



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2016/17

17-07 FERRY 1500 PAX Y 1000 ML

CUADERNO 13

PRESUPUESTO Y ESTUDIO DE VIABILIDAD ECONÓMICA

Grado Ingeniería Naval y Oceánica

ALUMNO

Marcos Covelo Fernández

TUTOR

Fernando Lago Rodríguez

FECHA

2017



Escola Politécnica Superior
UNIVERSIDADE DA CORUÑA

GRADO EN INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA
TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.016-2017

PROYECTO NÚMERO 17-07

TIPO DE BUQUE: RO-PAX

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN: DNV GL, Marpol, Solas. SRTP.

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: 1500 pasajeros, 1000 metros lineales que permitirán transportar 30 tráileres y 115 turismos simultáneamente.

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 26 nudos al 90% MCR, 15% de margen de mar, autonomía de 3000 millas.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: los propios de este tipo de buque.

PROPULSIÓN: Dual-fuel (diésel/GNL).

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 1500 pasajeros y 55 tripulantes.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: los propios de este tipo de buque.

Ferrol, 28 Setiembre 2016

ALUMNO: **D. Marcos Covelo Fernández**



ÍNDICE:

1. Introducción.....	pág-4
2. Definición del tráfico del buque.....	pág-6
3. Presupuesto del coste de construcción del buque.....	pág-8
4. Estudio de viabilidad.....	pág-23
Anexo.....	pág-30



1. Introducción:

En este proyecto se diseña un buque tipo Ro-Pax. Dicho buque será diseñado con objeto de transportar 1500 pasajeros y 1000 metros lineales de carga rodada, que le permitan albergar 115 turismos y 30 tráileres simultáneamente. Estará destinado para trayectos relativamente largos, por lo que contará con acomodación adecuada para viajes nocturnos (todos los pasajeros dispondrán de camarotes o cómodas butacas) y de diversos servicios a bordo (restaurante, cafeterías, tiendas, zonas de ocio). Será dotado con propulsión dual-fuel en línea con las actuales exigencias medioambientales. El diseño se realizará de acuerdo a la Sociedad de clasificación DNV-GL y será conforme con Marpol y Solas (incluyendo el requerimiento de retorno seguro a puerto SRTP). La velocidad de servicio que deberá alcanzar será de 26 Kn con una autonomía de 3000 millas.

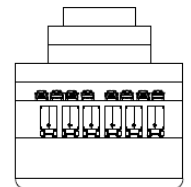
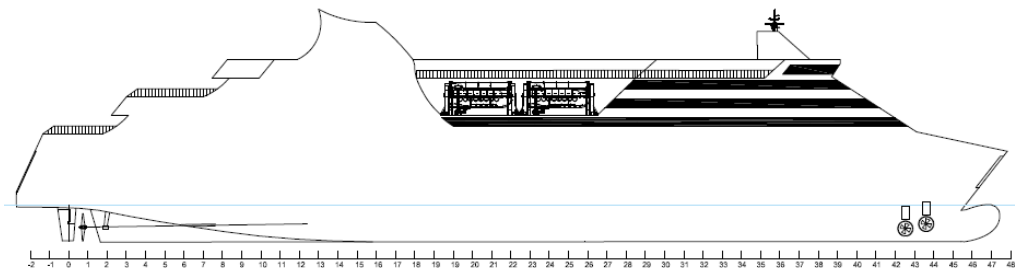
Neste proxecto diseñase un buque tipo Ro-Pax. Este buque estará deseñado para transportar 1500 pasaxeiros e 1000 metros lineais de carga rodada, o que lle permite acomodar 115 vehículos e 30 tráileres simultaneamente. Estará destinado a viaxes relativamente longas, polo que terá aloxamento adecuado para viaxes nocturnas (todos os pasaxeiros terán cabinas ou cómodos asentos) e varios servizos a bordo (restaurante, cafeterías, tendas, áreas de lecer). Estará equipado con propulsión de dobre combustible en liña cos requisitos ambientais actuais. O deseño realizarase segundo a sociedade de clasificación DNV-GL e estará de acordo con Marpol e Solas (incluído o requisito de retorno seguro a porto SRTP). A velocidade de servizo a alcanzar será de 26 Kn cunha autonomía de 3000 millas.

In this project a ship type Ro-Pax is designed. This vessel will be designed to carry 1500 passengers and 1000 linear meters of roll cargo, allowing it to accommodate 115 cars and 30 trailers simultaneously. It will be destined for long journeys, so it will have adequate accommodation for night trips (all passengers will have cabins or comfortable seats) and various services on board (restaurant, coffee shops, shops, leisure areas). It will be equipped with dual-fuel propulsion in line with current environmental requirements. The design will be made according to the DNV-GL classification society and will be in accordance with Marpol and Solas (including the safe return to port SRTP). The service speed to be achieved will be 26 knots with an autonomy of 3000 miles.



Características buque Ferry

L_{pp}	130 m
L_{total}	145,6 m
B	24,4 m
D	7,84 m
$T_{diseño}$	5,26 m
C_b	0,58
C_m	0,960
C_p	0,60
Despl	9923,2 t
Pasajeros	1500
Tripulación	55
Velocidad	26 nudos
BKw	31768,6 Kw





2. Definición del tráfico del buque:

El buque proyectado, tipo RO-PAX, está enfocado para cubrir el transporte de pasajeros y vehículos en trayectos largos, que impliquen pernoctar en el buque. Por sus características su zona de navegación se centra en Europa, sin incluir rutas en el Báltico ya que no posee notación de clase para navegar en hielo.

Dentro de las rutas explotadas en la actualidad, se podrían señalar como adecuadas por encajar con las características del buque proyecto las siguientes:

- Livorno – Palermo:
410 millas
Grimaldi lines
3 travesías semanales

- Barcelona – Civitavecchia:
500 millas
Grimaldi lines
6 travesías semanales

- Barcelona – Savona:
390 millas
Grimaldi lines
1 travesía semanal

- Brindisi – Patras:
270 millas
Grimaldi lines
4 travesías semanales

- Génova – Palermo:
490 millas
GNV
7 travesías semanales

- Génova – Túnez:
530 millas
GNV, CTN
6 travesías semanales

- Marsella – Túnez:
520 millas
CTN, Corsica línea
7 travesías semanales



- Civitavecchia – Túnez:
380 millas
GNV, Grimaldi lines
2 travesías semanales

- Santander – Plymouth:
490 millas
Brittany ferries
1 travesía semanal

- Arbatax – Génova:
320 millas
Tirrenia
2 travesías semanales

- Argel – Marsella:
470 millas
Corsica linea, Algérie-ferries
5 travesías semanales

- Marsella – Bejaia:
450 millas
Corsica linea, Algérie-ferries
2 travesías semanales

- Kastelorizo – El Pireo:
360 millas
Blue Star ferries
2 travesías semanales

- Rosslare – Cherbourg:
350 millas
Celtic Link ferries
3 travesías semanales



3. Presupuesto del coste de construcción del buque:

La estimación del coste inicial del buque se realizó mediante las fórmulas indicadas en el libro “Criterios de evaluación técnica y económica del proyecto de un buque” de F. Junco.

Para ello se dividieron los costes en los siguientes grupos:

- Equipos, materiales y gastos directos.
- Mano de obra.
- Gastos generales.
- Primas y desgravaciones.
- Beneficio.

1)Casco:

- Acero estructural:

Se consideró un valor de mercado para la tonelada de acero de 600 €/t. El peso bruto de acero necesario se obtuvo del cuaderno 2, donde se calculó por el método de Watson y por el de J. L. García Garcés:

$$PST = 3615,45 \text{ t}$$

Este valor debe multiplicarse por 1,15 para obtener el peso neto, que considera los recortes y excesos de laminación:

$$PSTn = 3615,45 \cdot 1,15 = 4157 \text{ t}$$

Obteniéndose entonces un coste de:

$$C_{\text{casco}} = 4157 \cdot 600 = 2494200 \text{ €}$$

- Polines:

Su peso se estima por la fórmula:

$$P_{\text{po}} = 0,0033 \cdot \text{BHP} + 0,0034 \cdot \text{Kw} \cdot 1500/\text{rpm} + 0,075 \cdot N_{\text{ma}} \cdot T_{\text{ma}} + 0,0024 \cdot N_{\text{m}} \cdot d^{1,5} + 3,7 \cdot 10^{-6} \cdot L \cdot H \cdot (V_s + 2)^2$$

Donde:

- BHP: potencia motores propulsores, 49135 CV.
- Kw: potencia motores auxiliares, 2610 Kw.
- Rpm: revoluciones por minuto auxiliares, 1000 rpm.
- N_{ma} : número maquinillas de amarre, 4.
- T_{ma} : tracción de las maquinillas de amarre, 11,8 ton.
- N_{m} : número de molinetes, 2.
- d: diámetro de la cadena del ancla, 73 mm.
- H: calado de escantillonado, 7 m.
- V_s : velocidad de servicio, 26 nudos.



Se obtiene:

$$P_{po} = 184,63 \text{ t}$$

Aplicando un factor de 1,2 para tener en cuenta los posibles recortes, se consigue un coste de:

$$C_{po} = 184,63 \cdot 1,2 \cdot 600 = 132933 \text{ €}$$

- Piezas fundidas y forjadas:

Se estima como:

$$C_{ff} = 4 \cdot 130 \cdot 7 = 3640 \text{ €}$$

- Timón y accesorios:

Se estima como:

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

Donde:

- L_{tim} : longitud del timón, 2,2 m.
- H_{tim} : altura del timón, 4,4 m.

$$C_{tim} = 2 \cdot 40 \cdot 2,2^2 \cdot 4,4 = 1703 \text{ €}$$

- Materiales auxiliares:

Se estima en 50 € por cada tonelada de acero estructural:

$$C_{maux} = 50 \cdot 3615,45 = 180772 \text{ €}$$

- Pintura obra viva:

Se estima en 3 €/m², resultando:

$$C_{pov} = 3 \cdot 3395 = 10185 \text{ €}$$

- Pintura obra muerta:

Se estima en 1 €/m², resultando:

$$C_{pom} = 1 \cdot 9300 = 9300 \text{ €}$$



- Pintura de tuberías:

Se estima como:

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

Donde k es una constante que toma el valor de 1,8.

$$C_{pt} = 915,3 \text{ €}$$

- Protección catódica:

Se estima como:

$$C_{pc} = 1,55 \cdot \text{Superficie mojada}$$

$$C_{pc} = 1,55 \cdot 3395 = 5262 \text{ €}$$

Equipo, armamento e instalaciones:

- Anclas:

Se estiman en 2500 €/ t:

$$C_{anc} = 2500 \cdot 5,25 \cdot 2 = 26250 \text{ €}$$

- Cadenas:

Se estiman como:

$$C_{cad} = 0,15 \cdot 0,275 \cdot \text{diámetro cadena}^2 \cdot \text{long. Cadena}$$

$$C_{cad} = 126946 \text{ €}$$

- Botes salvavidas:

Se estiman mediante:

$$C_{bsalv} = K \cdot N^{2/3}$$

Donde:

- K: coeficiente en función del tipo de bote, 2250 para los de motor semicerrados.
- N: número de personas de capacidad del bote, 150.

$$C_{bsalv} = 4 \cdot 2250 \cdot 150^{2/3} = 254049 \text{ €}$$

- Balsas salvavidas:

Se estima como:

$$C_{bals} = K \cdot N^{1/3}$$

Donde:

- K: coeficiente en función del tipo de balsa, 1200.



- número de personas de capacidad de la balsa, 150.

$$Cbals = 8 \cdot 1200 \cdot 150^{1/3} = 51000 \text{ €}$$

- Dispositivos de lanzamiento de botes:

Se estima como:

$$Cpb = K \cdot N^{2/3}$$

Donde:

- K: 4000 para botes cerrados.
- N: número de personas de capacidad del bote, 150.

$$Cpb = 4 \cdot 4000 \cdot 150^{2/3} = 451690 \text{ €}$$

- Aros, chalecos, varios:

Se estima como:

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

$$Cv = 2500 + 30 \cdot 1555 = 49150 \text{ €}$$

- Habilitación de alojamientos:

Se estima como:

$$Ch = K \cdot S_h$$

Donde:

- K: coeficiente en función de la calidad, 250.
- S_h : superficie de habilitación, 9237 m².

$$Ch = 2309250 \text{ €}$$

- Cocina y oficios:

Se estima como:

$$Cco = K \cdot N$$

Donde:

- K: coeficiente que toma el valor de 300 para buques de pasaje.
- N: número de personas a bordo.

$$Cco = 300 \cdot 1555 = 466500 \text{ €}$$

- Lavandería y varios:

Se estima en 240 € por persona que pernocte:

$$Clav = 240 \cdot 1555 = 373200 \text{ €}$$

- Acondicionamiento en alojamientos:

Se estima en 60 €/ m²:



$$\text{Caco} = 60 \cdot 9237 = 554220 \text{ €}$$

- Equipos de navegación y comunicaciones:

Se estima en un total de:

$$\text{Cenav} = 156300 \text{ €}$$

- Equipos auxiliares de comunicación:

Se estiman en un 8% del anterior:

$$\text{Cauxn} = 12504 \text{ €}$$

- Comunicaciones externas:

Se estima en:

$$\text{Ccomex} = 141000 \text{ €}$$

- Comunicaciones internas:

Se estima como:

$$\text{Ccomin} = 36000 + 480 \cdot N^{0,85}$$

$$\text{Ccomin} = 276391 \text{ €}$$

- Instalaciones C.I. en cámara de máquinas:

Se estima como:

$$\text{Ccim} = 8,4 \cdot L_{\text{c.máquinas}} \cdot B \cdot D_{\text{c.máquinas}}$$

$$\text{Ccim} = 39352 \text{ €}$$

- Instalación eléctrica:

Se estima como:

$$\text{Cie} = 480 \cdot Kw^{0,77}$$

$$\text{Cie} = 198451 \text{ €}$$

- Tuberías:

Se estima como:

$$\text{Ct} = 2705 \cdot (0,015 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m + 0,18 \cdot L) + K_t \cdot \text{BHP} + 1,5 \cdot (3 \cdot L_m \cdot B \cdot D_m + 4 \cdot S_n)$$

Donde:

- K_t : coeficiente que toma el valor de 8 por quemar el propulsor combustible pesado.
- L_m : eslora de la cámara de máquinas, 33,6 m.
- D_m : puntal de la cámara de máquinas, 6 m.



- S_h : superficie de habilitación, 9237 m².
Ct = 707672 €

Maquinaria auxiliar de cubierta:

- Servomotor:

Se estima mediante:

$$C_{sm} = 3700 \cdot M^{2/3}$$

Donde:

- M: par que debe efectuar, 114 N·m.

$$C_{sm} = 86990 \text{ €}$$

- Molinetes:

Se estima como:

$$C_m = 300 \cdot d_{cadena}^{1,3}$$

$$C_m = 79330 \text{ €}$$

- Chigres:

Se estima como:

$$C_{ma} = 4 \cdot 7800 \cdot T_{ma}^{2/3}$$

Donde:

- T_{cb} : tracción del chigre, 12,03 t.

$$C_{cb} = 163806 \text{ €}$$

Instalación propulsora:

- Motores propulsores:

Se estima como:

$$C_{mp} = 4 \cdot 40 \cdot N_c^{0,85} \cdot D^{2,2} / \text{rpm}^{0,75}$$

Donde:

- N_c : número de cilindros, 8.
- D: diámetro de los cilindros, 460 mm.
- Rpm: revoluciones por minuto, 600.

$$C_{mp} = 5574427 \text{ €}$$



- Acoplamiento línea de ejes:

Se estima como:

$$C_{ae} = 1700 \cdot \text{BHP} / \text{rpm}$$

$$C_{ae} = 139258 \text{ €}$$

- Ejes y chumaceras:

Se estima como:

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

$$C_{ee} = 353880 \text{ €}$$

- Hélices de paso variable:

Se estima como:

$$C_{hel} = 360 \cdot \text{BHP}^{0,7}$$

$$C_{hel} = 692418 \text{ €}$$

Maquinaria auxiliar de la propulsión:

- Generadores accionados por motor diésel:

Se estima como:

$$C_{ge} = 252 \cdot D^{2,2} \cdot N_c^{0,8} / \text{rpm} + 24000 \cdot (\text{Kwg} / \text{rpm})^{2/3}$$

Donde:

- D: diámetro de los cilindros, 260 mm.
- N_c : número de cilindros, 8.
- Kwg: potencia eléctrica generada, 2600 Kw.
- Rpm: 1000.

$$C_{ge} = 318788 \text{ €}$$

- Generadores accionados por la instalación propulsora:

Se estima como:

$$C_{pto} = 24000 \cdot (\text{Kwg} / \text{rpm})^{2/3}$$

$$C_{pto} = 35950 \text{ €}$$

- Equipo de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora y auxiliar:

Se estima como:

$$C_{crl} = 6000 + (K1 + K2) \cdot \text{BHP}$$

Donde:

- K1: 2,4 para motores de 4 tiempos.



- K2: coeficiente sobre la existencia de enfriador central, 1.

$$C_{crl} = 173059 \text{ €}$$

- Equipos de arranque de motores:

Se estima como:

$$C_{am} = 78 \cdot N_{co} \cdot Q_{co}$$

Donde:

- N_{co} : número de compresores, 2.
- Q_{co} : caudal unitario, 118 m³/h

$$C_{am} = 18408 \text{ €}$$

- Equipos manejo de combustible:

Se estima como:

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

Donde:

- N_{bt} : número de bombas de trasiego, 2.
- Q_{bt} : capacidad de las bombas de trasiego, 66 m³/h.

$$C_{mc} = 108991 \text{ €}$$

- Bombas de contraincendios y sentinas:

Se estima como:

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

Donde:

- Q_{bs} : caudal de las bombas de sentinas, 22,08 m³/h.
- Q_{ci} : caudal de las bombas de contraincendios, 62,8 m³/h.
- K: coeficientes que dependen del registro bruto, tomando los valores: K1=3, K2=3, K3=4, K4=1.

$$C_{il} = 56047 \text{ €}$$

Equipos sanitarios:

- Generadores de agua dulce:

Se estima como:

$$C_{gad} = 2 \cdot 1380 \cdot \text{Caudal generador}$$

$$C_{gad} = 248400 \text{ €}$$



- Plantas de tratamiento de fecales:

Se estima como:

$$C_{tf} = 2640 \cdot N^{0,4}$$

$$C_{tf} = 99844 \text{ €}$$

Varios:

- Ventiladores de cámara de máquinas:

Se estima como:

$$C_{vcm} = 7,5 \cdot N_v \cdot Q_v^{0,5} + 5,52 \cdot K \cdot BHP^{0,5}$$

Donde:

- N_v : número de ventiladores, 16.
- Q_v : caudal unitario, 19000 m³/h.

$$C_{vcm} = 17763 \text{ €}$$

- Sistema de estabilización activa:

Se estima como:

$$C_{ea} = K_{ea} \cdot (\Delta/vel^2 \cdot B)^{2/3}$$

Donde:

- K_{ea} : 600000 para estabilizadores retráctiles.
- vel : velocidad en pruebas, 26 nudos.

$$C_{ea} = 407643 \text{ €}$$

- Hélice de empuje transversal:

Se estima como:

$$C_{ht} = 900 \cdot BHP_{ht}^{0,73}$$

$$C_{ht} = 185123 \text{ €}$$

- Instalaciones contraincendios:

Se estima como:

$$C_{ci} = K_{ci} + 5,5 \cdot S_{habilitación}$$

Donde:

- K_{ci} : coeficiente que toma el valor de 16000 para buques de pasaje.

$$C_{ci} = 67150 \text{ €}$$



2) Mano de obra:

Para la obtención de su coste se considera un coste horario de la mano de obra de 36 €/h. a continuación se muestran las estimaciones de horas necesarias para cada partida:

- Acero laminado:
Se estima como:

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

Donde:

- K_{ba} : índice de mano de obra de casco, 110 h/t
- P_{ac} : peso neto de acero, 3615,45 t.
- K_f : índice de coeficiente de forma, 0,3.
- C_f : coeficiente de forma, 0,58.
- K_b : índice de bulbo, 0,04.
- K_c : coeficiente de número de cubiertas, 0,05.
- N_c : número de cubiertas fuera de cámaras de máquinas, 6.

$$H_c = 582152 \text{ h}$$

- Timón y accesorios:
Se estima como:

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

$$H_{tim} = 1936 \text{ h}$$

- Preparación de superficies:
Se estima como:

$$H_{ps} = 0,02 \cdot S$$

$$H_{ps} = 253,9 \text{ h}$$

- Pintura y control de corrosión:
Se estima como:

$$H_{pin} = 0,25 \cdot S_{om} + (1 + 0,3 \cdot N_{om}) + 0,35 \cdot S_{ov} \cdot N_{ov} / 4$$

Donde:

- S_{om} : superficie obra muerta, 9300 m².
- S_{ov} : superficie obra viva, 3395 m².
- N_{om} , N_{ov} : número de manos, 3.

$$H_{pin} = 3218 \text{ h}$$



- Equipo de fondeo y amarre:

Se estima como:

$$H_{far} = 27 \cdot P_{anclas}^{0,4}$$
$$H_{far} = 52,41 \text{ h}$$

- Medios de salvamento:

Se estima como:

$$H_{ms} = 300 + 1,5 \cdot N$$
$$H_{ms} = 2632 \text{ h}$$

- Habilitación de alojamientos:

Se estima en 16 h/m²:

$$H_{ha} = 147792 \text{ h}$$

- Fonda y hotel:

Se estima en 115 h/tripulante:

$$H_{fh} = 178825 \text{ h}$$

- Equipos de acondicionamiento en alojamientos:

Se estima en 2h/m²:

$$H_{aco} = 18474 \text{ h}$$

- Equipos de navegación y comunicaciones:

Se estima como:

$$H_{nc} = 330 \cdot N_{equipos}^{-6}$$
$$H_{nc} = 1320 \text{ h}$$

- Instalación eléctrica:

Se estima como:

$$H_{cc} = 4 \cdot S_h + 6 \cdot Kw$$
$$H_{cc} = 51948 \text{ h}$$

- Tuberías:

Se estima como:

$$H_{tb} = 11 \cdot BHP^{0,35}$$
$$H_{tb} = 482 \text{ h}$$

- Máquinas de fondeo y amarre:



Se estima como:

$$H_{fa} = L \cdot (1,75 \cdot N_{\text{molinetes}} + 1,6 \cdot N_{\text{cabrestantes}} + 1,7 \cdot N_{\text{maquinillas}})$$

$$H_{fa} = 1339 \text{ h}$$

- Maquinaria propulsora:

Se estima como:

$$H_{mp} = 10 \cdot \text{BHP}^{2/3} \cdot N_{mp}$$

$$H_{mp} = 53660 \text{ h}$$

- Líneas de ejes:

Se estima como:

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

Donde:

- K_{le} : coeficiente que vale 0,85 para motores con reductor.

$$H_{le} = 83529 \text{ €}$$

- Hélices propulsoras:

Se estima como:

$$H_h = K_1 + K_2 \cdot \text{BHP} \cdot N_h$$

Donde:

- K_1 : coeficiente que toma el valor de 700 para hélices de paso variable.
- K_2 : coeficiente que toma el valor de 0,44 para hélices de paso variable.

$$H_h = 43938 \text{ €}$$

- Grupos electrógenos:

Se estima como:

$$H_g = 52 \cdot N_g \cdot K_w^{0,43}$$

$$H_g = 3007 \text{ €}$$

- Equipos de circulación, refrigeración y lubricación de la planta propulsora:

Se estima como:

$$H_{crl} = K_{crl} + 0,18 \cdot \text{BHP}$$

Donde:



- K_{crit} : coeficiente que toma el valor de 2250 para motores de cuatro tiempos.

$$H_{crl} = 11094 \text{ €}$$

- Equipos de arranque de motores:

Se estiman como:

$$H_{am} = N_{\text{compresores}} \cdot (40 + 3,5 \cdot Q_{\text{compresores}})$$

$$H_{am} = 906 \text{ €}$$

- Equipos de manejo de combustible:

Se estima como:

$$H_{co} = K_{co} \cdot BHP$$

Donde:

- K_{co} : coeficiente que toma el valor de 0,27 al quemar combustible pesado.

$$H_{co} = 13266 \text{ €}$$

- Equipos de purificación:

Se estiman como:

$$H_{ep} = (K_{ep} + 0,056 \cdot BHP) \cdot (N_{\text{purificadoras}})$$

Donde:

- K_{ep} : coeficiente que toma el valor de 300 si se quema combustible pesado.

$$H_{ep} = 18309 \text{ €}$$

- Equipos sanitarios:

Se estiman como:

$$H_{es} = (280 + 8 \cdot Q_{ad}) + (410 + 3,9 \cdot N)$$

$$H_{es} = 8194 \text{ €}$$

- Sistema estabilización activa:

Se estima como:

$$H_{ea} = K_{ea} \cdot (\Delta / V^2 \cdot B)^{2/3}$$

Donde:

- K_{ea} : coeficiente que toma el valor de 1200 con estabilizadores retráctiles.

$$H_{ea} = 815 \text{ h}$$



- Hélice de empuje transversal:

Se estima como:

$$Hht = 14,5 \cdot BHP_t^{0,7}$$

$$Hht = 1951 \text{ h}$$

- Instalación contraincendios:

Se estima como:

$$Hfc = 0,39 \cdot L^{1,1} \cdot B$$

$$Hfc = 2012 \text{ h}$$

Resumen	
Partida:	Coste (€):
Casco	2838910
Equipo, armamento e instalaciones	6193925
Maquinaria auxiliar de cubierta	330126
Instalación propulsora	6759983
Maquinaria auxiliar de la propulsión	711243
Equipos sanitarios	348244
Varios	677679
Total	17.860.110
Mano de obra	
1231105,31 h	44.319.791
TOTAL	62.179.901



Coste total del buque:

El coste total del buque para el propietario del buque resultará el obtenido hasta ahora, coste de construcción, más los gastos y beneficio del astillero. Estos se pueden estimar como:

- Gastos variables del astillero: seguros, auxilios durante la construcción, inspección del armador, Sociedad de Clasificación, avales y comisiones y garantías. Se estiman como un 5% del valor de construcción del buque.
- Beneficio del astillero: se considera como un 5% del coste de construcción del buque.

Obteniéndose entonces:

Coste buque:	
Coste construcción	62.179.901 €
Gastos astillero	3.108.995 €
Beneficio astillero	3.108.995 €
TOTAL	68.397.891 €



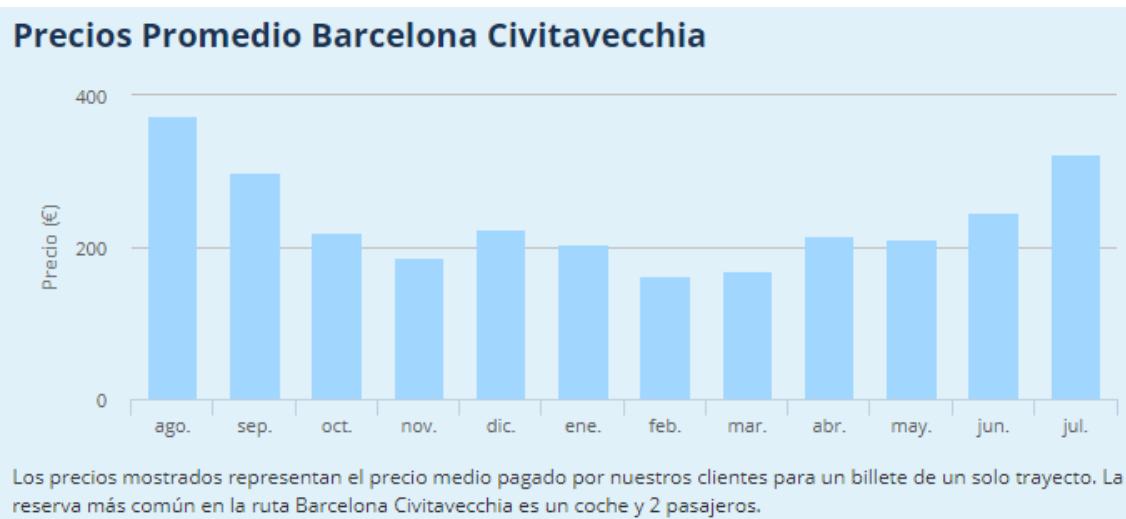
4. Estudio de viabilidad:

En este apartado se realizará un estudio con objeto de averiguar la viabilidad del proyecto y su posible rentabilidad.

4.1. Mercado:

Para dicho estudio se supone que el buque operará en la línea Barcelona – Civitavecchia, que supone una distancia de 500 millas. Actualmente esta línea está explotada por Grimaldi lines, operando 6 travesías semanales en cada sentido, con los buques Cruise Barcelona y Cruise Roma.

El coste de los pasajes varía en función de la temporada, la antelación y el tipo de acomodación escogido. En general, en temporada baja el precio de un trayecto en butaca con un turismo sería de 120 € y en un camarote (compartido) de 140 €. A continuación se muestra el histórico de los precios promedios pagados por los clientes del servicio web Directferries:



4.2. Inversión:

Se pueden identificar los siguientes conceptos:

- Inversión fija:
Corresponde al valor del buque, obtenido en el apartado anterior.
- Inversión en corriente:



Se considera que los clientes podrán pagar a 30 días. Los gastos fijos, tanto directos como indirectos, se deberán abonar en 45 días. Por su parte, los gastos en combustible se abonarán en 60 días.

- Amortizaciones: serán de tipo lineal, y reflejarán la pérdida de valor del buque a medida que pasa el tiempo. Se considerará que el buque tiene al finalizar su ciclo de vida un 8% del valor total del mismo. De esta manera, irá perdiendo un 4,6% de su valor por cada año, en un total de 20 años de vida útil. Se obtiene una cuota de amortización anual de:

$$\text{Amortización} = (68.397.891 - 68.397.891 \cdot 0,08) / 20 = 3.146.302 \text{ €}$$

4.3. Gastos variables del buque:

Se consideran las siguientes partidas:

- Combustible:
El buque puede consumir tanto HFO como GNL, se consideraron el histórico de precios de los últimos diez años para hallar la tendencia de variación. Los datos se obtuvieron de la administración de información de la energía de U. S. y de World Bank:





A la vista de las grandes fluctuaciones que sufrieron los precios y de los valores actuales, se consideraron los valores medios de dicho intervalo como precio base, siendo luego modificado a lo largo de los años del estudio por la tendencia observada en estos datos:

$$\text{HFO} = 1,68 \text{ €/galón} = 443,8 \text{ €/m}^3$$

$$\text{GNL} = 8,87 \text{ €/mmBTU} = 212,88 \text{ €/m}^3$$

Para el estudio de viabilidad se considera el HFO, por ser el combustible que se prevé emplee con mayor asiduidad el buque en su operación, y que aportará un mejor resultado en cuanto a rentabilidad.

- Entradas a puerto:

El coste de la estancia en puerto se obtuvo según lo indicado por Puertos del Estado. El coste resulta:

$$C = (\text{GT}/100) \cdot \text{horas de estancia} \cdot 1,43 \cdot 1 \cdot 0,6$$

$$C = 1146 \text{ € por atraque}$$

4.4. Gastos fijos:

Se incluyen en este apartado los siguientes conceptos:

- Tripulación:

Los sueldos y la composición de la tripulación se indican a continuación:

Tripulación	Número	Sueldo (€/año)
Capitán	1	110000
Oficiales	6	60000
Maestranza	16	50000
Subalternos	32	40000
Índice de rotación	2	

- Seguros:

En cuanto a los seguros, se asegurará un valor del 80% del buque sobre el valor contable (considerando las deducciones por amortización). Para el margen de la aseguradora, se considerará un 0,02% de margen. Este valor es el que se gana la aseguradora como beneficio propio.



- **Mantenimiento:**
Se estima en un 2% de la inversión inicial, aumentando a un 4% los años que se produzca varada en dique seco (2 veces cada 5 años). Además, a mitad de vida útil se considera una posible renovación de la habilitación y servicios para el pasaje, incrementando el valor hasta el 30% en el año 11.

- **Administración de la compañía:**
Se consideran los siguientes valores de costes de la compañía, considerando que solo dispone del buque proyecto:

Costes compañía	
Oficinas(€/año)	2.000.000
Ingeniería (€/año)	750.000
Calidad (€/año)	300.000
Dirección y administración (€/año)	1.000.000

4.5. Ingresos:

Como se indicó en el apartado de mercado, los precios actuales de la compañía que opera dicha ruta son, sin impuestos:

- Butaca: 55 €
- Camarote (por pasajero): 125 €
- Turismo: 50 €

Se toman dichos valores fuera de temporada alta y reservando con antelación, buscando ser conservadores con el cálculo.

Con estos valores se puede obtener los ingresos obtenibles por un trayecto:

- Butaca: $55 \cdot 750 = 41250 \text{ €}$
- Camarote: $125 \cdot 750 = 93750 \text{ €}$
- Turismos: $275 \cdot 50 = 13750 \text{ €}$

Se considera que el buque no navegará al 100 % de su ocupación todo el año, por lo que se supone un volumen de pasajeros del 80% anual.



4.6. Entorno:

Se incluyen en este apartado:

- Impuesto sobre sociedades:
Se sitúa en un 25% del beneficio antes de impuestos, el valor actual en España.

- Coste de capital:
Se estima en un 10% el rendimiento del capital que exige el inversor.

4.7. Financiación:

Como modelo de financiación se tomaron los siguientes supuestos:

- Principal: 40 % del valor del buque.
- Tipo de interés: 7,5 %.
- Plazo de la deuda: 10 años.
- Corretaje: 0,10 %.
- Comisiones: 2 %.

4.8. Resultados:

La viabilidad del proyecto se comprueba mediante tres parámetros característicos: VAN, TIR y Período de recuperación.

- VAN (valor actual neto):
Es el valor del proyecto en el momento de tomar la decisión de invertir. También podría definirse como la compensación que recibirá el inversor por asumir el riesgo de invertir. Su cálculo se realiza por la siguiente fórmula:



$$VAN = -CF_0 + \frac{CF_1}{1+K} + \frac{CF_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{CF_{n-1}}{(1+K)^{n-1}} + \frac{CF_n}{(1+K)^n}$$

$$K = CMPC = \frac{K_{RP} \times RP}{RP + RA} + \frac{K_{RA} \times (1 - IS) \times RA}{RP + RA}$$

K : Tasa de descuento.

RP : Recursos Propios.

RA : Recursos Ajenos.

K_{RP} : coste de oportunidad de los recursos propios.

K_L : retribución libre de riesgo de la deuda pública.

K_{RA} : coste de la financiación ajena.

IS : tipo impositivo del Impuesto sobre Sociedades.

El valor del VAN debe ser positivo para indicar que el proyecto producirá ganancias por encima de la rentabilidad exigida.

- TIR (tasa interna de retorno):
Rentabilidad máxima que los inversores alcanzarían en un proyecto si renunciasen al VAN. Se calcula con la fórmula:

$$0 = -CF_0 + \frac{CF_1}{1+K} + \frac{CF_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{CF_{n-1}}{(1+K)^{n-1}} + \frac{CF_n}{(1+K)^n}$$

El valor del TIR debe ser positivo para indicar que el proyecto dará una rentabilidad mayor que la rentabilidad mínima exigida.

- PR (Período de recuperación):
Define el período temporal en el que el inversor recupera los fondos invertidos en el proyecto. Se calcula como $n + 1$:

$$0 \geq -CF_0 + \frac{CF_1}{1+K} + \frac{CF_2}{(1+K)^2} + \dots + \frac{CF_{n-1}}{(1+K)^{n-1}} + \frac{CF_n}{(1+K)^n}$$

Se busca que sea lo menor posible, representando así un menor riesgo en la inversión.



Los valores obtenidos de estos indicadores para el proyecto actual se indican a continuación. Se evaluó el proyecto con financiación exterior (bancos) y sin ella.

- Proyecto sin financiar:
Se consideró que el coste del buque es íntegramente aportado por el propietario, que realizará el pago en tres cuotas de 30, 40 y 30 % en los 2 primeros años.
Los valores obtenidos resultan:

Concepto	PSF
TIR	25,35%
VAN (€)	73.885.575
PERÍODO DE RECUPERACIÓN (años)	7

Se observa que el proyecto resulta rentable, recuperando la inversión en 7 años.

- Proyecto financiado:
Se consideró la financiación antes indicada en el apartado correspondiente. Se obtuvo:

Concepto	PF
TIR	33,14%
VAN (€)	98.504.996
PERÍODO DE RECUPERACIÓN (años)	5

Se observa que el proyecto resulta también rentable, aportando unas mejores previsiones de rentabilidad para el inversor.



UNIVERSIDADE DA CORUÑA



Escola Politécnica Superior

Trabajo Fin de Grado
CURSO 2016/17

17-07 FERRY 1500 PAX 1000 ML

Grado en Ingeniería Naval y Oceánica

Documento

ANEXO

evolucion esperada del precio del GNL			3,37%	-1,24%	1,37%	1,67%	5,20%	-0,05%	-0,21%	0,38%	-2,61%	-2,34%	-3,79%	3,37%	-1,24%	1,37%	1,67%	5,20%	-0,05%	-0,21%	0,38%	-2,61%
---------------------------------------	--	--	-------	--------	-------	-------	-------	--------	--------	-------	--------	--------	--------	-------	--------	-------	-------	-------	--------	--------	-------	--------

212,88

III.6. ESCALA	
TARIFAS PORTUARIAS EN OPERACIÓN	
tasa por utilización especial de servicios portuarios (€/100GT.h)	1146,0000
tasa de mercancía (€/Tn)	0,0000

IV. ENTORNO	
Amortización	lineal
Impuesto de sociedades	25%
Coste del Capital (rendimiento del capital que exige el inversor)	10%

V. FINANCIACIÓN	
Autofinanciación (E)	60%
Principal	40% capital a desembolsar
Tipo de interés	7,5%
Plazo de la deuda	10 años
Corretaje	0,10%
Comisiones	2,00%

VI. RESULTADOS		
Concepto	PSF	PF
TIR	25,35%	33,14%
VAN (€)	73.885.575	98.504.996
PERÍODO DE RECUPERACIÓN (años)	7	5