

$$G = (0.0167 \cdot Me + 0.035 \cdot Mc) \cdot C \cdot i$$

Siendo Me plazo de entrega en meses, desde la entrada en vigor del contrato hasta la entrega del buque y Mc plazo de construcción en meses desde la puesta en quilla hasta la entrega. Los factores c e i ya se han definido en el primer punto de este apartado.

Por lo tanto Me = 30 y Mc=24

$$G = (0.0167 \cdot 30 + 0.035 \cdot 24) \cdot 14622859.15 \cdot 0.14 = 2745295.58\text{€}$$

6.1.5 Inspección y adiestramiento de la tripulación

6.1.5.1 Inspección del armador

$$G = 0.001 \cdot Vc + 1650 \cdot Mc$$

$$G = 0.001 \cdot 24371431.92 + 1650 \cdot 24 = 63971.43\text{€}$$

6.1.5.2 Adiestramiento de la tripulación

$$900 \cdot Nt + 1000 \cdot Mc$$

Siendo Nt el número de tripulantes,30.

$$900 \cdot 30 + 1000 \cdot 24 = 51000\text{€}$$

6.1.6 Cargos y respetos no incluidos en el contrato de construcción

6.1.6.1 Cargos, pertrechos y repuestos extra

$$G = 18000 + K1 \cdot Vc + 600 \cdot BHP^{\frac{1}{3}}$$

Siendo K1 un factor que varía entre 0.001 y 0.0012 según la complejidad del buque, en este caso se estima 0.0012.

$$G = 18000 + 0.0012 \cdot 24371431.92 + 600 \cdot 19764^{\frac{1}{3}} = 63467.91\text{€}$$

6.1.6.2 Gastos de puesta en explotación

$$G = 6000 \cdot \left(K1 + 0.1 \cdot BHP^{\frac{1}{3}} \right)$$

Siendo K1 igual a 1.25

$$G = 6000 \cdot \left(1.25 + 0.1 \cdot 19764^{\frac{1}{3}} \right) = 23722.19\text{€}$$

Por lo tanto los gastos totales del armador serían la suma de estas tres partidas

Gstos totales armador

$$\begin{aligned} &= 118445.16 + 121857.16 + 2745295.58 + 274529.58 + 63971.43 \\ &+ 51000 + 63467.91 + 23722.19 = 3462304.85\text{€} \end{aligned}$$

6.2 Gastos de operación del buque

Para el desglose de los gastos de operación del buque también se utiliza la biografía mencionada en los primeros apartados de este cuaderno del profesor Fernando Junco.

6.2.1 Combustible y lubrican

Se considera que anualmente el buque proyecto operará un total de 4800h es decir 200 días.

En cuanto a las condiciones operativas se considera que el buque tendrá los siguientes porcentajes de operación.

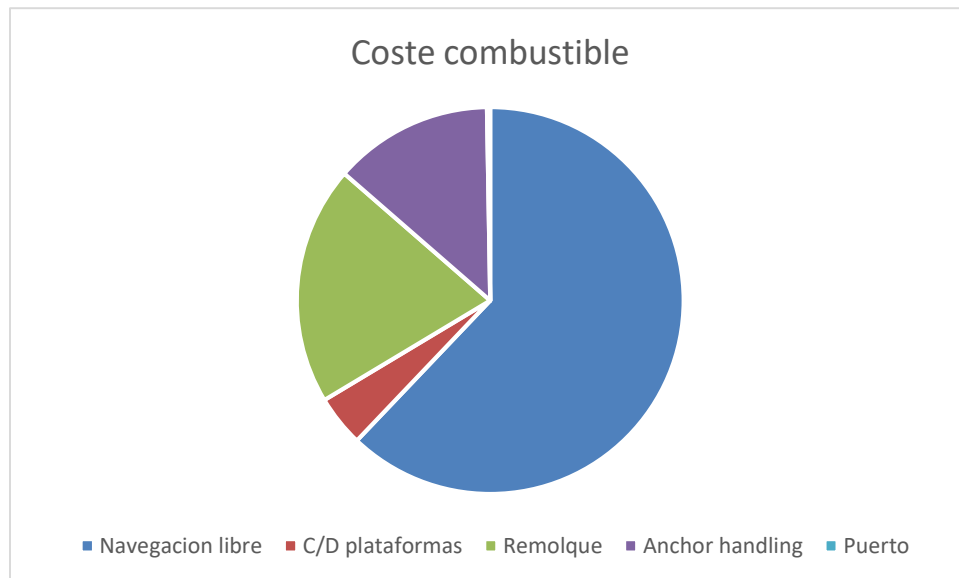
| | |
|------------------|-----|
| Navegación libre | 55% |
| Anchor handling | 15% |
| Remolque | 15% |
| Carga y descarga | 10% |
| | 5% |

Los motores del buque proyecto queman Marine Diesel Oil (MDO), y actualmente el precio del MDO oscila entre 450 y 548\$/t, es decir una media de 502.14\$/t a 21 de agosto de 2017, según la página BUNKERINDEX, la equivalencia en euros, debido a que a día de hoy un dólar equivale a 0.84011€, será 421.5€/t

En cuanto al coste del aceite lubricante, según la biografía se calcula entre un 6 y un 8% del coste de combustible, en el caso del buque proyecto se ha estimado un coste de aceite lubricante igual al 8% del coste de combustible.

En la tabla que se muestra a continuación se puede ver el cálculo realizado para el coste de combustible y para el coste de aceite, los datos de dicha tabla se sacan de los resultados obtenidos en los cuadernos 10 y 11.

| Condiciones de carga | porcentaje de cada condición | Diésel generadores | Generador puerto/emergencia | Potencia total unitaria kW | Régimen motor | Potencia total kw | Consumo específico g/kWh | t/h | horas totales anuales | horas en condición de carga | T anuales | precio de la tonelada | Coste € |
|----------------------|---|--------------------|-----------------------------|----------------------------|---------------|-------------------|--------------------------|----------|-----------------------|-----------------------------|-----------|-----------------------|----------------|
| Navegación libre | 55% | 3 | 0 | 4880 | 72% | 10540,8 | 172,5 | 1,818288 | 4800 | 2640 | 4800,28 | 421,5 | 2.023.318,15 € |
| C/D plataformas | 10% | 1 | 0 | 4880 | 82% | 4001,6 | 172,5 | 0,690276 | 4800 | 480 | 331,33 | 421,5 | 139.656,64 € |
| Remolque | 15% | 3 | 0 | 4880 | 85% | 12444 | 172,5 | 2,14659 | 4800 | 720 | 1545,54 | 421,5 | 651.447,13 € |
| Anchor handling | 15% | 2 | 0 | 4880 | 85% | 8296 | 172,5 | 1,43106 | 4800 | 720 | 1030,36 | 421,5 | 434.298,09 € |
| Puerto | 5% | 0 | 1 | 635 | 80% | 508 | 171 | 0,086868 | 4800 | 240 | 20,84 | 421,5 | 8.787,57 € |
| TOTAL COMBUSTIBLE | | | | | | | | | | | | 3.257.507,58 € | |
| CONSUMO DE ACEITE | 8% del coste del combustible según la biografía | | | | | | | | | | | 260.600,61 € | |



6.3 Tripulación y víveres

Según la biografía, este coste de la tripulación varía dependiendo de la nacionalidad de la tripulación y el tipo de servicio del buque. Para barcos con bandera española se puede considerar una cifra de 24000 € por tripulante.

Este valor, debido al tipo de buque y a la necesidad de personal cualificado para las labores a realizar parece un poco escasa, por lo que el coste de la tripulación se asume en torno a los 40000€ por tripulante y año.

En cuanto a los víveres no se da ninguna referencia en la biografía, por lo que consultando otros proyectos se considera 5000€ por tripulante y por año.

Por lo tanto el coste de tripulación y víveres será el siguiente:

$$c = 40000 \cdot 30 + 5000 \cdot 30 = 1350000 \frac{\text{€}}{\text{año}}$$

6.4 Gastos portuarios

La biografía no da ninguna referencia para este coste, por lo que se estima un 4% del coste de la tripulación y víveres.

$$c = 1350000 \cdot 0.04 = 54000\text{€}$$

6.5 Mantenimiento y reparaciones

Para mantenimiento y reparaciones puede preverse un porcentaje de entre un 1.5 y 2% de los gastos del armador y valor de contrato, para el buque proyecto se estima un porcentaje de un 1.7%

$$c = 0.017 \cdot (3462304.85 + 24.371.431,92) = 473173.53\text{€}$$

6.6 Seguros

El coste anual del seguro puede estimarse como porcentaje del orden del 1 o 1.5% del valor de contrato más los gastos del armador. Para el buque proyecto se estima un porcentaje del 1.3%.

$$c = 0.013 \cdot (3462304.85 + 24371431,92) = 361838.58\text{€}$$

6.7 Pertrechos y varios

El costo anual de pertrechos y varios puede estimarse también mediante un porcentaje del valor de contrato más gastos del armador de entre un 1 y un 1.5%, en este caso se estima un porcentaje del 1%

$$c = 0.01 \cdot (3462304.85 + 24371431,92) = 278337.37\text{€}$$

6.8 Resumen de los costes de operación

| Partida | Coste |
|------------------------------|----------------|
| Combustible | 3.257.507,58 € |
| Aceite | 260.600,61 € |
| Tripulación y víveres | 1.350.000,00 € |
| Gastos portuarios | 54.000,00 € |
| Mantenimiento y reparaciones | 473.173,53 € |
| Seguro | 361.838,58 € |
| Pertrechos y varios | 278.337,37 € |
| TOTAL | 6.035.457,67 € |

6.9 Inversión total

| | |
|----------------------|-----------------|
| Coste de adquisición | 29.489.432,63 € |
| gastos del armador | 3.462.304,85 € |
| Inversión total | 32.951.737,48 € |

7 EVALUACIÓN ECONÓMICA

En este apartado se realizará un estudio de viabilidad económico-financiera del proyecto realizado, para ello se calculará el Valor Actual Neto (VAN) y Tasa Internacional de Rentabilidad (TIR) y el periodo de recuperación de la inversión.

Se analizará un tipo de financiación mixta, en la que el armador deberá hacerse cargo del 40% de la inversión total mientras que el 60% restante será financiado.

El tipo de interés que se define con la entidad financiera es del 5%, y se debe devolver en 10 años.

En cuanto al valor residual del Buque se toma del 12% de la inversión total, mientras que la vida útil del buque es de 15 años, debido a la obsolescencia.

El impuesto de sociedades está regulado por ley, y actualmente es de un 25%

En cuanto al flete, después de consultar varias fuentes se tiene un flete muy variable, debido a la gran variabilidad de este mercado y a la crisis y bajada del precio del crudo en los últimos años, con lo cual se ha decidido establecer tres fletes distintos que se irán alternando, además se han evaluado diferentes mercados, y finalmente se ha decidido que el buque opere en el atlántico norte, estos fletes se han sacado de distintos años y de buques de características similares al buque proyecto.

Los fletes diarios serán los que se mostraran en la siguiente tabla:

| | |
|-------|--------|
| Año1 | 150000 |
| Año2 | 75000 |
| Año3 | 25000 |
| Año4 | 150000 |
| Año5 | 75000 |
| Año6 | 25000 |
| Año7 | 150000 |
| Año8 | 75000 |
| Año9 | 25000 |
| Año10 | 150000 |
| Año11 | 75000 |
| Año12 | 25000 |
| Año13 | 150000 |
| Año14 | 75000 |
| Año15 | 25000 |

7.1 Resultados

A continuación se mostraran varias tablas con los resultados obtenidos del estudio de viabilidad.

| | |
|----------------|------------|
| Inversión | 32.951.737 |
| Amortización | 10% |
| Valor residual | 1.647.587 |

| | |
|------------------|----------|
| Horas trabajadas | 200 |
| Ingresos totales | Variable |

| | |
|--------------------|------------|
| Importe préstamo | 19.771.042 |
| Tasa de interés | 5% |
| Período devolución | 10 |

| | |
|----------------------|------------|
| Costes fijos | 2.517.344 |
| Cuota anual préstamo | 2.560.440 |
| Amortización | 3.295.174 |
| Combustible y aceite | 3.518.108 |
| Costes fijos totales | 11.891.066 |

| | |
|-----------------|-----|
| Tasa descuento | 3% |
| Tipo impositivo | 25% |

| AÑO | INTERÉS | AMORTIZACIÓN | PAGO | SALDO FINAL |
|-----|---------|--------------|-----------|-------------|
| 0 | | | | 19.771.042 |
| 1 | 988.552 | 1.571.888 | 2.560.440 | 18.199.154 |
| 2 | 909.958 | 1.650.483 | 2.560.440 | 16.548.671 |
| 3 | 827.434 | 1.733.007 | 2.560.440 | 14.815.664 |
| 4 | 740.783 | 1.819.657 | 2.560.440 | 12.996.007 |
| 5 | 649.800 | 1.910.640 | 2.560.440 | 11.085.367 |
| 6 | 554.268 | 2.006.172 | 2.560.440 | 9.079.195 |
| 7 | 453.960 | 2.106.481 | 2.560.440 | 6.972.714 |
| 8 | 348.636 | 2.211.805 | 2.560.440 | 4.760.910 |
| 9 | 238.045 | 2.322.395 | 2.560.440 | 2.438.515 |
| 10 | 121.926 | 2.438.515 | 2.560.440 | 0 |
| 11 | 0 | -0 | 0 | 0 |
| 12 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 13 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 14 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Buque supply AHTS 250 TPF/ Cuaderno13
Noelia Paredes Portas

| | | | | |
|----|---|---|---|---|
| 15 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|----|---|---|---|---|

| AÑO | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
|------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|
| Inversión | -32.951.737 | | | | | | | |
| Valor residual | | | | | | | | |
| FNC Inversión | -32.951.737 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ingresos | 0 | 15.000.000 | 5.000.000 | 23.000.000 | 15.000.000 | 5.000.000 | 23.000.000 | 15.000.000 |
| Costes fijos | 0 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 |
| Amortización | 0 | 3.295.174 | 3.295.174 | 3.295.174 | 3.295.174 | 3.295.174 | 3.295.174 | 3.295.174 |
| Beneficio antes de impuestos | 0 | 3.108.934 | -6.891.066 | 11.108.934 | 3.108.934 | -6.891.066 | 11.108.934 | 3.108.934 |
| Impuesto | 0 | 777.233 | -1.722.767 | 2.777.233 | 777.233 | -1.722.767 | 2.777.233 | 777.233 |
| Beneficio neto | 0 | 2.331.700 | -5.168.300 | 8.331.700 | 2.331.700 | -5.168.300 | 8.331.700 | 2.331.700 |
| FNC Operativo | 0 | 5.626.874 | -1.873.126 | 11.626.874 | 5.626.874 | -1.873.126 | 11.626.874 | 5.626.874 |
| FNC Proyecto | -32.951.737 | 5.626.874 | -1.873.126 | 11.626.874 | 5.626.874 | -1.873.126 | 11.626.874 | 5.626.874 |
| FNC Acumulados | -32.951.737 | -27.324.863 | -29.197.989 | - | - | -13.817.366 | -2.190.492 | 3.436.382 |

| 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 |
|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| | | | | | | | 1.647.587 |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.647.587 |
| | | | | | | | |
| 5.000.000 | 23.000.000 | 15.000.000 | 5.000.000 | 23.000.000 | 15.000.000 | 5.000.000 | 23.000.000 |
| 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 | 8.595.892 |
| 3.295.174 | 3.295.174 | 3.295.174 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| -6.891.066 | 11.108.934 | 3.108.934 | -3.595.892 | 14.404.108 | 6.404.108 | -3.595.892 | 14.404.108 |
| -1.722.767 | 2.777.233 | 777.233 | -898.973 | 3.601.027 | 1.601.027 | -898.973 | 3.601.027 |
| -5.168.300 | 8.331.700 | 2.331.700 | -2.696.919 | 10.803.081 | 4.803.081 | -2.696.919 | 10.803.081 |
| -1.873.126 | 11.626.874 | 5.626.874 | -2.696.919 | 10.803.081 | 4.803.081 | -2.696.919 | 10.803.081 |
| | | | | | | | |
| -1.873.126 | 11.626.874 | 5.626.874 | -2.696.919 | 10.803.081 | 4.803.081 | -2.696.919 | 12.450.668 |
| | | | | | | | |
| 1.563.256 | 13.190.130 | 18.817.004 | 16.120.085 | 26.923.165 | 31.726.246 | 29.029.327 | 41.479.994 |

| | |
|------------|------------|
| VAN | 36.345.835 |
| TIR | 20,903% |
| PR | 6 |

7.2 Conclusiones

Con los resultados obtenidos de los cálculos (VAN TIR y periodo de recuperación) se llega a la conclusión de que el proyecto es viable, ya que el Van es mayor que 0 y el TIR es mayor que la tasa de descuento.

El plazo de recuperación que se obtiene es de 6 años, y debido a la gran variabilidad del mercado se tienen años en los que se incurrirá en pérdidas, pero en general el balance es positivo, ya que en la vida útil del buque se ganará dinero aun descontando todas las pérdidas.