



INGENIERÍA naval

REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO

sectormaritimo.es

AÑO XCIV · N°1043 · MARZO · 2025



ENERMAR

Asociación de Ingenieros Navales
y Oceánicos de España



15th ENERMAR Technical Conference

The ocean and renewable energies:
the contribution of naval architecture
and marine engineering

2025 • June 25, 26 & 27
Viana do Castelo (Portugal)



Filipinas y el Pacífico

La construcción naval,
la navegación y la metalurgia

1575 - 1850



WWW.INGENIEROSNAVALES.COM/TIENDA/



FONDO EDITORIAL DE INGENIERÍA NAVAL
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS NAVALES Y OCEÁNICOS

Redacción

N.º 1043 • MARZO • 2025

Revista editada por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España.
Fundada en 1929 por Aureo Fernández Ávila, I.N.

PRESIDENTE DE AINE Y DE LA COMISIÓN DE LA REVISTA

Diego Fernández Casado, I.N.

VOCALÉS DE LA COMISIÓN DE LA REVISTA

Francisco Pérez Villalonga, Dr. I.N.

Jesús Valle Cabezas, Dr. I.N.

Luis Guerrero Gómez, Dr. I.N.

Raúl Villa Caro, Dr. I.N.

REDACCIÓN

Verónica Abad Soto, I.N. (Redactora Jefe)

PUBLICIDAD

David Sánchez Rosado

Tel: 682 120 545

comercial@ingenierosnavales.com

revista@sectormarítimo.es

ADMINISTRACIÓN

Noemí Cezón López

DIRECCIÓN

Castelló, 66 - 28001 Madrid

Tels.: 915 751 024 / 915 771 678

e-mail: revista@sectormarítimo.es

www.sectormarítimo.es

DISEÑO Y MAQUETACIÓN

DiseñoPar Publicidad S.L.U.

parpubli@parpubli.com

www.parpubli.com

IMPRESIÓN

Imedisa Material de Oficina, S.L.

Tel: 914861606

SUSCRIPCIÓN ANUAL

SUBSCRIPTION FEE (2025):

Electrónica general 90,00 €

Electrónica estudiantes 45,00 €

Papel + electrónica 110,00 €

(sólo España)

SUSCRÍBETE AQUÍ:
sectormarítimo.es



AÑO XCIV • N.º 1043

marzo 2025

Publicación mensual

ISSN: 0020-1073

Depósito Legal: M 51 - 1958

REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO



NOTAS:

No se devuelven los originales. La Revista de Ingeniería Naval es una publicación plural, por lo que no necesariamente comparte las opiniones vertidas por sus colaboradores en los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados, ni se identifica con ellos, y sin que esta Revista, por su publicación, se haga en ningún caso responsable de aquellas opiniones. Los firmantes de los artículos, trabajos, cartas y colaboraciones publicados son autores independientes y los únicos responsables de sus contenidos. Se permite la reproducción de nuestros artículos indicando su procedencia, pero no la distribución de la revista por ningún tipo de medio (electrónico y/o físico).

CONSEJO TÉCNICO ASESOR

D. Francisco de Bartolomé Guijosa
D. Manuel Carlier de Laval
D. Rafael Gutiérrez Fraile
D. José María de Juan-García Aguado
D. Nandi Lorensu Jaesuria
D. Miguel Ángel Palencia Herrero
D. Mariano Pérez Sobrino
D. Jesús Valle Cabezas

Sumario

Nº 1043 • MARZO • 2025

175. artículo técnico

“Aplicación de IA en la optimización de tanques para la estabilidad y seguridad de buques”, por R. García Cañizares; P. Sánchez Chamoso; B. Roca González

“Development of standardized series of counter rotating propellers with special interest in hydrofoil ships”, por J. López Alonso; A. Juandó Iturroiz

204. conectados

211. pesca

214. construcción naval

217. actualidad

231. coyuntura del sector naval

“El sector marítimo en su laberinto”, por J-E. Pérez García

245. guía de empresas

207 conectados

Almuerzo de Carnavales 2025
de la Delegación Territorial
en Galicia





231

coyuntura

El sector marítimo
en su laberinto



204

conectados

COIN, AINE y Educación Azul:
una alianza para inspirar
vocaciones vinculadas al mar



214

construcción naval

Crean el primer barco
monolítico funcional
impreso en 3D de gran
formato

Editorial

No crece lo suficiente

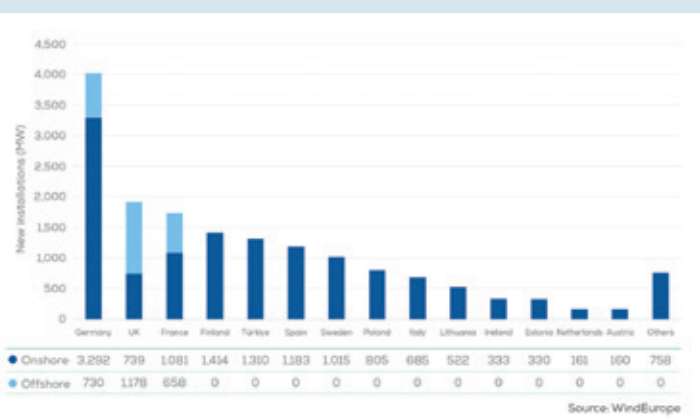
Para que la UE alcance el objetivo de energías renovables que se ha marcado para el final de esta década, sería necesario instalar 74.000 MW de potencia eólica más para materializar el objetivo UE 2030. Esta es una de las conclusiones que se desprenden del último informe elaborado por WindEurope.

Durante 2024, Europa instaló 16.400 MW de nueva potencia eólica. El 84% de la nueva capacidad de generación puesta en marcha en Europa el año pasado fue terrestre (13.800 MW), mientras que 2.600 MW fueron offshore. En total, Europa tiene ahora mismo 285.000 MW de potencia eólica: 248.000 MW en tierra firme y 37.000 MW en alta mar.

El año pasado, como bien hemos señalado en el párrafo anterior, se conectaron a la red en Europa 2,6 GW, repartidos en ocho parques eólicos offshore de diferentes países. Alemania ha conectado 730 MW en total repartidos de la siguiente manera: 477 MW en Baltic Eagle, 253 MW en Gode Wind 3. En total, 73 nuevos aerogeneradores con una potencia media de 10 MW cada uno. Francia ha conectado 658 MW: 496 MW en Saint Brieux, 497 MW en Fécamp y 25 MW en el proyecto piloto Provence Grand Large. En total, 87 aerogeneradores con una potencia media de 7,6 MW cada uno.

Reino Unido, por su parte, ha instalado 1.178 MW de potencia, repartidos en tres parques eólicos marinos. 60 aerogeneradores en Moray West (882 MW). 448 MW en Neart na Gaoithe y 1,2 GW en Dogger Bank Phase A. 93 aerogeneradores en total, con una potencia media de 12,7 MW cada uno.

Está previsto que la capacidad eólica marina de la UE alcance los 48 GW en 2023. En subasta ya se han adjudicado 39 GW y se espera que los proyectos desarrollados al margen de los sistemas de subasta sumen menos de 1 GW de aquí a 2023. Con ello, la capacidad total instalada en alta mar en Europa ascendería a los 84 GW en 2023.





Navantia

Innovation
where it matters



Grupo Remolques Unidos

Remolques Unidos, S.L
Rusa Santander, S.L.
Antonio López, 42
39009 Santander
Tfno.: 942 211 712
remolquesunidos@remolquesunidos.com

Rusa Málaga, S.L
Vélez Málaga, 11, Edif. Don Álvaro, 1º- 4
29016 Málaga
Tfno.: 952 221 040
administradora@remolquesunidos.com



Aplicación de IA en la optimización de tanques para la estabilidad y seguridad de buques



Rubén García Cañizares,
I. N.



Paula Sánchez Chamoso,
I. N.



Beatriz Roca González,
I. N.

Trabajo presentado en el 63 Congreso Internacional de Ingeniería Naval e Industria Marítima, celebrado en Madrid del 24 al 26 de abril de 2024

ÍNDICE

Abstract / Resumen

1. Introduction

2. Selección del algoritmo

3. Desarrollo

3.1. Fase I

3.1.1. Planteamiento del problema

3.1.2. Resultados

3.2. Fase II

3.2.1. Inputs

3.2.2. Planteamiento del problema

3.2.3. Resultados

4. Conclusiones

5. Referencias

RESUMEN

En este estudio, se aborda la optimización de la disposición de tanques a bordo desde una perspectiva enfocada en la estabilidad mediante la aplicación de algoritmos de Inteligencia Artificial (IA). La correcta disposición de los tanques es crucial para garantizar el funcionamiento óptimo de los sistemas del buque durante su operación, así como para mantener un entorno seguro a bordo.

Partiendo de una configuración de tanques previamente definidos, se busca una solución que maximice la seguridad del barco, así como una secuencia de consumo de combustible y lastrado que no comprometa la estabilidad durante la operación. Para ello, se evalúan las soluciones candidatas utilizando posiciones de equilibrio y criterios de estabilidad inicial, y se descartan configuraciones que no cumplan con los criterios de diseño (tales como: prestaciones de autonomía, desplazamiento u operatividad).

Para encontrar soluciones óptimas en un espacio de búsqueda amplio, se aplican algoritmos de enjambre (PSO) que imitan el comportamiento colectivo de enjambres y ex-

ploran eficientemente múltiples alternativas. El PSO ajusta las posiciones de las partículas para converger hacia soluciones estables y seguras que no solo garantizan la estabilidad y seguridad, sino que también mejoran el proceso de diseño en tiempo y recursos.

Las siguientes fases de este estudio permitirán la consolidación de la herramienta para su aplicación a diferentes tipos de buques, incluyendo soluciones de futuras plataformas autónomas.

Abstract

In this study, the optimization of tank arrangement on board is approached from a perspective focused on stability through the application of AI algorithms. A proper tank distribution is crucial to ensure optimal operation of the vessel's systems during its operation and to maintain a safe environment on board.

Starting from a previously defined tanks distribution, a solution that maximizes vessel's safety is sought, as well as fuel consumption and ballasting sequence that does not compromise stability during operation. To this end, candidate solutions are evaluated using equilibrium floating positions and initial stability criteria, and configurations that do not meet the design criteria (such as: range capabilities, displacement, or operability performance) are discarded.

To find optimal solutions in a broad search space, swarm algorithms (PSO) are applied. These algorithms mimic the collective behaviour of swarms and efficiently explore multiple alternatives. PSO adjusts particle positions to converge towards stable and safe solutions that not only guarantee stability and safety, but also improve the design process in terms of time and resources.

The next phases of this study will allow the consolidation of the tool for application to different types of vessels, including solutions for future autonomous platforms.

1. INTRODUCTION

La disposición de los tanques a bordo de un buque es un aspecto crítico que afecta tanto a la seguridad como a la eficiencia operativa. Una ubicación incorrecta de los tanques puede provocar desequilibrios, inestabilidad y riesgos para la carga, los sistemas instalados a bordo y la tripulación.

En el contexto de la navegación marítima, la disposición se refiere a la distribución estratégica de lastre y combustible a bordo de una embarcación. El lastre, que generalmente consiste en agua de mar, se coloca en tanques específicos para mantener el equilibrio y la estabilidad del barco. Por otro lado, el combustible se almacena en tanques diseñados para un consumo eficiente durante el viaje.

La secuencia, por otro lado, se relaciona con cómo se consume el combustible y cómo se llenan los tanques de lastre a lo largo del viaje. Es fundamental mantener una secuencia adecuada para garantizar que el barco permanezca adrizado y estable. A medida que se consume el combustible, los tanques de lastre se llenan gradualmente para compensar el cambio de peso y mantener la embarcación en su posición óptima de diseño. La disposición y secuencia son aspectos críticos en la operación marítima, ya que afectan directamente la seguridad, la eficiencia y la navegabilidad del barco.

Importancia de la disposición de los tanques a bordo:

La disposición adecuada de los tanques afecta directamente a la estabilidad del buque. Un centro de gravedad bajo y una distribución equilibrada de la carga son esenciales

para reducir escoras y trimados que pongan en peligro la operación del barco.

- La distribución de los tanques debe hacerse de una manera estratégica para mantener un centro de gravedad bajo durante las maniobras y en condiciones de mala mar.
- El trimado y la escora pueden afectar a la operación, a la navegación y a la seguridad del buque. La disposición de los tanques permite ajustar el centro de gravedad longitudinal, así como corregir desviaciones transversales del peso en rosca.
- La correcta distribución de los tanques permite reducir los movimientos bruscos del buque, así como cambios repentinos en la estabilidad.

Importancia de la secuencia de carga a bordo:

La secuencia de consumo de combustible y llenado de lastre afecta de manera directa a la distribución de peso del buque. Se debe planificar cuidadosamente la secuencia para evitar cambios abruptos en la estabilidad y minimizar el consumo de combustible.

- La correcta secuencia de consumos a bordo es crucial para preservar el margen de estabilidad y seguridad en caso de una avería.
- Una mala secuencia de consumo puede provocar cambios en el trimado y la escora y, por tanto, aumentar el consumo de combustible, reduciendo la eficiencia y, por tanto, aumentando los costes de operación.
- La variación de la carga y los consumos durante la operación deben ser rigurosamente controlados para garantizar en todo momento un margen de estabilidad suficiente. Esta medida es esencial para preservar la seguridad y eficiencia a bordo.

La disposición de tanques y la secuencia de consumo son aspectos críticos en la operación de todos los buques. Por lo tanto,

es fundamental que tanto los diseñadores como los profesionales marítimos comprendan su importancia e impacto y sigan prácticas seguras durante las operaciones a bordo. En este estudio, se examina la optimización de la disposición de los tanques de combustible y lastre a bordo desde una perspectiva centrada en la posición de equilibrio del buque y su estabilidad inicial. Considerando una geometría de tanques preestablecida, se plantea la búsqueda de una solución que optimice la seguridad de la embarcación. Además, se busca establecer una secuencia de consumo de combustible y lastrado que maximice el margen de estabilidad durante la operación.

El diseño de la disposición de tanques a bordo, así como la secuencia de carga que se refleja en los libros de estabilidad es desarrollada por los arquitectos navales. Sin embargo, este proceso se basa en la mayoría de las ocasiones en la experiencia, ya que analizar el espectro completo de un elevado número de alternativas, no suele ser compatible con los plazos y recursos disponibles. El número de alternativas crece de manera factorial con el número de tanques involucrados en los cálculos.

Dada la complejidad y el gran número de posibilidades a considerar, se abordará este problema utilizando inteligencia artificial. Los algoritmos de inteligencia artificial pueden analizar múltiples escenarios y evaluar un elevado número de disposiciones y condiciones de carga de manera más rápida y eficiente que un enfoque manual.

La IA puede explorar soluciones óptimas y proporcionar recomendaciones basadas en datos y análisis rigurosos. Sin embargo, la elección del algoritmo de IA es un aspecto clave en el proceso de resolución de problemas. Requiere comprender las características del problema, los datos disponibles y

las capacidades que ofrecen los algoritmos para converger en una o varias soluciones.

2. SELECCIÓN DEL ALGORITMO

Un problema de optimización es una tarea matemática que consiste en encontrar la mejor solución posible para un conjunto de restricciones y una función objetivo. Para el desarrollo de esta herramienta se ha valorado utilizar diferentes algoritmos de optimización con inteligencia artificial como:

- Algoritmos genéticos (GA): basados en la teoría de la selección natural y la genética.
- Algoritmos de enjambres de partículas (PSO): basados en la idea de simular el comportamiento de un enjambre de partículas en movimiento.
- Algoritmos de Colina (HC): exploran soluciones vecinas de la solución actual para encontrar una mejor.
- Algoritmos de ramificación y Poda (B&B): crean un árbol de búsqueda y eliminan/cortan aquellas ramas que no proporcionan soluciones prometedoras.

Para el desarrollo inicial se han escogido algoritmos de enjambre de partículas (PSO),

que son algoritmos de búsqueda metaheurística que simulan el comportamiento de las partículas en la naturaleza. Se trabajará con una población de soluciones candidatas llamadas “partículas” (en este caso las configuraciones o los llenados en tanques) y se desplazarán por el espacio de búsqueda.

El movimiento de cada partícula se ve influenciado por su mejor posición local encontrada hasta el momento y también por las mejores posiciones globales encontradas por otras partículas. De esta manera, el subespacio de partículas convergerá rápidamente en el mejor espacio de subespacio de soluciones.

Las principales ventajas del algoritmo seleccionado son:

- Capacidad para manejar restricciones complejas.
- Alcance de soluciones en un tiempo razonable.
- Buen comportamiento frente problemas con grandes espacios de búsqueda.

En la Figura 1 se muestra un diagrama de bloques que explica su funcionamiento.

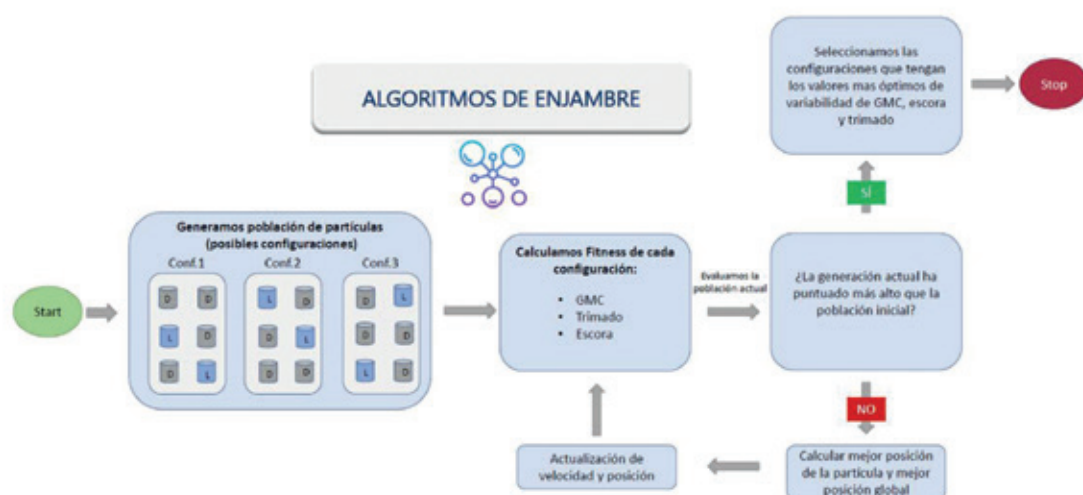


Figura 1 Esquema del funcionamiento de los algoritmos de enjambre (PSO).

3. DESARROLLO

Este proyecto se aborda como el desarrollo de un proyecto piloto con el principal objetivo de encontrar la configuración de tanques y las condiciones de carga en buques que maximicen la estabilidad y la seguridad a bordo de manera rápida y eficiente.

Inicialmente, se simplificarán las restricciones del problema para facilitar el análisis. Este enfoque simplificado permitirá una comprensión inicial antes de considerar todas las variables involucradas. En futuros desarrollos, se irán contemplando de manera escalonada más variables que puedan afectar al diseño y a la estabilidad del buque (estabilidad a grandes ángulos de escora, estabilidad en averías, análisis de criterios, etc.).

Este proyecto se ha dividido en dos fases discretizadas:

1) Fase I:

A partir de una geometría de espacios previamente definida, se buscará la disposición de tanques de combustible y lastre a bordo que maximice la estabilidad inicial y que cumpla con las restricciones en equilibrio y autonomía previamente definidas por el usuario.

2) Fase II:

A partir de la configuración óptima obtenida como resultado en la Fase I, se buscará la secuencia de consumos y llenado de lastre que maximicen la estabilidad.

Todos los resultados de equilibrios y estabilidad inicial obtenidos se han validado con la herramienta de Arquitectura Naval NAPA. Se considerará que los cálculos obtenidos por la herramienta son correctos cuando las desviaciones obtenidas entre los dos softwares sean menores a las tolerancias que se indican en la “IACS Req. 2004/Rev.4 2020 Computer Software for Onboard Stability”.

3.1. Fase I

Como se ha comentado con anterioridad, el objetivo de esta primera fase se centra en el desarrollo de una herramienta capaz de encontrar la disposición de tanques de combustible y lastre que maximicen la estabilidad inicial y que, además, cumpla con las restricciones de autonomía y equilibrios definidas por el usuario.

En la Figura 2, se muestra un diagrama de bloques que explica el planteamiento del problema.

Tabla 1. Tabla de tolerancias aplicables

Dato	Acrónimo	Tolerancias
Desplazamiento	Δ	2%
Posición longitudinal del centro de carena	LCB	1% o 50 cm máx.
Posición transversal del centro de carena	TCB	0.5% de B/5 cm máx.
Posición longitudinal del centro de flotación	LCA	1% o 50 cm máx.
Momento para trimar el barco 1 cm	MCT	2%
Altura metacéntrica transversal	GM0	1% o 5 cm máx.
Peso muerto total	P_{Muerto}	2%
Posición longitudinal del centro de gravedad	XG	1% o 50cm max
Posición transversal del centro de gravedad	YG	0.5% de B/5 cm max.
Posición vertical del centro de gravedad	ZG	1% o 5 cm max.
Momento por superficies libres	$\sum(I_{\text{tanque}} \cdot \rho_{\text{tanque}})$	2%

NOTAS: ·La desviación en % se ha calculado como: $[(\text{valor Obtenido} - \text{Valor NAPA}) / \text{Valor Obtenido}] \times 100$

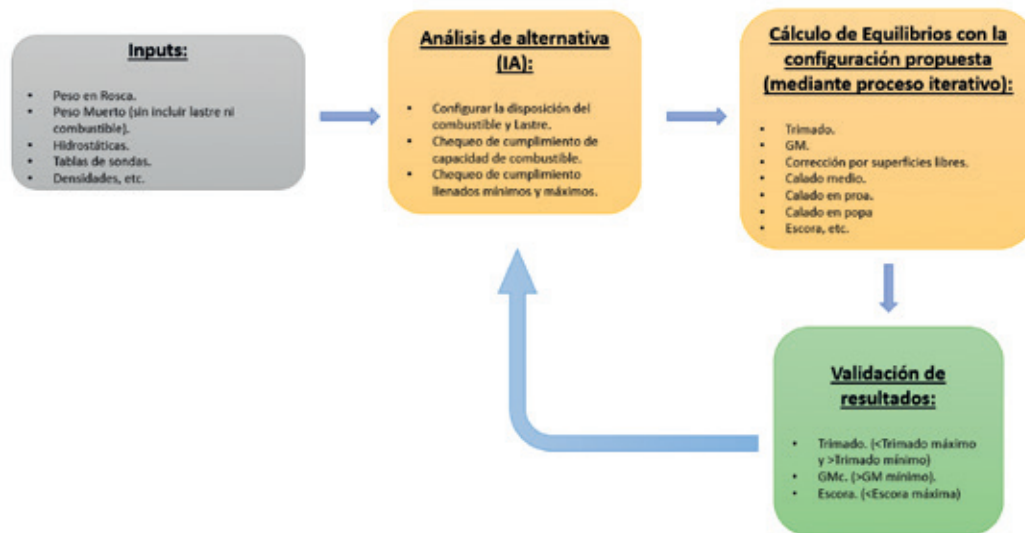


Figura 2. Diagrama de bloques para el desarrollo de la Fase I.

INPUTS

Se detallan a continuación los datos de entrada y restricciones, tanto geométricas como operacionales, que acotan el diseño y conforman el marco de trabajo de la Fase I:

- Eslora entre perpendiculares [m].
- Autonomía, se le indicará una capacidad máxima y mínima [t].
- Escora máxima y mínima [deg].
- Trimado máximo y mínimo [m].
- GM corregido mínimo [m].
- Peso rosca, incluyendo peso [t] y centro de gravedad [m].
- Peso muerto (sin incluir lastre ni DFM), se contempla el peso [t] y centro de gravedad sólido [m].
- Densidad del combustible [t/m³].
- Densidad del agua de lastre [t/m³].
- Llenado máximo y mínimo de los tanques de combustible [%].
- Llenado máximo y mínimo de los tanques de lastre [%].
- Tablas hidrostáticas para un amplio abanico de trimados, estas tablas deben incluir datos sobre el desplazamiento [t], calado medio [m], altura metacéntrica [m], posi-

ción del centro de empuje [m], etc.

- Tabla de sondas de los espacios candidatos a ser tanques de lastre o combustible, estas tablas deben incluir información sobre el volumen de trazado [m³], volumen neto [m³], centro de gravedad [m], inercias [m⁴] a diferentes niveles de llenado.
- Tanques que no son estrictamente simétricos, ya que estos tanques se contemplarán como pareja y no podrán tener un llenado diferente. Esto se hace para reducir el número de posibles soluciones y, además, para reducir escoras en las etapas de diseño ya que no podrá contemplarse un costado para cada fluido.
- Tanques fijos de combustible y/o lastres. A estos tanques se les fijará el fluido que deben albergar, por ejemplo, puede fijarse lastre en el pique de proa.
- Tanques de combustible de servicio diario. Deben ser diferenciados ya que tendrán un llenado variable (que el usuario puede controlar) en todas las condiciones de carga exceptuando la plena carga salida que llevará el llenado máximo de combustible.

3.1.1. Planteamiento del problema

El objetivo principal de esta fase es conseguir una distribución de los distintos fluidos

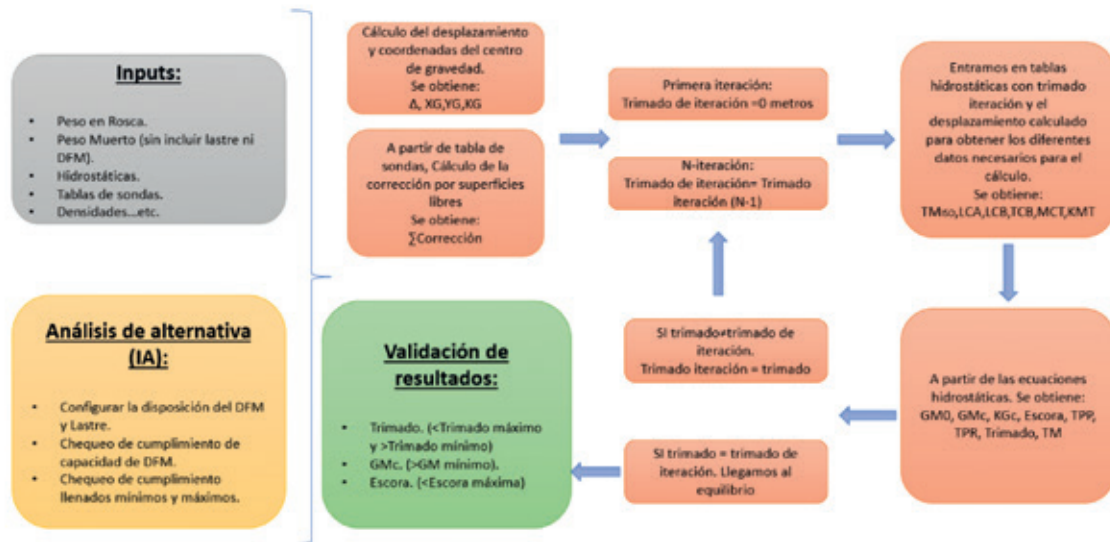


Figura 3 Diagrama de bloques Cálculo iterativo Fase I

(Combustible y Lastre) en el buque para maximizar la estabilidad y seguridad del buque. Este desarrollo se va a realizar en la condición de carga de partida. Es decir, en la salida del puerto. Se dispone de una serie de datos incluidos como inputs que acotarán el espacio de soluciones (todas las posibles alternativas a analizar) y adicionalmente, se dispone de un conjunto de restricciones que se deben aplicar para cada configuración. Éstas van a condicionar tanto al espacio de soluciones (distintas posibilidades de llenado), como al conjunto de soluciones factibles (soluciones que cumplen los requisitos).

En la Figura 3 se muestra el diagrama de blo-

ques detalla el proceso de cálculo iterativo: Inicialmente, se calculan las funciones generales que dependen de la configuración del buque, desplazamiento (peso y coordenadas del centro de gravedad) y corrección por superficies libres a partir de la tabla de sondas.

Posteriormente, se calcula el equilibrio de fuerzas, se consideran únicamente las fuerzas del peso y del empuje, por ello, el buque alcanza el equilibrio cuando no está sometido a las aceleraciones de estas. En primer lugar, se calcula la función de trimado que, como se muestra en el diagrama de la Figura 1, es un cálculo iterativo:

$$\Delta = \text{Peso rosca} + \text{Peso muerto} + \text{Muerto}_{DFM} + \text{Muerto}_{WB} \quad (5.1)$$

$$XG = \frac{\text{Rosca} \cdot XG_{\text{Rosca}} + \text{Muerto} \cdot XG_{\text{MUERTO}} + \text{Muerto}_{DFM} \cdot XG_{DFM} + \text{Muerto}_{WB} \cdot XG_{WB}}{\Delta} \quad (5.2)$$

$$YG = \frac{\text{Rosca} \cdot YG_{\text{Rosca}} + \text{Muerto} \cdot YG_{\text{MUERTO}} + \text{Muerto}_{DFM} \cdot YG_{DFM} + \text{Muerto}_{WB} \cdot YG_{WB}}{\Delta} \quad (5.3)$$

$$KG0 = \frac{\text{Rosca} \cdot ZG_{\text{Rosca}} + \text{Muerto} \cdot ZG_{\text{MUERTO}} + \text{Muerto}_{DFM} \cdot ZG_{DFM} + \text{Muerto}_{WB} \cdot ZG_{WB}}{\Delta} \quad (5.4)$$

$$\sum \text{Corrección} = FSC = \frac{\sum (I_{\text{tanque}} \cdot \rho_{\text{tanque}})}{\Delta} \quad (5.5)$$

Una vez se obtiene un trimado constante en la iteración, se calculan el resto de las funciones objetivo (maximización del GM_C , minimización del trimado y minimización de la escora) entrando en las tablas hidrostáticas para el trimado final:

$$GM0 = KMT[Hydrostáticas(\Delta, Trimado_{iteración})] - KG0 \quad (5.7)$$

$$GM_C = GM0 - \sum Corrección \quad (5.8)$$

$$Escora = \tan^{-1} \frac{(YG - TCB)}{GM0} \cdot \frac{180}{\pi} [deg] \quad (5.9)$$

Por último, se comprueban los resultados del equilibrio y configuración mediante los siguientes parámetros:

- Trimado y escora: Los valores obtenidos deben estar comprendidos entre el rango indicado como input.
- GM: Los valores de GM corregido tienen que superar al mínimo indicado como input.
- Capacidad de combustible: La capacidad de combustible tiene que estar comprendida entre el rango indicado como input.

Si se cumplen dichos valores, la alternativa analizada es candidata a ser la óptima.

Cuanto mayor es el GM, menor es la escora y menor es el trimado, mejor es la alternativa desde el punto de vista de la estabilidad (siempre y cuando cumplan los requisitos de combustible). Por lo tanto, se prioriza aquella que tenga:

- $> GM_C$
- $<$ Trimado absoluto (más cercano a 0)
- $<$ Escora absoluta (más cercana a 0)

Una vez escogida la solución óptima por el algoritmo, se evalúa mediante el software de Arquitectura Naval NAPA y se verifican los resultados del equilibrio.

3.1.2. Resultados

A continuación, se muestran los resultados obtenidos con la herramienta desarrollada en esta Fase I. Las pruebas se han elaborado con un buque con las siguientes dimensiones principales:

Tabla 2. Dimensiones principales del buque de referencia

Eslora entre perpendiculares	100,97 m
Calado medio	4,55 m
Manga	15,6 m

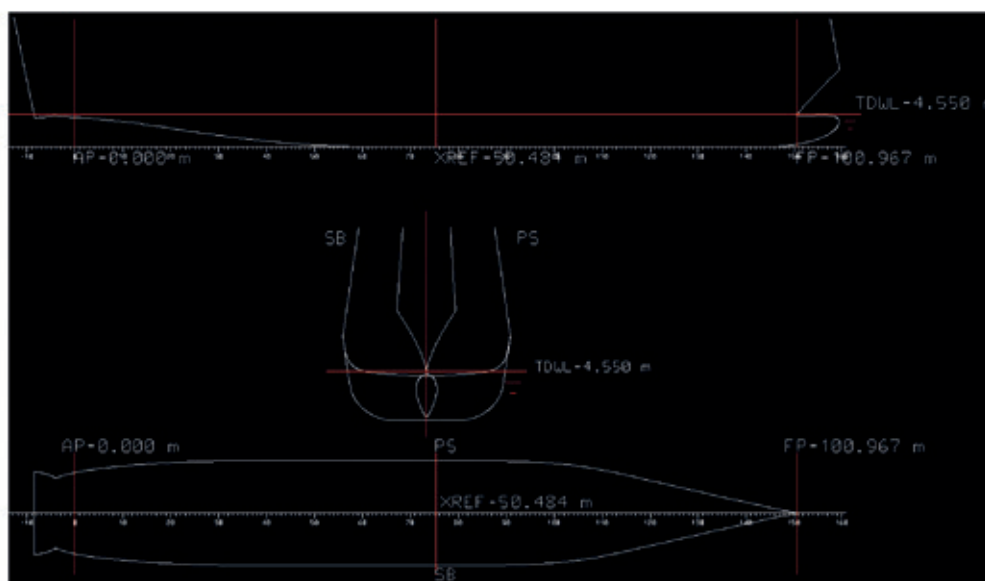


Figura 4. Dimensiones principales

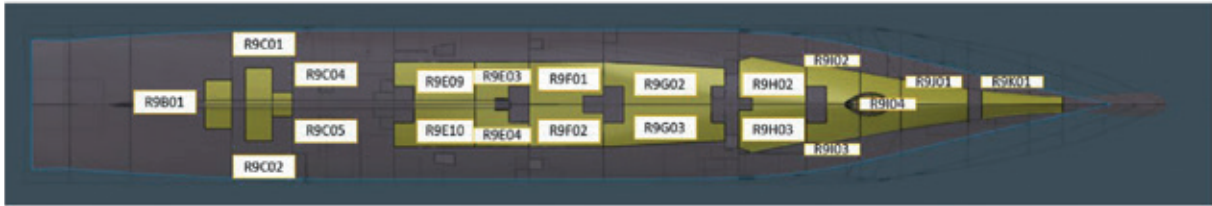


Figura 5 Tanques que de combustible o lastre

En este estudio se han considerado un total de 20 espacios candidatos a ser tanques de combustible o lastre. En la Figura 5 se muestran en amarillo los tanques que se considerarán en el estudio:

Las restricciones del problema han sido las siguientes:

Tabla 3. Restricciones del problema

Capacidad Mínima de DFM	210 t
Capacidad Máxima de DFM	250 t
Escora Mínima	-0.5 deg
Escora Máxima	0.5 deg
Trimado Mínimo	-0.15 m
Trimado Máximo	0.15 m
GM Mínimo	1.2 m

A continuación, se muestran los datos de peso en rosca y peso muerto:

Tabla 4. Datos de peso en rosca y peso muerto (sin lastre ni combustible)

Peso en rosca	3.250 t
CGX Rosca	46,5 m
CGY Rosca	0 m
CGZ Rosca	7 m
Peso Muerto	250 t
CGX Muerto	49 m
CGY Muerto	0 m
CGZ Muerto	7 m

Con estas restricciones la herramienta ha encontrado un total de 35 configuraciones de tanques de combustible que cumplen las restricciones del problema indicadas en la Tabla 3. El tiempo de cálculo ha sido aproximadamente de 320 segundos. En la Figura 6 se muestran una tabla con los valores de GM y trimados obtenidos para estas alternativas, en color verde se muestra la solución óptima

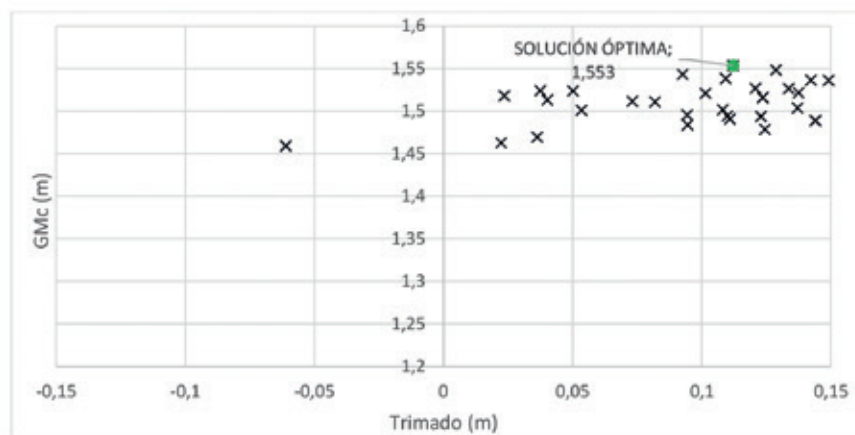


Figura 6. Alternativas que cumplen las restricciones del problema.

Tabla 5. Comparativa de los equilibrios obtenidos en la Fase I y NAPA.

	Δ [t]	T [m]	TPP [m]	TPR [m]	TR [m]	Escora [deg]	GM [m]
Obtenido	3743.836	4.627	4.681	4.573	0.108	0.0	1.618
NAPA	3743.836	4.630	4.686	4.574	0.112	0.0	1.617
Diferencia	0.000	-0.003	-0.005	-0.001	-0.004	0.0	0.000

Tabla 6. Comparativa de los equilibrios obtenidos en la Fase I y NAPA.

	Δ [t]	CORR [m]	GMC [m]	KGC [m]	XCG [m]	YCG [m]	VCG [m]
Obtenido	3743.836	0.064	1.554	6.673	47.498	0.000	6.609
NAPA3743.836	0.064	1.553	6.673	47.498	0.000	6.609	
Diferencia	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000

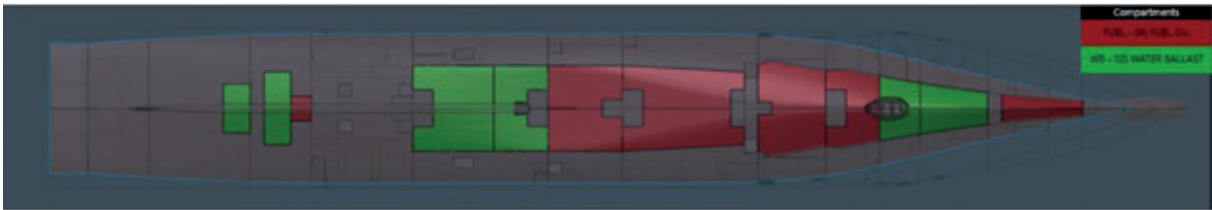


Figura 7. Vista de la configuración óptima desde el fondo del buque.

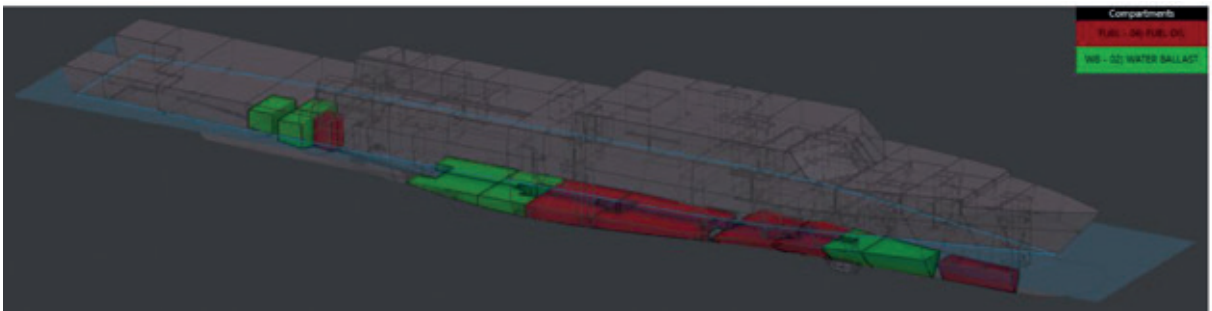


Figura 8. Vista de la configuración óptima en perspectiva.

encontrada por la herramienta, que coincide con la alternativa con mayor GMc. En las Tablas 5 y 6 se muestra una tabla comparativa con los resultados de los equilibrios obtenidos con la herramienta y con NAPA para la solución óptima. La configuración obtenida en la Fase I se muestra en las Figuras 7 y 8:

3.2.2. Fase II

El objetivo fundamental de esta segunda fase se centra en encontrar una secuencia

de consumos de combustible y llenados de lastre óptimos que maximice la estabilidad y seguridad del barco durante su operación. Se partirá de la configuración óptima obtenida en la Fase I y evolucionará en diferentes condiciones de carga a medida que se lastre y se consuma el combustible.

A lo largo de la secuencia el buque deberá cumplir con las restricciones definidas por el usuario en cuanto a equilibrios y estabilidad inicial. En caso de que no se encuentre

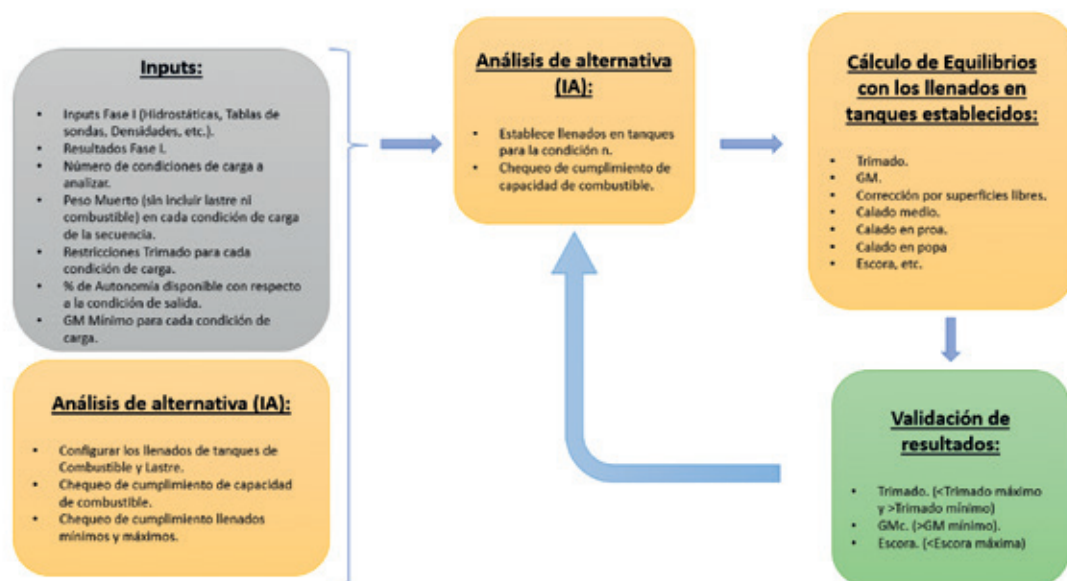


Figura 9. Diagrama de bloques para el desarrollo de la Fase II.

ninguna secuencia capaz de cumplir con los criterios se usará la siguiente mejor configuración en GM obtenida en la Fase I y se tratará de encontrar de nuevo una solución. En la figura 9 se muestra un diagrama de bloques que explica el planteamiento del problema.

3.2.1. Inputs

A continuación, se detallan los datos de entrada y restricciones, tanto geométricas como operacionales, que acotan el diseño y conforman el marco de trabajo de la Fase II.

- Configuraciones obtenidas como resultado en la Fase I.
- Inputs de la Fase I (Peso en Rosca, Hidroestáticas, Tablas de sondas, etc.)
- Número de condiciones de carga que formarán parte de la secuencia.
- Peso muerto (sin incluir lastre ni DFM) en cada condición de carga, se contempla el peso [t] y centro de gravedad sólido [m].
- Porcentaje de combustible disponible (%) en cada secuencia de carga.
- Trimado máximo y mínimo para cada condición de carga.
- GM mínimo para cada condición de carga.

3.2.2. Planteamiento del problema

Se busca optimizar la distribución de llenados en tanques (combustible y lastre) durante todo el rango operativo del buque.

Todos los cálculos hidrostáticos se han desarrollado siguiendo la misma metodología de cálculo que en la Fase I.

Se partirá de la configuración óptima obtenida en la Fase I, donde la condición de carga correspondiente a dicha configuración no contempla lastre por requisitos de diseño.

Por motivos operacionales, la condición de carga más pesada deberá ser siempre la plena carga salida, de tal manera que las condiciones de carga obtenidas en esta Fase II no superen calados que puedan restringir la operación en determinadas aguas, puertos o bases.

A medida que se vaya consumiendo combustible se irá lastrando el buque para tratar de mantener el GM lo más alto posible y corregir las desviaciones de trimado que pueda sufrir el barco.

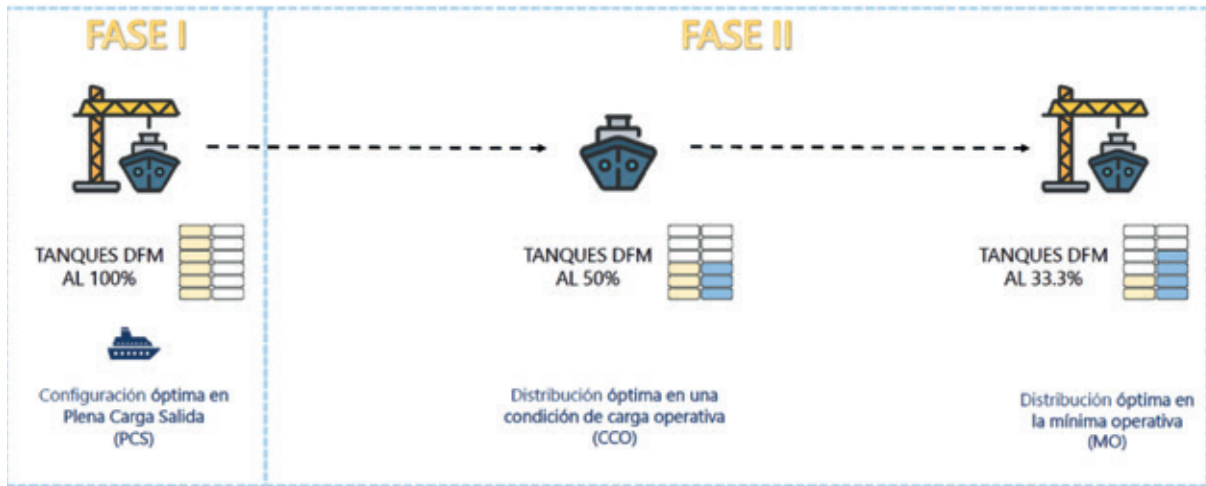


Figura 10. Esquema de una secuencia de carga Fase II.



Figura 11. Análisis de las condiciones de carga

En esta fase los tanques simétricos deberán llenarse/consumirse de manera simétrica. Además, la herramienta no contempla el trasiego de combustible, de tal manera que los tanques que se encuentren mediados en una determinada condición de carga deberán vaciarse en el siguiente paso de la secuencia.

Tras definir los llenados en tanques en cada condición de carga, se analizarán los equilibrios y estabilidad inicial, tal y como se realizó en la Fase I y se guardarán aquellas se-

cuencias que cumplan con las restricciones definidas.

La herramienta tratará de maximizar el GM de la condición limitante en estabilidad inicial, es decir, se seleccionará el valor más alto de GM entre los mínimos de cada secuencia de carga. Una vez obtenidas todas las secuencias que cumplan las restricciones, se seleccionaría el valor más alto del GM de entre los mínimos de cada una de ellas con el objetivo de comparar todas las alternativas y seleccionar la óptima. En la imagen 13 se muestra un ejemplo:

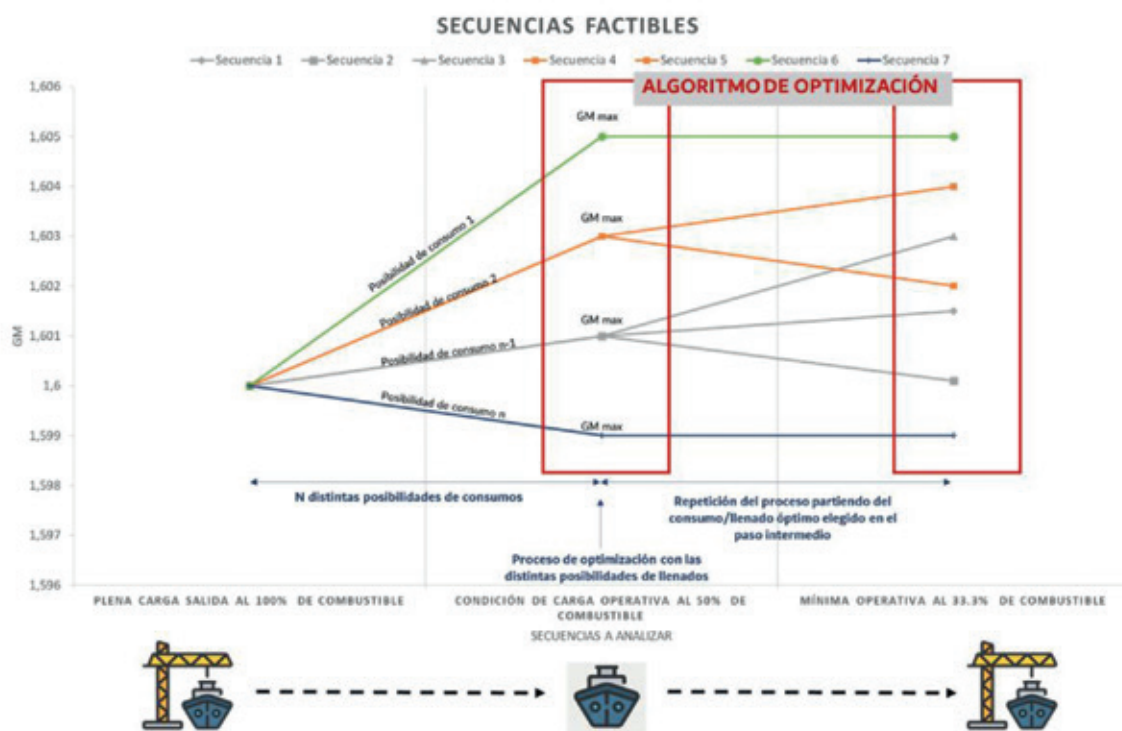


Figura 12. Análisis de las secuencias en GM y funcionamiento del algoritmo.

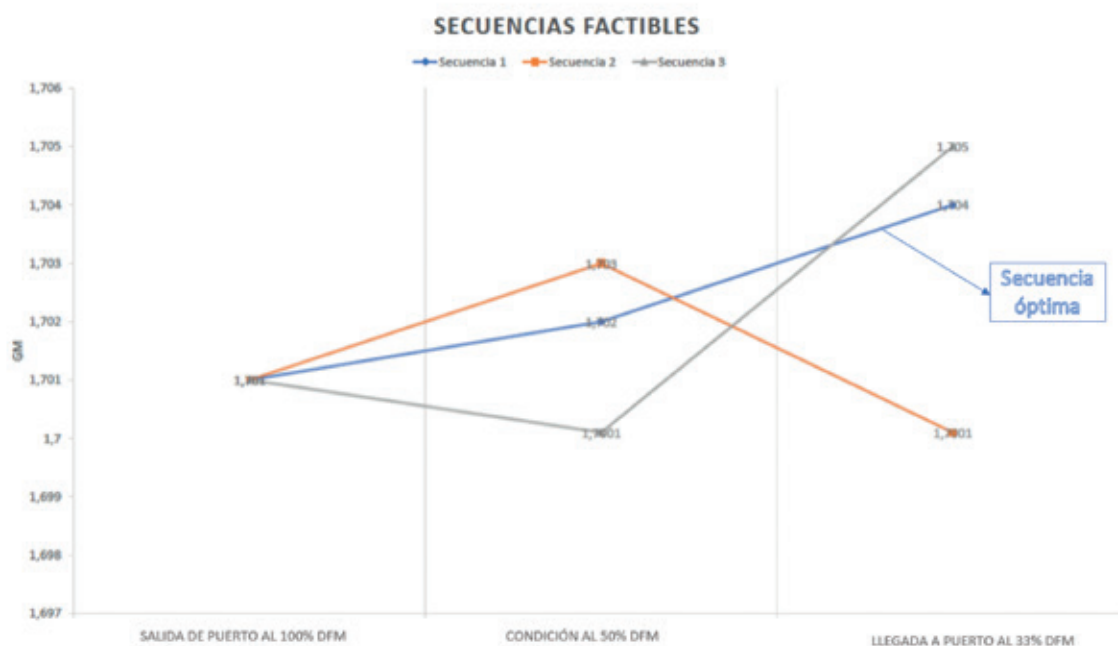


Figura 13. Metodología para seleccionar la secuencia óptima

3.2.3. Resultados

En la Fase I, se obtuvo la configuración óptima de los tanques de combustible y lastre, en el siguiente estudio se partirá de dicha configuración para establecer los llenados

en tanques que maximicen la estabilidad. Se analizarán un total de tres condiciones de carga teniendo en cuenta la condición de salida de puerto. En la siguiente tabla se muestran las restricciones para cada condición de carga:

Tabla 7. Restricciones del problema Fase II

	Condición 2	Condición 3
Autonomía [%]	50%	33%
Trimado Mínimo [m]	-0.150	-0.150
Trimado Máximo [m]	+0.150	+0.150
GMc mínimo [m]	1.2	1.2

A continuación, se describen los datos de peso muerto incluidos en cada condición de carga:

Tabla 8. Datos del peso muerto considerado en la Fase II

	Condición 2	Condición 3
Peso Muerto [t]	200	200
CGX Muerto [m]	52.00	53.00
CGY Muerto [m]	0.00	0.00
CGZ Muerto [m]	6.00	5.00

Con estos inputs se han encontrado un total de 10 secuencias de carga diferentes

que cumplen con las restricciones del problema.

El tiempo de cálculo ha sido aproximadamente de 21 minutos. Como se puede comprobar la secuencia donde se maximiza el GM y por tanto la secuencia óptima es la número 5. En la Tabla 9, se muestra una tabla con los llenados en tanques de la secuencia de carga óptima

Tal y como se ha indicado en el punto anterior, los tanques de combustible R9G02 y R9G03 se consumirán en la condición de llegada a puerto hasta el llenado mínimo del 5%, tras esto, se consumirán los tanques R9F01 y R9F02.

Como se puede comprobar las siguientes tablas (10-13) los equilibrios obtenidos en las dos nuevas condiciones de carga son iguales a los obtenidos con NAPA:

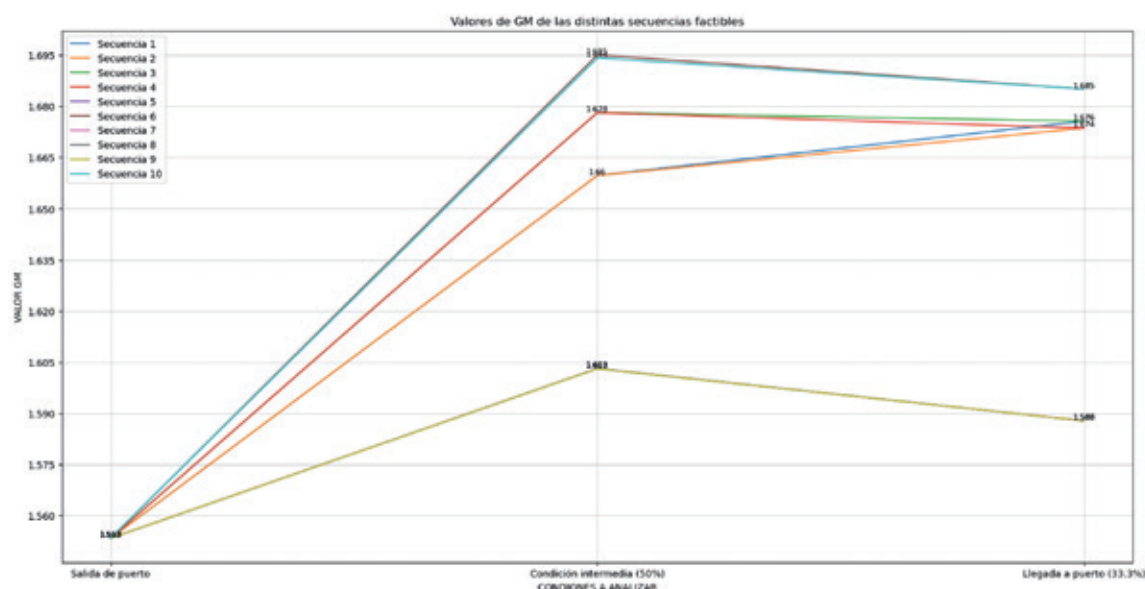
**Figura 14. Valores de GM de las distintas secuencias que cumplen con las restricciones**

Tabla 9. Llenados en tanques de la secuencia de carga óptima

Tanque	Fluido	Llenado Salida de puerto (%)	Llenado Condición intermedia (%)	Llenado Llegada a puerto (%)
R9C04	Combustible	95.00	47.50	47.50
R9C05	Combustible	95.00	47.50	47.50
R9F01	Combustible	95.00	95.00	35.76
R9F02	Combustible	95.00	95.00	35.76
R9G02	Combustible	95.00	9.31	5.00
R9G03	Combustible	95.00	9.31	5.00
R9H02	Combustible	95.00	5.00	5.00
R9H03	Combustible	95.00	5.00	5.00
R9I02	Combustible	95.00	95.00	95.00
R9I03	Combustible	95.00	95.00	95.00
R9K01	Combustible	95.00	95.00	95.00
R9I04	Lastre	0.00	100.00	100.00
R9E03	Lastre	0.00	100.00	100.00
R9E04	Lastre	0.00	100.00	100.00
R9E09	Lastre	0.00	100.00	100.00
R9E10	Lastre	0.00	100.00	100.00
R9J01	Lastre	0.00	100.00	100.00
R9B01	Lastre	0.00	0.00	0.00
R9C01	Lastre	0.00	0.00	0.00
R9C02	Lastre	0.00	0.00	0.00

Tabla 10. Comparativa de equilibrios en la condición de carga intermedia (50% de autonomía)

	Δ [t]	T [m]	TPP [m]	TPR [m]	TR [m]	Escora [deg]	GM [m]
Obtenido	3732.445	4.618	4.672	4.565	0.107	0.000	1.735
NAPA	3732.443	4.621	4.677	4.566	0.111	0.000	1.734
Diferencia	0.002	-0.003	-0.005	-0.001	-0.004	0.000	0.000

Tabla 11. Comparativa de equilibrios en la condición de carga intermedia (50% de autonomía)

	Δ [t]	CORR [m]	GMC [m]	KGC [m]	XCG [m]	YCG [m]	VCG [m]
Obtenido	3732.445	0.040	1.695	6.530	47.522	0.000	6.490
NAPA	3732.443	0.040	1.694	6.530	47.522	0.000	6.490
Diferencia	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Tabla 12. Comparativa de equilibrios en la condición de carga de llegada a puerto (33% de autonomía)

	Δ [t]	T [m]	TPP [m]	TPR [m]	TR [m]	Escora [deg]	GM [m]
Obtenido	3691.806	4.586	4.645	4.528	0.117	0.000	1.723
NAPA	3691.803	4.590	4.650	4.529	0.122	0.000	1.722
Diferencia	0.002	-0.003	-0.006	-0.001	-0.005	0.000	0.001

Tabla 13. Comparativa de equilibrios en la condición de carga de llegada a puerto (33% de autonomía).

	Δ [t]	CORR [m]	GMC [m]	KGC [m]	XCG [m]	YCG [m]	VCG [m]
Obtenido	3691.806	0.037	1.686	6.536	47.572	0.000	6.499
NAPA	3691.803	0.037	1.685	6.536	47.572	0.000	6.499
Diferencia	0.002	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000

4. CONCLUSIONES

En este estudio, se aborda la optimización de la disposición de tanques a bordo desde una perspectiva enfocada en la estabilidad. Se considera un conjunto de tanques con diferentes capacidades y ubicaciones posibles en el buque. El objetivo principal es lograr una disposición que maximice la seguridad del buque. Además, se busca una secuencia de consumo de combustible y lastrado que no comprometa la estabilidad durante la operación.

Para encontrar soluciones óptimas en un espacio de búsqueda amplio, se aplican algoritmos de enjambre (PSO). Estos algoritmos imitan el comportamiento colectivo de enjambres naturales y exploran eficientemente múltiples alternativas. El PSO ajusta las posiciones de las partículas para converger hacia soluciones estables y seguras.

Se ha desarrollado una herramienta que utiliza algoritmos PSO y cálculos hidrostáticos para analizar rápidamente múltiples alternativas y evaluar las flotaciones de equilibrio. Además, dicha herramienta válida o descarta resultados según las restricciones del usuario y finalmente encuentra la solución óptima maximizando la estabilidad inicial.

La herramienta es capaz de encontrar una disposición de tanques óptima, así como la mejor secuencia de consumos para dicha alternativa. Los resultados obtenidos frente al software de arquitectura naval NAPA son

satisfactorio y respaldan las hipótesis de cálculo que se han asumido en el desarrollo de la herramienta.

En pocos minutos, la herramienta encuentra la condición y secuencia de consumos óptima desde el punto de vista de la estabilidad inicial. Aunque este proyecto está en fases de desarrollo y no considera todas las variables que afectan el diseño del buque (como criterios de estabilidad, llenados en tanques o disposiciones para mejorar la estabilidad en averías), representa un hito importante. La aplicación de inteligencia artificial podría acelerar los procesos de diseño y optimizar los recursos humanos en tareas de alto valor añadido.

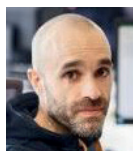
5. REFERENCIAS

- [1] Philip A. Wilson, mayo (2017). Basic Naval Architecture Ship Stability.
- [2] Joan Olivella Puig, marzo (2013). Teoría del buque Flotabilidad y estabilidad.
- [3] James W. Sebastian, septiembre (1997). Parametric prediction of the transverse dynamic stability of ships.
- [4] IACS, junio (2020). Computer Software for Onboard Stability Calculations.
- [5] Uchit Sangroula, Kuk-Heon Han, Kang-Min Koo, Kapil Gnawali y Kyung-Taek Yum, (2022). Optimization of Water Distribution Networks Using Genetic Algorithm.
- [6] Rajiv Gupta, Birla Institute of Technology and Science Pilani, (2015). Application of Genetic Algorithm in Design of water Tanks.
- [7] B. M. Domingo, S.G. Ponnambalam y G. Kanagaraj, (2012). Particle Swarm Optimization for the single container loading problem.
- [8] Shengnan He, Wenxue Chen, Xiangpeng Mu y Wei Cui, (2020). Constrained optimization model of the volume of initial rainwater storage tank based on ANN and PSO.

Development of standardized series of counter rotating propellers with special interest in hydrofoil ships



Jorge López Alonso,
I. N.



Aitor Juandó Iturrioz,
I. N.

Paper presented at 63rd International Congress of naval engineering and maritime industry.
24th - 26th April 2024. Madrid

ÍNDICE

Abstract / Resumen

1. Introduction

2. Fundamental equations

- 2.1. Continuity Equation of Navier-Stokes
- 2.2. Conservation of momentum
- 2.3. Energy conservation

3. Verification of setup with experimental results

- 3.1. Geometry definition
 - 3.1.1. First propeller (propeller 3686)
 - 3.1.2. Second propeller (propeller 3687A)
- 3.2. Simulation setup
- 3.3. Numerical results

4. Definition of the counter-rotating propeller case study matrix

5. Results obtained from the case study matrix

- 5.1. First analysis
- 5.2. Second stage
- 5.3. Analysis of results

6. Conclusions

RESUMEN

Este artículo presenta un estudio sistemático y un enfoque de diseño para hélices contrarrotativas (CRPs) diseñadas específicamente para barcos de hidroala. Utilizando extensas simulaciones de dinámica de fluidos computacional (CFD), la investigación profundiza en las características hidrodinámicas y beneficios de rendimiento. Las CRPs mejoran la eficiencia propulsora en los buques de hidroala, ofreciendo ventajas como mayor velocidad y menor consumo de combustible.

El estudio evalúa parámetros de diseño clave, incluyendo diámetros de las hélices, espaciado, número de palas y relaciones de avance. Las CRPs contribuyen a una mayor maniobrabilidad, reduciendo el esfuerzo de dirección y mejorando el control, especialmente en espacios confinados.

Las simulaciones revelan un papel fundamental en la minimización de ruido y vibración, mejorando la comodidad general. Los hallazgos destacan el potencial de las CRPs para redefinir la eficiencia, maniobrabilidad y comodidad de los pasajeros en el diseño avanzado de barcos de hidroala.

ABSTRACT

This paper presents a systematic study and design approach for counter-rotating propellers (CRPs) tailored for hydrofoil ships. Utilizing extensive computational fluid dynamics (CFD) simulations, the research delves into hydrodynamic characteristics and performance benefits. CRPs enhance propulsive efficiency in hydrofoil vessels, offering advantages such as increased speed and reduced fuel consumption.

The study evaluates key design parameters, including propeller diameters, spacing, blade count, and advance ratios. CRPs contribute to heightened manoeuvrability, reducing steering effort and enhancing control, particularly in confined spaces.

Simulations reveal a pivotal role in minimizing noise and vibration, improving overall comfort. The findings underscore CRPs' potential to redefine efficiency, manoeuvrability, and passenger comfort in advanced hydrofoil ship design.

1. INTRODUCTION

Hydrofoil ships rely on speed to generate lift and maintain their high cruising altitude. The adoption of Counter-Rotating Propellers (CRPs) in hydrofoil ships can significantly enhance propulsion efficiency while also reducing cavitation [LAS10].

The high-power density of CRPs relative to their diameter is especially advantageous for hydrofoil ships due to their low draft and proximity to the free surface and the propeller diameter limitations derived from the proximity of the foils to the free surface while sailing at cruise speed.

To assess the performance of the CRP propulsion system, a CFD-based methodology [GBVSC10] (open water

simulations conducted with OpenFOAM) was developed to systematically study the design parameters, including forward and aft propeller diameters, number of blades, and advance ratios.

The simulations allowed for a comprehensive understanding of the hydrodynamic characteristics and performance benefits of CRPs in hydrofoil applications. The use of CRPs in hydrofoil boats can provide a higher propulsive efficiency, which can lead to greater speed and reduced fuel consumption.

Moreover, CRPs can improve the manoeuvrability of hydrofoil boats by having two propellers rotating in opposite directions, resulting in less steering effort and greater control [BT07]. This allows for more precise handling in tight spaces, such as when navigating in harbours or docking. The findings from this study have important implications for the design and development of advanced hydrofoil ships.

2. FUNDAMENTAL EQUATIONS

This section focuses on presenting the detailed mathematical and physical equations that govern the fluid dynamics of hydrofoils. The study is based on the fundamental principles of fluid mechanics, including the continuity equation of Navier-Stokes, as well as the principles of mass and energy conservation.

2.1. Continuity Equation of Navier-Stokes

The continuity equation of Navier-Stokes is a fundamental equation that expresses the conservation of mass in a fluid flow. For an incompressible flow around a hydrofoil, the continuity equation can be written as:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{V}) = 0$$

Where:

ρ is the fluid density.

t is time.

V is the velocity vector field of the fluid flow.

∇ denotes the divergence operator.

The continuity equation ensures that mass is conserved throughout the flow domain, and it provides a fundamental constraint for the numerical simulations conducted in this study.

2.2. Conservation of Momentum

In addition to the conservation of mass and momentum, energy conservation is also a crucial aspect in the study of propeller dynamics. The energy equation accounts for the exchange of kinetic energy, potential energy, and internal energy within the fluid flow. For an incompressible flow, the energy equation can be written as:

$$\rho \cdot \left(\frac{\partial e}{\partial t} + V \cdot \nabla e \right) = -p \nabla \cdot V + \mu \nabla^2 (V \cdot V) + V \cdot F$$

Where:

p is pressure.

μ is the dynamic viscosity of the fluid.

V is the velocity vector field of the fluid flow.

F represents any external body forces.

These equations capture the balance between the pressure gradient, the viscous diffusion of momentum, and any external forces acting on the fluid. Solving the Navier-Stokes equations numerically allows for the accurate prediction of the flow field around the propeller.

2.3. Energy Conservation

In addition to the conservation of mass and momentum, energy conservation is also a crucial aspect in the study of propeller dynamics. The energy equation accounts for the exchange of kinetic energy, potential

energy, and internal energy within the fluid flow. For an incompressible flow, the energy equation can be written as:

$$\rho \cdot \left(\frac{\partial e}{\partial t} + V \cdot \nabla e \right) = -p \nabla \cdot V + \mu \nabla^2 (V \cdot V) + V \cdot F$$

Where:

e is the total energy per unit mass.

The energy equation considers the effects of pressure work, viscous dissipation, and any external work on the fluid flow. By solving this equation in conjunction with the continuity and momentum equations, a comprehensive analysis of the propeller's energy behaviour can be obtained.

By utilizing these fundamental equations, the following sections will delve into the validation and verification of the computational fluid dynamics (CFD) setup used for the numerical simulations.

3. VERIFICATION OF SET-UP WITH EXPERIMENTAL RESULTS

The verification of computational simulations through experimental results is a crucial step in validating the accuracy and reliability of numerical models. In the context of counter-rotating propellers (CRPs) for hydrofoil ships, it is essential to ensure that the simulation setup accurately represents the real-world conditions and behaviour of the CRP system. \\

To verify our computational setup, we compared the results obtained from our simulations with experimental data from a study conducted by Ghassemi and Taherinasab [GT13]. In their research titled "Numerical calculations of the hydrodynamic performance of the contra-rotating propeller (CRP) for high-speed vehicle," the authors investigated the hydrodynamic performance of CRPs using experimental measurements

conducted at Amirkabir University of Technology in Tehran, Iran.

The experimental study by Ghassemi and Taherinasab provided valuable insights into the hydrodynamic characteristics and performance of CRPs. By comparing our simulation results with their experimental data, we were able to assess the accuracy of our computational model and verify the reliability of our setup. The agreement between our simulation results and the experimental data of Ghassemi and Taherinasab was found to be within an acceptable range, indicating that our computational model accurately captured the hydrodynamic behaviour of CRPs for hydrofoil ships. This verification process provided us with confidence in the accuracy of our simulations and the reliability of our results.

Furthermore, the geometry for the counter-rotating propellers (CRPs) used in our simulations was generated based on the work of Miller [Mil81]. The report titled "Experimental Determination of Unsteady Forces on Contrarotating Propellers for Application to Torpedoes" by Marlin L. Miller, published by the David W Taylor Naval Ship Research and Development Centre, provided us with the necessary geometric parameters for our CRP model.

By referring to Miller's work, we accurately represented the blade shapes, diameters, and other essential geometric features of the CRPs in our simulations. This ensured the fidelity of our simulations and the validity of the subsequent hydrodynamic analyses. In conclusion, the verification of our computational setup with experimental results, along with the use of Miller's reference for geometry generation, allowed us to establish the accuracy and reliability of our computational model for studying the

hydrodynamic performance of CRPs in the context of hydrofoil ships.

3.1. Geometry Definition

The geometry of the counter-rotating propellers (CRPs) can be defined based on the provided parameters as follows:

3.1.1. First Propeller (PROPELLER 3686) - FORWARD

First propeller information:

- Number of Blades: 4
- Diameter: 0.3052 m.
- Pitch at 0.7 R: 0.394 m.
- Expanded Area Ratio: 0.303
- Section Meanline: NACA a = 0.8.
- Section Thickness Distribution: NACA 66 modified.
- Rotation: Left Hand.

The geometric parameters for different radial positions along the blade span are as follows:

r/R	P/D	C/D	t/C	f _M /C
0.200	1.426	0.108	0.221	0.002
0.300	1.396	0.125	0.169	0.036
0.400	1.366	0.140	0.132	0.043
0.500	1.336	0.155	0.103	0.040
0.600	1.310	0.170	0.079	0.035
0.700	1.291	0.179	0.060	0.028
0.800	1.278	0.175	0.046	0.025
0.900	1.269	0.150	0.037	0.021
0.950	1.267	0.122	0.034	0.018
1.000	1.267	-	-	-

3.1.2. Second Propeller (PROPELLER 3687A) - REAR

Second propeller information:

- Number of Blades: 4
- Diameter: 0.2991 m.
- Pitch at 0.7 R: 0.3968 m.

- Expanded Area Ratio: 0.324
- Section Meanline: NACA $a = 0.8$.
- Section Thickness Distribution: NACA 66 modified.
- Rotation: Right Hand.

The geometric parameters for different radial positions along the blade span are as follows:

r/R	P/D	C/D	t/C	f_m/C
0.200	1.289	0.110	0.216	0.002
0.300	1.291	0.134	0.158	0.030
0.400	1.295	0.153	0.120	0.035
0.500	1.302	0.170	0.094	0.034
0.600	1.311	0.182	0.073	0.032
0.700	1.326	0.190	0.057	0.028
0.800	1.344	0.183	0.044	0.024
0.900	1.361	0.152	0.036	0.022
0.950	1.369	0.122	0.035	0.020
1.000	1.376	-	-	-

These defined geometries provide the necessary parameters to accurately represent the blade shapes, diameters, pitches, and other geometric features of the CRPs in our simulations.

3.2. Simulation Set-up

The simulation setup has been prepared parametrically using Grasshopper in Rhinoceros3D, allowing for the consistent use of the same configuration. The domain of the simulation is defined by the outerCylinder, while the innerCylinder is utilized for refinement purposes. Additionally, the innerCylinderSmall geometries have been employed to apply rotational motion to the mesh.

The specifications for each component of the setup are as follows:

Component	Length Upstream	Length Downstream	Diameter
outerCylinder	2.5 D	6.5 D	5.0 D
innerCylinder	0.7 D	1.3 D	2.0 D
innerCylinderSmall	0.4 D	0.1 D	1.2 D
innerCylinderSmallCRP	0.1 D (CRP)	0.4 D (CRP)	1.2 D (CRP)

By utilizing Grasshopper in Rhinoceros3D, we ensure that the setup remains consistent, enabling repeatability and providing a standardized configuration for our simulations. The outerCylinder defines the main domain, while the innerCylinder and innerCylinderSmall components are used for refinement purposes. The innerCylinderSmallCRP allows for the application of rotational motion to the mesh, specifically for the counter-rotating propeller simulations.

This parametric setup ensures the reproducibility and consistency of our simulations, allowing for efficient exploration of different scenarios and variations within the defined geometries.

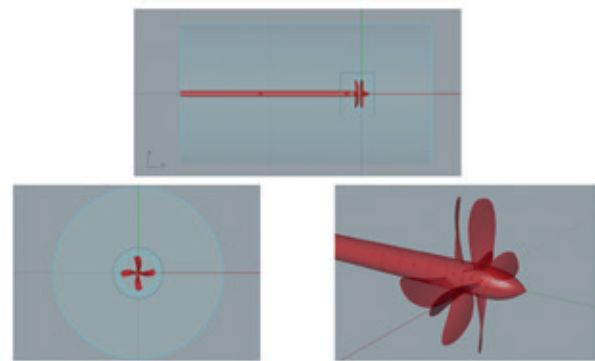


Figure 1. Torpedo Verification Geometry

3.3. Numerical Results

The numerical results obtained from the simulations are compared graphically, both independently for the front and rear propellers, as well as for the overall behaviour of the counter-rotating propeller (CRP) system.

To assess the performance of each propeller individually, the thrust, torque and

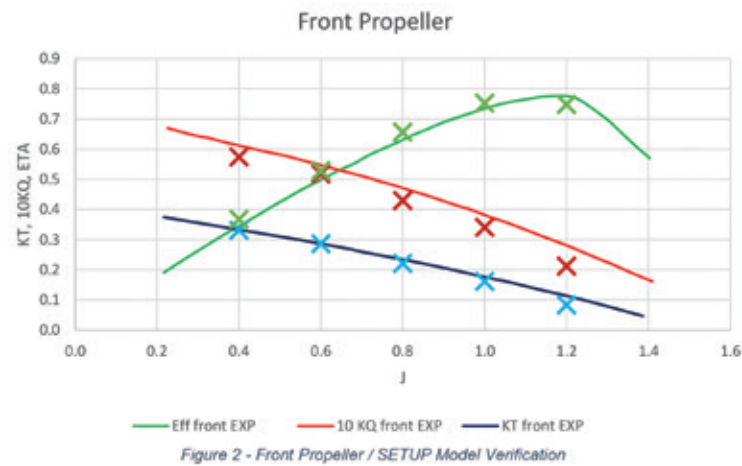


Figure 2. Front Propeller / SETUP Model Verification

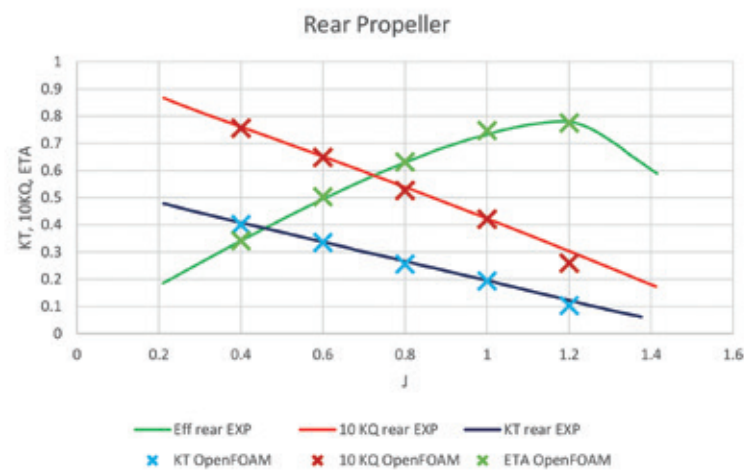


Figure 3. Rear Propeller / SETUP Model Verification

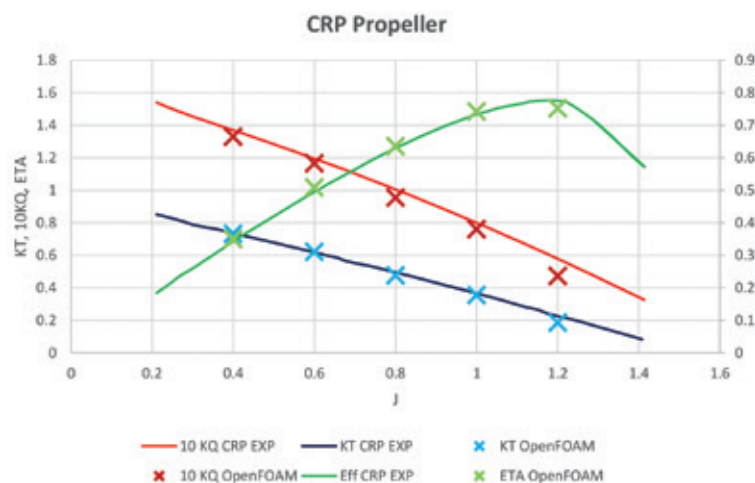


Figure 4. CRP configuration / SETUP Model Verification

efficiency are analysed separately for the front and rear propellers. This allows for a detailed examination of each propeller's hydrodynamic behaviour and performance under different operating conditions.

Furthermore, the behaviour of the CRP system is evaluated by considering the combined performance of both propellers. This includes an assessment of the total thrust and torque generated by the CRP system, as well as the

overall efficiency. By examining the system, it is possible to gain insights into the synergistic effects of the counter-rotating configuration and the interaction between the front and rear propellers.

The graphical comparisons provide a comprehensive understanding of the hydrodynamic performance of the CRP system. They allow for visual identification of any discrepancies or variations in performance between the front and rear propellers, as well as the overall behaviour of the CRP system. Additionally, these comparisons help in identifying any potential issues such as cavitation, efficiency losses, or performance imbalances that may arise from the interaction between the propellers.

The analysis of the numerical results offers a detailed and technical assessment of the hydrodynamic performance of both individual propellers and the counter-rotating propeller system. It provides valuable insights into the efficiency, and overall performance of the CRP system, aiding in the evaluation and optimization of its design for hydrofoil ship applications.

4. DEFINITION OF THE COUNTER-ROTATING PROPELLERS CASE STUDY MATRIX

The primary objective of this study is to comprehensively investigate the hydrodynamic performance of a parameterized series of contra-rotating propellers, with a specific focus on high degrees of advance. The research is particularly motivated by the relevance of these propellers in hydrofoil vessel applications, where efficient propulsion systems are essential for optimizing range, speed, and manoeuvrability.

To conduct the analysis, a well-defined "Case Study Matrix" has been developed

to encompass a wide range of operating scenarios [GUN17]. The matrix comprises various combinations of parameters, including diameters and blade counts, carefully selected to create a diverse set of contra-rotating propeller configurations. Specifically, the forward propeller's diameters have been set to 600, 500, and 550 millimetres, while the aft propeller's diameters are configured as 500, 600, and 550 millimetres, respectively. Additionally, both propellers will be designed with blade counts varying between 3, 4, and 5, creating different arrangements.

The critical aspect of the matrix design lies in ensuring a coherent and balanced distribution of power between the forward and aft propellers. To achieve this, the pitch-diameter ratio for each configuration has been meticulously chosen, allowing for effective power-sharing while avoiding excessive imbalances in the propellers' load distribution.

The simulations have been executed for a range of advance ratios, specifically targeting values of 0.7, 0.9, 1.1, 1.3, and 1.5. The advance ratio represents a fundamental parameter characterizing the performance of propellers and is defined as the ratio of the forward speed of the hydrofoil to the product of the propeller's rotational speed and diameter.

It is essential to emphasize that the results presented in this study will focus exclusively on the first quadrant of the propeller performance curves. This implies that outcomes associated with negative thrust or torque values, obtained at high advance ratios, will be excluded from both tabular and graphical representations. The rationale for this exclusion is grounded in the consideration that such regions of operation are generally unexplored and have limited practical relevance for the specific case of hydrofoil watercraft applications.

Table 1 - Case Study Matrix

Forward Propeller Diameter (mm)	Aft Propeller Diameter (mm)	Forward Blade Count	Aft Blade Count	Forward P/D	Aft P/D
600	500	4	4	1.1	1.4
600	500	4	5	1.1	1.4
600	500	5	4	1.1	1.4
600	500	3	5	1.1	1.4
500	600	4	4	1.6	1.2
500	600	4	5	1.6	1.2
500	600	5	4	1.6	1.2
500	600	3	5	1.6	1.2
550	550	4	4	1.3	1.3
550	550	4	5	1.3	1.3
550	550	5	4	1.3	1.3
550	550	3	5	1.3	1.3

To ensure the consistency and reproducibility of the propeller designs, all configurations have been derived from the renowned Series B propeller designs. Series B propellers are widely recognized and employed in marine propulsion systems due to their well-established performance characteristics and efficiency. The Case Study Matrix is presented below in tabular format, providing an overview of the parameter combinations that will be investigated in this study: Table 1

- Forward propeller: Z = 5, Diameter = 500 mm, P/D = 1.6
- Aft Propeller: Z = 4, Diameter = 600 mm, P/D = 1.2

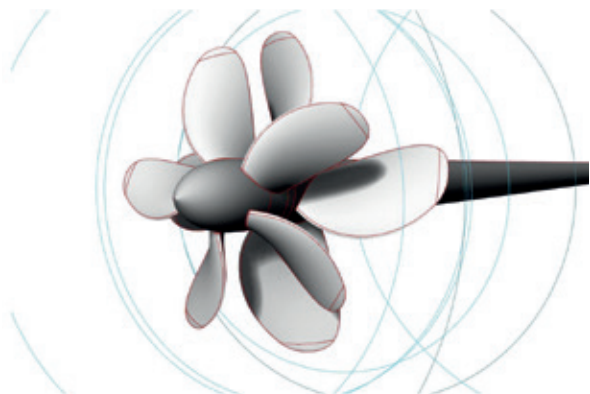


Figure 5. CRP Example

5. RESULTS OBTAINED FROM THE CASE STUDY MATRIX

Throughout this section, the results obtained from all simulations for each advance ratio are presented both in tabular and graphical form.

At the end of this section, the results will be discussed, and a detailed analysis of the obtained information will be conducted.

5.1. Group 1: Forward 600 mm ; Aft Diameter 500 mm

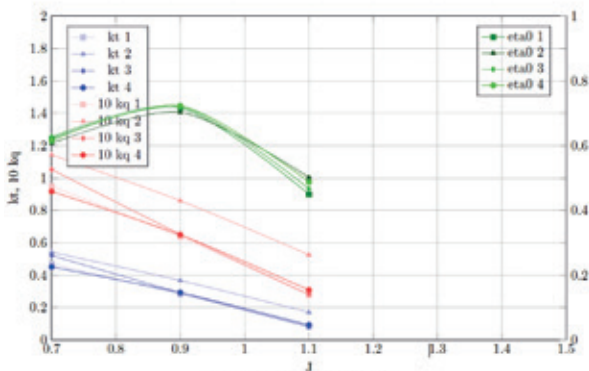


Figure 6. Group 1 Results

5.2. Group 2: Forward 500 mm ; Aft Diameter 600 mm

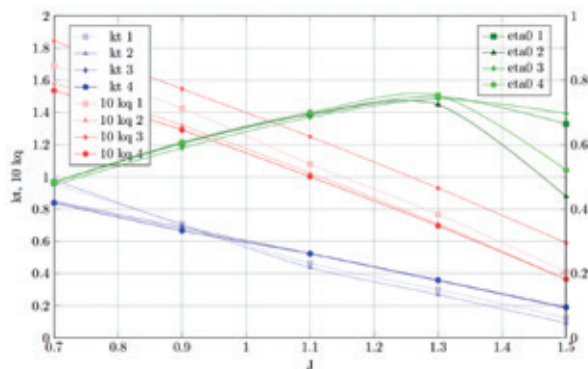


Figure 7. Group 2 Results

5.3. Group 3: Forward 550 mm ; Aft Diameter 550 mm

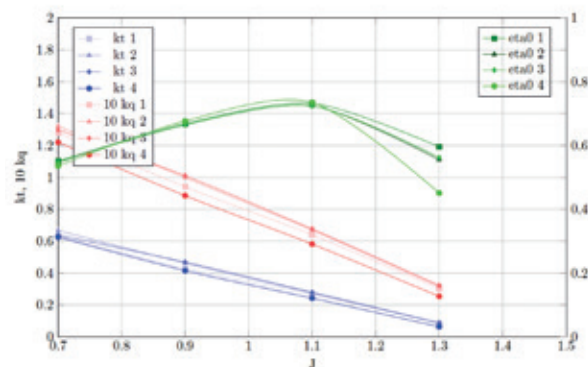


Figure 8. Group 3 Results

5.4. Second Stage

Once the analysis of the initial matrix of cases has been carried out, where the distinct behaviour of the contra-rotating group based on the blade count of each propeller is observed, a second analysis is conducted.

Considering that the obtained results indicate that these propellers are designed for different power levels, the optimal blade combination of both Group 2 and Group 3 will be examined. This will be done with an equivalent pitch ratio to that of Group 1, to determine the most suitable combination of diameters.

Once this is accomplished, the relationship can be extrapolated to the various groups, encompassing a broader spectrum of possibilities for utilizing standardized curves.

The results are graphically depicted in the Figure 9.

The term KT/J^2 is defined in such a way that different configurations can be compared, thus obtaining, based on predefined criteria regarding the operation and operating point of the system, the best possible outcome.

$$K_T/J^2 = \frac{T \cdot n^2 \cdot D^2}{\rho \cdot n^2 \cdot D^4 \cdot V_A^2} = \frac{T}{\rho \cdot D^2 \cdot V_A^2}$$

The obtained data is graphically presented below, in contrast to the degree of advancement (J).

Analysing the results obtained, aiming for a typical operating point where the value of KT/J^2 is set at 0.4, the order of configurations from most optimal to least optimal are as follows: the first, the third, and the second. This way, it is established that the best possible option is the configuration where the bow propeller is larger than the stern propeller, with the inverse being the worst possible configuration. It is worth noting that when seeking other operating points, such as when KT/J^2 has a value of 0.2 or 0.8, the conclusions may differ from what was previously stated, requiring a new analysis. The operating range for which this series has been designed has an application range between 0.35 and 0.5.

5.5. Analysis

The velocity field generated by the propulsive assembly, as depicted in the following image, reveals that the acceleration of the flow produced by the front propeller results in a region of higher velocities [PBB20]. In

Forward Propeller Diameter (mm)	Aft Propeller Diameter (mm)	Forward Blade Count	Aft Blade Count	Forward P/D	Aft P/D
600	500	3	5	1.1	1.4
600	500	3	5	1.1	1.4
600	500	3	5	1.1	1.4

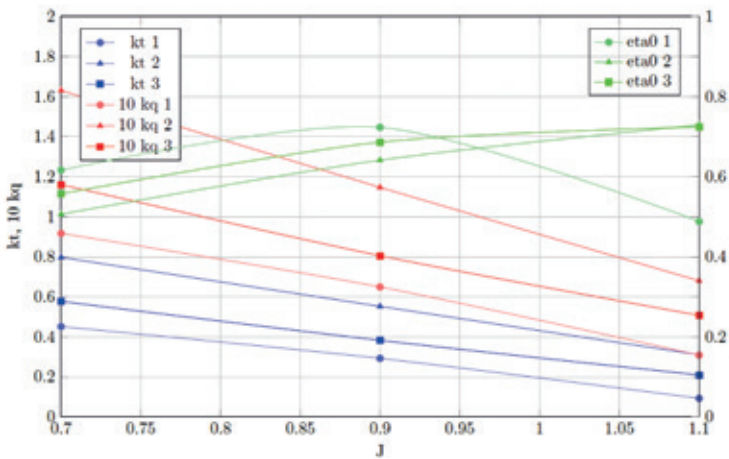


Figure 9. Second Stage Results

the first case, this velocity field's diameter is larger than the diameter of the rear propeller.

This observation suggests that the rear propeller can be dimensioned with a larger diameter while still capturing the rotational energy produced by the front propeller, thereby maximizing the utilization of the induced velocity field.

To achieve optimal performance, the diameter of the rear propeller should always be smaller than that of the front propeller, allowing it to exploit the induced velocity effect while avoiding turbulence from the front propeller's blade tips. The diameter of the rear propeller can be enlarged, subject to the constraint of maintaining an appropriate separation distance between the two propellers. For each specific case, the

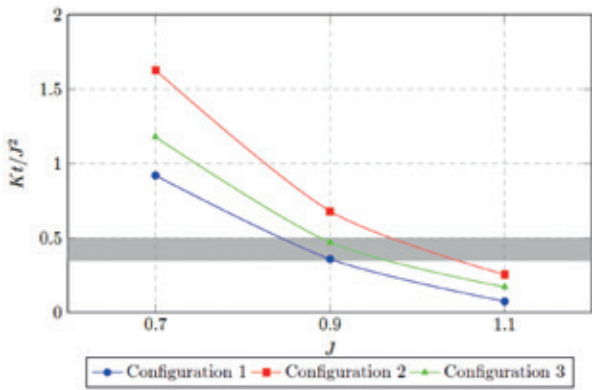


Figura 10. Kt/J^2 Analysis

diameter ratio between the two propellers will depend on the characteristics of the front propeller and may fall within the range studied in next section.

In all scenarios, it is advisable to maintain a small margin, typically between 2% and 5%

Table 2 - Kt/J^2 Analysis

FJ	KT/J^2 [1]	J	KT/J^2 [2]	J	KT/J^2 [3]
0.7	0.920	0.7	1.627	0.7	1.178
0.9	0.360	0.7	0.681	0.9	0.472
1.1	0.076	1.1	0.256	1.1	0.173

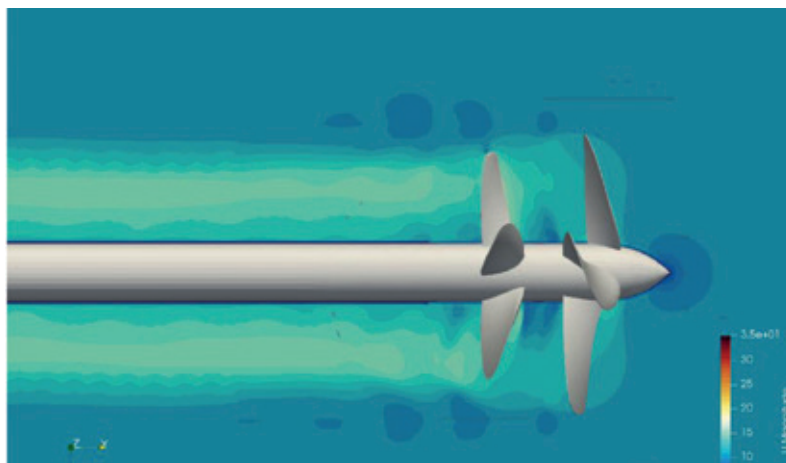


Figure 11. Velocity Field CFD

from this optimal point [HYY19]. This ensures that the rear propeller operates effectively without directly encountering the vortex generated by the front propeller, as doing so could lead to mechanical stress on the rear propeller's blade tips and potentially worsen the overall performance in practical applications.

The conclusions drawn from the velocity field analysis provide valuable design insights for counter-rotating propeller systems in hydrofoil ship applications. By carefully considering the appropriate diameter ratio between the front and rear propellers, designers can enhance the system's efficiency and propulsion performance while avoiding potential mechanical issues.

These findings contribute to the optimization of counter-rotating propeller designs, paving the way for more efficient and manoeuvrable hydrofoil ships in the marine industry.

The images clearly show that the wake of water accelerated by the first propeller, with a diameter of 600 millimetres, has a reduced diameter of 560 millimetres (considering a 2% margin above the wake diameter). This observation provides a basis to establish a maximum diameter for the rear propeller,

enabling the identification of an optimal diameter that ensures efficient utilization of the wake's induced velocities.

Finally, to check this analysis, last stage simulations will be conducted. To confirm the best configuration possible, where offset between propellers is already defined as 18 cm, the simulations will be done with this calculated diameter for the rear propeller, also with a bigger and a smaller one to be compared, as is shown in next table.

For the following propellers, the expected maximum operating point has been simulated based on previous cases, i.e., a propeller pitch angle of 0.9. From this point, the maximum efficiencies of each propeller group can be compared, thus allowing for the conclusion of the analysis.

6. CONCLUSIONS

After extensively examining various propeller combinations, a comprehensive analysis of all the outcomes can be conducted to extrapolate valuable insights from the amassed data. In a broader context, achieving an optimal design for a set of contra-rotating propellers necessitates meticulous attention to each case. Nevertheless, overarching

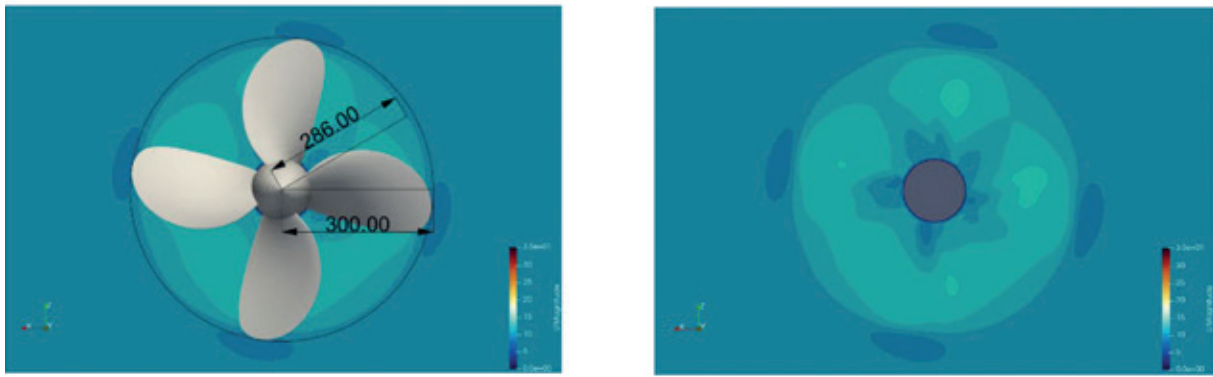


Figure 12. Wake Field from Forward Propeller

Forward Propeller Diameter (mm)	Aft Propeller Diameter (mm)	Forward Blade Count	Aft Blade Count	Forward P/D	Aft P/D
600	540	3	5	1.10	1.35
600	*560*	3	5	1.10	1.30
600	580	3	5	1.10	1.25

conclusions can be drawn concerning this specific type of propeller configuration, particularly within the prevalent operational range for hydrofoil vessels. This range demands a compact propeller diameter due to restrictions associated with in-flight navigation and the pronounced power density requirements of such vessels.

As a fundamental design principle, striving for an ideal configuration of a contra-rotating propeller set entails distinct considerations. The number of blades on the bow propeller must remain fewer than those on the aft propeller. This approach is aimed at minimizing the likelihood of blade counts being integral multiples of each other, thereby mitigating the potential for resonant interactions that could lead to undesirable noise generation.

Furthermore, optimizing the design of contra-rotating propellers entails a systematic procedure based on insights gained from the analysis. The process starts by exclusively focusing on the bow propeller and employing computational fluid

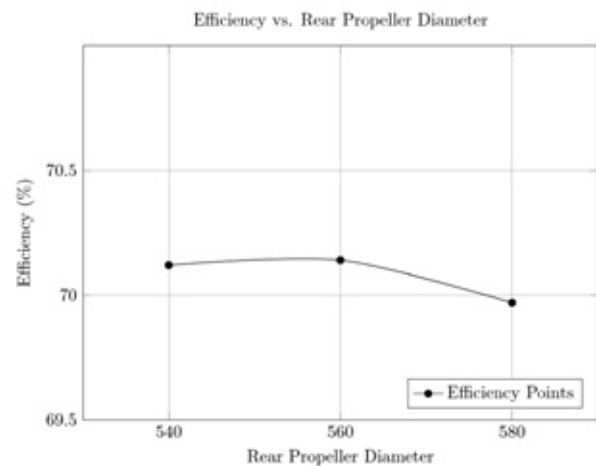


Figure 13. Efficiency vs. Rear Propeller Diameter

dynamics (CFD) techniques to thoroughly scrutinize its velocity distribution and associated characteristics. Once the appropriate distance between the two propellers is determined, typically grounded in mechanical considerations, efforts are made to minimize this separation while ensuring operational integrity.

In the subsequent stages of design refinement, the wake generated by the bow propeller comes under scrutiny. By

meticulously studying this wake pattern, it becomes possible to fine-tune the design of the aft propeller. The sizing of the aft propeller revolves around aligning its diameter with the dimensions of the accelerated velocity field produced by the bow propeller. However, a margin of safety, usually in the range of 2% to 5%, should be introduced to account for the complexities of propeller cavitation – a phenomenon that's left as a topic for future exploration and refinement.

In essence, achieving the optimal design for contra-rotating propellers entails a holistic approach that involves a combination of computational analysis, empirical considerations, and careful dimensional alignments. This ensures that the design is both efficient and resilient while accounting for potential complications and refinements that may arise during actual operation.

REFERENCES

- [GT13] Hassan Ghassemi and Mohsen Taherinasab. Numerical calculations of the hydrodynamic performance of the contra-rotating propeller (CRP) for high-speed vehicle. Technical Report 2, 2013.
- [Mil81] M. L. Miller. Experimental determination of unsteady forces on contrarotating propellers for application to torpedoes. Final Report Ship Performance Dept., David W Taylor Naval Ship Research and Development Center, Bethesda, MD, 1981.
- [GBVSC10] Grassi, D., Brizzolara, S., Viviani, M., Savio, L., & Caviglia, S. (2010). Design and analysis of counter-rotating propellers-comparison of numerical and experimental results. *Journal of Hydrodynamics*, 22(1), 553-559.
- [GUN17] Güngör, E. (2017, June). Hybrid Design Method for a Generic Counter-Rotating Propeller. In *Proceedings of the 5th International Symposium on Marine Propulsion smp* (Vol. 17, pp. 12-15).
- [PBB20] Posa, A., Broglia, R., & Balaras, E. (2020). The wake structure of a propeller operating upstream of a hydrofoil. *Journal of Fluid Mechanics*, 904, A12.
- [LAS10] Laskos, D. (2010). Design and cavitation performance of contra-rotating propellers (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- [HYY19] Huang, Y. S., Yang, J., & Yang, C. J. (2019). Numerical prediction of the effective wake profiles of a high-speed underwater vehicle with contra-rotating propellers. *Applied Ocean Research*, 84, 242-249.
- [BT07] Brizzolara, S., Tincani, E. P., & Grassi, D. (2007). Design of contra-rotating propellers for high-speed stern thrusters. *Ships and Offshore Structures*, 2(2), 169-182.

COIN, AINE y Educación Azul: una alianza para inspirar vocaciones vinculadas al mar

El Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos (COIN), la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España (AINE) y la Asociación Educación Azul (EA), suscribieron el pasado 7 de febrero un convenio de colaboración con el que las tres entidades se comprometen a trabajar juntas para fomentar las vocaciones y profesiones marítimas, promoviendo el conocimiento y el interés por el mar desde la educación hasta el desarrollo profesional. El acto contó con la presencia de Pilar Tejo, decana del COIN; Diego Fernández Casado, presidente de AINE; y Mercedes Pardo Gil-Alberdi, presidenta de la Asociación Educación Azul.



Educación, empleo y divulgación: pilares de la iniciativa

El convenio busca inspirar a niños y jóvenes a descubrir el mar como un espacio de oportunidades. Para ello, se desarrollarán actividades en tres ejes principales:

- **Educación:** Fomentar la curiosidad por el mar desde edades tempranas, ofreciendo experiencias de ocio vinculadas al entorno marítimo y promoviendo vocaciones en este sector.
- **Empleo y desarrollo profesional:** Dar visibilidad a las oportunidades laborales del sector marítimo, impulsar una bolsa de empleo especializada, ofrecer orientación profesional y diseñar programas de formación adaptados a las necesidades del mercado.
- **Divulgación:** Desarrollar acciones de comunicación, organizar eventos y establecer colaboraciones estratégicas para potenciar la imagen del sector marítimo.

Compromiso con la educación y la empleabilidad azul

Gracias a este acuerdo, la Asociación Educación Azul liderará acciones para acercar el mar a la comunidad educativa, ofreciendo recursos y experiencias que permitan a los estudiantes explorar su relación con el entorno marino. Además, se trabajará con centros de formación profesional y universidades para impulsar programas de innovación educativa vinculados al sector marítimo.

Por su parte, COIN y AINE pondrán en marcha iniciativas que visibilicen las oportunidades laborales del sector y ayuden a los jóvenes a orientar su futuro profesional en el ámbito marítimo. También se desarrollarán espacios de encuentro entre educadores, estudiantes y profesionales para seguir impulsando la profesionalización y la empleabilidad en el sector.

Un esfuerzo conjunto por el futuro del sector marítimo

El acuerdo contempla la organización de charlas en colegios e institutos para despertar el interés de los más jóvenes por el mar y sus profesiones, así como la difusión de

contenido divulgativo en medios de comunicación y redes sociales. Además, se promoverán eventos y actividades que acerquen el sector marítimo a la sociedad. Esta alianza entre COIN, AINE y EA representa un paso importante para conectar la educación, la

formación y el empleo en el sector marítimo. Además, con esta colaboración se busca no solo inspirar a las nuevas generaciones, sino también fortalecer un sector clave para la economía y la sostenibilidad de nuestros océanos.

La RAI distingue a Luis Vilches como Ingeniero Laureado



https://www.youtube.com/live/kPpQ-TXGUyZo?si=xA229nSO6o6_hhns

Por su parte, Luis Vilches Collado, reconocido por su contribución a la modernización industrial y la internacionalización del sector, recibió su laudatio de manos del vicepresidente de la RAI, Joaquín Coello y

La Real Academia de Ingeniería rindió homenaje a tres figuras emblemáticas del sector, Julio Linares López, Luis Vilches Collado y María Jesús Prieto Laffargue, en el acto de entrega de la distinción de Ingenieros Laureados, celebrado el martes 25 de febrero y retransmitido en directo a través de su canal de YouTube.

La distinción de Ingeniero Laureado se otorga a aquellos profesionales cuya extensa y destacada trayectoria no solo ha marcado hitos en el desarrollo tecnológico y estratégico de la ingeniería, sino que también inspira a las nuevas generaciones. Durante el acto, presidido por D. Jaime Domínguez Abascal, se leyó el acta de concesión y se entregaron esculturas conmemorativas a cada uno de los laureados. El evento contó con una asistencia destacada y entre los asistentes se encontraban figuras como la de Emilio Gayo, presidente de Telefónica España, quien acompañó a los galardonados en este reconocimiento.

animó a sus colegas a mirar hacia adelante y a unirse a los grupos de trabajo de la Academia para impulsar el progreso. Su mensaje enfatizó la necesidad de adaptarse a un entorno cada vez más competitivo y globalizado, demostrando que el espíritu innovador y el trabajo en equipo son claves para afrontar los retos del futuro. La ceremonia, que contó con la participación de destacados académicos y profesionales, puso de manifiesto el compromiso de la Real Academia de Ingeniería por reconocer y promover la excelencia en el sector. La entrega de estas distinciones refuerza la vocación de estos tres profesionales, cuyo legado y visión seguirán inspirando a futuras generaciones en un mundo en constante transformación. Para profundizar en la experiencia de los galardonados, hemos entrevistado a nuestros dos colegiados, Julio Linares y María Jesús Prieto, quienes han compartido sus impresiones sobre la recepción del premio y la importancia de la ingeniería en el futuro.

Manuel Moreu Munáiz, obtiene la distinción “Magna Dedicatio 2024” del Instituto de la Ingeniería de España



https://www.youtube.com/live/fvdVgz-kM_Y?si=CP3JeoQaFfXb8seP

El pasado 19 de marzo tuvo lugar en el Instituto de la Ingeniería de España (IIE) tuvo lugar la entrega del Magna Dedicatio Recognita Est a nuestro compañero Manuel Moreu Munáiz y a José Luis Tejera (ingeniero de minas), en reconocimiento a su labor al servicio de la ingeniería y de los ingenieros como institución, además de por su labor y trayectoria desinteresada con el IIE.

La presidenta del IIE, M^a Cruz Díaz, fue la encargada de la entrega de las distinciones honoríficas de este acto. El Laudatio a Manuel Moreu corrió a cargo de Carlos del Álamo, vicepresidente de TYPESA. Manuel Moreu (natural de Pontevedra), Doctor Ingeniero Naval por la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales (ETSIN) de la Universidad Politécnica de Madrid, y Máster en Ingeniería Oceánica por el MIT, es presidente de

Seaplace, HI Ingeniería y Proyectos y de Tubacex. También es miembro del Comité Español de Lloyd's Register EMEA.

Su experiencia profesional abarca roles significativos en el sector energético e industrial, fue consejero de Gamesa, siendo actualmente consejero de Iberdrola, y miembro de la comisión de retribuciones y de la comisión ejecutiva delegada. A lo largo de su carrera, ha participado en numerosos proyectos con diversas empresas de estos sectores (Repsol, Iberdrola, Iberdrola Renovables, Acciona, o ACS, entre otras), en materias relacionadas con la generación de eólica marina fija y flotante, y otros proyectos navales y offshore. Ha sido decano del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos de Madrid y de España, vicepresidente de la UPCI y presidente del IIE.



Foto de Familia

Almuerzo de Carnavales 2025 de la Delegación Territorial en Galicia

El pasado sábado 22 de febrero, tuvo lugar el “Almuerzo de Carnavales 2025”, que por segundo año consecutivo ha substituido a las cenas de Navidad que tradicionalmente celebraban los/as Colegiados/as de la Zona Norte en el Parador de Ferrol y de La Zona Sur en el Círculo de Empresarios de Vigo.

Y que mejor sitio para una celebración común que en Santiago de Compostela, equidistante de los dos centros neurálgicos, Rías de Vigo / Pontevedra y Rías de Ferrol/ La Coruña, donde se desarrolla, o han desarrollado su vida profesional gran parte de nuestro colectivo. Al igual que el año pasado, el lugar elegido fue el Parador de Santiago, en el que nos reunimos Colegiados/as y acompañantes en torno a un típico y substancioso Cocido Gallego, con todos sus ingredientes.

En esta edición nos reunimos, al igual que el año pasado, en el majestuoso Salón Real del «Hostal de los Reyes Católicos», 83 colegiados/as y acompañantes, un grupo más numeroso que en la edición anterior, (y que esperamos volver a superar en la edición del año que viene), que nos distribuimos en mesas previamente bautizadas con los más nombres significativos de las construcciones entregadas por los distintos Astilleros de la zona en los últimos años:

Renaissance. Crucero de lujo entregado a final del año pasado por Freire Shipyard.

Bonifaz, nombre que llevara la primera Fragata F110, ya en construcción en Navantia Ferrol.

Odon de Buen. Buque Oceanográfico de, entregado recientemente por Astilleros Armón al Instituto Español de Oceanografía.

Sea Cloud Spirit. El segundo velero más grande del mundo, construido en España por Metalships & Docks.

Sant Brieuc. Parque Eólico Máximo, desarrollado por Iberdrola y con jackets construidas por Navantia Seanergies.

Prion. Arrastrero de última generación, entregado por Nodosa Shipyard.

Arteaga. Quizás el Petrolero más emblemático, entregada por nuestros compañeros de Astano, presentes en el almuerzo.

Duque de Ahumada, patrullera en construcción por Astillero Ría de Vigo para la Guardia Civil.

Entre los asistentes, se contó con la presencia, en la mesa Duque de Ahumada, del “público infantil”, junto con las animadoras que los acompañaron y entretuvieron, permitiendo así que algunos colegiados/as con hijos pequeños a su cargo pudieran asistir al evento de forma relajada y disfrutar del almuerzo. Contamos también con la presencia de la decana del COIN Pilar Tejo, que participó también en la entrega de algunas de las condecoraciones que todavía estaban pendientes de entrega por no poder recogerse durante el acto de celebración de la Festividad de la Virgen del Carmen en Madrid.

A los postres, como es tradición en las cenas de Navidad, se celebró el tradicional sorteo de un jamón y otras dos sorpresas, al que

este año se han incorporado un par de regalos donados generosamente por algunos de los asistentes.

La gente menuda fue la encargada de sacar las papeletas del sorteo, resultando los siguientes ganadores:



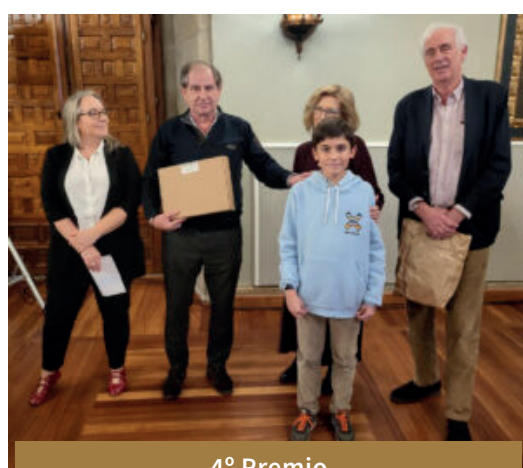
1º Premio.
Jamón de Bellota, que la mano inocente hizo que recayera en Esperanza Castellanos.



2º Premio,
para Primitivo B. González que recibió el Premio Nostromo 2025
“La Canción de Hands” de Teo Palacios.



3º Premio
“La Carta Esférica” de Arturo Pérez-Reverte para Luis A. Méndez



4º Premio
Camisa estampada inspirada en el carnaval gallego donada por Alberto Ruíz Montero. La colección completa de este tipo de camisas, diseño de uno de los hijos de Alberto, la podéis encontrar en Camisa Galoha



5º Premio
Libro donado por su autor, nuestro compañero José Antonio Lagares Fernández, y que la mano inocente asigno a Carlos González. El libro titulado “El asesinato del Príncipe de Asturias” puede encontrarse en Amazon pinchando en el link.

Antes del sorteo se aprovechó la ocasión para hacer entrega de algunas de las condecoraciones que todavía estaban pendientes.



Nuevos/as Colegiados/as:
Recogen la insignia
Carlota Torres Gómez
Jorge Alonso López
Julia Garzón Martínez



Reconocimiento a nuestros compañeros de la promoción de 1999, que hace 25 años se incorporaron a nuestro colectivo
Alberto Lozano Alcalde
Juan Andrés Pérez Pérez
(debido a una confusión se adelantó la promoción y reconocimiento a Juan Andrés Pérez Pérez- se corresponde con otra promoción)



Entrega de medallas del 50 aniversario
a la promoción del 1950,
a Alberto Ruíz Montero

¡Enhorabuena a todos los condecorados y premiados!, y vaya el agradecimiento de todos los componentes de las Juntas Territoriales de COIN Y AINE, a todos/as los/as asistentes, al personal del Parador de Santiago por su amabilidad y profesionalidad y a Maite, responsable de la organización y culpable de que todo “fuera sobre ruedas”.
Nos vemos el año que viene.



Elecciones en las delegaciones territoriales

El pasado 1 de abril de 2025, tuvo lugar la Junta General Extraordinaria de la Delegación Territorial en Andalucía con motivo de las elecciones a presidente de la Junta Directiva Territorial de la AINE en Andalucía. Con una única candidatura válida para dicho cargo y que cumple con todos los requisitos establecidos en el “Reglamento para las elecciones a las Juntas Directivas de la Asociación y Delegaciones Territoriales” (Arts. 3.a y 3.c), se nombra presidente territorial a:

D. José Francisco Allona Almagro
(Asociado nº. 1379).

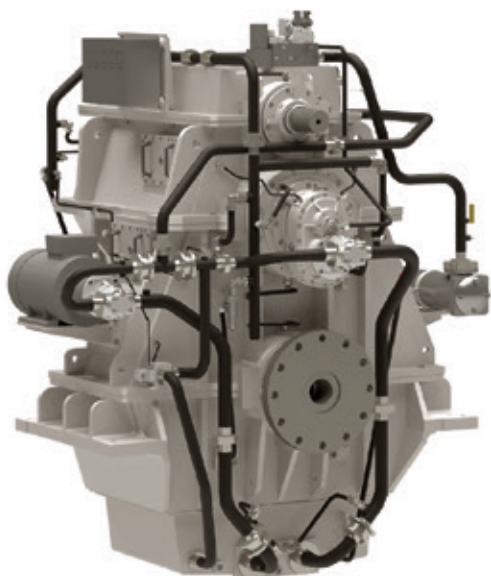
Asimismo, también el pasado 1 de abril de 2025, tuvo lugar la Junta General Extraordinaria de la Delegación Territorial en Andalucía con motivo de las elecciones para la plaza vacante a vicedecano en la Junta de Gobierno de la Delegación Territorial en Andalucía del COIN.

Solo se recibió una única candidatura válida para este cargo, la cual cumple con todos los requisitos establecidos en nuestros Estatutos (Art. 22. Cargos. – párrafos primero y segundo) y por ende, se nombra vicedecano a:

D. Juan José Porras Borrego
(Colegiado nº. 2017).

El pasado 16 de octubre de 2024 tuvo lugar la Junta Directiva Territorial de la Delegación en Galicia de la AINE con motivo del nombramiento de vicepresidente y secretario. Según el artículo 13 del Reglamento para el funcionamiento de las Delegaciones Territoriales de la AINE, se elige a propuesta del presidente:

- vicepresidenta territorial a Beatriz Spuch Sánchez
- secretario territorial a Jesús Miguel Sampaiño Barja



REINTJES Power Train Solutions
Robustez y fiabilidad garantizada por Reintjes

Autorizan la pesca de atún rojo a más de 850 barcos



El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ha establecido disposiciones para la pesca de atún rojo en 2025 por las flotas de artes menores del Mediterráneo, artesanales del estrecho de Gibraltar y sobre las capturas fortuitas de esta especie por parte de buques curricaneros del Atlántico nordeste y golfo de Vizcaya y de palangre de superficie en el Atlántico norte.

Estas resoluciones, publicadas en el Boletín Oficial del Estado del 31 de marzo y 01 de abril, establecen las normas y posibles trámites para la pesca del atún rojo por las flotas y en las zonas mencionadas y fija los siguientes límites de captura:

- 478,08 kilos por barco de artes menores del Mediterráneo.
- 1.561 kilos por buque para la flota artesanal del estrecho de Gibraltar.
- Cuatro atunes rojos por buque y marea para el palangre de superficie y un atún rojo por buque y marea para los buques curricaneros y de palangre de superficie.

Las fechas de apertura de la temporada de pesca de estas flotas se han adaptado a las demandas del sector para permitir la captura de atún rojo para la temporada de Semana Santa. Así, los buques de artes menores del Mediterráneo y artesanales del estrecho de Gibraltar podrán pescar a partir de las

00.00 horas del día 4 de abril. Las capturas fortuitas podrán realizarse desde mañana, día siguiente a la publicación de la resolución en el BOE.

Con la publicación de estas tres resoluciones se permite la pesca a más de 850 buques, 408 de la flota de artes menores del Mediterráneo, 40 artesanales del estrecho de Gibraltar y unos 65 palangreros. Además, unos 380 buques de la costera del bonito podrán solicitar la retención de las capturas fortuitas de atún rojo en caso de que las hubiera.

El atún rojo está íntimamente ligado con la cultura española desde la época de los fenicios, que los pescaban, los ponían en jarros y llevaban a Cartago para su consumo. Es una especie altamente migratoria que pasa la mayor parte del tiempo alimentándose y cazando en el Atlántico, si bien los adultos cruzan el estrecho de Gibraltar para reproducirse en el mar Mediterráneo. Se trata de una especie muy apreciada en la gastronomía y por el consumidor, pues su carne tiene un nivel bajo en grasas saturadas y posee un gran porcentaje de omega-3, ácido graso esencial que tiene importantes beneficios saludables.

Elevan el tamaño de las mallas para las redes de pesca en el Mediterráneo

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación ha aprobado una orden que modifica la regulación del plan de gestión de los recursos pesqueros demersales en el Mediterráneo, por la que se eleva el tamaño de las mallas de las redes de pesca, que se fija ahora en 45 milímetros en el copo para la pesquería de costera y en 50 milímetros para la pesca en profundidad.

La orden establece también una talla mínima de 25 milímetros de longitud cefalotórácica para la gamba roja y la cigala que se pueden pescar en el Mediterráneo. Estas medidas entrarán en vigor el próximo 1 de junio, según establece la orden publicada hoy en el Boletín Oficial del Estado.

Estas medidas responden a los compromisos asumidos por España en el marco del nuevo Reglamento (UE) 2025/219 del Consejo, por el que se fijan, para 2025, las posibilidades de pesca aplicables a determinadas poblaciones y grupos de poblaciones de peces en el mar Mediterráneo y el mar Negro.

Este reglamento establece un conjunto de medidas a implementar por los Estados miembros, mecanismo de compensación, para la obtención de días adicionales de pesca, de forma que la flota puede llegar a disponer en 2025 de los que se establecieron para 2024.

Con este objetivo, España ha optado por mejorar la selectividad de las artes de arrastre mediante el uso obligatorio de redes de malla con los mencionados nuevos tamaños. La Administración certificará todos los aparejos que en el momento de la inspección cumplan con las dimensiones mínimas exigidas.

En línea con estas medidas de selectividad, y en busca de la mejora de los recursos pesqueros demersales para avanzar en la recuperación de ciertas especies clave, la nueva orden ministerial introduce como novedad el establecimiento de tallas mínimas de referencia de conservación para la gamba roja y la cigala del Mediterráneo, los mencionados

25 milímetros de longitud cefalotorácica. De igual modo, para incentivar la adopción de medidas sostenibles, la orden ministerial modifica la distribución de los días de pesca asignados.

Con estos nuevos criterios, se destina el 3% de los días totales asignados a España al uso de dispositivos de arrastre con puertas voladoras, Este reparto se realizará, linealmente, entre los buques listados en función del tra-

mo de eslora y tipo de pesquería. La orden mantiene en reserva otro 7 % de los días asignados a España.

Con este conjunto de medidas, el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación reafirma su compromiso con la sostenibilidad de los recursos pesqueros en el Mediterráneo, para asegurar un equilibrio entre la conservación de los ecosistemas y la viabilidad socioeconómica del sector pesquero español.

www.vulkan.com

Drivetrain
Vibrations
Acoustics



VULKAN

VULKAN Española

Avda. Montes de Oca, 19 - Nave 7 | 28703 SS Reyes (Madrid)
Phone +34 91 359 09 71 | es.info@vulkan.com

Crean el primer barco monolítico funcional impreso en 3D de gran formato



Un paso decisivo hacia la sostenibilidad, eficiencia e industrialización

La tecnología de impresión 3D de gran formato está transformando el sector náutico al ofrecer ventajas competitivas como diseños altamente personalizables, un uso eficiente de materiales y una significativa reducción del impacto ambiental. Este barco es un ejemplo tangible de cómo los procesos avanzados de impresión 3D pueden acelerar los tiempos de producción, minimizar

el desperdicio de materiales y permitir la creación de estructuras flotantes y barcos de alta calidad adaptados a las crecientes demandas de un mercado global.

La industria náutica celebra un hito tecnológico revolucionario gracias a la colaboración entre V2 Group, una empresa española especializada en diseño, ingeniería e impresión 3D de gran formato para aplicaciones náuticas y navales, y Caracol AM, líder italiano en tecnologías avanzadas de impresión 3D de gran formato. Juntos, han desarrollado con éxito el primer catamarán monolítico funcional de 6 metros de eslora para aguas abiertas.

Cabe destacar que este proyecto se concibió con una visión a largo plazo, analizando meticulosamente cada paso del proceso para sentar las bases para la futura industrialización de este tipo de embarcaciones. Desde la selección de materiales hasta la optimización de tiempos de impresión, ensamblaje y pruebas, cada aspecto ha sido cuidadosamente refinado para identificar los elementos clave necesarios para escalar la producción de manera eficiente, sostenible y económica. Este enfoque estratégico es crucial para convertir esta tecnología en una solución ampliamente aplicable en el sector náutico.

Este barco fue producido utilizando tecnología de impresión robótica en 3D y está diseñado para desarrollar un producto que pueda ser industrializado y escalado, investigando minuciosamente todo el proceso: desde el diseño hasta los materiales, pasando por la producción y el post-procesado, cumpliendo con los requisitos de la industria naval.

el desperdicio de materiales y permitir la creación de estructuras flotantes y barcos de alta calidad adaptados a las crecientes demandas de un mercado global.

Cabe destacar que este proyecto se concibió con una visión a largo plazo, analizando meticulosamente cada paso del proceso para sentar las bases para la futura industrialización de este tipo de embarcaciones. Desde la selección de materiales hasta la optimización de tiempos de impresión, ensamblaje y pruebas, cada aspecto ha sido cuidadosamente refinado para identificar los elementos clave necesarios para escalar la producción de manera eficiente, sostenible y económica. Este enfoque estratégico es crucial para convertir esta tecnología en una solución ampliamente aplicable en el sector náutico.

Un futuro prometedor para la industria náutica

Este logro no solo demuestra la viabilidad de la impresión 3D robótica de gran formato, sino que también establece las bases para una nueva era en la fabricación de barcos y componentes náuticos. V2 Group y Caracol AM están comprometidos con la mejora continua de este enfoque de fabricación para ampliar sus aplicaciones en este sector, incluyendo la transición hacia la industriali-

zación del proceso. Esto allanará el camino hacia un modelo de producción más escalable, sostenible y accesible dentro del sector.

La colaboración entre estas dos empresas europeas fortalece su liderazgo en innovación náutica y naval, posicionando la impresión 3D como una solución clave para enfrentar los futuros desafíos de la industria. Con un enfoque claro en la industrialización, el potencial de esta tecnología para transformar la producción náutica es prácticamente ilimitado.

Nodosa construirá un nuevo remolcador para Amare Marin

El buque en cuestión será un polivalente y versátil remolcador de puerto, de al menos 50 t de tiro sostenido, especialmente equipado para el remolque de altura, el auxilio en maniobras de atraque y desatraque de todo tipo de buques, y el abastecimiento a los mismos de múltiple variedad de suministros. El remolcador tiene un diseño desarrollado íntegramente por la Oficina Técnica de Nodosa Shipyard, quien lo ha personalizado hasta el último detalle en función de las necesidades y requerimientos de la casa armadora. El Cristina A, nombre propuesto por el amador, alcanzará la cota de clasificación internacional RINA C \boxtimes HULL \bullet MACH, TUG, Fire Fighting Ship – 1, water-spraying; unrestricted navigation. Enarbolará Bandera Española, se inscribirá en su Lista 1ª, y se encuadrará en SOLAS Grupo III, Clase T.

Una unidad más de magníficas prestaciones para dar servicio a las necesidades más exigentes de su cometido en el Puerto de Marín y Ría de Pontevedra. Moderno y distinto, de arquitectura funcional para la actividad que desarrollará, estará dotado con la última tec-



nología. Tendrá la máxima maniobrabilidad, pues contará con dos líneas de ejes con propulsores azimutales y una hélice en proa para facilitar la operatividad en zonas restringidas. De cubierta muy despejada y grúa apropiada para los propósitos que se le encomendarán, maquinillas y elementos de remolque acordes con su capacitación, contará con el sistema de lucha contra incendios de categoría FIFI 1 y método de autoprotección tipo “water spray”. Su tipo de navegación será no restringida, y contará con la acomodación apropiada y concebida para el conseguir el más alto confort de la tripulación, cumpliendo con la normativa MLC 2006.

Con este nuevo remolcador, Nodosa Shipyard construirá la séptima construcción naval para esta misma empresa a lo largo de su historia.

Navantia San Fernando corta chapa de la segunda corbeta para Arabia Saudí



El pasado jueves 13 de marzo, el astillero de Navantia San Fernando acogió el acto de corte de chapa de la segunda corbeta para la Marina Real de Arabia Saudí (RSNF).

Este corte de chapa de la segunda unidad se produce apenas tres meses después del primero, y supone el inicio efectivo de la construcción de esta segunda corbeta.

Este acto simbólico de inicio de fabricación se ha desarrollado en Navantia San Fernando y ha estado presidido por el director de Negocio de Corbetas y Buques de Acción Marítima, Alberto Cervantes; junto con el representante de la RSNF en San Fernando, Comodoro Faredd Mohammed Alharbi.

Está previsto que el último de estos tres buques se entregue en 2028.

Navantia será la responsable de la entrega de la primera unidad, mientras que la segunda y la tercera se finalizarán en Arabia Saudí la con la instalación, integración y pruebas del sistema de combate, tal como sucedió en el anterior contrato.

El encargo incluye el suministro de un paquete de apoyo logístico integrado y la formación de las tripulaciones, junto con un periodo de evaluación operativa de los buques por parte de la Armada en la base naval

de Rota, donde Navantia ofrecerá servicios de apoyo. Además, Navantia formará a un centenar de ingenieros saudíes.

Este contrato supone unos cuatro millones de horas de trabajo para la bahía de Cádiz, generando un impacto de hasta 2.000 empleos (empleo directo, indirecto e inducido).

Modelo Avante 2200

Esta segunda serie de tres corbetas para Arabia Saudí será idéntica a la primera serie, con un diseño basado en el modelo AVANTE 2200 de NAVANTIA, un buque polivalente especialmente diseñado para las misiones de vigilancia y control del tráfico marítimo, misiones de búsqueda y rescate y asistencia a otros buques, entre otras. Además, los buques tendrán una importante capacidad para la defensa de activos estratégicos, de inteligencia y capacidad antisubmarina, antiaérea, anti-superficie y de guerra electrónica.

El diseño de las corbetas es de última generación, maximizando a la vez la participación de Navantia, incorporando productos propios como el sistema de combate HAZEM, a través de la joint venture SAMINavantia, el sistema de comunicaciones integradas HERMESYS, la dirección de tiro DORNA, el Sistema Integrado de Control de Plataforma, el puente integrado MINERVA, los motores propulsores, bajo licencia de MTU, los grupos diésel generadores, y las cajas reductoras, bajo licencia de Schelde.

Por último, la unidad de negocio de Reparaciones participará también en el programa con los trabajos a realizar durante las varadas de las corbetas en San Fernando.

Actividad de la CIAIM durante el año 2023



Portada del informe anual que muestra una imagen sonar del pecio del pesquero Villa de Pitanzo, tomada mediante un sonar de barrido lateral durante las operaciones de búsqueda e inspección del pecio que la CIAIM realizó entre mayo y junio del 2023.

La Comisión Permanente de Investigación de Accidentes e Incidentes Marítimos (CIAIM) dependiente del Ministerio de Transporte y Movilidad Sostenible, acaba de publicar su última memoria anual correspondiente al año 2023. Durante el año 2023 el Pleno de la CIAIM se reunió en once ocasiones, una vez por mes a excepción de agosto, un número muy por encima del mínimo de 2 reuniones al año que establece la normativa.

En las reuniones celebradas a lo largo del año, además de otros asuntos, el Pleno analizó un total de 297 notificaciones de

accidentes e incidentes marítimos. De todas las notificaciones, el pleno acordó investigar en detalle 20 accidentes, y decidió no realizar una investigación en profundidad de los 277 sucesos restantes. Estas cifras están en consonancia con años anteriores: en los últimos cinco años la media de accidentes notificados a la CIAIM es de 284, y la de accidentes investigados es de 25.

En los accidentes e incidentes ocurridos en 2023 e investigados por la CIAIM se registraron un total de 11 fallecidos, 2 desaparecidos y 15 heridos graves. Los dos desaparecidos y nueve de los fallecidos o desaparecidos eran tripulantes de pesqueros, mientras que los dos fallecidos restantes eran tripulantes de un buque ropax y de un granelero, respectivamente.

El número de buques y embarcaciones perdidos en estos sucesos asciende a nueve: ocho pesqueros y una embarcación de recreo.

Buques y embarcaciones

En los sucesos ocurridos en el 2023 notificados a la CIAIM estuvieron implicados un total de 311 buques y embarcaciones. Casi las

Tabla 1. Número y porcentaje de sucesos notificados e investigados por la CIAIM, por tipo de accidente

Tipología de sucesos ocurridos en 2023	Nº de sucesos notificados a la COAIM		Nº de sucesos investigados	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Abordaje	14	5%	2	10%
Accidente operacional	20	7%	8	40%
Colisión	8	3%	0	0%
Daño al barco o al equipo	1	0%	0	0%
Evento no accidental	2	1%	0	0%
Fallo estructural	3	1%	0	0%
Incendio / explosión	15	5%	4	20%
Inundación / hundimiento	9	3%	3	15%
Pérdida de control	213	72%	2	10%
Varada / embarrancada	11	4%	1	5%
Vuelco / escora	1	0%	0	0%
Total	297		20	

Tabla 2. Número y porcentaje de sucesos notificados e investigados por la CIAIM, por zona de ocurrencia

Comunidad Autónoma de ocurrencia	Accidentes notificados		Accidentes investigados	
	Número	Porcentaje	Número	Porcentaje
Andalucía	51	17%	1	5%
Asturias	31	10%	1	5%
Cantabria	14	5%	3	15%
Cataluña	40	13%	3	15%
Ceuta / Melilla	2	1%	0	0%
Comunidad Valenciana	14	5%	1	5%
Galicia	76	26%	0	15%
Islas Baleares	20	7%	1	5%
Islas Canarias	20	7%	1	5%
Murcia	10	3%	0	0%
País Vasco	11	4%	2	10%
Aguas exteriores	8	3%	4	20%
Total	297		20	

Tabla 3. Número y porcentaje de buques y embarcaciones en sucesos notificados e investigados, por tipo de buques en categorías utilizadas en los estándares europeos.

Tipo	Nº de buques y embarcaciones implicados en sucesos notificados	Nº de buques y embarcaciones implicados en sucesos investigados
Carga	43-14%	4-18%
Pasaje	18-6%	1-5%
Pesquero	225-72%	15-68%
Recreo *	3-1%	1-5%
Servicio	22-7%	1-5%
Total	311	22

* Los accidentes que únicamente afectan a embarcaciones de recreo no destinadas a tráficos comerciales no están sujetos al ámbito de aplicación del Real Decreto 800/2011, y por tanto no son investigados por la CIAIM.

tres cuartas partes de los buques y embarcaciones implicados en accidentes notificados e investigados por la CIAIM son pesqueros. El siguiente tipo de buques en importancia por número de accidentes notificados e investigados es el de los buques de carga, que supone un 14% del total de los accidentes investigados.

Las notificaciones de pesqueros a la deriva, bien por avería mecánica, bien por quedar su hélice enredada en cabos o aparejos, que se ven obligados a pedir ayuda externa o remolque a puerto, supusieron más de la mitad del total de accidentes notificados a la CIAIM durante el año. En la práctica totalidad de los casos en estos sucesos el pesquero es remolcado a puerto y queda atracado sin novedad. Estos sucesos, contemplados individualmente, apenas ofrecen lecciones de seguridad para el sector marítimo, por lo que la CIAIM no los investiga. No obstante, del análisis estadístico de estos accidentes contemplados en conjunto, pudiera derivarse la existencia de problemas de seguridad concretos en el sector pesquero, por lo que la CIAIM elabora estadísticas de este tipo de accidentes.

Informes publicados

Durante el año 2023 la Comisión Permanente publicó 24 informes de accidentes e incidentes marítimos (este número corresponde al número de accidentes ocurridos en el año y en años anteriores, y difiere del número de investigaciones abiertas durante el año). Los informes publicados durante el año por la CIAIM están disponibles para su descarga desde la web de la Comisión www.ciaim.gob.es.

Recomendaciones de seguridad

En los informes aprobados durante 2023 por el Pleno de la CIAIM se han formulado un total de 46 recomendaciones de seguridad, con el objetivo de prevenir la ocurrencia de accidentes similares, agrupadas conforme a dos criterios distintos: destinatario (10 a la Administración pública y 36 a personas/empresa) y materia (cumplimiento de normas y protocolos; formación; gestión de seguridad/operación; inspección; introducción de mejoras en los diseños; normativas; procedimientos sancionadores).

Miembros del Pleno durante 2023

CARGO	PROPUESTOS POR	TITULARES
Presidente	Nombrado por la persona titular del Ministerio	D. Jesús Panadero Pastrana
Secretario	Funcionario del Ministerio	D. Francisco Mata Álvarez-Santullano
Vocales Titulares	Asociación de Navieros Españoles	D. Eloy Carro Cubeiro
	Foro Marítimo Vasco	D. Ander Lasa Gallurralde
	Asociación Española de Titulados Náutico-Pesqueros	D. Jose Manuel Crujeiras Sampedro
	Asociación de Navieros Españoles	D. ^a Araiz Basurko Astrain
	Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos	D. Félix Yeregui Aramendi
Vocales Suplentes	Asociación Española de Titulados Náutico-Pesqueros	D. José Luis Tubio Área
	Colegio de Oficiales de la Marina Mercante Española	D. Germán de Melo Rodríguez
	Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos	D. Jose Antonio Lagares Fernández
	Asociación Nacional de Remolcadores de España	D. Jesús Alarcón Prieto
	Asociación de Navieros Españoles	D. Antonio García Álvarez
	Agencia Estatal de Meteorología	D. ^a María José Guerrero Trujillo
	Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas	D. ^a María Jesús Martín Soldevilla

Resumen de la 12ª edición del Congreso Náutico



El sector náutico ha demostrado un año más su fortaleza en el 12º Congreso Náutico organizado por la Asociación Nacional de Empresas Náuticas (ANEN), celebrado los días 13 y 14 de marzo en el Auditorio Edgar Neville de Málaga. Más de 400 profesionales, representantes de empresas del sector, instituciones afines, administraciones... se dieron cita para conocer las tendencias que marcarán el futuro de la náutica, impulsando un año más el evento como la cita de referencia del sector y foro de conexión de la comunidad náutica.

Con un ambiente de optimismo y colaboración, haciendo honor a su lema “Un sector unido, una náutica más competitiva”, en el congreso se analizaron los retos y oportunidades de la industria, desde la economía del 2025 hasta la sostenibilidad, la inteligencia artificial y las tendencias vistas desde la óptica de quienes serán los líderes del futuro en el sector. El periodista y navegante Quico

como “cita de referencia para la comunidad náutica”, y de Rocío Díaz, consejera de Fomento Articulación del Territorio y Vivienda de la Junta de Andalucía, quien subrayó el papel de Andalucía como una de las comunidades autónomas con mayor impacto en el sector náutico.

Un programa de alto nivel

El congreso contó con ponentes de primer nivel que analizaron la situación actual y las tendencias futuras del sector.

Toni Roldán, director del Centro de Políticas Económicas de ESADE, analizó el informe de competitividad de Mario Draghi, destacando los retos de productividad y desequilibrios fiscales de España a los que se enfrenta la economía española.

Ander Bilbao, fundador de Grupo Sörensen, presentó las tendencias de consumo para

Taronjé condujo el evento un año más, introduciendo las intervenciones institucionales, conferencias y mesas de debate.

La inauguración institucional del evento contó con las intervenciones de José Francisco Salado, presidente de la Diputación Provincial de Málaga, quien destacó el impacto del Congreso



2025, destacando que las empresas que ofrecen experiencias exclusivas, personalizadas, sostenibles y comunitarias, que se puedan compartir con personas que tengan los mismos intereses, son las que mejor se van a adaptar al mercado.

José Luis Fayos, presidente del Comité de Sostenibilidad ICOMIA y asesor de internacionalización de ANEN, presentó el Análisis de Ciclo de Vida de las embarcaciones de recreo que lleva un año desarrollándose por el European Boating Industry, con la colaboración de astilleros y asociaciones de toda Europa, entre las cuales se incluye ANEN. La inteligencia artificial también tuvo su espacio, por segundo año consecutivo con la intervención de Alex Rayón, CEO de Brain & Code, quien destacó como han avanzado las facultades de la IA, con ejemplos in situ sobre la multimodalidad de la herramienta: automatización de tareas, creación de imágenes desde cero, análisis SEO y GEO de una página web, etc.

Liderazgo joven y compromiso con la sostenibilidad

Una mesa redonda con jóvenes líderes del sector abordó los retos de la náutica bajo la óptica de las nuevas generaciones. Xavi Sardà Guasch, director de Ventas y Marketing en Hermanos Guasch; María Lougedo, directora de Marketing & Comunicación en Tournon e Ione Astondoa, CCO de astilleros Astondoa, moderados por Joaquín Torreblanca, director digital de Forbes España, debatieron

sobre la accesibilidad y la democratización de la náutica y las nuevas estrategias de marketing para cautivar a los aficionados.

Para concluir la primera jornada, llegó el turno de la descarbonización del

sector, con la participación de Gustavo Santana, director general de la Marina Mercante, y de Javier Cervera, presidente de Alianza Net Zero Mar, quién hizo una comparativa entre las emisiones de carbono mundiales de los barcos mercantes (3%), los vehículos ligeros (12-14%) y la náutica de recreo (0,1%).

El compromiso con la sostenibilidad del sector se evidenció en la segunda jornada del congreso - tras la apertura institucional por parte del presidente de la Autoridad Portuaria de Málaga, Carlos Rubio, en la mesa redonda sobre instalaciones náutico-deportivas - que finalizó con la entrega de los Reconocimientos Bandera Azul a once clubes náuticos y puertos deportivos de diferentes comunidades autónomas.

Legislación y estrategia marítima

El congreso también abordó la legislación náutica y las novedades en esta materia, como la presentación de los nuevos modelos de contratos de compraventa y arrendamiento náutico elaborados por ANEN. Además, se debatió la Estrategia Marítima de España 2024-2050, destacando la importancia de la náutica de recreo en el turismo costero.

De nuevo, en la recién clausurada edición del evento, se evidenció la colaboración de ANEN con la administración marítima como eje clave para alcanzar mejoras y armonización del marco legislativo de la náutica española en el marco europeo.

Resumen del VI Congreso Marítimo Nacional

La VI edición del Congreso Marítimo Nacional, celebrado en Madrid, reunió a expertos del sector marítimo, autoridades y líderes empresariales para abordar los principales desafíos y oportunidades del sector. Los debates se centraron en la digitalización, la sostenibilidad ambiental y el relevo generacional, marcando un punto clave para la hoja de ruta del sector en los próximos años. Además, se destacaron iniciativas de modernización normativa y acciones concretas para la conservación marina, con un enfoque en la colaboración público-privada y el impulso de la innovación tecnológica.

Organizado por la Real Liga Naval Española y el Clúster Marítimo Español, el evento reafirmó su papel como foro estratégico para el futuro del sector, contó con la colaboración de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España.

Innovación y sostenibilidad: retos del sector marítimo

Durante la jornada inaugural, se abordaron cuestiones fundamentales como la modernización de la Armada, la sostenibilidad del sector pesquero, la digitalización portuaria y la seguridad marítima. Se destacó la importancia de la innovación tecnológica, la cooperación público-privada y la adaptación a nuevas normativas ambientales y económicas.



“El sector marítimo no solo es clave para nuestra economía, sino que también representa un pilar estratégico en términos de sostenibilidad y seguridad nacional”, afirmó Antonio Piñeiro Sánchez, Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada. En la misma línea, Ricardo Domínguez García-Baquero, presidente de Navantia, subrayó la necesidad de invertir en tecnología y en la formación de nuevas generaciones de profesionales.

Pilar Tejo Mora-Granados, decana del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos, fue la moderadora de la mesa redonda “Astilleros e Industria Auxiliar en España: retos y desafíos”, en la que participaron: José Carlos Álvarez. Director General Grupo Astican – Astander – Astibal; Cristina Díaz. Ingeniero Naval – Ventas y Desarrollo de Negocio. Alfa Laval Iberia; Adolfo Navarro Manso. Naval Architect & Marine Engineer – Sales & Business Development. Astilleros Armón; y, Javier Gamundi Fernández. Presidente de Frizonia.



Puedes ver la grabación completa en el siguiente enlace:



<https://youtu.be/GdXAc76-o6U?si=IKRG-5F4Lpj9CH2xy>

Impacto de las normativas europeas

El Congreso también sirvió para reflexionar sobre la evolución del sector naval y el impacto de normativas europeas como el Sistema de Comercio de Emisiones (ETS), que podría alterar las dinámicas comerciales en los puertos españoles. “Es imprescindible que la regulación vaya acompañada de incentivos que permitan la transición ecológica sin comprometer la competitividad de nuestros puertos”, indicó Álvaro Rodríguez Dapena, presidente de Puertos del Estado. Asimismo, se destacó la necesidad de modernizar infraestructuras y apostar por combustibles alternativos para reducir la huella de carbono del sector. Diferentes expertos resaltaron la importancia de mantener la competitividad internacional sin perder de vista los compromisos ambientales.

Náutica de recreo: digitalización y sostenibilidad

La mesa titulada “Marina deportiva ante nuevos ámbitos normativos” contó con la participación de destacados expertos que analizaron las próximas reformas en el sector de la náutica de recreo. Ana Núñez Velasco, representante de la Marina Mercante, anunció que el Reglamento General de Ordenación de la Navegación, previsto para entrar en vigor en agosto de 2025, implementará un sistema digital que simplificará los trámites

administrativos y mejorará la seguridad en la navegación. Por su parte, Jordi Carrasco, de la Asociación Nacional de Empresas Náuticas (ANEN), enfatizó la importancia de integrar el sector en los planes nacionales de descarbonización, afirmando: “La náutica de recreo debe ser parte activa en la transición hacia una navegación más sostenible”.

Asimismo, León Von Ondarza, representante de la Asociación Española de Grandes Yates (AEGY), subrayó la necesidad de abordar las barreras fiscales que actualmente limitan el crecimiento del sector, señalando: “Es imperativo revisar la fiscalidad para fomentar la competitividad y atraer inversiones”.

Marina mercante: Unificación normativa y modernización de la flota

En la mesa “Nuevas regulaciones en la Marina mercante”, los ponentes discutieron la importancia de armonizar las regulaciones a nivel europeo y promover la modernización de la flota española. Gustavo Santana Hernández, de la Marina Mercante, destacó: “La unificación normativa a nivel europeo es esencial para garantizar operaciones seguras y sostenibles en nuestras aguas”.

Carlos Cremades Carceller, de Marflet Marine, hizo hincapié en la necesidad de una mayor coordinación comunitaria y una apuesta

decidida por la modernización, afirmando: “Es crucial que las instituciones europeas y nacionales trabajen de la mano para impulsar la competitividad de nuestra marina mercante”. Finalmente, Jorge Zickermann, del Grupo Ibaizabal, abogó por la implementación de incentivos públicos que faciliten la renovación de la flota, indicando: “Sin un apoyo decidido, corremos el riesgo de quedarnos rezagados en el contexto marítimo internacional”.

Relevo generacional: Asegurando el futuro del empresariado marítimo

La mesa dedicada al “Relevo generacional en la gerencia del empresariado marítimo” abordó la importancia de preparar a las nuevas generaciones para asumir roles de liderazgo en el sector. Rocío Lamet Gil-Olarte, de Comismar, resaltó: “La transmisión de conocimientos y valores es fundamental para garantizar la continuidad y el éxito de nuestras empresas familiares”.

Juan Cremades Bravo, de Marflet Marine, enfatizó la relevancia de la formación especializada, afirmando: “Debemos invertir en programas educativos que preparen a los jóvenes para los desafíos específicos del sector marítimo”. Por último, José Riva Gómez-Jordana, del Suardiaz Group, subrayó la importancia de la meritocracia y la profesionalización en la gestión empresarial, señalando: “Es esencial separar la gestión familiar de la profesional para asegurar una transición exitosa y sostenible”.

Sostenibilidad marítima: Innovación y compromiso ambiental

La última mesa, titulada “Avanzando en la sostenibilidad marítima”, presentó proyectos innovadores enfocados en la conservación del medio marino. Jaime de Jaraíz Lozano, presidente y CEO de LG Electronics

España, compartió detalles sobre su iniciativa de reforestación de Posidonia oceánica, destacando: “Esta planta marina es capaz de capturar hasta 16 veces más CO₂ que un bosque terrestre, convirtiéndola en una aliada clave contra el cambio climático”. Por su parte, Juan Manuel González Serna, presidente de Tuero Medioambiente y vicepresidente primero de Iberdrola, explicó su método de reforestación submarina utilizando semillas germinadas, y reveló: “En el último año, hemos logrado reforestar más de 600 metros cuadrados de posidonia, contribuyendo significativamente a la salud de nuestros ecosistemas marinos”.

Conclusiones: Un congreso que traza el rumbo del sector marítimo español

Esta segunda jornada del VI Congreso Marítimo Nacional reafirmó la importancia de la digitalización, la sostenibilidad y el relevo generacional como pilares fundamentales para el futuro del sector marítimo en España. Las discusiones y aportaciones de los expertos subrayan la necesidad de una colaboración estrecha entre instituciones, empresas y sociedad para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que se presentan en el horizonte marítimo nacional.

La jornada finalizó con una conferencia histórica sobre la flota de Indias, impartida por Marcelino González Fernández, Capitán de Navío (r) y Vicepresidente de la Real Liga Naval Española. Y posteriormente, se clausuró el congreso con las intervenciones de Juan Díaz Cano, Presidente de la Real Liga Naval Española, Diego Fernández Casado, Vicepresidente segundo del Clúster Marítimo Español y Jaime Olmedo, Rector de la Universidad Camilo José Cela. Además, se anunció que se elaborará un cuaderno de conclusiones, que será remitido a todos los integrantes del sector, así como a entidades, organismos públicos y partidos políticos.

Salvamento Marítimo prestó auxilio a 72.438 personas en 2024



Salvamento Marítimo asistió durante 2024 a un total de 72.438 personas en sus actuaciones (198 personas asistidas al día), a lo que se suma el control de más de 309.000 buques y la vigilancia aérea y satelital de más de 238 millones de kilómetros cuadrados de mar para prevenir la contaminación marina.

Este es el balance anual de esta sociedad, dependiente del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible a través de la Dirección General de Marina Mercante.

Salvar la vida, salvar la mar y el control del tráfico marítimo. Las labores de Salvamento Marítimo se concretan en las 7.842 emergencias atendidas, que han puesto de relieve la eficacia de esta Sociedad.

El número de personas asistidas de 2024 supone un ascenso del 17% sobre los dos años anteriores y como en otros ejercicios, la

mayor cantidad de incidencias estuvo relacionada con la náutica de recreo, con 2.353 actuaciones.

Inmigración irregular

Salvamento Marítimo ha coordinado la búsqueda de 1.277 embarcaciones irregulares y ha rescatado a 23.928 personas (un 10% menos respecto al año anterior).

Buques implicados

En 2024, se vieron implicados en incidentes marítimos 2.359 embarcaciones de recreo, 612 buques mercantes y 456 pesqueros.

Control del tráfico marítimo

Por otra parte, el número total de buques controlados por los centros de Salvamento Marítimo en los Dispositivos de Separación

de Tráfico de Fisterra, Tarifa, Cabo de Gata, Canarias Oriental y Occidental, que refuerzan la seguridad en zonas de gran tráfico marítimo, asciende a 153.596 buques. Por otro lado, 156.286 buques han sido controlados en las entradas y salidas de buques en los puertos en los que Salvamento Marítimo realiza esta labor.

Por un mar más limpio

Durante el año 2024, Salvamento Marítimo ha vigilado con sus aviones y satélites más de 238 millones de km² de mar, superficie equivalente a 470 veces el territorio nacional. También se atendieron 460 actuaciones relacionadas con la protección del medio ambiente marino.

Transportes impone una garantía de 70.000 € a un buque retenido en Almería tras detectar 29 deficiencias de seguridad



El buque, de bandera liberiana, fue retenido el día 7 de marzo en el puerto de Carboneras tras una inspección realizada dentro del Memorándum de París.

La Capitanía Marítima de Almería, dependiente de la Dirección General de la Marina Mercante, del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible, ha impuesto una garantía de 70.000 € al buque quimiquero/petrolero *Gulf Petroleum 4*, de bandera de Liberia, que permanece retenido en el puerto de Carboneras tras una inspección dentro del Convenio París MoU.

En dicha inspección, se detectaron un total de 29 deficiencias relacionadas con la seguridad en la navegación y el bienestar de la

tripulación, que procede de la India en su mayoría.

Las deficiencias detectadas en este buque están englobadas en los siguientes ámbitos: condiciones de higiene, alimentación y seguridad en el trabajo a bordo; la prevención y lucha contra la contaminación, tanto marítima como atmosférica; equipos de salvamento y de lucha contraincendios; así como la gestión operacional del buque y mantenimiento de los equipos críticos a bordo.

Tras la inspección, la Capitanía Marítima ha prohibido que el buque, de 120 metros de eslora, se haga a la mar hasta que no abone una garantía de 70.000 € en la Caja General de Depósitos del Tesoro Público y corrija las deficiencias que se han detectado en todos los ámbitos.

Las inspecciones París-MOU se realizan por parte de las Capitanías Marítimas a buques extranjeros que acceden a los puertos españoles con el objetivo de comprobar que cumplen con la normativa respecto a la seguridad marítima, la prevención de la contaminación marina y el bienestar de la tripulación.

Suardíaz Group bautiza su nuevo barco *RS Alegranza*



Suardíaz Group, a través de su división Suardíaz Energy, ha celebrado con éxito el bautismo de su nuevo barco, el *RS Alegranza*, en las instalaciones del astillero Astander, ubicado en Cantabria. Este evento marca un importante hito en el proceso de transformación del barco, diseñado para responder a la demanda de servicios Offshore.

El acto contó con la presencia de responsables de Fugro, empresa líder mundial en Geodatos y futuro fletador del buque, así como responsables de Suardíaz y Astander. Los asistentes presenciaron el tradicional bautizo del barco con una botella de champán estrellada contra su casco, por la madrina Saskia Maria ten Hoope, como símbolo de buenos augurios para su navegación.

A partir de ahora, se llevarán a cabo pruebas de aceptación en puerto y pruebas de mar para verificar el cumplimiento con los más altos estándares de posicionamiento dinámico offshore (IMCA) realizando un FMEA DP 2 y pruebas de station keeping, antes de comenzar sus operaciones en el mar del Norte.

El *RS Alegranza* es un buque offshore que prestará servicios de mantenimiento para infraestructuras eólicas. Este buque se enmarca en la estrategia de desarrollo de la línea de negocio de eólica marina de la empresa. Tiene 3.500 gt, una eslora de 80 m, una manga de 20 m y 6 m de calado. Podrá alojar hasta 60 personas y tiene una alta capacidad de carga en cubierta.

Navacel presenta en Sinaval 2025 los avances conseguidos en el desarrollo de nuevos procesos para la fabricación de megaestructuras para el sector Offshore Wind



Fotografía: MSF y bolting platform

Eva Novoa, directora general de SOERMAR.

Durante su intervención, Tatay destacó la importancia de la innovación en el diseño y fabricación de estructuras de gran escala para el sector offshore. Y explicó que las actuales megaestructuras de offshore wind tienen un peso y tamaño considerablemente mayor respecto a

El proyecto primario “Implementación de novedosos procesos para la fabricación e implementación de megapiezas del sector Offshore Wind”, de Navacel Process Industries, S. A., integrado en el proyecto tractor TECNAVAL 2025, coordinado por SOERMAR, ha desarrollado soluciones avanzadas para desarrollar nuevos procesos innovadores aplicados con éxito en la fabricación e implementación de las megaestructuras del sector Offshore Wind.

TECNAVAL 2025 es uno de los cuatro proyectos tractores aprobados por el PERTE Naval (gestionado por el Ministerio de Industria y Turismo y financiado por la Unión Europea – Next Generation EU). Los logros alcanzados por este proyecto fueron presentados en SINAVAL 2025 por Emilio Tatay, CEO de NAVACEL, en la ponencia “Aprovechar la innovación en los procesos de los proyectos eólicos marinos”, durante la mesa redonda “Financiación I+D+I: Programas y Casos de Éxito”, moderada por

las que ejecutaba y construía para el sector Oil & Gas y, por supuesto, a los diseños iniciales en el mercado eólico marino. Eso implica una continua transformación de las instalaciones y medios y procesos productivos para poder optar a las demandas del mercado. Por ello, afirmó que el objetivo que se planteó su empresa en este proyecto es, por una parte, aplicar cambios para mejorar el ensamblaje offshore asegurando dimensiones precisas de las piezas y, por otra, métodos de trabajo innovadores y flexibilidad para adaptar los procesos a los proyectos específicos.

En esta línea, anunció que, mediante el desarrollo del proyecto primario, han conseguido desarrollar soluciones avanzadas para optimizar los procesos, el movimiento y el ensamblaje de las megapiezas de la eólica marina. Unos avances cuyo resultado es una mejora de la eficiencia y la reducción de los costes, garantizando estrictos niveles de tolerancia dimensional.

Concretamente, detalló que las principales innovaciones del proyecto son:

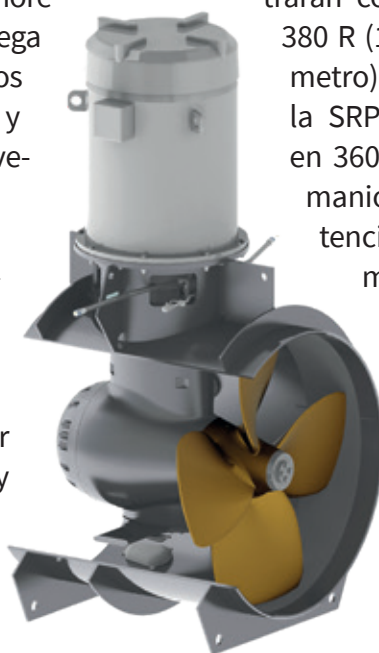
- Nuevos procesos y sistemas de fabricación para estructuras de grandes dimensiones, implementando nuevos métodos constructivos, transporte y preensamblaje final de elementos de grandes dimensiones. Se actúa en tres subprocesos:
 - Subprocesos de mecanizado de mega componentes de más de 7 metros de diámetro y hasta 400 toneladas de peso.
 - Subprocesos de movimiento de mega componentes: Top Side (componentes de subestaciones eléctricas para parques eólicos marinos) de hasta 2000 toneladas de peso y de dimensiones que llegan a los 34 metros de ancho, 62 metros de largo
- y 23 metros de alto y estructuras soporte de subestación MSF (Module Support Frame).
- Subprocesos de tratamiento superficial de mega componentes.
- Nuevos procesos para garantizar la interfase en la instalación offshore de megaestructuras. Como el ensamblaje final se realiza en la ubicación final del parque eólico marino, es necesario desarrollar un novedoso proceso de verificación de puntos terminales que emplee la combinación de mockups (plantillas) y controles dimensionales restrictivos que permitan alcanzar las exigentes tolerancias dimensionales en la fabricación de las estructuras Offshore Wind y evitar contingencias de instalación de difícil resolución en medio marino.

Schottel suministra la propulsión de tres nuevos buques de suministro de GNL

Schottel suministrará tres conjuntos propulsivos (hélice de paso controlable, hélice retráctil y hélice transversal) a los nuevos buques de suministro de GNL de 20.000 m³ que actualmente están en construcción en el astillero chino de Nantong CIMC Sinopacific Offshore & Engineering Co. Ltd. cuya entrega está prevista entre 2026 y 2027. Estos buques tienen casi 160 m de eslora y 25 de manga. Podrán alcanzar una velocidad máxima de 15,5 nudos.

Dos de los buques han sido encargados por Avenir LNG Ltd. Un tercero por Vitol International Shipping Ltd. quien a su vez fletará por tiempo (siete años mínimo) a Avenir uno de aquellos dos mencionados, y que comenzará a operar durante el último cuatrimestre de 2026.

Schottel suministrará concretamente sus modelos de hélice de paso controlable SCP 199 4-X, con una potencia de entrada de 5.800 kW y 6.000 mm de diámetro de hélice. Las hélices-timón retráctiles que se suministrarán corresponden al modelo SRP 380 R (1.300 kW y 2.200 mm de diámetro). Cuando está desplegada, la SRP-R es totalmente orientable en 360 grados, lo que permite una maniobrabilidad máxima, alta potencia de propulsión y posicionamiento preciso. Para mejorar la maniobrabilidad de estos buques se suministrará hélices transversales modelo STT 2 FP (750 kW con un diámetro de hélice de 1.540 mm). Esta unidad es idónea para operacio-



nes breves de atraque y desatraque en puertos, operaciones bajo condiciones de demanda extrema.

Las unidades SRP-R y el STT estarán equipados con el sistema LeaCon (certificado por el DNV). Este sistema de sellado proporcio-



na una protección segura y confiable para el medioambiente además

de monitorear el estado de los sellos, detectando el desgaste operativo en etapas tempranas y evitando así mantenimientos no programados.

La réplica del *San Juan* zarpará con misión científica

Albaola Itsas Kultur Faktoria, astillero-museo y el centro tecnológico AZTI, especializado en investigación marítimo-pesquera y alimentaria, han firmado un acuerdo de colaboración para trabajar conjuntamente en la promoción de iniciativas en pro de la sostenibilidad de la cultura marítima de Euskadi.

La alianza, inicialmente con una duración de tres años, persigue el objetivo de fomentar proyectos conjuntos para estimular entre la sociedad vasca el interés sobre el patrimonio marítimo y también aumentar el conocimiento sobre las embarcaciones tradicionales vascas. Para ello, ambas entidades colaborarán con diferentes asociaciones e instituciones educativas, sociales y deportivas. El acuerdo sienta las bases para una estrecha colaboración entre el proyecto de I+D en arqueología naval y cultura marítima de Albaola y las diversas líneas de investigación marina de AZTI.

Del ballenero *San Juan* a la movilidad acuática en Pasaia

El acuerdo entre Albaola y AZTI permitirá, por ejemplo, impulsar proyectos científicos vinculados al fu-

turo de la réplica del ballenero *San Juan*, del siglo XVI.

El *San Juan*, el trabajo de construcción más ambicioso de la factoría marítima, tiene previsto finalizar este 2025. “Tras 30 años de estudio científico en Canadá y más de 10 de construcción de la réplica arqueológica, es nuestro buque insignia más popular. Cuando la construcción se complete, los viajes de la embarcación servirán como plataforma científica en colaboración con AZTI para analizar fenómenos críticos en el Atlántico Norte”, ha añadido Xabier Agote, presidente de Albaola.

A su vez, el convenio de colaboración también abordará el impulso del proyecto de restauración y dinamización futura del barco *Ozentziyo*, uno de los últimos pesqueros vascos de madera. Cuando la embarcación esté en funcionamiento, se empleará con

finés. Además, otra de las líneas que trabajarán conjuntamente ambos agentes será el desarrollo de nuevas soluciones que permitan descarbonizar la movilidad acuática en la bahía de Pasaia.



El sector marítimo en su laberinto



Por José-Esteban Pérez García

I.N. Colegiado nº 700

Ex vicepresidente del Grupo de Construcción Naval del Consejo de la OCDE.

Ex secretario general, Community of European Union Shipbuilders Associations.

y Director General AWES. Ex director Ast. Cádiz (AES).A).

Académico de Número de la Real Academia de la mar.

Ex Presidente Comité Asuntos Marítimos IIE.

Se busca certidumbre, pero no se encuentra

Las variables que ayudan a analizar el sector marítimo en el mundo, son cada vez más variables, y las decisiones políticas y sus derivadas comerciales aquí y allá son cada vez más caóticas, en sí mismas: a quién afectan y en que tiempos se producen.

Una cosa sí parece cierta, la opinión bastante generalizada de que globalización y la multilateralidad están saltando por lo aires, y como es lógico, los asuntos del sector marítimo de los que solemos ocuparnos se van transmutando en complicados y dificultosos.

Una cosa si es clara: hacer pronósticos es prácticamente imposible cuando se evapora la previsibilidad que es el sustento necesario para que las cosas en general funcionen bien y se puedan hacer proyectos a largo plazo.

El transporte marítimo es realmente el sistema circulatorio del comercio global, con varios corazones, que son los puertos, y una fábrica de glóbulos rojos, los buques, contruidos en la médula espinal, que está formada por los astilleros, donde se fabrican y se reparan.

Como ya se ha comentado muchas veces, el volumen de transporte y su evolución, así como la de la industria de la construcción naval, suelen llevar caminos paralelos al del crecimiento económico mundial, el cual se ha mantenido positivo durante el siglo XXI, salvo en el año 2009 por efecto de la crisis económica desencadenada ese año. Tras ella ha seguido comportándose positivamente hasta el momento actual, si bien se ha moderado últimamente al hacerlo la economía de los países más desarrollados y que más pesan en el cómputo global (ver tablas de indicadores económicos y marítimos al

final del artículo). Paralelamente, lo mismo ha sucedido con el volumen del transporte marítimo, que ha sido muy afectado en el cómputo de toneladas-milla, especialmente por los cambios de ruta en determinados tráficos por los problemas en el mar Rojo y en los últimos tres años por la guerra de invasión de Rusia a Ucrania.

En la industria suministradora, es decir, los astilleros fabricantes de buques mercantes, indispensables y responsables como vehículos que materializan y hacen posible el crecimiento económico mundial, se ha vivido en los últimos años una época de florecimiento materializada por la industria de construcción naval china, seguida de la de la República de Corea y ya a más distancia, de los astilleros japoneses. La realidad es que hoy por hoy, la industria naval china lidera con diferencia y eficacia la industria de construcción naval mundial, y la diferencia sigue aumentando, con todo lo que ello representa en variados aspectos de carácter global, tanto en la economía como en lo que atañe a los aspectos de la defensa.

La realidad, si volvemos la vista hacia nosotros mismos, es decir a Europa y específicamente a la Unión Europea, como uno de los actores principales en la economía y el progreso mundial, es que, en el ámbito de la industria naval estamos lejos de ser los actores principales que fuimos en el siglo pasado tras la terminación de la Segunda Guerra Mundial. Significativamente, además, esta situación secundaria se da de manera más clara en los tipos de buques que son más protagonistas del comercio mundial.

Hemos perdido la competición como industria fabricante, aunque no como industria naviera. Esta dualidad tiene en sí misma una problemática que necesita ser resuelta y que tiene que ver con la soberanía estratégica; más aún en los tiempos tormentosos que

vivimos en la actualidad, una actualidad que se ha visto aún más agitada tras las elecciones presidenciales en los Estados Unidos y el comportamiento errático y proteccionista del presidente Donald Trump, en lo que afectan al comercio marítimo y a la industria de la construcción naval, lo que hace que la volatilidad de las previsiones aumenten en gran medida los riesgos en las decisiones a tomar en todos los aspectos. En cualquier caso, la UE tendrá que definir sus posiciones de acuerdo con sus contingencias.

Por el momento, quizá merezca la pena dar un vistazo a la situación en la que nos encontramos y a los desafíos con los que ha comenzado este año 2025 que promete ser crucial en muchas cosas y obviamente, en el mundo marítimo.

2024 y los astilleros

La industria de construcción naval mundial ha tenido un año 2024 verdaderamente excepcional, registrando la cantidad de nuevos contratos más elevada desde 2007, el año que precedió a la crisis mundial que ya hemos citado. La contratación global medida en toneladas brutas compensadas, cgt, alcanzó los 66 millones, por un monto¹ de 204.000 millones de US \$. Lo que sí ha sucedido en este año récord es que la adjudicación de estos pedidos ha estado enormemente o como nunca, desequilibrada, con una balanza que cada año se inclina a favor de China. Otra de las peculiaridades en este año, y en parte los inmediatamente precedentes, es que no ha habido aumento de capacidad reseñable como en otras ocasiones en los tiempos positivos del ciclo de contratación mundial, lo que ha permitido a los astilleros el mantener un nivel de precios alto y alargar sus entregas en el tiempo, cosa que produce estabilidad en las cadenas de suministros, en el flujo de la producción y en el empleo. Otra característica de la situación, es la tendencia hacia una

mayor serialización o cuasi serialización de los proyectos y los procesos productivos. Este proceso se está dando más en los astilleros más grandes, dedicados a la construcción de buques portacontenedores, buques tanques, graneleros y gaseros, es decir, aquellos más relacionados con el comercio internacional con más responsabilidad respecto al tipo de transporte que podríamos llamar como “mayorista” de bienes.

Un desglose “grosso” por tipo de buque de la cartera de pedidos en 2024 sería el que se presenta a continuación, junto con los crecimientos netos de la cartera mundial que se registran a final de año (*), con respecto al año 2023²:

- Portacontenedores: 8,3 Mteu (*) +21 %
- Gaseros: 60,4 Mm³ (*) + 5 %
- Buques tanque: 97,2 Mtpm (*) +87 %
- Graneleros: 109,3 Mtpm (*) +9 %
- Total de la cartera de pedidos: 365 Mtpm (*) +26 %
- Flota global: 2.431 Mtpm (*) +3,4 %

China ha consolidado su primera posición en la construcción naval mundial, acaparando 2/3 de los pedidos mundiales, y aunque poco, es el único país que ha aumentado ligeramente su capacidad. De las entregas mundiales (cgt) durante 2024, China va a la cabeza con un 53 % de cuota de mercado, le sigue Corea del Sur, con un 28 %. Tras ambos se continúa colocando Japón con un 12 % (con una caída respecto al año 2023 de un 3 %), mientras Europa consigue un 4 % (fundamentalmente por su liderazgo mantenido en el mercado de cruceros, aunque ya China ha empezado a trabajar en él con algunas entregas a Grupos internacionales como Carnival).

2024 y los barcos

Al final del año pasado, todavía no había tenido lugar la toma de posesión del presidente

electo de los EE. UU., aunque sus anuncios de campaña habían hecho crecer las orejas a mucha gente por el mundo adelante. Se sabe, sin embargo, que la transmutación de las promesas en hechos es fuertemente aleatoria, por lo tanto, el mundo marítimo seguía su navegar de acuerdo con los patrones habituales. Respecto al futuro inmediato entonces, que es el que estamos viviendo cuando esta Revista se publique, había más curiosidad que nerviosismo. Ahora comienza a haber más nerviosismo que curiosidad, pues la política arancelaria que Trump había anunciado en su campaña electoral, se está llevando a cabo y con vaivenes que están dando lugar a trastocar el comercio marítimo y a las industrias y servicios asociadas con él. Dada la inercia de las relaciones comerciales, el efecto no se percibe todavía, pero se hará notar. Además, los cambios en las decisiones de EE. UU. se están produciendo a veces en veinticuatro horas, lo que produce una fuerte inseguridad en el comercio, a añadir a una inseguridad jurídica que afecta a los proyectos internacionales que están en marcha o que se preveían poner en marcha.

Nos reduciremos, por tanto, a cómo se ha desarrollado el negocio marítimo durante el año pasado, refiriéndonos a los tipos de buques mercantes que más representan al transporte y cuyo promedio de ganancias ha sido positivo en general de acuerdo con la información de Clarkson Research, cuyo índice medio de resultados de los ingresos fue de +6 %.

Con relación al comportamiento de algunos tipos de buques, fueron promedios en 1.000 US \$ / día en el año 2024, y comparación con 2023:

• Petroleros	35,44	-13 %
• Bulkcarriers	15,03	+21 %
• Portacontenedores (Charter)	32,65	+48 %
• GNL 160.000 m ³ (Spot)	42,20	-57 %

Las desigualdades que se pueden apreciar se han ido agudizando conforme el año 2024 se iba acercando a su fin. Al comienzo del año 2025 la cautela se ha impuesto de manera irregular según los segmentos como reflejo de las enormes incertidumbres de naturaleza geopolítica que se están produciendo. Pese a todo, hay tendencias que no se han resentido, principalmente, las que están relacionadas con la descarbonización de la flota nueva, pues a final del año pasado, un 49,2 % de los nuevos contratos (gt) cuentan con propulsión utilizando combustibles alternativos, frente a 39,6 % del año 2023 lo cual representa un importante avance, ya que además la capacidad total de carga (tpm) de los buques contratados ha aumentado en un 31 % comparada con la de 2023. Quizá, en este sentido, lo más destacable en los nuevos contratos sea la diferencia en millones de teu, que se da entre los 1,6 de 2023 y los 4,4 en 2024 (173 %).

Otro signo importante de la falta de certeza y la situación de “esperar y ver”, es la evolución de la actividad de desguace de buques. Se ha pasado en los años de referencia citados de precios por tonelada de peso en rosca de 510 en 2023, a 475 US \$ en 2025 (referencia de precios: India) y a un descenso del 20 % en cuanto al total desguazado

La liga española

Aunque nuestro país está jugando en una liga muy alejada de los números antes comentados, es conveniente saber algunos pocos datos de nuestra situación que requiere una “pensada”: Si la cartera mundial es de 66 Mcgt, la europea, de acuerdo con los números del párrafo anterior, es de 2,64 Mcgt. La cartera española, según cifras oficiales del Ministerio de Industria y Turismo es de 0,269 Mcgt (2024), es decir, del 10 % de la europea que a su vez es el 4 % de la mundial. En nuestro caso español, hay que resaltar que

esos 0,269 Mcgt mencionados corresponden al conjunto de los astilleros de capital privado (16), de los que al final de 2024 y según el MINTUR, sólo 5 empresas tienen algunas construcciones en marcha. Los astilleros públicos están dedicados únicamente a la construcción naval militar y a la fabricación de elementos para la industria eólica offshore, más las reparaciones que también ocupan a varios astilleros privados, significativamente a dos de ellos propiedad del mismo grupo.

Si todos los astilleros de nuestro país, optaran por entrar en un mercado abierto respecto a los buques mercantes o buques no de carga (estos según las definiciones de la OCDE, generalmente adoptadas), las opciones teóricas están muy claras. Los astilleros privados están en un segmento muy diferenciado del de los astilleros públicos, fundamentalmente por el tamaño de sus instalaciones, de ahí que se califiquen como “medianos y pequeños”, aunque la calificación de “medianos” no sea equivalente entre unos países y otros. Habitualmente, su mercado, como ya se ha dicho, no incluye buques militares, pero últimamente están accediendo a contratos de buques de otros países que responden a usos relacionados con la seguridad y con la defensa. Cosa que hay que tener en cuenta cara a las inversiones que a corto plazo se podrían

producir por países de la Unión si se materializa finalmente algún plan de rearme debido a la arriesgada situación actual. Aquí, si es importante, aumentar el valor añadido propio y la alianza con proveedores, especialmente de ingeniería.

Este grupo de astilleros se ha enfrentado siempre (como otros no españoles) a la imposibilidad de serializar, aunque sea mínimamente o parcialmente su producción, cosa que cada vez sucede con más frecuencia en los astilleros que construyen los buques más dedicados por sus tamaños y algunas otras consideraciones a ser los protagonistas del comercio que podríamos llamar “oceánico”, como los petroleros, los graneleros, los portacontenedores, los gaseeros y algún otro tipo.

Ha habido, en el pasado reciente, algunos movimientos de éxito, como ha sido el caso de los astilleros del grupo neerlandés Damen³ que comenzó su despegue con un plan de construcción de remolcadores seriados contra almacén, basados en su experiencia y conocimiento del mercado, y que eran vendidos durante la construcción. La empresa, creada a la orilla del río Escalda en 1927 por la familia Damen, que sigue siendo la propietaria del negocio, ha ido multiplicando



sus inversiones, tanto en Holanda como en el extranjero, hasta conformar un grupo con 9.000 empleados en todo el mundo, dedicados a nuevas construcciones, y 1.500 a reparaciones y transformaciones. Suman 14 astilleros en Holanda y 18 en el extranjero, en el negocio de nuevas construcciones, así como 15 dedicados a reparaciones y conversiones, distribuidos por 6 países. Sus nuevas construcciones están muy diversificadas, predominando los remolcadores y “workboats”, ferries, apoyo a offshore, dragas, super-yates, y posee una división naval que construye fragatas, corbetas, guardacostas, buques logísticos, tanto para la Armada neerlandesa como para Armadas de otros países.

En realidad, lo que ha hecho grande y resiliente a esta empresa familiar ha sido el acierto en conjugar dos aspectos que durante mucho tiempo los constructores navales han considerado contrapuestos: la diversidad y la estandarización, intentando, y consiguiendo ofertar a los clientes una amplia gama de ventajas, como la de encargar embarcaciones construidas con tecnologías comprobadas, y directamente desde el almacén, lo cual adelanta enormemente los plazos de entrega de algo ya probado. Esto es fundamental para unos clientes tradicionalmente conservadores. Mantener al mismo tiempo un desarrollo continuo del producto y su optimización, tanto en la fase de proyecto como en la de producción y más aún en una época como la actual, en la que el uso de la digitalización ayuda a hacer todo esto aún más factible. El autor, que conoció a Kommer Damen (presidente del Grupo Damen) en la época en las que empezó a poner en marcha estas ideas, puede dar fe de que, en la sociedad europea de constructores por aquel tiempo, existía una cierta incredulidad en el éxito de su filosofía.

También es verdad que no es lo mismo trabajar en unos sectores que en otros, aunque

sólo sea al considerar el tamaño de los buques, los armadores de los mismos, y sus tipos de negocio. No es lo mismo empezar a construir contra almacén un portacontenedores de 20.000 teu, o un LNG de 160.000 m³, que los buques de los que hemos hablado en párrafos anteriores, ni por capacidad financiera, ni por el tamaño del riesgo.

Sin embargo, una serialización, aunque sea parcial, de las construcciones navales hoy en día, se va imponiendo lentamente. Se puede apreciar simplemente comparando planos de cuadernas maestras de buques del mismo tipo, o incluso disposiciones de cámaras de máquinas.

Un registro de la melancolía europea

Como datos “melancólicos”, podemos recordar que, en 1990, la cartera de pedidos de la industria de la construcción naval civil española ascendía a 1.045 Mcgt, que representaba el 4,5 % del total de la entonces CEE⁴. De esta cantidad, de algo más del millón de cgt, un 84 % era para la exportación.

En aquel año, la cartera de pedidos de AWES (Asociación de constructores navales de la CEE + Finlandia, Noruega y Suecia) representaba un 28,4 % del total mundial, la de Japón un 23,1 % y el resto, un 48,5 %.

Como dato adicional que puede resultar interesante para la memoria en lo que respecta a de donde veníamos y los “futuribles” a 50 años vista (justo ahora) daremos datos sobre la evolución de las capacidades en cgt, tomando el año 1975 como índice 1005.

AÑOS	1980	1985	1990
Países de AWES	49	37	34
Japón	60	72	56
Corea del Sur	200	800	950
China	100	300	500
Mundo	64	70	66

Como se puede apreciar, ya en el último cuarto del pasado siglo se veían las tendencias de unos y de otros, tendencias que en nuestros días se han exacerbado en el caso de China especialmente. Todo el mundo lo pudo ver venir, pero muchos no hicieron nada o lo hicieron mal, y se perpetró así un desequilibrio que nos ha traído hasta donde estamos, cuando enfrentamos un mar tormentoso con muy poco combustible en nuestros tanques.

EE. UU., tráfico marítimo y caos

El comienzo de la presidencia de Donald Trump en EE. UU. y el ejercicio de la misma que hace mencionado presidente ha desatado la incertidumbre de la que venimos hablando desde el principio de estas líneas. Dos son los campos más preocupantes desde el ámbito marítimo: el del comercio mundial y el del proteccionismo a ultranza. Ambos están totalmente interconectados y componen un “constructo” indestructible.

Totalmente ligados a ambos, están la industria de construcción naval civil y militar, y el transporte y el tráfico marítimo. Empezaremos con algunas notas referidas a la primera.

El pasado día 2 de marzo, el periódico neoyorquino “Wall Street Journal” publicaba un artículo que empezaba con los siguientes párrafos:

<< Los astilleros asiáticos producen cien grandes buques portacontenedores y petroleros en un año. EE. UU. es afortunado si puede terminar más de uno cada año.

Esta situación se viene manteniendo durante décadas. Los pocos astilleros grandes del país que se mantienen se dedican mayormente a construir o reparar buques de la marina de guerra de los EE. UU. . En vez de construir nuevos buques comerciales, producen pequeños

barcos para compañías nacionales, operando en rutas domésticas, no de gigantescos portacontenedores y buques oceánicos que sostienen el comercio global >>

En el año 2023, y según la información de la UNCTAD (Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo) el tonelaje construido por EE. UU. había sido aproximadamente un 2 % del de China.

De acuerdo con la información del US Bureau of Labour Statistics, en 1980 trabajaban en la industria estadounidense de construcción naval 206.300 personas, y en 2024, 148.200 dedicándose la construcción naval mercante sólo dos astilleros, uno en cada costa: Filadelfia y San Diego. Otra noticia impactante dada también por The Wall Street Journal, es que el año pasado, el astillero de Filadelfia Philly Shipyard comenzó la construcción de tres buques portacontenedores de 3.600 teu cada uno (seguramente bajo la Jones Act) a un precio unitario de 355 M US \$, cuando, según el mismo periódico recogiendo información del armador comprador, el precio equivalente en un astillero chino era de 55 M US \$.

Basta dar un vistazo a la información de los precios de portacontenedores, al final de este artículo, para ver en que situación está la productividad de la industria de construcción nava en EE.UU. Claro, que estos buques, contruidos bajo la Jones Act, pueden realizar tráfico doméstico si son registrados en EE. UU. y tienen una tripulación de nacionales norteamericanos; es decir, no tienen ninguna competencia en ese mercado que está regido por el proteccionismo más absoluto, que pagan los ciudadanos que compran los productos transportados en estos buques. Por cierto, el astillero de Filadelfia ha sido adquirido, también el año pasado, por el grupo coreano Hanwa (antiguo DSME), para acceder a la reserva de bandera que facilita la Jones Act.

La guerra comercial iniciada por la Administración Trump no se circunscribe a los aranceles solamente. Pretende también instaurar una tasa portuaria a los buques de bandera china y a cualquier buque no chino que toque puertos de EE. UU. si ha sido construido en astilleros chinos. Se pretende que tal tasa ascienda a 1,5 M US \$ por cada buque construido en China que toque en puertos de EE. UU. Esta tasa se disminuirá de acuerdo con la proporción de buques de construcción china que posea el armador, hasta 500.000 US \$ en el caso de que esta proporción sea menor de un 25 %. También en la mencionada propuesta se mencionan tasas similares para los armadores u operadores marítimos que tengan contratos de nuevas construcciones con entregas durante los dos años posteriores a la entrada en vigor de la proposición. Para seguir con la propuesta, se impondría la obligación de que no menos del 1 % de las exportaciones se realicen en buques de bandera EE. UU. durante los primeros dos años desde su implantación, incluyendo bienes de capital, de consumo, productos agrícolas, productos químicos derivados del petróleo y gases. Ese porcentaje mencionado se elevaría a un 3 % durante el tercer año, y a un 5 % tras tres años. A partir de 7 años, el porcentaje de exportaciones a hacer en buques abanderados en los EE. UU. será del 15 %, con un 5% en buques construidos en astilleros estadounidenses.⁶

Ya el año pasado varios sindicatos representando trabajadores de industrias relacionadas con la de construcción naval habían puesto denuncias requiriendo investigación sobre los hechos, políticas, y prácticas de China respecto a sus sectores industriales de construcción naval, logística y transporte marítimo, por abuso de posición dominante. La petición fue encontrada fundada por las autoridades a las que iba dirigida (US Trade Representative USTR), entre otras razones por que: “restringe la competencia y la libertad de elección” en los sectores afectados, y porque Pekín ejerce

un extraordinario control sobre sus sectores económicos y sus actores.

Algunos cargos de la Administración de EE. UU. creen que la implementación de las medidas antes mencionadas no requiere una nueva legislación al respecto, y podrían ser puestas en marcha tras una audiencia pública prevista para fin de marzo, y tener la firma del Presidente Trump en pocas semanas.

En cualquier caso, está también en marcha una nueva legislación marítima cuyo borrador ya circula, y que tiene el pomposo nombre de “SHIPS for América” siguiendo esa manía de intentar apropiarse del nombre del continente americano. El nombre concreto de la ley parece ser: “Ley de construcción naval e infraestructura de puertos para la prosperidad y seguridad (SHIPS) para América”.

A pesar del entusiasmo de los que apoyan dicha ley, presentada también en una conferencia a la que asistió la élite naviera de Nueva York y organizada por las Cámaras de Comercio de Noruega y Grecia, (remarcados actores del comercio marítimo mundial), las reacciones no fueron tan entusiastas⁷, sobre todo en lo que respecta a los aspectos prácticos de la Ley, considerando el declive de los astilleros de EE. UU., las dificultades en el frente laboral, el enorme coste de las nuevas construcciones estadounidenses (resultado de décadas de proteccionismo) en comparación con los astilleros asiáticos, y una ignorancia general sobre los asuntos marítimos.

En el ámbito del transporte marítimo, es dudoso que el impacto de la subida de los precios finalistas en el destino de las importaciones vaya a ser más pernicioso para China que para los EE. UU., más bien, puede suceder lo contrario, ya que en el caso de los astilleros americanos no existiría ningún aliciente para aumentar su productividad y, por tanto, su competitividad. **Tener asegurado el sustento**



en base al proteccionismo es un pasaporte seguro hacia la imposibilidad de luchar en un mercado abierto. La continuidad de una situación así, además, se convierte en un impulso a la inflación en los propios EE. UU. como resultado adicional a la imposición de aranceles a las importaciones.

Lo primero que hay que “mirarse” es cuánto de la cadena de valor de la actual industria de la construcción naval estadounidense es importado y si en esa Ley de “SHIPS for América” se propulsa también la participación mayoritaria propia en la producción de esa cadena de valor del futuro para una “producción aumentada”, hoy mayoritariamente en manos asiáticas. Para tener una idea del panorama que enfrentarían los EE. UU. y sus sufridos ciudadanos, conviene dar un vistazo a estos números sobre los porcentajes de los buques construidos en China, de la flota mundial existente, según su naturaleza:⁸

Graneleros	50%
Contenedores	40%
Petroleros	30%
LPG	10%
LNG	10 %

Desde el punto de vista de importaciones y exportaciones, las escalas de los tipos mencionados en puertos de EE.UU. , en % del volumen mundial, fueron en 2024:

Graneles sólidos	7,5%
Contenedores	15%
Petroleros	18%
LPG	45%
LNG	20 %

La situación caótica que se crea en los tráficos marítimos mundiales puede dar lugar a que determinados servicios de transporte marítimo a puertos de los EE.UU. puedan ser redirigidos a otros países, contribuyendo al caos, cerrando sus instalaciones y oficinas en los puertos estadounidenses y despidiendo al personal contratado para ello. En cuanto al desorden que puede afectar al transporte marítimo, tanto mirado desde donde se carga y donde se descarga, baste un ejemplo: según cálculos realizados por Clarksons Research, en el año pasado, cerca de 37.000 escalas en puertos de EE. UU. fueron hachas por buques que estarían afectados por las multas “anti China”. Respecto al tráfico de contenedores, el 83 % de las escalas estarían afectados.

La raíz de la debilidad de EE. UU. en el sector marítimo internacional deriva de la desatención establecida durante años a su infraestructura industrial, especialmente a la que tiene que ver con la construcción naval. Según el periódico chino Global Times, la industria de la construcción naval, quintaesencia de la industria pesada. Requiere unos cimientos industriales robustos. Cuando esos cimientos colapsan, inevitablemente la construcción naval les sigue.

Epílogo europeo

En los relatos anteriores se puede ver que Europa no asoma y parece que no se la espera. Volvemos al concepto de “soberanía estratégica” que hemos desgranado en entregas anteriores de la Coyuntura.

Europa parece que empieza a hacérselo mirar. Veremos.

Tabla 0. Indicadores económicos

Países	PIB 12 ult meses	PIB 2024 %	Población	Ppto % PIB	Deuda % PIB	IPC.Est. 2024	Desempleo	Tasa Interés	Divisa/ \$	H Trab/ % PIB	R+D / % PIB	Salario/ mes	CO ₂ / cápita	Defensa % PIB
España	37,36	3	48,8	-3,2	105,3	2,9	10,4	3,1	0,93	1.695	1,4	2.064	4.3	1,28
Eurozona	56	0,8	449	-3,2	88,1	2,4	6,2	2,8	0,93	1.513	2,1	1.093	5.4	1,2
Francia	49,53	1,1	68,4	-6,1	112,2	2,3	7,3	3,5	0,93	1.402	2,2	3.137	4	2,06
Alemania	57,61	-0,2	84,7	-1,8	63	2,5	3,5	2,8	0,93	1.322	3,1	4.094	7.3	2,12
Italia	41,71	0,6	56	-4,2	137	1,1	6,3	3,9	0,93	1.657	1,4	2.233	4.7	1,7
Irlanda	107,7	1,7	5,3	-2,7	41,2	3,3	4,2	4	0,93	1.772	1,1	3.241	6.8	0,2
Noruega	90,32	1,7	5,7	12,5	38	2,2	3,9	3,8	11	1.424	2,1	5.847	6.7	2,2
Polonia	25,94	2,3	37,9	-5,7	55,2	3,8	5,4	5,8	3,86	2.023	1,5	2.430	7.4	4,12
R. Unido	54,28	0,9	69,5	-4,5	104,3	3,3	4,4	4,6	0,78	1.676	2,9	5.460	4.6	2,33
Rusia	15,08	2,1	143,4	-1,8	20,8	8,4	2,4	15,3	89,7	1.874	nd	1.400	12.1	6,7
EE. UU.	89,68	2,7	341,4	-6,6	123,3	2,9	4	4,3	1	1.783	3,4	3.600	13	3,9
China	13,87	4,1	1,425,5	-5	88,6	0,2	5,2	1,6	7	2.174	2,4	1.820	7.8	1,7
Japón	35,61	-0,2	126	-4,7	254,6	2,7	2,5	1,4	149	1.712	3,3	2.808	8	1,2
India	2,94	6,6	1.435,20	-4,8	82,5	5	8,4	6,7	87	2.117	nd	1.454	1.6	2,44
Corea Sur	36,67	2,2	51,71	-1,8	56,6	2,3	3,7	2,8	1.455	2.113	4,9	3.122	11	2,81

feb-25

IPC: estimación Desempleo: mes citado. Divisa: mes citado. Horas: 2023. RD: 2022

NOTAS: PIB: cambio en 12 últimos meses. Defensa: gastos anuales % PIB Mundo, defensa 2,3 PIB

Tasa int: Bonos gobierno a 10 años

Desempleo: % población activa. España no incluye parte Prop. Fijos discontinuos

Fuentes: The economist, banco Mundial, OCDE, salary experts, FMI, OCDE STI, IMF, Banco Mundial

Indicadores Marítimos

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Flota Mundial. 1.000 Mtpm	1.747	1.806	1.862	1.964	2.058	2.016	2,116	2.200	2.309	2.400
Flota Mundial.n° miles/Mgt	93,8 /2.769	93,7/1.817	97,3/1.875	98,6/1.937	99,9/1.989	101,7/2.071	103,3/2.134	104,8/2.199	106,7/2.270	108,8/2.412
Cartera mundial NC % Flota	17	17	11	10,3	8,8	10	10,8	10	12	13
Tráf mar. Mund.MT-milla	51.113	52.775	53.361	56.996	57.399	56.993	58.365	59.055	62.170	66.024
Traf. Mar. Mundial Mt	10.023	10.295	10.716	11.019	11.071	10.648	11.063	12.119	12.410	12.600
Cartera Mundial NC. Mcgt	110	89	83	85	82	8	24	120,9	126	157
Entregas NNCC en Mcgt	39	37	35	33	35	30	45,3	34,2	35	40
Peroleo Brent \$/barril	36,7	55,2	68,7	62,7	69,3	83,5	77,8	84,86	82,4	71
Comb Ifo-380 \$/t (H.Kong)	162	213	370	367	251	450	458	418	449	520
Comb MGO/VLSFO \$/t	335	383	593	544	567/502	687/580	697	535	541/609	500/607
Metanol Gris \$/t										373
LNG \$/MMBTU. H.Hub	1,93	3	3,12	2,73	2,33	5,08	5,05	3	6	4
Acero plancha. \$/t (Ch)	420	460	580	600	580	850	750	905	900	700
PIB Mundial 2024* m M\$	74.954	76.153	80.823	85.883	87.390	84.971	94.935	103.860	105.568	110.064
Emisiones CO ₂ % Total mund.				2,3	2,2	2,5	3	2,3	2,3	3

feb-25

Emisiones CO₂ del transporte marítimo totales en 2022: 855 millones de toneladas

Fuentes: UNCTAD, Lloyds, OCDE, datos macro, maritime ex., Fearnresearch, ABS, World Bank, JAL. BIMCO

Acero: ASTM A 131 Grade B 20/25 mm Grade A 20/25 mm Asia.

Comb: Ship & bunker.com. marine methanol

Fechas: Se entiende fin de año o de mes

Indicadores agregados. PIB/Cápita (Miles \$)

	1980	2000	2025
Economías avanzadas	10,31	27,77	61,42
Emergentes y en desarrollo	1,07	1,42	6,65
Mundo	2,87	5,69	14,45

Gastos mundiales en Defensa. Años

	1960	1980	2000	2023
% del PIB mundial	6,1	3,6	2,2	2,4

Tabla 1. Precios de nuevas construcciones en MUS\$

	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025
PETROLEROS							
VLCC (300.000 tpm)	92	86	109	121	124	129	128
Suezmax (150.000 tpm)	61	56	76	84	82	90	89
Aframax (110.000 tpm)	48	47	61	64	66	74	74
Panamax (70.000 tpm)	45	41	36	42,5	54	55	55
Handy (47.000 tpm)	36	34	33	33	52	52	50
GRANELEROS							
Capesize (170.000 tpm)	50	46,5	60	61	67	75	74
Kamsarmax* (82.000 tpm)	27	26	33	34	38	37	36
Handymax (60.000 tpm)	25	24	30	31	35	34	34
Handy (35.000 tpm)	23	23	28	28	32	30	30
PORTACONTENEDORES							
1.000 teu	19	18,5	18,5	16,7	23	24	24
3.500 teu	40	40	50	32	27	29	29
6.700 teu**	72	72	72	66	42	44	44
8.800 teu***	89	88	95	81	86	128	128
13.000 teu****	109	108	140	112	126	160	160
20.000 teu	145	144	182	150	190/240**	242	215
GASEROS							
LNG 174.000 m ³ *)	186	186	208	260	260	264	261
LPG 82.000 m ³	71	71	82	76	69	124 #	124 #
CAR CARRIER							
3.500-4.000 / 6.500 ceu	59	59	67	68,5	68,5	68,5	68,5
2.300-1.700	48	47,6					
MULTIPROPÓSITOS							
17.200 tpm	25	21,5	21,5	22	22	22	22

Propulsión: amoniaco

LNG: antes 160.000 m³

(*) Antes 70.000 (**) Antes 6200. (***) Antes 8000. (****) Antes 12.000.

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, Clarkson, OCDE, ITF, Fearnleys O. Report, Athenian R 11/2022 R 09/24

(**) Metanol

LPG #: LPG/amoniaco

ene-25

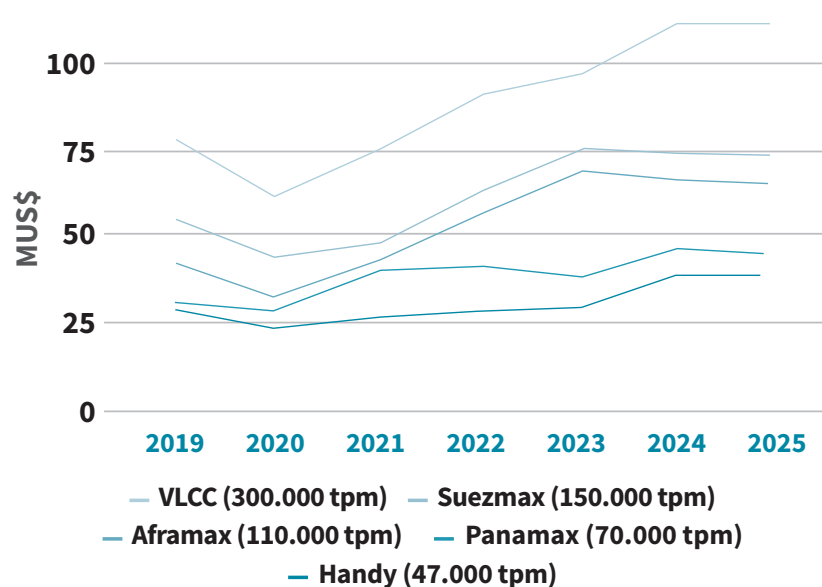


figura 1a.

Precios petroleros segunda mano

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, Clarkson, OCDE, ITF, Fearnleys O. Report, Athenian R 11/2022 R 09/24
 (**) Metanol ene-25

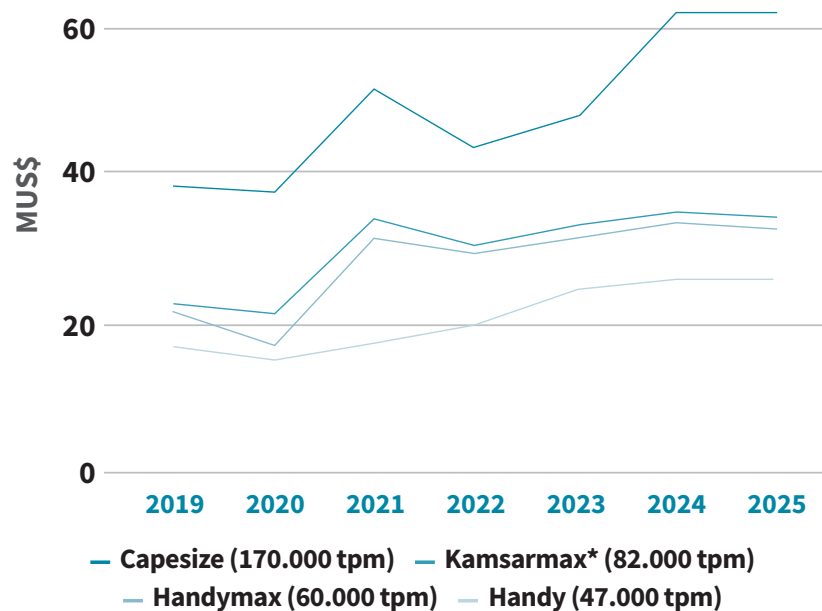


figura 1b.

Precios graneleros segunda mano

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, Clarkson, OCDE, ITF, Fearnleys O. Report, Athenian R 11/2022 R 09/24
 (**) Metanol ene-25

figura 1c.

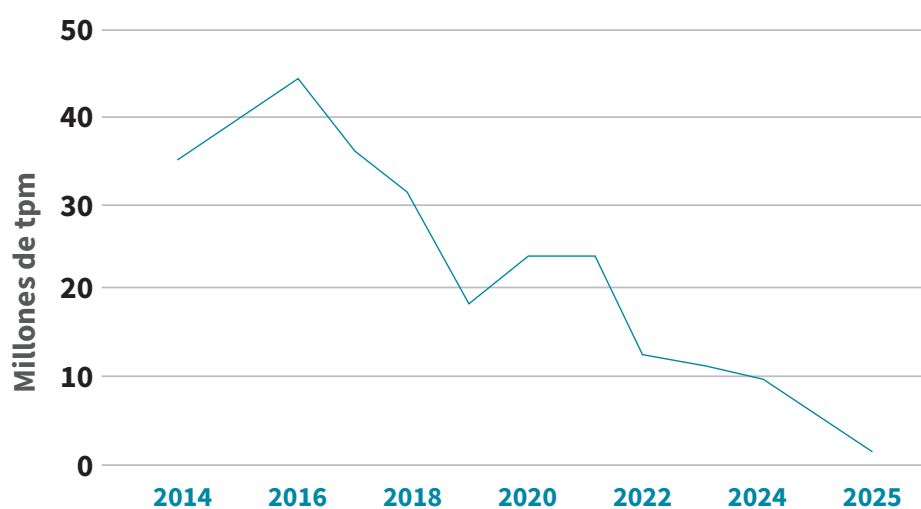
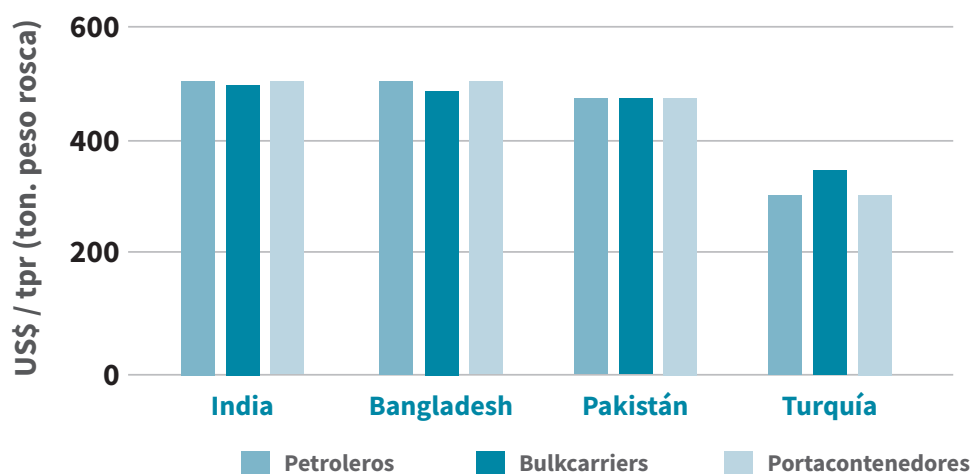
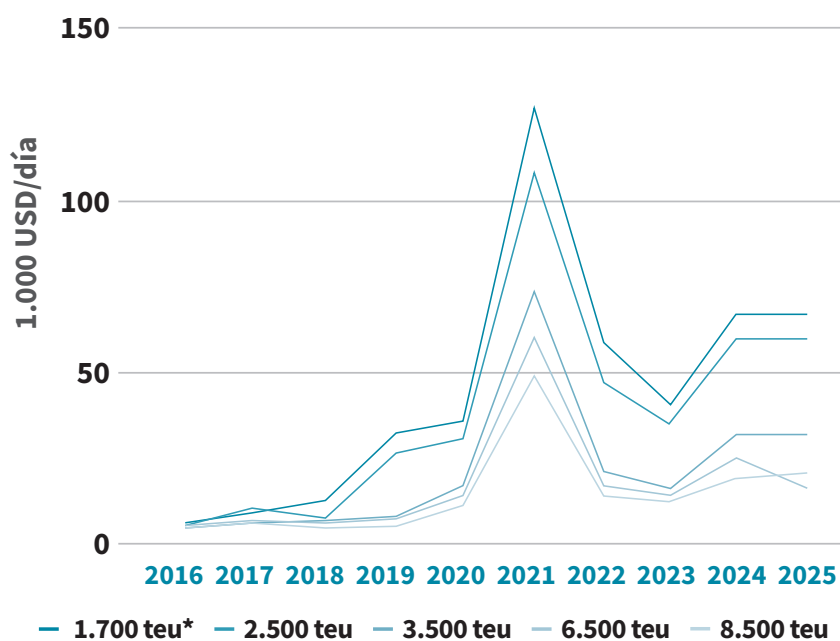
Mercado de compra/venta de buques.

Mes	enero	febrero
Petroleros	27	20
Graneleros	21	30
Gaseros	8	4
Contenedor	8	16
Multipropósitos	0	0
Frigo	0	0
Ro-ro	3	0
Ferry	0	0
Cruceros	0	0
Totales	67	70

feb-25

Fuentes: Athenian SB

NOTA: Cifras, nº buques al final de cada mes. Se excluyen ventas por desguace



Fletes carga seca. 1.000 US\$/día(Promedio)

Tipo	1 / 2 Año		1 Año		2 Años	
	Atlant	Pacific	Atlant	Pacific	Atlan	Pacific
Capesize	17,7	17,5	18	18	19	19
Pan/kmax	12	12	13	12,5	13	12,8
Sup/Ultra max	12	11	11,7	11,5	12	12
Handy	9,7	9,2	9,5	10,5	9,5	10,5
Fin enero 2025						
Capesize	20	20	20,5	20,5	20,5	20,5
Pan/kmax	13	13	13,5	13,2	13,5	13,5
Sup/Ultramax	12,7	11	13,2	11,5	12,5	12,5
Handy	10	11	11	11,5	11,8	11
Fin febrero 2025						

Fuentes: Alibra SL, At. Sbrokers, Elab Propia

Fletes graneles líquidos. 1.000 US\$/día (Promedio)

Tipo	Spot	1 Año	3 Años	5 Años
VLCC	37	52	47,5	47,5
Smax	36	35	37,5	37,5
Aframax	28	29	32,5	30
LR 2		29	32,5	31
LR1		23	24,5	24
MR IMO 3		21	23	22,5
Handy		20	18	20
Fin enero 2025				
VLCC	34	46,5	50	48,5
Smax	40	36	37,5	36,5
Aframax	30	28	30	29
LR 2		28	30,5	29,5
LR 1		21	24,5	23,5
MR IMO 3		18	23	22,5
Handy		18	17	20
Fin febrero 2025				

NOTA: Para 3 y 5 años buques con Scrubber. (*) Oriente medio >> Occidente

Fuente: Alibra SL, ATBS, Fearnleys

Fletes buques gaseros

Año 2025 enero	2021	2022	2023	2024	2025
LPG 82.000 spot. Butano Mar del Norte. US\$/t	426	557	500*	537*	549*
LNG 160.000. Spot Oeste Suez. 1.000 US\$/día	150	200	95	16	10
LNG 160.000 TC 1 Año. 1.000 US\$/día	47	184	67,5	25	15

Fuente: Fearnleys. (*) Butano. Fines de año o del mes indicado

Bibliografía

[1] Fuente: Marine Link / Clarksons Research

[2] Fuente: Clarksons Research

[3] Fuente Damen Shipyards

[4] Fuente: UNINAVE, Perspectivas y políticas sectoriales 1991

[5] Fuente: UNINAVE / AWES 1991

[6] Fuente: marine Link / Reuters

[7] Fuente: Sea Trade Maritime

[8] Fuente: Splash 247

Cualquier consideración u opinión expresadas en este artículo corresponden exclusivamente a su autor y no representan necesariamente a los de la revista Ingeniería Naval. Ambos no serán responsables de ningún tipo de daño de cualquier naturaleza que puedan reclamar terceras partes por el uso de la información contenida.

Índice

1. ESTRUCTURA DEL CASCO

- 1.1 Acero del casco
- 1.2 Piezas estructurales fundidas o forjadas
- 1.3 Cierres estructurales del casco (escotillas, puertas, puertas/rampas)
- 1.4 Chimeneas, palos-chimenea, palos, posteleros
- 1.5 Rampas internas
- 1.6 Tomas de mar

2. PLANTA DE PROPULSIÓN

- 2.1 Calderas principales
- 2.2 Turbinas de vapor
- 2.3 Motores propulsores
- 2.4 Turbinas de gas
- 2.5 Reductores
- 2.6 Acoplamiento y embragues
- 2.7 Líneas de ejes
- 2.8 Chumaceras
- 2.9 Cierres de bocina
- 2.10 Hélices, hélices-tobera, hélices azimutales
- 2.11 Propulsores por chorro de agua
- 2.12 Otros elementos de la planta de propulsión
- 2.13 Componentes de motores
- 2.14 Propulsión Diésel-Eléctrica

3. EQUIPOS AUXILIARES DE MÁQUINAS

- 3.1 Sistemas de exhaustación
- 3.2 Compresores de aire y botellas de aire de arranque
- 3.3 Sistemas de agua de circulación y de refrigeración
- 3.4 Sistemas de combustible y aceite lubricante
- 3.5 Ventilación de cámara de máquinas
- 3.6 Bombas servicio de máquina
- 3.7 Separadores de sentina

4. PLANTA ELÉCTRICA

- 4.1 Grupos electrógenos
- 4.2 Cuadros eléctricos
- 4.3 Cables eléctricos
- 4.4 Baterías
- 4.5 Equipos convertidores de energía
- 4.6 Aparatos de alumbrado
- 4.7 Luces de navegación, proyectores de señales. Sirenas
- 4.8 Aparellaje eléctrico
- 4.9 Proyectos "Llave en Mano"

5. ELECTRÓNICA

- 5.1 Equipos de comunicaciones interiores
- 5.2 Equipos de comunicaciones exteriores
- 5.3 Equipos de vigilancia y navegación
- 5.4 Automación, Sistema Integrado de Vigilancia y Control
- 5.5 Ordenador de carga
- 5.6 Equipos para control de flotas y tráfico
- 5.7 Equipos de simulación

6. EQUIPOS AUXILIARES DE CASCO

- 6.1 Reboses atmosféricos, indicadores de nivel de tanques
- 6.2 Aislamiento térmico en conductos y tuberías
- 6.3 Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado
- 6.4 Calderas auxiliares, calefacción de tanques
- 6.5 Plantas frigoríficas
- 6.6 Sistemas de detección y extinción de incendios
- 6.7 Sistema de baldeo, achique y lastrado

- 6.8 Equipos de generación de agua dulce
- 6.9 Sistemas de aireación, inertización y limpieza de tanques
- 6.10 Elementos para estiba de la carga
- 6.11 Sistemas de control de la contaminación del medio ambiente, tratamiento de residuos
- 6.12 Plataformas para helicópteros
- 6.13 Valvulería servicios, actuadores
- 6.14 Planta hidráulica
- 6.15 Tuberías

7. EQUIPOS DE CUBIERTA

- 7.1 Equipos de fondeo y amarre
- 7.2 Equipos de remolque
- 7.3 Equipos de carga y descarga
- 7.4 Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas)

8. ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA

- 8.1 Sistemas de estabilización y corrección del trimado
- 8.2 Timón, Servomotor
- 8.3 Hélices transversales de maniobra
- 8.4 Sistema de posicionamiento dinámico

9. EQUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN

- 9.1 Accesorios del casco, candeleros, pasamanos, etc.
- 9.2 Mamparos no estructurales
- 9.3 Puertas, portillos, ventanas, limpiaparabrisas, vistaclaras, cortinas antideslumbrantes
- 9.4 Escalas, teclas
- 9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies
- 9.6 Protección catódica
- 9.7 Aislamiento, revestimiento
- 9.8 Mobiliario
- 9.9 Gamba frigorífica
- 9.10 Equipos de cocina, lavandería y eliminación de basuras
- 9.11 Equipos de enfermería
- 9.12 Aparatos sanitarios
- 9.13 Habilitación, llave en mano

10. PESCA

- 10.1 Maquinillas y artes de pesca
- 10.2 Equipos de manipulación y proceso del pescado
- 10.3 Equipos de congelación y conservación del pescado
- 10.4 Equipos de detección y control de capturas de peces
- 10.5 Embarcaciones auxiliares

11. EQUIPOS PARA ASTILLEROS

- 11.1 Soldadura y corte
- 11.2 Gases industriales
- 11.3 Combustible y lubricante
- 11.4 Instrumentos de medida
- 11.5 Material de protección y seguridad
- 11.6 Equipos para puertos y plataformas

12. EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS

- 12.1 Oficinas técnicas
- 12.2 Clasificación y certificación
- 12.3 Canales de Experiencias
- 12.4 Seguros marítimos
- 12.5 Formación
- 12.6 Empresas de servicios
- 12.7 Brokers

13. ASTILLEROS

1. ESTRUCTURA DEL CASCO

1.3 Cierres estructurales del casco



SP Consultores y Servicios, S.L.

Rampas Ro-Ro. Tapas de Escotillas. Sistemas hidráulicos. Reparaciones.

Sevilla • Vigo • Algeciras • Barcelona

sp@spconsulto.com

www.spconsulto.com

2. PLANTA DE PROPULSIÓN

2.3 Motores Propulsores

PASCH



Motores diesel.

Propulsores y auxiliares 10 a 2.000 CV

Campo Volantín, 24 - 3º
48007 BILBAO

Tel.: 94 413 26 60

E-mail: infobilbao@pasch.es

2.5 Reductores



REINTJES España. S.A.U.

**REDUCTORES MARINOS
DESDE 250 HASTA 30.000 KW**

Avda. Doctor Severo Ochoa, 45 - 1º B
P.A.E. Casablanca II

E-28100 Alcobendas (Madrid)

Tel. +34 91 657 2311

Fax +34 91 657 2314

E-mail: comercial@reintjes.es

www.reintjes-gears.com



Masson Marine Ibérica

Reductores-inversores desde 300 hasta 10.000 kw con PTO, PTI y frenos para paso fijo y variable.

Avda. San Pablo, 28, Nave 22
28823 Coslada - Madrid

Tel.: 91 671 47 66 - Fax: 91 674 78 33

info@masson-marine.es

www.masson-marine.com

2.7 Líneas de ejes



Masson Marine Ibérica

Hélices y equipos completos de paso variable hasta 10.000 kw

Avda. San Pablo, 28, Nave 22 - 28823
Coslada - Madrid

Tel.: 91 671 47 66 - Fax: 91 674 78 33

info@masson-marine.es

www.masson-marine.com

**VULKAN
COUPLINGS**

VULKAN Española S.A.

Acoplamiento elástico, suspensiones elásticas. Embragues, frenos, tomas de fuerza (PTO/PTI), ejes cardan, ejes de composite. Sistemas de Filtración de aire y equipos de ventilación. Estudio y soluciones de vibraciones y acústicas. Silenciosos de escape standard y especiales. Cálculos vibraciones torsionales, 6DOF, 12DOF para suspensión elástica, ICE Class y cálculos especiales. Servicio Postventa: asistencias técnicas y repuestos.

Avda. Montes de Oca 19 - Nave 7

E-28703 San Sebastián de los Reyes
Madrid - España

T +34 913590971 | F +34 913453182

vulkan@vulkan.es

www.vulkan.com

2.11 Propulsores por chorro de agua

PASCH



Hidrojets para motores de 81 a 1986 kW

Campo Volantín, 24 - 3º • 48007 BILBAO

Tel.: 94 413 26 60

E-mail: infobilbao@pasch.es

2.12 Otros elementos de la planta de propulsión



COTERENA

TALLER DE REPARACIÓN MARINO Y TERRESTRE, Y SUMINISTRADOR DE REPUESTOS.

Muelle de reparaciones de Bouzas, s/n
P.O. Box 2.056 - 36208-VIGO (Spain)

Telf + 34 986 23 87 67

FAX + 34 986 23 87 19

Email: coterena@coterena.es



Inserte
aquí su
publicidad

2.13 Componentes de motores



Repuestos para motores Diesel y Gas. Repuestos y servicio para Cierres de Bocina. Componentes línea de ejes.

c/ García Camba, 6 • Oficina 403

36001 Pontevedra

Telf + 34 692 549 549

Email: info@rolloymarine.com

www.rolloymarine.com



Inserte
aquí su
publicidad



Anclas y cadenas para buques Estachas y cables

GRAN STOCK PERMANENTE

Parque Empresarial de Coirós

Parcela 10

15316 COIRÓS (A Coruña)

Telf.: 981 17 34 78 - Fax: 981 29 87 05

Web: <http://www.rtrillo.com>

E-mail: info@rtrillo.com

7.4 Equipos de salvamento (botes, pescantes, balsas salvavidas)



Sistemas de evacuación. Pescantes de botes.

Avda. Cataluña, 35-37

bloque 4, 1º Izquierda

50014 Zaragoza (España)

Tel.: 976 29 80 39 / 82 59

Fax: 976 29 21 34

E-mail: servoship@servoship.com

7. EQUIPOS DE CUBIERTA

7.1 Equipos de fondeo y amarre



Molinetes. Chigres. Cabrestantes.

Avda. Cataluña, 35-37

bloque 4, 1º Izquierda

50014 Zaragoza (España)

Tel.: 976 29 80 39 / 82 59

Fax: 976 29 21 34

E-mail: servoship@servoship.com

8. ESTABILIZACIÓN, GOBIERNO Y MANIOBRA

8.1 Sistemas de estabilización y corrección del trimado



VULKAN Española S.A.

Acoplamiento elásticos, suspensiones elásticas. Embragues, frenos, tomas de fuerza (PTO/PTI), ejes cardan, ejes de composite. Sistemas de Filtración de aire y equipos de ventilación. Estudio y soluciones de vibraciones y acústicas. Silenciosos de escape standard y especiales. Cálculos vibraciones torsionales, 6DOF, 12DOF para suspensión elástica, ICE Class y cálculos especiales. Servicio Postventa: asistencias técnicas y repuestos.

Avda. Montes de Oca 19 – Nave 7

E-28703 San Sebastián de los Reyes
Madrid - España

T +34 913590971 | F +34 913453182

vulkan@vulkan.es

www.vulkan.com

Inserte aquí su
publicidad



Equipos de estabilización y trimado dinámico para barcos de hasta 45 m

Campo Volantín, 24 - 3º • 48007 BILBAO

Tel.: 94 413 26 60

E-mail: infobilbao@pasch.es

8.2 Timón, Servomotor



Servotimones.

Avda. Cataluña, 35-37
bloque 4, 1º Izquierda
50014 Zaragoza (España)
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59
Fax: 976 29 21 34
E-mail: servoship@servoship.com

8.3 Hélices transversales de maniobra



Hélices de maniobra.

Avda. Cataluña, 35-37
bloque 4, 1º Izquierda
50014 Zaragoza (España)
Tel.: 976 29 80 39 / 82 59
Fax: 976 29 21 34
E-mail: servoship@servoship.com

9. EQUIPAMIENTO Y HABILITACIÓN



Diseño conceptual.
Diseño de Interiores.
Diseño arquitectónico.
Habilitación naval.

Estrada Diliz, 33
48990 Getxo (VIZCAYA)
Tels.: 94 491 10 81 / 491 40 54
Fax: 94 460 82 05
E-mail: oliver@oliverdesign.es
<http://www.oliverdesign.es>

9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies



Pinturas marinas de alta tecnología para la protección de superficies. Antifoulings autopulimentables para 60-90 meses de navegación, ahorra combustibles y mejora la velocidad de navegación. Epoxy alto espesor para superficies tratadas deficientemente (surface tolerant).

Polígono Santa Rita
C/. Estática, 3
08755 CASTELLBISBAL Barcelona
Tel.: 93 771 18 00 - Fax: 93 771 18 01
E-mail: iberica@jotum.es

9.6 Protección catódica



Protección catódica.
Fabricante ánodos de sacrificio.
Distribuidor oficial pinturas JOTUN.

Maquinaria de pesca NOSFOR.
Rúa Tomada, 74 Navia
36212 Vigo (PONTEVEDRA)
Tel.: 986 24 03 37
E-mail: cingal@cingal.net
<http://www.cingal.net>

12. EMPRESAS DE INGENIERÍA Y SERVICIOS

12.1 Oficinas técnicas



Ingeniería Naval. Diseño de buques. Proyectos de modernización. Consultoría naval. Inspección y dirección de obra. Tasaciones.

Calle Montero Ríos 30, 1º
36201 Vigo (España)
Tel. +34 986 43 05 60
Email: fcarceller@carceller.com
www.carceller.com



Diseño conceptual.
Diseño de Interiores.
Desarrollo de proyectos.
Habilitación naval.

Estrada Diliz, 33
48990 Getxo (VIZCAYA)
Tels.: 94 491 10 81 / 491 40 54
Fax: 94 460 82 05
E-mail: oliver@oliverdesign.es
<http://www.oliverdesign.es>



Especialistas en el Diseño de Buques Silenciosos. Gestión integral de Vibraciones y Ruido. Cálculo y Simulación naval. Industria 4.0. URN-Ruido Radiado al Agua. Medidas y ensayos especiales. Pruebas de mar. Consultoría de averías - Análisis causa-raíz. Pruebas de Mar Integrales: Potencia, Vibraciones y Ruido, Maniobrabilidad, etc. Sistema no intrusivo de detección de cavitación. Predicción de Vibraciones, Ruidos y Ruido Radiado al Agua. CBM-Condition Based Maintenance. Proyectos I+D+i. Formación Especializada.

Edificio Pyomar Torre 2,
Avda. Pio XII, 44. Bajo Izda
28016 Madrid
Tels.: +34 91 345 97 30
INFO@TSISL.ES
WWW.TSISL.ES



Inserte
aquí su
publicidad



INGENIERÍA NAVAL Y OFFSHORE

Ingeniería Conceptual, Básica y de Aprobación de Buques y Unidades Offshore. Ingeniería de Detalle: Acero y Armamento. Buques en operación: Soporte Técnico, Inspección y Varada. Integración en equipos de proyecto. Gestión y dirección de proyectos. Análisis Elementos Finitos, Estudios hidrodinámicos (CFD), Comportamiento en la Mar. Estudios de Seguridad, Transportes, Fondeos, Remolques, Estudios de Riesgos, DP FMEA. Análisis de Emisiones y Eficiencia Energética. Consultoría Técnica. Inspectores acreditados: ISM, IHM e eCMID. FORAN V80- ANSYS (Mechanical/AQWA/CFX)- RHINOCEROS - SOLIDWORKS - MATLAB.

c/ BOLIVIA, 5 • 28016 MADRID

Tel.: +34 91 458 51 19

c/ Marqués de Valladares, 3 3º D
36201 • Vigo (Spain)

E-mail: seaplace@seaplace.es

web: www.seaplace.es



GESTENAVAL
NAVAL ARCHITECTS & SURVEYORS

Design, Engineering, Stability Books,
Surveys, Expert Reports, Appraisals.
Forensic Naval Architecture
RCD CE Marking Inspectors.
Small Commercial Vessels Examiners.
Ships Tow Studies

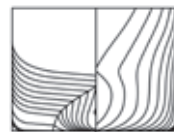
Méndez Núñez, 35 -1º
36600 Villagarcía de Arosa

Phone: +34 986508436

E-mail: info@gestenaval.com

Web: www.gestenaval.com

12.2 Clasificación y certificación



ORP MARÍTIMA S.L.

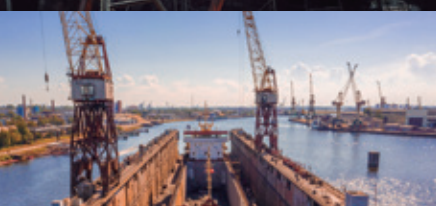
Informes técnicos periciales
Naval, Marítimo, Industrial,
Energía, Transporte.
Asistencia en procesos judiciales,
arbitrales y de mediación.
Nacional e internacional.

Calle Écija 7, Madrid.

Tf. +34 661 83 00 89

frontdesk@orpmar.com

www.orpmar.com



Programa Editorial 2025

Editorial Program

ENERO • JANUARY

Propulsión: ahorro energético. Motores, reductores, líneas de ejes, hélices. Combustibles y lubricantes.

Propulsion: energy saving. Engines, reduction gears, shaft lines, propellers. Fuel and lubricants.

FEBRERO | FEBRUARY

Reparaciones y transformaciones. Astilleros de reparación.

Pinturas y protección de superficies.

Repairs & Conversions. Repair yards. Paint and surface protection

MARZO • MARCH

Pesca. Acuicultura. Política pesquera

Fishing. Aquaculture. Fishing legislation

ABRIL | APRIL

Seguridad marítima. Flota de remolcadores. LNG.

Maritime Security & Safety. Tugboats fleet. LNG.

MAYO • MAY

Industria auxiliar. Gobierno y maniobra

Auxiliary industry. Steering and manoeuvre

JUNIO | JUNE

Construcción naval. Tendencias

Shipbuilding. Trends

JULIO-AGOSTO • JULY-AUGUST

Ingeniería. Formación. Sociedades de clasificación

Engineering. Training. Classification societies

SEPTIEMBRE • SEPTEMBER

Marina mercante. Puertos. Náutica. Habilitación. Ferries. Cruceros.

Merchant ships. Harbours. Pleasure crafts. Accommodation. Ferries. Cruiseships.

OCTUBRE | OCTOBER

Sector naval militar. Electrónica y Automatización

Naval sector. Electronics and Automation

NOVIEMBRE • NOVEMBER

Offshore • Offshore

DICIEMBRE | DECEMBER

Energías renovables y Medio ambiente Resumen del Sector Marítimo 2025

Renewable energy and environment

CADA NÚMERO CONTIENE ADEMÁS • EACH ISSUE ALSO INCLUDES:

Artículos técnicos • Technical articles

Descripciones de buques • Ship descriptions

Noticias nacionales e internacionales • International and national news

Artículos sobre legislación, economía, fiscalidad y normativa

Articles above legislation, economy, taxes and regulations



INGENIERÍA
naval

REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO

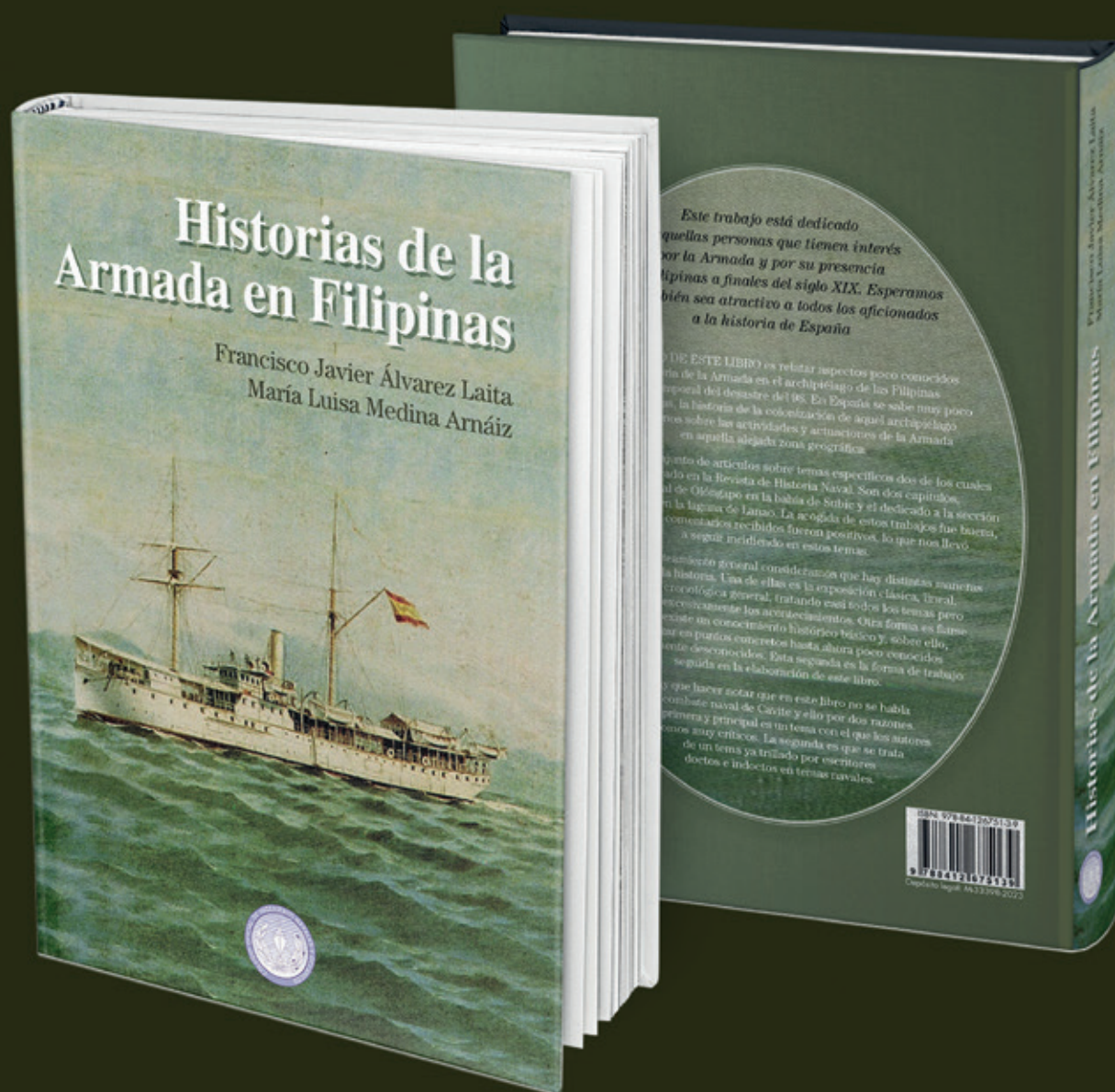
sectormaritimo.es



Suscríbete ya en
www.sectormaritimo.es



WWW.INGENIEROSNAVALES.COM/TIENDA/



FONDO EDITORIAL DE INGENIERIA NAVAL
COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS NAVALES Y OCEANICOS