



INGENIERÍA naval

REVISTA DEL SECTOR MARÍTIMO

sectormaritimo.es

AÑO XCIII · N°1033 · ABRIL 2024



Proteja las entradas de tuberías

Utilice los sellos Roxtec para aplicaciones con tuberías y proteja a las personas y los activos contra factores de riesgo como fuego, agua y gas. Asegúrese de mantener las clasificaciones contra fuego en la cubierta y en mamparos una vez instaladas las tuberías de acero, cobre, plástico y fibra de vidrio. En caso de incendio, evite que las llamas se propaguen al utilizar nuestros sellos para tuberías de plástico. En caso de tuberías metálicas utilice Roxtec SPM™ que le permitirá realizar el sellado sin necesidad de ninguna soldadura.

- Instalación simple y segura
- Asegure una barrera eficiente contra incendio
- Garantice la estanqueidad incluso en caso de incendio
- Reduzca el peso total del barco
- Evite todo el trabajo de soldadura

roxtec.com/es





nodosa
shipyard 



Shipbuilding & Shiprepair

COMPROMETIDO CON CADA PROYECTO
DEEPLY COMMITTED TO EVERY PROJECT

SHIPYARD & MAIN OFFICES

Avda. Ourense s/n (Zona Portuaria) C.P.: 36900 - MARÍN - PONTEVEDRA - SPAIN
Tel: +34 986 88 06 02 - Fax: +34 986 83 81 25 / www.nodosa.com / info@nodosa.com

Redacción

N° 1033 • ABRIL • 2024

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@sectormaritimo.es

ADMINISTRACIÓN

Noemí Cezón López

DIRECCIÓN

Castelló, 66 - 28001 Madrid

Tels.: 915 751 024 / 915 771 678

e-mail: revista@sectormaritimo.es

www.sectormaritimo.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 (2024):

Electrónica general 80,00 €

Electrónica estudiantes 40,00 €

Papel + electrónica 100,00 €

(sólo España)

SUSCRÍBETE AQUÍ:
sectormaritimo.es



AÑO XCIII • N.º 1033

abril 2024

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 1033 · ABRIL · 2024

260. artículo técnico

“Análisis de la gestión de los descartes en los buques de pesca profesionales: caso de estudio del arrastre en el Golfo de Cádiz”, por D. J. Coronil Huertas; J. M. Vidal Pérez; S. Pavón Quintana; J. J. Alonso del Rosario; R. Cabrera Castro

“¿Embarcaciones de recreo de origen sostenible? Pasado, presente y futuro”, por R. Núñez Barranco

“Integrating and streaming systems and processes. Royal IHC, a success case”, por J. Oliveira

293. conectados

296. construcción naval

301. actualidad

313. coyuntura del sector naval

“Dos historias. Una actual. Otra del Pacífico”, por J. E. Pérez-García

325. en profundidad

“El riesgo de zozobra de buques atracados en puerto”, por A. V. Esparza Lorente

328. in memoriam

329. guía de empresas

296 construcción naval

Nodosa bota el arrastrero congelador *Prion*





294

conectados

La DT en Asturias visita el
buque escuela *Gorch Fock*



293

conectados

Jornada COIN-SECOT:
"Tránsito a la jubilación"



313

coyuntura del sector naval

Dos historias. Una actual.
Otra del Pacífico

Editorial

Próxima cita:

14^{as} Jornadas Técnicas Enermar

A Coruña - 26 - 28 de junio de 2024

Tras el éxito de la pasada 63^a edición del Congreso Internacional de Ingeniería Naval e Industria Marítima, y del I Simposio de Buques Histórico, de los que daremos detalle en el próximo número, y la inminente participación de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España en el Espacio Innovación de Navalía, os recordamos que nos queda una última gran cita antes del descanso vacacional, las 14^{as} Jornadas Técnicas de Enermar, organizadas por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España.

Las inscripciones ya están abiertas y puedes realizarla escaneando el código QR o en la url mostrados más abajo.

El 27 y 28 de junio nos reuniremos en el Paraninfo del Rectorado de la Universidad da Coruña (R/ da Maestranza, 9. 15001 - A Coruña). Las ponencias han sido repartidas diversos paneles y tendrán lugar las siguientes mesas redondas:

27 de junio de 2024

Panel 1. Modelos físicos y gemelo digital

Panel 2. Simulación numérica de eólica marina

Panel 3. Offshore wind desde el punto de vista comercial

Mesa redonda: Instalaciones portuarias al servicio de la energía eólica marina

Panel 4. Logística asociada a construcción y puertos

28 de junio de 2024

Panel 5. Seguridad y accesibilidad

Panel 6. Sistemas de fondeo

Panel 7. Otras energías renovables marinas

Mesa redonda: Galicia como motor de las energías renovables marinas en España



Inscripciones

<https://pat18-enermar.ingenierosnavales.com/inscripcion/>



Programa

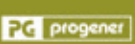
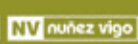
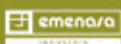
<https://pat18-enermar.ingenierosnavales.com/programa/>

Soluciones personalizadas +30 países nos avalan



www.grupoemenasa.com

La fuerza de un grupo



Navantia
Shiprepairs

Innovation
where it matters





Jotun Protects Property

El mantenimiento a
bordo es complicado.
Hazlo más fácil con
Jotamastic Smart
Pack HB.

- ✓ Aplicación brocha y rodillo
- ✓ Altos espesores
- ✓ Proporción de mezcla 1:1
- ✓ Producto "Surface-tolerant"
- ✓ Fácil de conseguir película homogénea
- ✓ Cumple con NORSOK



Jotamastic

SMARTPACK HB

Análisis de la gestión de los descartes en los buques de pesca profesionales: caso de estudio del arrastre en el Golfo de Cádiz



DANIEL JOSÉ CORONIL HUERTAS¹,

JUAN MANUEL VIDAL PÉREZ¹, SANTIAGO PAVÓN QUINTANA¹, JOSÉ JUAN ALONSO DEL ROSARIO², REMEDIOS CABRERA CASTRO³

Departamento de Ciencias y Técnicas de la Navegación y Construcciones Navales¹,

Departamento de Física Aplicada², Departamento de Biología³, Universidad de Cádiz

Resumen del trabajo presentado en el 62º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima celebrado en Bilbao del 24 al 26 de mayo de 2023.

ÍNDICE

Resumen/Abstract

1. Introducción

2. Metodología

- 3.1. Clasificación de la flota pesquera
- 2.2. Estimación media de la cantidad de descartes por tipología de barco
- 2.3. Elaboración de diseños con propuestas de estiba de descartes

3. Resultados

- 3.1. Clasificación de la flota pesquera
- 3.2. Estimación media de la cantidad de descartes por tipología de barco
- 3.3. Elaboración de diseños con propuestas de estiba de descartes

4. Conclusiones

5. Referencias

Resumen

Los “descartes pesqueros” son la parte de la captura no retenida a bordo y desechada al mar, no contabilizando en la captura total. Son una práctica común en las pesquerías comerciales y presentan un problema a nivel mundial debido a implicaciones económicas y ecológicas. En las pesquerías de arrastre multiespecíficas es donde más impacto tienen, con grandes efectos negativos ambientales y económicos. Esta preocupación ha llevado a la Comisión Europea a adoptar estrategias de gestión como la “obligación de desembarque” de las especies reguladas para todas las pesquerías europeas, intentando así reducir o acabar con ellos.

Las normas europeas establecen una serie de actuaciones para regular progresivamente la eliminación de los descartes, pero no se contempla el procedimiento de gestión de los mismos desde su captura hasta su destino final, aunque la responsabilidad última recaiga sobre el propio buque. El cumplimiento de las reglamentaciones preocupa al sector, principalmente por la falta de infraestructuras en puertos, el aumento de costes a asumir

y la falta de incentivos. Este trabajo apunta algunas soluciones para promover la gestión integral de descartes en el sector pesquero del Golfo de Cádiz, consolidando aspectos innovadores relacionados con la economía circular y el desarrollo sostenible.

Abstract

Fisheries discards are the part of the catch not retained on board and discarded at sea, not counted in the total catch. Multispecies trawl fisheries are where they have the greatest impact, with major negative environmental and economic effects. They are a common practice in commercial fisheries and present a worldwide problem due to economic and ecological implications.

This has led the European Commission to adopt management strategies such as the landing obligation for regulated species for all European fisheries, in an attempt to reduce or eliminate them. The European regulations establish a series of actions for the progressive reducing and eliminating of discards, but do not contemplate the procedure for managing them from their capture to their final destination, although the ultimate responsibility falls on the vessel itself. The compliance with these regulations is of concern to the sector, mainly due to the lack of harbour infrastructures, the increasing in costs to be assumed and the lack of incentives.

This work points out some solutions to promote the integrated management of discards in the fishing sector of the Gulf of Cadiz, consolidating innovative aspects related to the circular economy and sustainable development.

1. Introducción

Dentro de las pesquerías mundiales, los descartes pesqueros de la modalidad de la

pesca de arrastre son una de las prácticas más comunes [1]. Se consideran descartes pesqueros a aquellas especies que por su bajo o inexistente valor comercial, deterioro, tamaño no legal o conservación deficiente son devueltas al mar (vivas o muertas), no contabilizando como captura [2-3]. Estos descartes presentan varias connotaciones negativas, como representar un aumento a la mortalidad por pesca de dichas especies, además de ser un despilfarro de recursos económicos y ecológicos [4].

Entre los años 2010 y 2014 se estimaron que los descartes pesqueros anuales mundiales supusieron entre 6,7 y 16,1 millones de toneladas [5] y, según [6] al menos la mitad de los descartes anuales provienen de la flota de arrastre. El problema de la reducción de los descartes ha sido puesto en consideración en las pesquerías de los países de la Unión Europea [7]. Esta consideración llevó a la Comisión Europea a adoptar nuevas medidas de gestión para las pesquerías europeas, entre las que se encuentra la Política Pesquera Común (PPC) y su obligación de desembarque [8]. Esta obligación de desembarque se aplica para los descartes de todas aquellas especies sujetas a totales admisibles de captura (TAC), cuotas, así como, a tallas mínimas de referencia para la conservación (TMRC) [9].

La cantidad de descartes generados por una flota de buques está relacionada con su capacidad de carga y esta a su vez con las dimensiones de los barcos que la forman. La flota de pesca de arrastre que faena en las aguas del Golfo de Cádiz se compone de 127 buques, teniendo respectivamente unos valores medios de eslora de 19 m, 152 kW de potencia y 43 GT [10], siendo considerada una flota de pesca artesanal.

El Golfo de Cádiz se encuentra en el Suroeste de la Península Ibérica, siendo nombrada Área IXa por el International Council for the



Figura 1.1. Ubicación del Golfo de Cádiz (Suroeste de la Península Ibérica) y distribución de la flota de arrastre de fondo por puerto base. Modificada de [10].

Exploration of the Sea (ICES), es una zona de alta importancia al conectar el Océano Atlántico con el Mar Mediterráneo por el Estrecho de Gibraltar (Figura 1.1). Debido a los procesos oceanográficos que lo influyen, el Golfo de Cádiz posee una alta diversidad de especies, tanto comerciales como no comerciales [11-12]. Dicha diversidad produce una alta productividad pesquera, alcanzando, aproximadamente, en 2022 37.000 toneladas de peces capturados, con un beneficio de 124 millones de € [13]. Además, existen varias figuras de protección en la zona como la ZEPA del Golfo de Cádiz, Zonas de Especial Protección para las Aves o la Red Natura 2000, que hacen que dicha área presente unas características particulares.

Los buques de pesca se construyen con la finalidad de explotar los recursos pesqueros.

Así, cada tipo de buque pesquero debe satisfacer una serie de requerimientos y especificaciones que deben tener en cuenta un elevado número de parámetros y exigencias. La distinta tipología de estos buques se traduce en una serie de características muy particulares y especiales [14]. Por estos motivos, las etapas de diseño de éstos son complejas y se debe prestar especial atención en estudiarlos con un alto nivel de detalle [15-16]. Se pretende conseguir el máximo rendimiento y eficiencia usando el mínimo espacio posible, por esta razón, estos buques son considerados como buques de capacidad [17]. Cuando se determina el tipo de pesca para la cual se va a utilizar el barco junto con la estimación del promedio de capturas esperadas, se puede fijar el tonelaje del buque y su capacidad de almacenamiento para el pescado, considerando además otros factores

como: que la tripulación disponga de equipamiento adecuado y espacio para su acomodación o la posible existencia en el futuro de fluctuaciones en el número y cantidad de capturas [15].

Dentro de estos factores, también debe tenerse en cuenta que la actividad pesquera entraña un riesgo significativo, debido a hundimientos, caídas al mar o accidentes en el buque o en el puerto, siendo la zozobra o el hundimiento los principales riesgos, debidos a la estiba inadecuada de la carga del buque, posibles desplazamientos bruscos de las capturas que pueda provocar la inundación progresiva ocasionada al operar en condiciones ambientales adversas [18]. Ahora, a la propia actividad pesquera hay que añadir la obligación de desembarque de los descartes pesqueros lo que complica aún más dicha actividad.

En la actualidad, la gestión de los descartes a bordo de un buque pesquero es un procedimiento complejo y la obligación de desembarque es un reto para la actual flota pesquera de la Comunidad Europea. Son muchos aspectos los que deben mejorarse o adaptarse para asegurar el reto planteado por los descartes, desde la propia modificación de los buques hasta los propios procedimientos de trabajo de los pescadores. Además, existen pocas alternativas para solventar esta problemática en los buques y la mayoría de ellas se aplican a buques de gran eslora (mayores de 24 metros), lo que se traduce directamente en una falta de soluciones disponibles en buques de menor eslora.

Según la normativa aplicable [19] las capturas que se realicen por debajo de la talla mínima (no destinadas al consumo humano) deben ser estibadas a bordo separadas de las capturas para el consumo humano. Además, los buques de 12 o más metros

de eslora total están obligados a estibar las capturas en cajas, compartimentos o contenedores separados para que se distingan de las especies comerciales [20].

Por lo tanto, esto implica una necesidad de mayores espacios disponibles a bordo (para manipulación y estiba) o reorganización del que ya existe además de una mayor carga de trabajo para la tripulación. De hecho, algunas alternativas para solventar estas problemáticas ya han sido analizadas por algunos autores [21] para cada tipo de buque en función de su tamaño (pequeños, medianos y grandes).

Actualmente, existen pocas o escasas actuaciones en los buques pesqueros que tengan como finalidad el cumplimiento de la Reglamentación de obligación de desembarque de los descartes. El objetivo principal de este trabajo fue estudiar las distintas tipologías de los buques que constituyen la flota pesquera del Golfo de Cádiz y plantear posibles soluciones viables de estiba en función de la tipología de los buques sin poner en riesgo la seguridad de los mismos.

2. Metodología

Este trabajo se ha realizado con la flota de arrastre del Golfo de Cádiz, concretamente con la flota del puerto base de Bonanza (Sanlúcar de Barrameda) (36° 48' 8.17" N, 6° 20' 17.35" W), constando esta flota con 53 buques de arrastre de una pesquería multi-específica. Las principales especies comercializadas por esta flota son: el boquerón (*Engraulis encrasicolus*, Linnaeus 1758), el langostino (*Penaeus kerathorus*, Forskål 1775), la chirla (*Chamelea gallina*, Linnaeus 1758), la gamba blanca (*Parapenaeus longirostris*, Lucas 1846), la sepia (*Sepia officinalis*, Linnaeus 1758), la galera (*Squilla mantis*, Linnaeus 1758) y la merluza (*Merluccius merluccius*, Linnaeus 1758) [13].

2.1. Clasificación de la flota pesquera

Los datos sobre las características genéricas de la flota fueron suministrados por la Cofradía de Pescadores de Sanlúcar de Barrameda y por el Registro General de la Flota Pesquera (<https://servicio.pesca.mapama.es/censo/ConsultaBuqueRegistro/Buques/Search>). Se obtuvieron: eslora total, potencia y arqueo

para cada buque. En base a éstas se realizó una clasificación de la flota pesquera operativa.

Mediante el software MATLAB se realizó un análisis clúster en función de estas tres características para poder organizar y clasificar la flota pesquera en grupos según las similitudes que presenten entre ellos.



Figura 2.1. Zonas de trabajo en cubierta de diferentes pesqueros.



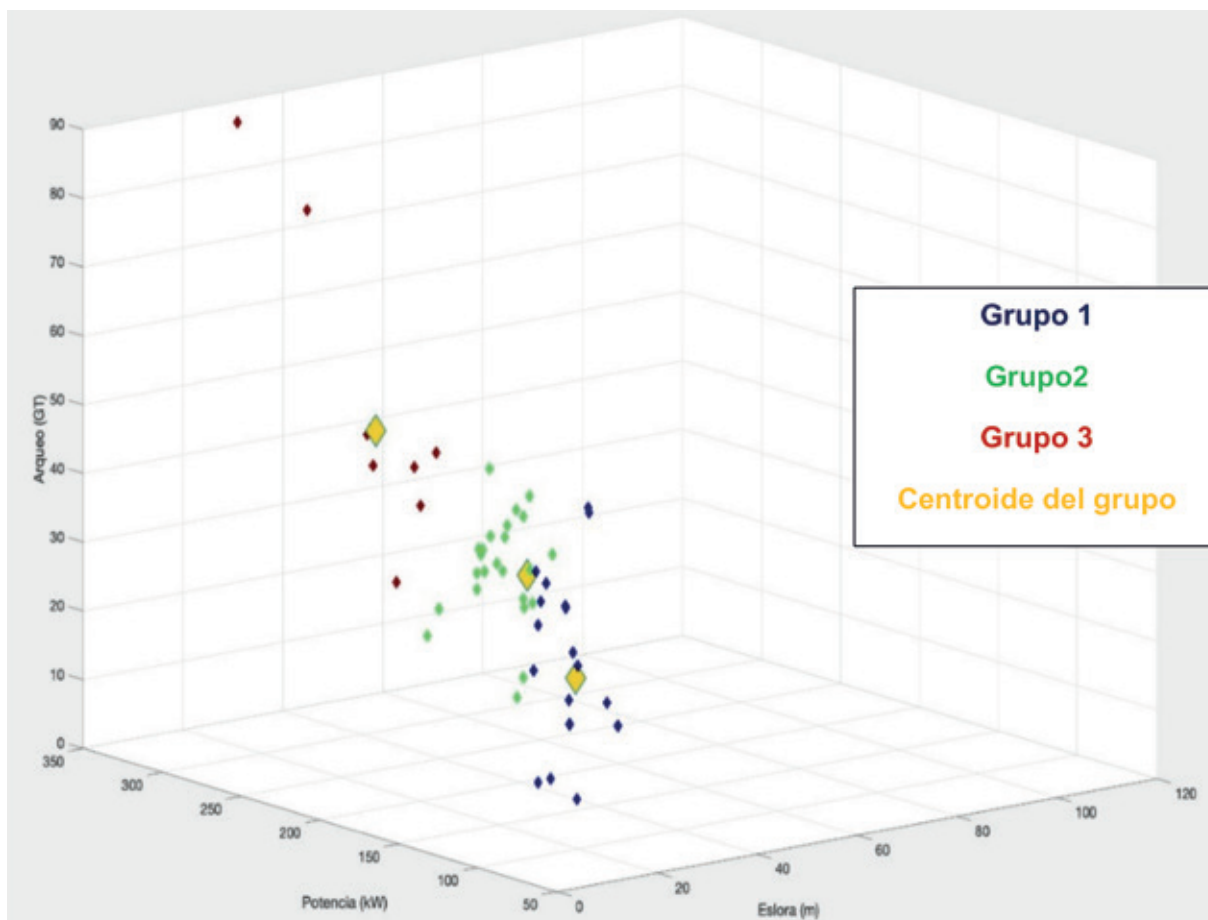


Figura 3.1. Clasificación tipológica de buques en tres grupos en función de tres parámetros: eslora total (m), potencia (kW) y arqueo (GT).

2.2. Estimación media de la cantidad de descartes por tipología de barco

Se realizaron embarques con la flota pesquera para conocer los descartes generados en la faena de pesca, donde por cada lance realizado se obtuvo una estimación de la captura total, la captura retenida y la captura descartada. Con estos datos, se realizó una estimación media del descarte producido para cada tipología de barco.

2.3. Elaboración de diseños con propuestas de estiba de descartes

Se realizaron visitas al puerto pesquero con la finalidad de observar y elaborar mediciones de los distintos espacios sobre los bu-

ques por tipología y así poder realizar propuestas adecuadas para una estiba eficiente de los descartes. Para ello, se prestó especial atención a las zonas de trabajo en cubierta (Figura 2.1).

Las propuestas se elaboraron en base a los siguientes criterios: (1) no permitir que el buque se encuentre en situación de sobrecarga; (2) los pesos a bordo del buque estén distribuidos y estibados adecuadamente, evitando las cargas o los pesos elevados en las zonas altas; (3) mantener abiertos los imbornales y las portas de desagüe; (4) no realizar modificaciones estructurales en el buque sin la autorización de las administraciones competentes y (5) garantizar el achique constante de las sentinas y de las bodegas.

Tabla 3.1. Selección de buques representativos por tipología

Tipo de Buque	Codificación del Buque Seleccionado	
Grupo 1	C. y A.	P. B. T.
Grupo 2	N.E.M.	N. R.
Grupo 3	G.C.	A. R.

Tabla 3.2. Estimación media de descartes (en kg/lance) por tipología de barco

TIPO DE BUQUE	DESCARTE (kg / lance)
Grupo 1	75
Grupo 2	92
Grupo 3	115

Además, se hizo un análisis estratégico “DAFO” (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para estudiar y evaluar la situación actual de la gestión de los descartes en la flota y así poder tomar las decisiones estratégicas adecuadas. Para ello, a cada uno de los aspectos o factores analizados se le asignó un nivel de importancia en el proyecto, con una graduación de 1 a 5; siendo el nivel 0 casi irrelevante, el nivel 1 poco importante, el nivel 2 de importancia media, el nivel 3 muy importante y el nivel 4 de importancia crucial.

3. Resultados

3.1. Clasificación de la flota pesquera

Se aplicó el análisis clúster en función de tres parámetros (eslora total, potencia y arqueo) dando como resultado una clasificación de la tipología de los pesqueros en tres grupos, estando compuesto cada grupo por los buques con mayor similitud entre ellos (Figura 3.1). El grupo 1 se representa en color azul, el grupo 2 en color verde y el grupo 3 en color rojizo. De cada uno de los tres grupos de barcos se calculó el centroide, que representa el buque tipo, indicado con rombos amarillos.

En base a los centroides de cada grupo se seleccionaron los dos buques más próximos

existentes en la flota (Tabla 3.1).

3.2. Estimación media de la cantidad de descartes por tipología de barco

En base a la clasificación realizada se calculó una estimación media de los descartes (Tabla 3.2), donde se observó que el Grupo

3 es el que produce una mayor cantidad de descartes por lance.

3.3. Elaboración de diseños con propuestas de estiba de descartes

Las Debilidades son los aspectos que limitan la capacidad de gestión de los descartes que se deben detectar y solucionar. Entre ellas:

- (1) Insuficientes medidas de adaptación de determinadas flotas para disminuir el impacto de los descartes (nivel 2);
- (2) Los puertos no disponen de sistemas que garanticen la conservación de los descartes (nivel 3);
- (3) Escasa cooperación público-privada e inter-administrativa, limitando la I+D+i (nivel 1);
- (4) Débil integración de la eficiencia energética para la reducción de costes (nivel 3);
- (5) Edad elevada de los buques (nivel 3).

Las Amenazas son los factores que pueden afectar negativamente a la gestión de los descartes e incluso impedir su realización, como:

- (1) Dificultad para conseguir interés en los sectores de procesamiento de descartes (nivel 3);

- (2) Contaminación, residuos e impactos de los descartes sobre el medio marino (nivel 4);
- (3) Costes de producción, menor margen comercial y mayor dificultad económica para implantar soluciones a los descartes (nivel 3);
- (4) Dificultad en la aplicación de algunas obligaciones en relación con las pesquerías (nivel 2).

Las Fortalezas se corresponden con los aspectos competitivos o los recursos que aportan ventajas para la gestión de los descartes:

- (1) Conocimiento y sensibilización del sector sobre el medio marino (nivel 3);
- (2) Desarrollo de proyectos pilotos en conservación (nivel 2).

Las Oportunidades se corresponden con los factores que pueden favorecer el desarrollo o la implantación de una correcta gestión de los descartes:

- (1) Subir la rentabilidad del sector, disminuyendo costes y aprovechando eficientemente toda la captura (nivel 3);
- (2) Establecer sistemas de financiación y apoyo adecuados (nivel 3);
- (3) Impulsar la coordinación inter-administrativa entre los agentes (nivel 2).

El establecimiento de las Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades y el análisis de los aspectos o factores involucrados en cada uno de ellos, junto con su nivel de importancia, permiten determinar una matriz de estrategias. Estas estrategias pueden ser Adaptativas (considerando debilidades frente a oportunidades), Defensivas (considerando fortalezas frente a amenazas), Ofensivas (considerando fortalezas frente a oportunidades) o de Supervivencia (considerando debilidades frente a amenazas).

- (1) Estrategia Adaptativa 1: Pretende reducir los costes y aumentar el valor añadido de todas las capturas. Se relaciona directamente con la debilidad de que “los puertos no disponen de sistemas que garanticen la conservación de los descartes” y con la oportunidad de “subir la rentabilidad del sector, disminuyendo costes y aprovechando eficientemente toda la captura”.
- (2) Estrategia Adaptativa 2: Crear oportunidades de modernización, con una búsqueda de financiación para la adecuación y modernización de la flota (por ejemplo, fondos FEMPA). Se relaciona directamente con las debilidades de “edad elevada de los buques” y “escasa cooperación público-privada e inter-administrativa, limitando la I+D+i” y con las oportunidades de “impulsar la coordinación inter-administrativa entre los agentes” y “establecer sistemas de financiación y apoyo adecuados”.
- (3) Estrategia Defensiva: Mejorar el conocimiento en políticas de descartes. Se relaciona directamente con las fortalezas de “desarrollo de proyectos pilotos en conservación” y “conocimiento y sensibilización del sector sobre el medio marino” y con la amenaza de “contaminación, residuos e impactos de los descartes sobre el medio marino”.
- (4) Estrategia Ofensiva: Promover iniciativas de mejora en la gestión del descarte. Se relaciona directamente con la fortaleza de “desarrollo de proyectos pilotos en conservación” y con las oportunidades de “impulsar la coordinación inter-administrativa entre los agentes” y “subir la rentabilidad del sector, disminuyendo costes y aprovechando eficientemente toda la captura”.
- (5) Estrategia de Supervivencia: Adaptación a la normativa europea, debido a la necesidad de cumplir con los requerimientos sobre los descartes. Se rela-

ciona directamente con la debilidad de “insuficientes medidas de adaptación de determinadas flotas para disminuir el impacto de los descartes” y con la amenaza de “dificultad en la aplicación de algunas obligaciones en relación con las pesquerías”.

Con todo lo anterior, se han realizado las distintas propuestas y alternativas de estiba de los descartes. Las soluciones planteadas se dividen inicialmente en dos grandes grupos:

- (1) Barcos de nueva construcción: a la hora de proyectar un nuevo barco, es conveniente establecer una normativa aplicable en su diseño en materia de gestión y tratamiento de los descartes a bordo del buque. Para ello, se deben involucrar una serie de entidades relacionadas, tales como Sociedades de Clasificación, Armadores y Navieras, Cofradías de Pescadores, Autoridades Marítimas, etc. Esto permitiría que, desde las etapas iniciales del proceso de diseño de un nuevo buque pesquero, se contemple una zona fija del buque para tratamiento y estiba de los descartes.
- (2) Barcos existentes: en buques ya construidos, se debe realizar una adaptación de los mismos en relación con el tratamiento y la estiba de los descartes, ya que no fueron diseñados con este propósito. Para ello se plantean tres posibles alternativas:
 - A. Estiba en “Bandejas”: El proceso de carga, estiba y descarga es similar al procedimiento seguido con las capturas comerciales. Esta propuesta resulta ser la más sencilla de implantar y económica, ya que es un procedimiento logístico bien conocido y afianzado por el sector pesquero. Para poder realizar una separación eficaz del producto descartado (frente al comercial), se recomienda

una diferenciación del color de esta bandeja. Esta alternativa resulta idónea para barcos de pequeño porte o con una cantidad de descartes poco elevada.

- B. Estiba en “Cajas”: Para buques de mayor tamaño (mediano porte) o que presenten una mayor cantidad media de descartes, se plantea como alternativa más beneficiosa el uso de cajas de estiba que dispongan de una mayor capacidad de carga que las bandejas. Dichas cajas deben poder ser manejadas por dos personas, por lo que su carga máxima total no debe exceder de los 30-40 kg.
- C. Estiba en “Arcones”: En el caso de que los buques dispongan de mayores espacios de carga (buques de gran porte) o con un muy elevado volumen de descarte, se propone el uso de arcones de gran capacidad. Estos elementos, una vez cargados, deben ser manipulados por un medio de elevación externo, con el fin de poder realizar la descarga en el muelle.

La implementación de cualquiera de estas propuestas, requiere a su vez la implementación de un sistema de tratamiento / almacenamiento de los descartes en lonja.

Con todo lo anterior, se realizó una matriz de decisiones sobre las soluciones anteriormente planteadas (Tabla 3.3). En ella se presentan las tres alternativas propuestas para la estiba de los descartes (bandejas, cajas, y arcones) en las tres tipologías de buques establecidas (grupo 1, grupo 2 y grupo 3). Se han tenido en cuenta una serie de condicionantes, los cuales se puntúan con un valor de 1 a 3, donde el valor máximo (3) se corresponde con un valor “óptimo”, el valor medio (2) se relaciona con un valor “regular” y el valor mínimo (1) equivale a un valor “deficiente”. Las variables que se han tenido en cuenta son:

- (1) Facilidad de implantación: las bandejas se pueden implantar fácilmente en los tres tipos de buques. Sin embargo, las cajas se pueden implantar únicamente en buques medianos y grandes, pero no en los buques pequeños. Por el contrario, los arcones implican cambios significativos en buques medianos e inviábiles en los buques pequeños.
- (2) Coste de implantación: por su simplicidad, las bandejas son los elementos más económicos de implantar en un buque, seguido del sistema de cajas, cuyo coste sería superior al de las bandejas. El sistema de arcones es el que supondría un mayor coste.
- (3) Facilidad de descarga: se deben tener en cuenta los medios disponibles para ello (las personas y/o maquinaria necesaria). Los buques pequeños tienen pocos o ningún medio de descarga (suelen carecer de maquinaria que ayuden a la descarga), mientras que los buques de mayor tamaño tienen más medios o espacio para incorporarlos.
- (4) Tiempo de descarga: se relaciona directamente con los medios de descarga, ya que a más medios de descarga, menor tiempo empleado para ello.
- (5) Coste de limpieza: la estiba en bandejas requiere de una limpieza exhaustiva de cada una de ellas, siendo esta la

solución de mayor coste en cuanto a limpieza. Por el contrario, el sistema de arcones, por su forma y tamaño, serían los más fáciles de limpiar.

- (6) Espacio necesario a bordo: las bandejas necesitan mucho espacio para su estiba. Por el contrario, los arcones son los que menos espacio del buque sacrifican.
- (7) Conflictividad por espacio útil para las artes: se relaciona con la posible interacción existente entre la solución adoptada y el espacio necesario para las artes de pesca. Las bandejas, al ser elementos más pequeños, apenas suponen un conflicto. Las cajas suponen un conflicto cuanto menor sea el tamaño del buque, al igual que ocurre con los arcones.

La suma de cada variable establece una puntuación final a cada grupo de buques. La solución óptima en este caso se corresponde con aquella que obtenga la máxima puntuación. Se observa que la “Solución A: Bandejas” es la óptima en los buques de tipología 1, la “Solución B: Cajas” es la óptima en los buques de tipología 2 y la “Solución C: Arcones” es la óptima en los buques de tipología 3.

4. Conclusiones

El estudio de la naturaleza de los descartes, el proceso de cribado que se lleva a cabo a

Tabla 3.3. Matriz de decisiones según tipología de buque frente a posibles soluciones

	Solución A: bandejas			Solución B: Cajas			Solución C: Arcones		
	G1	G2	G3	G1	G2	G3	G1	G2	G3
Facilidad de implantación	3	3	3	1	3	3	1	2	3
Coste de implantación	3	3	3	2	2	2	1	1	1
Facilidad de descarga	3	3	3	1	3	3	1	1	3
Tiempo de descarga	1	1	1	1	2	3	1	1	3
Coste de limpieza	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Espacio necesario a bordo	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Conflictividad por espacio útil para las artes	3	3	3	1	2	3	1	2	3
TOTAL	15	15	15	10	16	18	11	13	19

bordo, la tipología y características de las embarcaciones de pesca y las operaciones marítimas del desembarque de las capturas en los puertos, permiten concluir que es posible y viable el desembarque de los descartes.

Sin embargo, como se ha mencionado a lo largo de este trabajo, existen una serie de condicionantes que no pueden ser ignorados, como son: (1) las diferentes alternativas disponibles para satisfacer la necesidad de desembarco de los descartes que no son aplicables a la totalidad de la flota; (2) la antigüedad de la flota pesquera, con embarcaciones que no han sido diseñadas para estibar los descartes y donde los espacios a bordo son muy limitados; (3) las soluciones técnicas deben estar dimensionadas desde el punto de vista de su coste económico, teniendo en cuenta que los descartes a veces son escasos, son productos sin valor y que requieren de una mano de obra adicional.

Además, estas soluciones deben integrarse dentro de un planteamiento general, por lo que debe adaptarse a las infraestructuras portuarias existentes y la búsqueda de soluciones comerciales viables que permitan obtener un retorno económico.

Algunas de las soluciones planteadas son vistas con recelo por parte de algunos armadores, ya que dudan de su viabilidad económica.

Tras la finalización del estudio y el análisis de las alternativas planteadas, se concluye que: (1) actualmente, la gestión de los descartes a bordo es un procedimiento complejo debido a las diferentes características propias de cada barco; (2) hasta la fecha, las autoridades pertinentes exigen un cumplimiento de los Reglamentos de desembarco de los descartes, pero sin ejercer un control exhaustivo de verificación de su

cumplimiento; (3) existen propuestas y alternativas que permitirían la estiba del descarte en los buques en función del tamaño y del volumen de capturas para el descarte y (4) es necesario implementar un sistema de tratamiento de descartes en la lonja para realizar una gestión completa de las capturas descartadas.

6. Referencias

- [1] M. A. Gamaza-Márquez, M. G. Pennino, M. A. Torres, J. J. Acosta, K. Erzini, I. Sobrino, Discards practice in the gulf of Cadiz multispecies trawl fishery. Implications for the EU 'landing obligation'. *Mar. Pol.* 118 (2020) 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2020.104008>
- [2] S. Despoti, G. Milisenda, A. Ligas, L. Bentes, F. Maynou, S. Vitale, G. Garofalo, M. Sbrana, K. Erzini, G. Tserpes, K. Tsagarakis, I. Maina, M. M. Pyrounaki, N. Papadopoulou, A. Machias, F. Colloca, F. Fiorentino, K. I. Stergiou, M. Giannoulaki, Marine spatial closures as a supplementary tool to reduce discards in bottom trawl fisheries: Examples from southern European waters. *Fis. Res.* (2020) 232, 105714. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105714>
- [3] A. De la Cruz, C. Rodríguez-García, R. Cabrera-Castro, G. Muñoz-Arroyo, Correlation between seabirds and fisheries varies by species at fine-scale pattern. *ICES J. Mar. Sci.* (2022) 0, 1-14. DOI: 10.1093/icesjms/fsac170
- [4] V. Allain, A. Biseau, B. Kergoat, Preliminary estimates of French deepwater fishery discards in the Northeast Atlantic Ocean, *Fish. Res.* 60 (1) (2003) 185-192.
- [5] M. A. Pérez-Roda, E. Gilman, T. Huntington, S. J. Kennelly, P. Suuronen, M. Chaloupka, P. Medley, A third assessment of global marine fisheries discards. *FAO Fish. Tech. Pap.* No. 633. Rome, FAO. 78 pp. 2019.
- [6] FAO. 2020. The State of World Fisheries and Aquaculture 2020. FAO, Rome, Italy. 200pp.
- [7] R. Prellezo, S. Villasante, Economic and social impacts of the landing obligation of the European Common Fisheries Policy: A review. *Mar. Pol.* (2023) 148, 105437. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2022.105437>
- [8] European Union, Regulation (EU) No 1380/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on the Common Fisheries Policy, Amending Council Regulations (EC) No 1954/2003 and (EC) No 1224/2009 and Repealing Council Regulations (EC) No 2371/2002 and (EC) No 639/2004 and Council Decision 2004/585/EC, *Official Journal of the European Union*, 2013 (L).
- [9] European Union, Regulation (EU) No 1380/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on the Common Fisheries Policy, amending Council Regulations (EC) No 1954/2003 and (EC) No 1224/2009 and repealing Council Regulations (EC) No 2371/2002 and (EC) No 639/2004 and Council Decision 2004/585/EC Brussels: *Official Journal of the European Union*; 2013.
- [10] Junta de Andalucía, Consejería de Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, 2022. La flota pesquera andaluza: Situación a 31 de diciembre de 2021. https://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/FLOTA_PESQUERA_ANDALUZA_2021.pdf (última consulta 14 de abril de 2023).

- [11] R.F. Sánchez-Leal, M.J. Bellanco, L.M. Fernández-Salas, J. García-Lafuente, M. Gasser-Rubinat, C. González-Pola, F.J. Hernández-Molina, J.L. Pelegrí, A. Peliz, P. Relvas, D. Roque, M. Ruiz-Villarreal, S. Sammartino, J.C. Sánchez-Garrido, The mediterranean overflow in the Gulf of Cadiz: a rugged journey, *Sci. Adv.* 3 (2017) 1–12, <https://doi.org/10.1126/sciadv.aao0609>.
- [12] I. Sobrino, J. Baro, M. Millán, M.P. Jimenez, F. Ramos, Fisheries of the Spanish South Atlantic Region. Final Report (2 vols.), Cooperative Project IEO/EC-DG XIV/ C/1/ BIOECO/93/009, vol. 1, 1994, p. 85. Vol 2 (data record): 16 pp þ Annexes I-III.
- [13] Junta de Andalucía. IDAPES. Sistema de información andaluz de comercialización y producción pesquera. <https://www.juntadeandalucia.es/agriculturaypesca/idapes/servlet/FrontController> (last accessed 14 March 2023).
- [14] J. O. Traung, *Fishing Boats of the World*. 4th ed. London: Fishing News (Books) Limited (1974).
- [15] J. J. Grávalos, Proyecto de buques pesqueros. *Ingeniería Naval - Revista Técnica de la Asociación de Ingenieros Navales* (1968) 12-27.
- [16] C. M. Reda, F. Junco-Ocampo, Proyecto básico del buque arrastrero congelador por popa. *Ing. Naval* (2000) 89-97.
- [17] J. O. Traung, *Fishing boats of the world: 2*. Published by: Fishing News Ltd., London, England, Printed by: Dawson & Goodall Ltd., Bath, England (1967).
- [18] F. Zapata Molina, La seguridad de los buques pesqueros. *Ing. Naval* (1988) 1(638-639): 448-461.
- [19] Parlamento Europeo y del Consejo, 2015. Reglamento (UE) 2015/812 del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de mayo de 2015. *Diario Oficial de la Unión europea*.
- [20] Consejo de la Unión Europea, 2009. Reglamento (CE) N° 1224/2009 del consejo de 20 de noviembre de 2009. *Diario Oficial de la Unión Europea*.
- [21] J. Vidarsson, M. Marvin, E. Larsen, J. Valeiras, S. Ragnarsson, Onboard and Vessel Layout Modifications. In: S. Uhlmann, C. Ulrich, S. Kenelly, edits. *The European Landing Obligation - Reducing Discards in Complex, Multi-Species and Multi-Jurisdictional Fisheries* (2019). Springer Open. https://doi.org/10.1007/978-3-030-03308-8_16



**BUREAU
VERITAS**

Bureau Veritas:

SOCIEDAD DE CLASIFICACIÓN DE LA UNIÓN EUROPEA

PARQUES EÓLICOS OFFSHORE

@ **JAVIER GONZALEZ ARIAS**
javier.gonzalez-arias@bureauveritas.com

T. 91 270 21 26 **WEB** | WWW.MARINE-OFFSHORE.BUREAUVERITAS.COM



**CERTIFY YOUR OFFSHORE
WIND FARM**



**REDUCE
YOUR RISKS**



**CLASS YOUR
VESSEL**



**CERTIFY YOUR OFFSHORE
WIND FARM**



¿Embarcaciones de recreo de origen sostenible? Pasado, presente y futuro



RAQUEL NÚÑEZ BARRANCO, Universidad de Cádiz

Resumen del trabajo presentado en el 62º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima celebrado en Bilbao del 24 al 26 de mayo de 2023.

ÍNDICE

Resumen/Abstract

1. El velero clásico propulsado a vela
2. Propulsión diesel convencional
3. Incorporación de nuevas formas de energía sostenible
 - 3.1. Paneles solares como proveedores de energía a bordo
 - 3.2. Propulsión eléctrica de origen ecosostenible 100%
 - 3.3. Propulsión híbrida
4. El futuro de la navegación de recreo
5. Conclusiones.
6. Referencias

Resumen

El artículo hace un recorrido por los tipos de embarcaciones de recreo, tomando como hilo conductor el origen de la potencia motriz del propulsor. Se inicia con los veleros clásicos, pasando por las configuraciones actuales, para terminar con las perspectivas de futuro de este sector.

Abstract

The article makes a tour of the types of recreational boats, taking as a common thread the origin of the propeller's motive power. It starts with the classic sailboats, passing through the current configurations, and ends with the future prospects of this sector.

Si queremos poner un ejemplo de embarcación sostenible, basta echar la vista al pasado, cuando los pequeños veleros de quilla corrida navegaban cercanos a la costa con la única ayuda del viento.

La incorporación del motor diésel mejoró la autonomía y la maniobrabilidad de estas embarcaciones, y aunque supuso “un paso atrás” en el ámbito de la reducción de las emisiones nocivas, es innegable que las ventajas superaron con creces su desventaja medioambiental.

La evolución de los motores diésel marinos, la incorporación de motores eléctricos y

las diversas configuraciones de las plantas propulsoras están llevando a embarcaciones cada vez más sostenibles y eficientes, cuyo problema principal, el coste asociado, deberá irse resolviendo con el tiempo, a medida que las tecnologías se desarrollan. En este sentido, los buques de mayor porte son los candidatos ideales a las tecnologías de vanguardia, pero sin duda, éstas terminarían llegando a sus “hermanos pequeños”, las embarcaciones de recreo.

1. El velero clásico propulsado a vela

Si buscamos un ejemplo de embarcación de recreo con propulsión sostenible, basta con que echemos un vistazo al pasado, y analicemos los veleros clásicos de quilla corrida que, con sus formas llenas, navegaban cercanos a la costa propulsados exclusivamente por la fuerza del viento. Este tipo de embarcaciones cubría perfectamente las expectativas de los que pretendían disfrutar de una actividad recreativa, en una zona delimitada donde soplara con frecuencia el viento, lo que facilitaba mucho el gobierno. En la figura 1.1 se muestra un velero de quilla corrida con “skeg”, que es una extensión hacia atrás de la quilla destinada a mantener el rumbo del barco y proteger la hélice de las obstrucciones bajo el agua. No aparece hélice, por lo que sólo dispondría del viento en cualquier circunstancia.



Cuando pensamos en navegar en barco como una actividad que implica vivir durante un período más o menos prolongado, con intención de llegar a determinados puntos de destino y con un plazo que cumplir, se hace necesario incorporar el motor que permita maniobrar el barco en todos los escenarios.

2. Propulsión diesel convencional

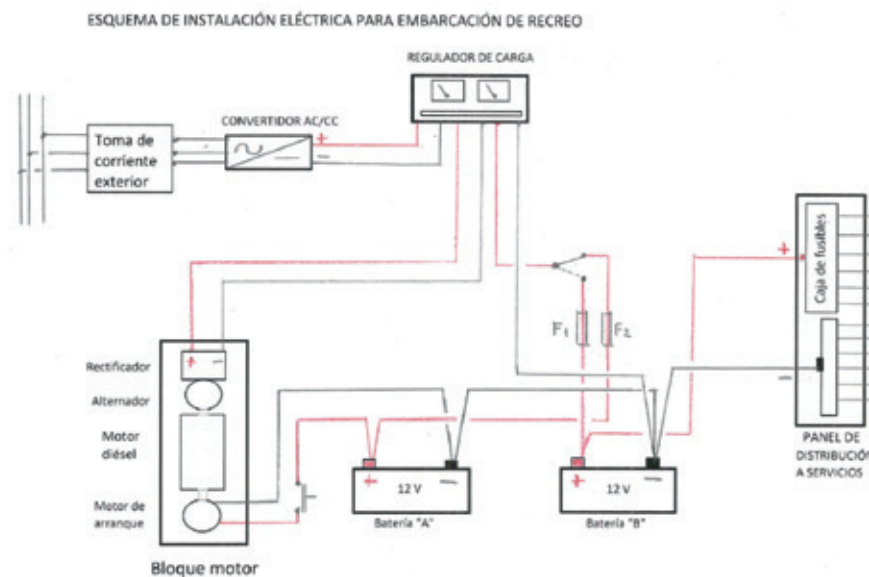
La incorporación a las embarcaciones de un motor propulsor diésel con una línea de ejes convencional permitió a éstas mejorar su maniobra y contar con una autonomía en función del uso que se les fuera a dar. Sin embargo, desde el punto de vista de la sostenibilidad, esto supuso un retraso, ya que contribuía a la emisión de sustancias nocivas que, a día de hoy, se quieren minimizar al máximo. La parte positiva está en la propia evolución de los motores diésel, tanto en la mejora de sus prestaciones técnicas, como en la reducción de sus emisiones contaminantes.

la Directiva europea de embarcaciones de recreo 2013/53/UE recoge la regulación europea en materia de emisiones nocivas generadas por equipos instalados a bordo. Concretamente, en el caso de motores de propulsión, establece límites en productos de la combustión, como los óxidos de nitrógeno NOx, en función del tipo de motor.

Un contaminante clave, el óxido nitroso, se forma a temperaturas de combustión elevadas, por lo que un avance consistiría en reducir esas temperaturas. Otra área de mejora estaría en el sistema de inyección de combustible. En este ámbito, la tecnología “common rail” requiere una inyección

Figura 1.1. Velero clásico de quilla corrida

Figura 2.1. instalación eléctrica con propulsión diésel convencional



precisa de combustible a alta presión, lo cual puede significar beneficios en términos de potencia y consumo de combustible.

El inconveniente de la inyección “common rail” es que hace al motor dependiente de una unidad de control electrónico para una inyección precisa de combustible a alta presión, y lo hace más susceptible al combustible de mala calidad.

Lo que es innegable es la mejora en el diseño del motor diésel, bien sea por cumplimiento con la normativa aplicable en cada momento, como en su adecuación a requisitos cada vez más demandantes de los clientes, que desean embarcaciones con autonomías y prestaciones cada vez mayores, y un grado de confort inimaginable hace años.

La figura 2.1 corresponde a la instalación eléctrica de una embarcación con propulsión diésel convencional. El motor diésel acciona la hélice, y el alternador incorporado en el paquete motor carga las baterías que alimentan al resto de consumidores a bordo.

3. Incorporación de nuevas formas de energía sostenible

La preocupación por minimizar al máximo las emisiones nocivas ha impulsado la incorporación a bordo de nuevas formas de energía sostenible, como los pequeños aerogeneradores

o los paneles solares, cuya contribución a la carga de las baterías va a optimizar el uso del motor, al no tener que depender de éste para su llenado en condición de navegación. Hoy por hoy, los paneles solares son los que ocupan el primer lugar en el ranking de energías limpias alternativas a bordo.

3.1. Paneles solares como proveedores de energía a bordo

Frente a otras opciones, como pequeños aerogeneradores a bordo, los paneles solares son los que más desarrollo han tenido en las embarcaciones de recreo. La configuración más habitual es utilizar la energía procedente del motor diésel para propulsar el buque y compartir con la energía fotovoltaica el resto de consumos a bordo: iluminación, acomodación, etc. Cabe hacerse la pregunta, ¿podríamos abastecer el resto de consumidores a bordo con energía procedente de paneles solares? Aunque la respuesta requiera matizaciones, podríamos dar una respuesta afirmativa considerando la evolución de las placas fotovoltaicas y su implantación en el mercado a día de hoy. A las tradicionales placas rectangulares rígidas que comenzaron a instalarse a bordo con una ubicación y orientación pensada para el máximo aprovechamiento de



Figura 3.1. Sunreef 60 ECO



Figura 3.2. Hallberg-Rassy 50 con células fotovoltaicas integradas en las velas



ESQUEMA DE INSTALACIÓN ELÉCTRICA PARA EMBARCACIÓN DE RECREO CON APORTACIÓN DE PLACA SOLAR

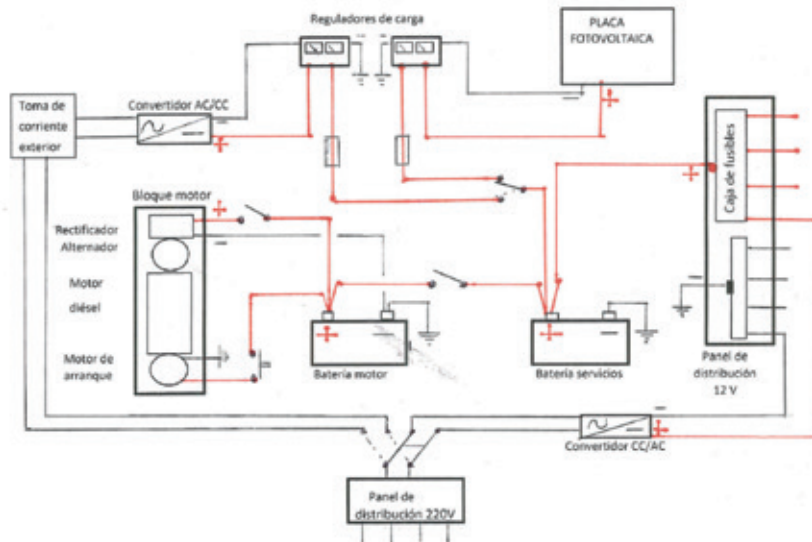


Figura 3.3. instalación eléctrica con propulsión diésel y placas fotovoltaicas

figura 3.1, dispone de placas solares capaces de generar hasta 21,5kWp de energía.

Entre las innovaciones recientes en este campo, están

las horas de sol, hay que añadir los paneles flexibles que se adaptan a las formas de la obra muerta posibilitando más superficie expuesta a la radiación solar. Catamaranes de lujo como el Sunreef 60 ECO, mostrado en la

los paneles solares flexibles integrados en las velas. Las velas de paneles solares están fabricadas de manera que mantienen bien su forma, pudiéndose arriar y enrollar en el mástil. El Hallberg-Rassy 50 está ahora dis-

ponible con paneles solares totalmente integrados con las velas. Una superficie vélica de 160,7 m², funcionando como paneles solares flexibles, puede llegar a generar hasta 410 A cargando a 24 V.

La figura 3.2 muestra dos imágenes. En la primera el Hallberg-Rassy 50 navegando, en la segunda se puede ver el grueso cableado que va desde la botavara hasta el barco.

La figura 3.3 muestra la instalación eléctrica de una embarcación con propulsión diésel y con aportación de placas fotovoltaicas

3.2. Propulsión eléctrica de origen ecosostenible 100%

En el sistema 100% eléctrico, una configuración básica consiste en una hélice conectada a un motor eléctrico accionado por la energía almacenada en un sistema de baterías, las cuales, normalmente son cargadas en tierra. También se podría disponer de un generador autónomo para su carga a fin de aumentar la autonomía de la embarcación, aunque en tal caso habría un pequeño porcentaje de emisiones contaminantes procedentes del motor de combustión del generador.

Entre los sistemas de transmisión de potencia que están tomando más auge en los últimos tiempos están los saildrive. Un saildrive es un sistema de transmisión horizontal - vertical - horizontal, que conecta el eje de salida horizontal del motor interior con un eje intermedio vertical que se extiende hacia abajo a través del casco y se engrana con el eje horizontal de la hélice. Los saildrives son, de hecho, similares a las transmisiones azimutales utilizadas en buques de mayor tamaño, con la diferencia de que el eje de la hélice en un saildrive es fijo, y el eje de la hélice en un propulsor azimutal puede girar horizontalmente 360°. Los saildrive con hidrogenación son candidatos idóneos para su incorporación

al velero eco-sostenible con cero emisiones. Además, su papel resulta clave en la creación del velero autosuficiente en términos de uso de energía, ya que, la contribución de paneles solares y aerogeneradores no alcanza los niveles necesarios para alimentar a todos los consumidores a bordo, incluido el propulsor, y mantener unos estándares actuales en la acomodación.

El hidrogenerador es la fuente de energía renovable que puede proporcionar al velero la mayor cantidad de energía para alcanzar su autosuficiencia energética. Cuando el velero navega bajo la acción del viento, se generará una corriente de agua que accionará la hélice al atravesarla. La hélice va a transmitir su movimiento de giro a un generador que produce electricidad. Se trata de un tren de transmisión inverso al clásico de la hélice accionada por un motor. A mayor velocidad del barco, mayor será la energía generada en la hélice.

Entre los diversos fabricantes de hidrogeneradores actualmente en el mercado cabe destacar la francesa Watt&Sea y la finlandesa OceanVolt, aunque ha sido ésta última la que más ha hecho evolucionar esta tecnología en los últimos tiempos.

El ServoProp de OceanVolt dispone de una hélice de paso variable con la posibilidad de girar las palas más de 180 grados. El ajuste del paso de las palas permite posicionar éstas en diferentes modos de navegación: avance, atrás y en una posición idónea para su función de generador.

ServoProp es capaz de generar más de 1 kW a 6-8 nudos. La energía generada se puede utilizar para alimentar tanto el sistema de propulsión como toda la electrónica a bordo sin necesidad de tener un generador separado. ¡Con esto en mente, definitivamente se puede comenzar a hablar sobre la posibilidad de un crucero totalmente autosuficiente!



Figura 3.4. Servoprop (izda) y velero Contesa 34 “Nazca” (dcha)

El sistema Servoprop de OceanVolt también se está utilizando para cambiar el sistema de propulsión de veleros con propulsión diésel convencional. Un ejemplo es el velero británico de 10,08 m de eslora Nazca, un Contessa 34 construido en 1984 como yate de regatas y que ha sido reconvertido en un crucero oceánico totalmente eléctrico.

El velero ha cumplido todas las expectativas al estar navegando durante tres meses por el canal de Bristol, al suroeste de Reino Unido, bordeando el condado de Devon, entre Appledore al norte y Plymouth al sur, con la única aportación de energía 100% ecosostenible.

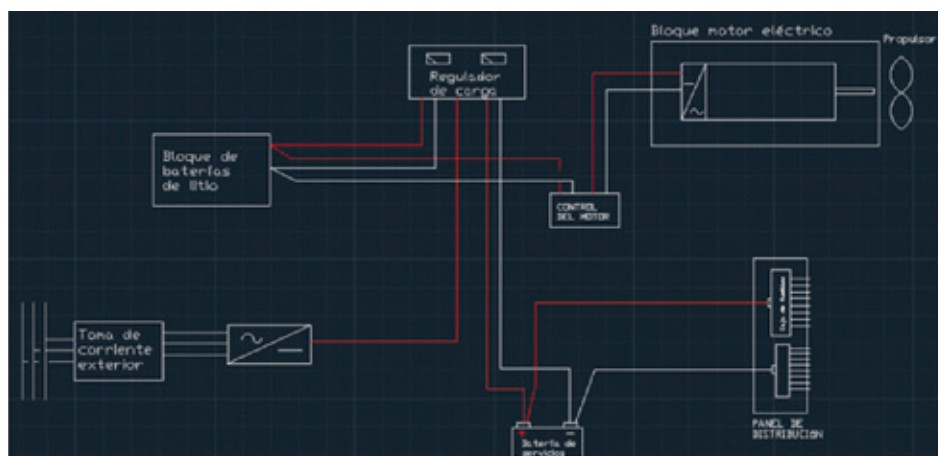
Las baterías de litio, por la ligereza de sus componentes, su elevada capacidad energética, su rapidez de recarga y resistencia a la

descarga, y la posibilidad de la descarga total sin daños, junto con el poco efecto memoria que sufren, han permitido diseñar paquetes de acumuladores de poco tamaño y peso, con un alto rendimiento, y especialmente adaptados a aplicaciones de gran consumo, como es el almacenamiento y abastecimiento energético integral de una embarcación. Sus ventajas superan desventajas como su elevado precio, o su sensibilidad a las intensidades de carga y descarga, lo que hace indispensable la presencia de un BMS (Battery Management System)

Las baterías de litio han sustituido a las baterías de plomo-ácido en embarcaciones de propulsión eléctrica, quedando las ácidas para embarcaciones convencionales con motores diésel, donde el uso de la batería es más limitado, con una instalación y mantenimiento más sencillos, y un precio mucho menor. Estas ventajas de las baterías ácidas compensan desventajas tales como, proporcionar menos energía utilizable, al tener tasas de descarga limitadas para evitar disminuir su vida útil.

Además de la mejora en la disminución de emisiones contaminantes, una planta eléctrica 100% va a optimizar la energía utilizada, aunque puede tener el inconveniente de aumentar la dificultad del software utilizado para su gestión.

Figura 3.5. Esquema instalación eléctrica de origen ecosostenible 100%



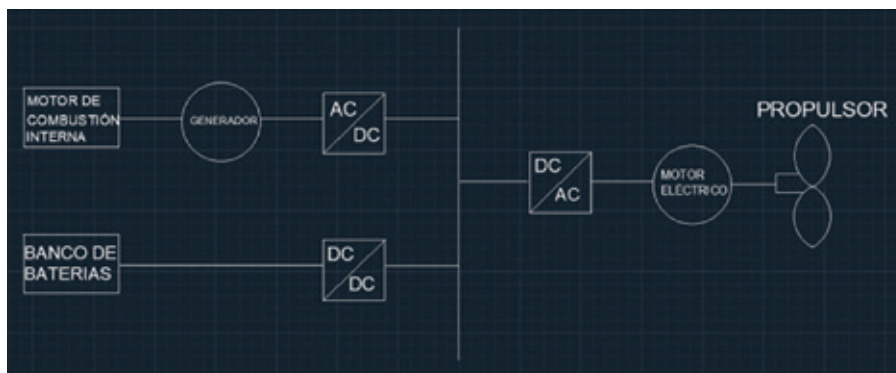


Figura 3.6.
Sistema de propulsión marino híbrido en serie

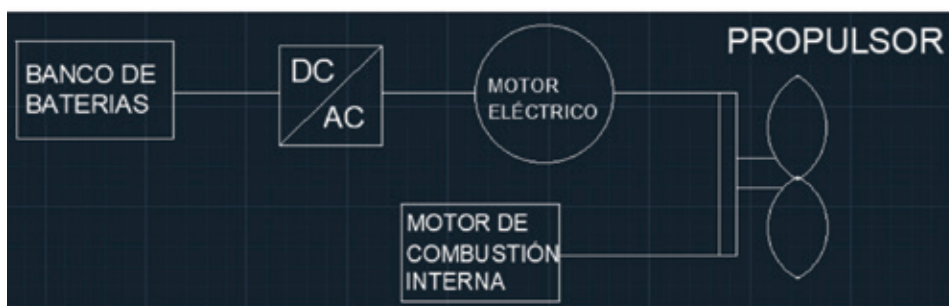


Figura 3.7.
Sistema de propulsión marino híbrido en paralelo

3.3. Propulsión híbrida

Los sistemas de propulsión marinos híbridos son capaces de utilizar dos fuentes de energía diferentes para su funcionamiento; un motor de combustión combinado con un banco de baterías y un motor eléctrico, por ejemplo. Esto puede proporcionar una propulsión flexible para una amplia variedad de embarcaciones. Si bien existen diversas variantes, los híbridos en serie y los híbridos en paralelo son las dos configuraciones más comunes.

Los sistemas de propulsión marinos híbridos en serie utilizan motores eléctricos para su propulsión. El motor de combustión y el eje de la hélice no están conectados mecánicamente, lo que significa que el motor eléctrico impulsa la hélice. La finalidad principal del motor de combustión es generar electricidad para el motor eléctrico y para cargar el banco de baterías. De la capacidad de las baterías dependerán los períodos de propulsión totalmente eléctrica en los cuales el motor de combustión podrá operar a rpm

constantes, con alta eficiencia, lo cual va a optimizar su utilización y permitirá reducir sus niveles de emisión

Los sistemas de propulsión marinos híbridos paralelos pueden utilizar tanto el motor eléctrico como el motor de combustión, simultáneamente o por separado, para su propulsión. Tanto el motor de combustión como el motor eléctrico están conectados directamente al eje de transmisión de la hélice, a través de un engranaje con un PTI (Power Take In) para motor eléctrico. Este engranaje permite la transferencia de potencia entre ambos. En consecuencia, el motor eléctrico, el motor de combustión, o ambos en paralelo, pueden accionar la hélice.

Durante la navegación normal, el sistema de propulsión marino híbrido paralelo funcionará alternando el motor de combustión con el motor eléctrico. Con el fin de lograr la máxima eficiencia, el motor de combustión funcionará más frecuentemente a altas velocidades, mientras que el motor eléctrico será recomendable a bajas velocidades, aunque

también podrá proporcionar potencia extra cuando sea necesario. El motor de combustión se verá más afectado por el patrón de navegación en comparación con el régimen que tendría en un sistema de propulsión marino híbrido en serie. Esto puede significar a menudo más emisiones del híbrido paralelo respecto al híbrido en serie.

Un punto a favor del híbrido paralelo respecto al híbrido en serie, sería el menor tamaño de las baterías, lo cual reduce el peso de la embarcación, y por tanto, puede tener un efecto positivo en el consumo de combustible.

4. El futuro de la navegación de recreo

La experiencia nos dice que el futuro de la navegación de recreo pasará por la incorporación de nuevas tecnologías, cuya implantación está más avanzada en buques de mayor porte, como las pilas de combustible, fundamentalmente hidrógeno.

Una pila de combustible es un dispositivo electroquímico que transforma la energía química de un combustible (a menudo hidrógeno) y un agente oxidante (a menudo oxígeno) en eléctrica. Las celdas de combustible vienen en muchas variedades; sin embargo, todas incluyen dos reacciones químicas cuyo resultado neto es que se consume combustible, se crea agua y se produce electricidad en forma de corriente continua y calor. Tiene diversas partes

Electrodos: ánodo y cátodo

Electrolito: sustancia que, al contener iones libres, puede comportarse como conductor eléctrico.

Placas bipolares: separan las celdas, permiten el flujo de gases y evacúan H_2O

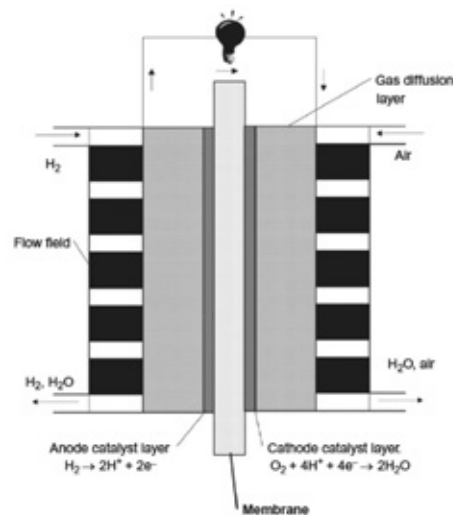


Figura 4.1. Pila de combustible PEM

Las pilas de combustible se clasifican principalmente por el electrolito que utilizan. Las más utilizadas en el ámbito naval son las PEM que utilizan como electrolito una membrana de polímero sólido. La que muestra la figura 4.1 corresponde a este tipo

El hidrógeno tiene aproximadamente tres veces la energía por unidad de masa en comparación con la mayoría de los combustibles líquidos de hidrocarburos, pero dada su baja densidad, tiene poca energía por unidad de 'volumen. Por lo tanto, su almacenamiento a alta densidad volumétrica se considera clave para la viabilidad comercial de tecnologías energéticas basadas en hidrógeno. Hay dos formas de almacenarlo: a alta presión a temperatura ambiente, o bien, como líquido criogénico a la temperatura de $-253.15\text{ }^{\circ}\text{C}$

A día de hoy, los buques donde más se está utilizando esta tecnología son ferris en rutas cortas con estaciones de recarga en las terminales, a fin de tener la posibilidad de cargar hidrógeno a bordo varias veces al día.

En el año 2020 el fabricante japonés de motores diésel Yanmar señaló su intención de

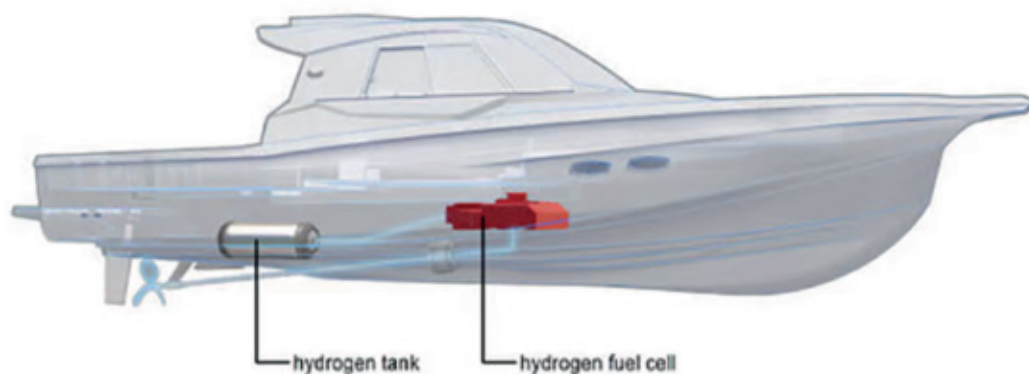


Figura 4.2. Prototipo Yanmar



Figura 4.3. Embarcación de recreo EX38A FC

llevar celdas de combustible de hidrógeno a los buques costeros. Yanmar y Toyota llevaron a cabo un memorando de entendimiento (MOU) para la realización de un prototipo de embarcación con esta tecnología.

Como resultado del acuerdo, el prototipo de barco de pasajeros dotado de pilas de combustible se puso a flote en marzo del 2021. Su planta propulsora se ha basado en el tren motriz de pilas de combustible del Mirai de Toyota.

El resultado final ha sido la embarcación de recreo EX38A FC, que puede transportar hasta 12 pasajeros, pesa 7,9 toneladas, mide 12,4 m de eslora, 3,4 m de manga y dispone a bordo de un tren motriz eléctrico de 250 kW, dos módulos de células de combustible PEM y ocho tanques de hidrógeno presurizado a 700 bares. La figura 4.2 muestra imagen del prototipo en la fase inicial, y

la figura 4.3 muestra la embarcación a flote. Hoy por hoy, las pilas de combustible parecen una alternativa a medio / largo plazo, ya que queda un camino por recorrer en términos de coste e infraestructuras necesarias. La preocupación medioambiental, sin duda, jugará un importante papel en su favor.

En la transición de la industria hacia la descarbonización aparecen otros compuestos, como el metanol, con posibilidades de ser utilizado en pilas de combustible para el suministro de energía marina sostenible, aunque las celdas de combustible de metanol emiten algo de dióxido de carbono.

Otro de los compuestos en fase de investigación es el amoníaco. Aunque sin comercializar, los motores de dos y cuatro tiempos alimentados con amoníaco están en desarrollo, al igual que las regulaciones para el manejo de amoníaco como combustible.

5. Conclusiones

Las embarcaciones de recreo están mejorando sus prestaciones técnicas en todos los ámbitos: confort, autonomía, velocidad y eficiencia energética.

La integración a bordo de fuentes de energía limpias, ha hecho realidad el velero totalmente autosuficiente, como lo prueban embarcaciones construidas hace muchos años, y recientemente reequipadas con las últimas tecnologías en materia de energías no contaminantes.

En el ámbito de la reducción de emisiones contaminantes, se están produciendo avances indudables en la propulsión de buques en general, que terminarán llegando a las embarcaciones más pequeñas cuando la tecnología adquiera la madurez suficiente

para que sus costes asociados la hagan comercialmente viable.

Todo parece indicar que, en un futuro próximo, la propulsión híbrida en sus diferentes modos puede ser adecuada para la transición.

6. Referencias

- [1] Hallberg-Rassy, <https://www.hallberg-rassy.com/news/news/solar-panel-sails2021-04>
- [2] Oceanvolt, <https://oceanvolt.com>
- [3] Yanmar, <https://www.yanmar.com/global/about/ycg/news/2021/03/24/89229.html>
- [4] Centro nacional del hidrógeno, <https://www.cnh2.es/pilas-de-combustible>
- [5] Langmi, H., Engelbrecht, N., Modisha, P. y Bessarabov, D. (2021) "Hydrogen storage" en *Electrochemical Power Sources: Fundamentals, Systems, and Applications: Hydrogen Production by Water Electrolysis*, Tom Smolinka y Jurgen Garche
- [6] Directiva europea de embarcaciones de recreo 2013/53/UE, <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/ALL/?uri=CELEX%3A32013L0053>



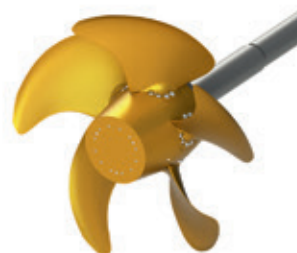
SRP



SRE



STP



SCP



SRP-R



SPJ



STT



SRT

WE KNOW WHAT MOVES VESSELS

WIRESA
Wilmer Representaciones, S.A.
Pinar, 6 BIS 1°
28006 Madrid | Spain

📞 +34 91 4 11 02 85
+34 91 5 63 06 91
✉ ecostoso@wiresa.com

www.schottel.com

Integrating and streamlining systems and processes. Royal IHC, a success case



JUAN OLIVEIRA, Siemens DI SW

Trabajo presentado en el 62º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima celebrado en Bilbao del 24 al 26 de mayo de 2023

INDEX

Abstract / Resumen

Key trends impacting the marine marketing

Complexity as opportunity

Staying in control of the design process

Rethinking the ship design process

From traditional to integrated ship design

From spiral to V

Adopt an integrated approach to ship design & engineering

Forging the future of shipbuilding

Creating bespoke vessels

Integration is the name of the game

ONE IHC: A business-driven program

A bespoke Siemens marine solution

The benefits of a digital ecosystem

References

Abstract

Royal IHC is a leading supplier of innovative and efficient equipment, vessels, and services for the offshore, dredging, and wet mining markets, with an in-depth knowledge of the sector and great expertise in engineering and manufacturing. Executing a Royal IHC project is a complex process that requires seamless integration between the customer, the company, and suppliers worldwide, with more than 3,000 employees and numerous subcontractors at around 40 locations across the world that need to work in sync on a global and integrated basis to maintain operational excellence.

Around 2012, the management team in Royal IHC realized there were different systems, conventions, procedures, and habits all over the organization, and figured out what a new integrated process should look like. Royal IHC put their in-depth knowledge of shipbuilding processes while Siemens shared their expertise in digitalization and product lifecycle management (PLM). Together, the two teams worked to create a unique digitalization solution tailored to the specific requirements of Royal IHC, focused on a company-wide implementation of Teamcenter and standardization of engineering and

design packages in NX to allow experts and engineers across the company to benefit from one working environment, data bank and digital truth from design and product management to procurement, processing, and manufacturing.

The marine industry has had to manage growing complexity in recent years as a few significant trends have impacted operations. A greater focus on sustainability, volatility in the global economy and demand for high-tech, versatile vessels have forced shipbuilders to adapt to added layers of intricacy in their operations.

Resumen

Royal IHC es un proveedor líder de equipos, buques y servicios innovadores y eficientes para los mercados offshore, de dragado y de minería submarina, con un profundo conocimiento del sector y una gran experiencia en ingeniería y fabricación. Ejecutar un proyecto en Royal IHC es un proceso complejo que requiere una integración perfecta entre el cliente, la compañía y proveedores de todo el mundo, con más de 3000 empleados y numerosos subcontratistas en unas 40 ubicaciones de todo el mundo que necesitan trabajar sincronizados de forma global e integrada para mantener la excelencia operativa.

En 2012, el equipo de gestión de Royal IHC se dio cuenta de que había diferentes sistemas, convenciones, procedimientos y hábitos en toda la organización y diseñó un nuevo proceso integrado. Royal IHC aportó su amplio conocimiento de los procesos de construcción naval, mientras que Siemens puso su experiencia en digitalización y gestión del ciclo de vida del producto (PLM). Los dos equipos trabajaron conjuntamente para crear una solución de digitalización única adaptada a los requisitos específicos de Royal IHC, centrada en una implementación de

Teamcenter en toda la empresa y la estandarización de los paquetes de ingeniería y diseño en NX para permitir que los expertos e ingenieros de la compañía se beneficien de un entorno de trabajo, base de datos y fuente única de verdad desde el diseño y la gestión de productos hasta la adquisición y la producción.

Key trends impacting the marine marketing

The first trend is an increased focus on sustainability. The last years have seen the emergence of a global effort to control climate change and intensify the actions and investments needed for a sustainable low carbon future. The historical signature of the Paris Agreement by 196 nations and the European Union following COP 21 in December 2015 crystallized this intention and started an era of international cooperation. Although the Paris agreement makes no specific mention of the marine industry, greater environmental awareness and public pressure have targeted the industry, which is responsible for more than 3% of global CO₂ emissions, comparing to major carbon-emitting countries, while the industry continues to grow rapidly.

As a result, the United Nations International Maritime Organization (IMO), the main international shipping regulatory body, adopted new ambitious regulations targeting pollutants and greenhouse gas (GHG) emissions from ships, aiming to phase them out as soon as possible in this century.

- IMO released its initial GHG strategy in 2018, introducing very strict fuels and emission standards. By 2050, ships are expected to produce at least 50% less greenhouse gas (GHG) emissions than they did in 2008, and CO₂ emissions must be reduced by at least 40% by 2030 and 70% by 2050, also compared to 2008.

- As a result of greater public environmental awareness and general outcry, the pressure has been mounting for retailers and companies across the globe to become more “conscious”. More and more, consumers are asking for traceability in the supply chain as they want to ensure that the products they purchase have not only been produced in a sustainable manner but transported without polluting the planet too. As manufacturers make a point to demonstrate their corporate social responsibility to their customers, they want to associate themselves with “clean” shipping companies only. For example, Nike not only ensures that their shoes are produced in a responsible way, using greener and ethically-sourced material, but that they are transported by “responsible” shipping companies, too.

This work on decarbonization needs to start today. This means that new ship designs must already offer very significant fuel efficiency and emission improvements. It can be done as follows:

- Hull form needs to be optimized to minimize resistance
- The industry needs to transition from the highly polluting fossil fuels still widely in use to cleaner alternatives, for example LNG. This means exploring new possibilities in terms of propulsion systems (e.g., electric vessels) and energy sources (e.g., methanol, ammonia, hydrogen).

The second trend is increased global competition in the shipping market due to surplus capacity. This is especially affecting the container, bulk shipping (tankers, dry bulk carriers, etc.) and offshore markets.

Maritime transport is the backbone of the increasingly globalized economy and the international trade system: With 90% of

global trade is carried by ships. It is regularly confronted by crises: financial crisis, oil crisis, US-China trade war, and more recently the Covid-19 crisis.

Typically, during a crisis, or “disturbance”, the demand for transport goes down, so freight rates decrease, and margins & profits are under pressure for ship owners and operators. This has a direct impact on the newbuild market for the ship types affected by the crisis, and results in increased competition in the shipbuilding market.

As a result, ship owners and operators are looking to invest in most cost-effective vessels, and shipyards need to compete harder than ever before to develop and build ships with lower total lifecycle costs (both CAPEX and OPEX) higher operational availability, and shorter time to market.

Finally, we are seeing an increasing demand for high value-added vessels, multi-role, or multi-purpose vessels (especially in the naval, mega yachts and offshore markets), and a growing interest in autonomous shipping (especially in the commercial and naval sectors).

- Nowadays navies are often requested to deal with military operations other than war (MOOTW), for example providing humanitarian relief and emergency medical care after natural disasters or establishing a helicopter platform for replenishment or evacuation.
- The yachting and cruising industries have seen a broadening of horizons: customers do not want to limit themselves to the Mediterranean or the Caribbean. They want to explore Antarctica, go to the Galapagos, etc. This means that vessels need to be able to operate in a wider range of conditions.
- Autonomous shipping is of particular interest for short-sea shipping (commercial

waterborne transportation utilizing inland or coastal waterways to move freight from major domestic ports to smaller harbor inaccessible to big containerships), ferries & naval operations.

This switch to high-tech vessels is not only impacting the equipment and systems required onboard the vessel, but also the number of suppliers involved, the amount of information to be managed and the workforce to be trained.

- More complex equipment and systems need to be installed onboard, such as hybrid power trains and navigation and communication systems.
- There is also a need to install more electrical systems, which means more sensors, more cables, more automation, and more controls systems such as peak shaving systems and fully automated ballast systems.
- More suppliers and co-makers are involved and there is more information to manage and communicate between those parties.
- The workforce needs to adapt to the changing requirements and become competent at using advanced data management technologies like PLM.

Complexity as opportunity

This increased level of complexity translates into unprecedented risks in the design and build processes. If shipbuilders want to remain competitive in today's saturated market, they must identify risks as early as possible in the project and find ways to keep those risks under control to deliver on time, on budget and on quality.

But with complexity comes opportunity. It's possible to take these major changes and transform them into a competitive advantage for your business. In this

case, adopting an integrated approach to ship design and engineering can set shipbuilders up for success in this new landscape, enabling the execution of the design process. From initial design to detail design and production, there needs to be an integrated approach.

This centralized environment requires the implementation of a comprehensive digital ecosystem to manage all the features and requirements in one place. This single source of truth enables every team involved in the design process to work efficiently and collaboratively together.

Through this digital ecosystem, simulation can be leveraged to optimize the design of the vessel in an early stage with regard to fuel efficiency to lower the operational costs and reduce greenhouse gas emissions; total enterprise productivity can be improved by maintaining consistency of data during design & engineering, aligning design data to facilitate and optimize end-to-end shipbuilding process and enabling globally distributed design teams to work with a common set of tools; design can be improved by connecting design processes to construction and operations, in other words, the loop on manufacturing and operations can be closed to improve the design of current and future vessels.

Companies can get ready for an interconnected future building the capability to design ships which are electric, digital and connected, by adopting tools for end-to-end electrical design process coverage, from Schematics to Service and having digitally connected systems in place to support onboard operations and system monitoring; and finally, collaboration and information management can be improved enabling various design teams – whether systems, mechanical, electrical

and software – to work collaboratively across domains and adequately managing configuration, requirement, change and verification.

Staying in control of the design process

Staying in control of the design process is the most important when you consider that the design and engineering phase typically represents 5 to 10% of the total production cost of a vessel, and yet has an impact on about 85% of the total building costs. It is also during this phase that ~90% of the future vessel performance is determined. So, adopting the right approach from the beginning allows you to get things right the first time, which is more critical than ever in this competitive landscape.

Rethinking the ship design process

Today, the ship design and engineering is largely based on the ship design spiral. The spiral gives a systematic approach to refining the design of a ship for a specific set of requirements through iterative sequences of design tasks.

With each sequence, the degree of complexity increases as the design definition evolves and the number of design possibilities decreases, until the final design is achieved at the core of the spiral. This sequential, logical approach has made the design spiral a gold standard of naval architecture and has been used as such for over six decades.

Ship designers have understood that to manage complexity, accelerate innovation, and ultimately remain competitive, they need to digitalize their current processes. As a result, they are investing into digital tools that aim to increase efficiency at each step

of the design spiral. Those digital tools have yielded some noticeable improvement, yet this improvement is limited.

This is because the foundation of the process itself is flawed. The design spiral is not efficient. It is made up of separate steps, each potentially involving a different team, and each focusing on one niche aspect of ship design and performance. This often results in collaboration bottlenecks and data silos. In addition, today's ships are a lot more high-tech than they used to be, but class rules and safety regulations have become a lot tighter.

This higher level of complexity is not only impacting the equipment and systems required onboard the vessel (such as hybrid powertrains, navigation & communication systems, cables, control systems, etc.) but also the number of suppliers involved, the amount of information to be managed and communicated between those parties.

To increase total enterprise productivity, planning appropriately and adopting the right tools and systems have become critical.

From traditional to integrated ship design

To speed up the design process and thus accelerate the delivery of new ships, shipbuilders acknowledge the need to adopt a more integrated process. The integration removes the boundaries between design disciplines and let design teams collaborate better. The number of design iterations is reduced, and the risks of errors also decrease.

The keys to integrated design and engineering are:

- **Multidisciplinary design:** by bringing together the different design disciplines,

the multidisciplinary approach ensures a more efficient process that minimizes the risk of late discovery of design errors or incompatibilities.

- **Connected data:** the integrated process also stores all design data in one central place. This allows design teams to work more efficiently by breaking down silos between different teams. It streamlines the process by bringing more structure to it and using the centralized data point as the single source of truth for all design-related information.

Some shipbuilders strive to streamline the process even further and adapt best practices from other industries, moving away from the design spiral.

From spiral to V

The next evolution for ship design and engineering is to stop thinking about the design process as a spiral and to adopt a different approach, following the design in V model.

Originating in the automotive industry, the V-model is a visual representation of a product creation process that summarizes the main design and validation steps along with deliverables.

The V-model's left leg covers design definition at ever more granular levels, from the overall product to systems, subsystems, and components. These are summed back up on the right leg, verification and validation, testing (digitally or physically) each component, then subsystem, system, and whole. Each discipline has its own V, breaking down the design steps and deliverables into the smallest components, working at that level, and then validating the design in ever more complex steps back to the top level.

In a marine context, each discipline (power and propulsion, hull form, arrangements, and so on) has its own V, and all Vs are interconnected to ensure that the complete design meets all objectives.

The V-model recognizes that decisions made at each point influence the options available for future choices and that the process is iterative and collaborative. It optimizes processes, tools, and organizational workflows to increase traceability and synchronization throughout the design phases.

By following the V-model, shipbuilders can adopt a faster pace of design innovation. They can confidently validate their designs before building it. The V-model streamlines all stages of design up to the final verification and the tests that are part of the commissioning phase. Adopting a design in V process is also the gateway to introducing model-based systems engineering into the ship design and engineering process.

Adopt an integrated approach to ship design & engineering

What is needed today is not a series of specialized digital tools, each covering a different step of the design and engineering process, but a fully integrated solution that enables seamless process execution from initial design to detailed & production design.

Adopting a digital thread approach to ship design and engineering enables shipbuilders to break free from the constraints of the design spiral. By bringing all their multi-discipline design processes into one single, centralized environment, they are allowing globally distributed teams to work with a common set of data, tools, and processes, thereby breaking down multi-domain silos,

increasing overall project efficiency and improving business agility.

With an integrated ship design and engineering approach, shipbuilders can break free from the constraints of the traditional design spiral. They can be more efficient to deliver designs on time, as well as more agile to confidently integrate technology innovations into their design.

Forging the future of shipbuilding

Teeming with canals and ancient windmills, the United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO) World Heritage area around Kinderdijk in The Netherlands can trace its shipbuilding roots back to the Dutch Golden Age in the 1600s. Today, it is home to Royal IHC, a crown jewel in the maritime industry known for its in-depth engineering and manufacturing expertise of high-performance integrated vessels and equipment for the dredging, offshore and wet mining markets.

Royal IHC has built over 2,500 bespoke vessels, including gigantic dredgers, integrated pipelay vessels for harsh environments, diving support vessels and heavy-lift vessels for wind farm installation. From fleets in the Middle East dredging new islands to the 20 IHC Beavers® and work boats in Bangladesh keeping the country's more than 300 rivers navigable, Royal IHC's impact on the planet and the global marine industry is clear.

Creating bespoke vessels

Not only are most Royal IHC vessels unique, but most of them are massive, measurable in football field lengths and number of stories. Moreover, most vessels and integrated equipment are technologically complex. It takes teams of shipbuilding experts and

highly skilled professionals' years to build a single vessel, but before the keel laying ceremony occurs, there are months of tough project acquisition work that takes place behind the scenes.

The acquisition process can take a long time. It is a complicated process when Royal IHC design bespoke products with the customer, but not just the customer; also, with all the parties who are specialized in various parts of the ship. Executing is a complex process that requires seamless integration between the customer, Royal IHC and expert suppliers worldwide.

For Royal IHC, the execution stage is a whole different ball game, as they are a project-driven company that handle every ship as a separate project, bringing of course in all these people, subcontractors, and management procedures into the game to keep control of such a complex project.

Organizing all this isn't as obvious as one might think and the management team at Royal IHC knows their more than 3,000 employees and numerous subcontractors at around 40 locations across the world need to work in sync on a global and integrated basis to maintain operational excellence.

The key currently is information management, with hundreds of specialists working together to build up the design and eventually build the ship itself. All these people lay a piece of the jigsaw puzzle and it is a management challenge to be able to make the total jigsaw puzzle according to the front on the box.

Integration is the name of the game

Around 2012, the management team realized although the overall company worked well

– the systems and processes at Royal IHC were grown organically. There were different systems, conventions, procedures, and habits all over the organization.

Royal IHC products are cutting edge, and another thing that makes them stand out from the pack is that the company provides an integrated product: Royal IHC is not just the shipbuilder; they are not just the dredging equipment or pipelay equipment or vessel supplier, they integrate all this into a well-tuned machine.

Royal IHC supplies to their customers an integrated product, build in an integrated, project-oriented way. Integration is really the name of the game at IHC. So how come they can sustain a business model when they have all these different conventions, procedures, and IT systems? Royal IHC realized they would be able to do much better if they integrated and streamlined all of this.

ONE IHC: A business-driven program

So Royal IHC management team sat down and figured out what the new process should look like. This took some time. After a bit more than a year, the team at Royal IHC had a blueprint for design and development, procurement, and project management. It was time the management team put their project out to bid with various suppliers, including Siemens Digital Industries Software.

It was a very complex evaluation process with many criteria, a multi-faceted problem. Two things made Royal IHC go for Siemens Digital Industries Software. The first was the level of integration with product data management and CAD was well handled. The second reason was they felt Siemens could support them during development and in

the long term. Siemens had the roadmap to take Royal IHC to the next level.

This project, called ONE IHC, set out to encourage one single way of working in one digital landscape. In addition to Siemens, another partner in the project was the ERP provider, which supplied the enterprise resource planning (ERP) platform. Together, Siemens Digital Industries Software and ERP provider integrated their specialized solutions into a single digital ecosystem for Royal IHC.

A bespoke Siemens marine solution

During the implementation phase, Royal IHC brought their in-depth knowledge of shipbuilding processes while Siemens shared their expertise in digitalization and product lifecycle management (PLM). Together, the two teams worked to create a unique solution tailored to the specific requirements of Royal IHC.

The Siemens digitalization solution focused on a company-wide implementation of Teamcenter software and standardization of engineering and design packages in NX software.

This allowed experts and engineers across the company to benefit from one working environment, data bank and digital truth from design and product management to procurement, processing, and manufacturing, enabling users to rapidly search for designs and manages data revisions, product configurations and changes to those product configurations in single or multi-site deployments.

All design information created using NX is captured, controlled, and shared by the global development teams in a single, highly secure Teamcenter environment, while

version management and access control ensure that the right people get the right information at the right time.

If it is not in Teamcenter, you cannot sell it, you cannot buy it, you cannot make it, you cannot assemble it. Any product information really needs to be in Teamcenter in a managed way and then you can do all the transactions. Teamcenter is one of the two core elements in Royal IHC digital landscape – the other one being the ERP system.

Royal IHC use Teamcenter to manage the status and versioning of the product data so they can keep tabs on where they are in the product development, when they are going to hit the market with the new versions, etc. The benefits of a digital ecosystem

With the data management backbone in place and a more streamlined organization up and running, it was time to launch the ONE IHC project across the organization. One of the first teams to go live with the new Teamcenter and NX CAD implementation was the dredge pumps division. Responsible for enormously powerful and mission-critical equipment, engineers like Wim de Ronde could easily see the benefits.

The exchange of data between the NX CAD and Teamcenter environments and the ERP environment enables all Royal IHC divisions to open the same drawings, the same specifications. Anyone with a question can open the system and find everything that is required to get their work done right.

Using Teamcenter and NX, the engineering teams in the dredge pumps division can easily and seamlessly integrate more advanced engineering software tools from the Siemens Digital Industries Software portfolio, such as Solid Edge software and Femap software, right from within the NX environment.

NX has become a mainstay of the Royal IHC future blueprint. They see an enormous drive-in development at Siemens to make NX into that general purpose package that also covers the specialist areas. They look forward to working with Siemens in the future to sustain that development.

6. Referencias

- [1] Integrated Ship Design & Engineering, SIEMENS.
- [2] Siemens SW Royal IHC Case Study, SIEMENS.

Jornada COIN-SECOT: “Tránsito a la jubilación”



Encontrarás esta Jornada en nuestro canal de YouTube: @IngenierosNavalesyOceanicos
Puedes ver la jornada escaneando este código QR:



CONECTADOS

El Servicio de Orientación Profesional al Ingeniero Naval (SOPIN) del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos (COIN), organizó de la mano de Seniors Españoles para la Cooperación Técnica (SECOT), la Jornada “Tránsito a la jubilación”. Pilar Tejo Mora-Granados, decana del COIN, dio la bienvenida a la Jornada, haciendo un repaso a la actividad actual del SOPIN (acuerdos, programas de mentorías, becas, etc.). “No nos hemos olvidado de aquellos colegiados que escogen para su desarrollo profesional el camino del emprendimiento, siendo éste, el objetivo del convenio firmado con el SECOT”, comentaba Pilar. Este convenio desarrollará, en una primera fase, dos vías, una la de la formación en el ámbito del emprendimiento y otra la de las mentorías por parte de perfiles seniors.

A continuación tomó la palabra Doris Bandín, secretaria general y voluntaria de Seniors Españoles para la Cooperación Técnica (SECOT). Doris presentó qué es el SECOT, y describió algunos de los aspectos que abarca el acuerdo firmado con el COIN, tanto en

el ámbito de la formación como del asesoramiento y mentorización de proyectos. “El talento senior, profesionales jubilados o prejubilados, pueden seguir contribuyendo significativamente a la sociedad y encontrar satisfacción en ello, manteniéndose ocupados con actividades que les gustan, pero de una manera más relaja, y a fin de cuentas, llevar una vida plena incluso después de la jubilación”. En resumen, SECOT promueve un enfoque positivo hacia la jubilación, donde las personas pueden seguir siendo activas, contribuir a la sociedad y disfrutar de una vida plena y relajada al mismo tiempo.

A continuación tomó la palabra Javier Troconiz. Javier es licenciado en empresariales, ha sido directivo en diversas empresas industriales multinacionales, responsable de áreas financieras, de recursos humanos, reconversión, etc. Actualmente, comparte su tiempo de jubilación en el SECOT, ayudando a las nuevas generaciones y especialmente impartiendo conferencia en materia de jubilación saludable. ¡No te pierdas su participación en esta jornada!

La DT en Asturias visita el buque escuela *Gorch Fock*

El pasado día 24 de Marzo la Delegación Territorial en Asturias coordinó con el con-signatario del buque escuela *Gorch Fock* de la armada alemana una visita para los adscritos a esta delegación. El comandante de la nave autorizó la visita a la que se apuntó un grupo de 10 personas, excusando otros miembros su asistencia a pesar de parecerles una iniciativa muy interesante.

El *Gorch Fock* es un buque velero de 3 palos construido en los astilleros de Blohm & Voss en Hamburgo en 1958 que siendo el buque escuela de la armada alemana realiza adiestramiento a los cadetes con hasta un total de 200 personas a bordo. El buque tiene una eslora de 81 m, enarbolando 3 palos y 23 velas.

La visita se inició en el puerto del Musel siendo recibidos en la escala de embarco por el

oficial de cubierta que una vez realizadas las presentaciones dejó al grupo en manos de un experimentado suboficial de máquinas que muy amablemente fue describiendo la operativa del buque y respondiendo en la medida de lo posible a las preguntas de nuestros compañeros.

Especialmente sorprendente fue la visita a los sollados donde los cadetes siguen hoy en día durmiendo en coys. El buque navega aproximadamente el 60% del tiempo a vela alcanzando los 19 nudos. La vista a la máquina con 3 grupos diésel y local del servo fue muy interesante a la vez que sorprendente dada la antigüedad de algunos de los elementos dispuestos así como las disposiciones no habituales en buques mercantes o de pasaje a las que están acostumbrados los compañeros que trabajan hoy en día en astilleros. Se felicitó al guía por el excelente estado de mantenimiento y limpieza de la máquina y la cubierta.

La Jornada terminó con unas fotos de grupo tomadas por el suboficial Neumann y posteriormente ya en el centro de Gijón con un aperitivo que patrocinó nuestra compañera Mar.

Dado el interés mostrado por los adscritos en esta jornada, la Delegación va a organizar en próximas fechas otras jornadas como la visita al buque cementero *Cristina Masaveu* con puerto base en Gijón o buques de interés que realicen escala en el puerto del Musel o Avilés.



XIV Torneo de Golf Intercolegios



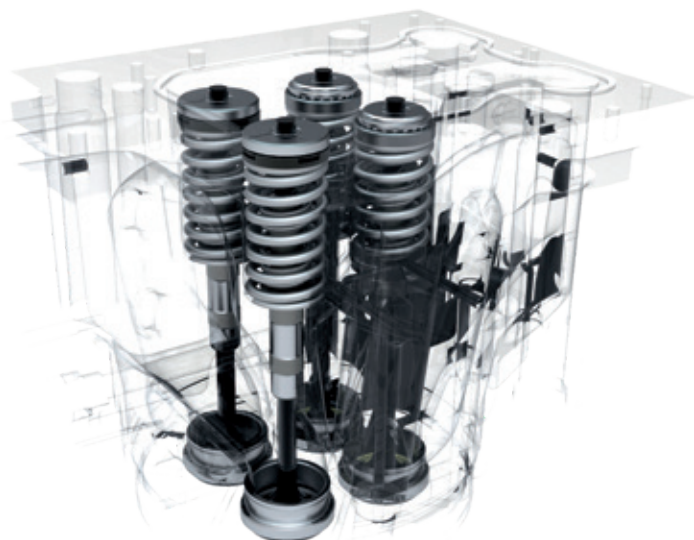
El pasado 28 de abril, tuvo lugar una nueva edición del Torneo de golf intercolegios en

el campo de Gola La Faisanera (La Granja de San Ildefonso, Segovia).

18 equipos y 93 inscritos, la jornada marcó todo un hito. El buen nivel y deportividad acompañaron a un día precioso. El ganador fue Caminos, seguido de Industriales y en tercer lugar los representantes de Navales.

Como es habitual, se procedió a la entrega de premios a los mejores resultados del equipo de Navales y los premiados fueron: Enrique Villén, Alberto Casas y Ricardo Rodríguez.

CONECTADOS



MÄRKISCHES WERK
Your Engine. Our Ingenuity.™

MWH es un proveedor global de soluciones para mejorar la eficiencia y los ciclos de vida de las culatas y de sus componentes para motores de combustión medianos y grandes. Nuestra misión es ofrecer productos y servicios innovadores de la más alta calidad a través del diseño, producción y montaje, de válvulas de admisión y escape, de asientos, de guías de válvulas, muelles y rotadores.

www.mwh.de

**Cascos
Naval, S.L.**

Agente para España

C/ Serrano Galvache, 5 - bajo • 28033 Madrid - Spain • Tel. +34 917 680 395 • E-mail: cascos@cascosnaval.com • www.cascosnaval.com

Nodosa bota el arrastrero congelador *Prion*

A finales de marzo, Nodosa Shipyard botó el buque *Prion*, encargado por Petrel Fishing Company, sociedad en la que participa el Grupo Pescapuerta. *Prion* tiene casi 2.500 gt, 85 m de eslora y 14 m de manga. Es uno de los más grandes de la renovación de la flota del Atlántico Sur construido en los últimos años.

El nuevo arrastrero congelador de altura es la construcción número 305 del astillero, quién lo ha diseñado y desarrollado íntegramente, en conjunto con el equipo técnico del armador. Ahora mismo se encuentra atracado en el muelle del astillero para completar su armamento y puesta a punto, antes de todas las pruebas de mar pertinentes, ya que su entrega está prevista para dentro de unos meses, después del verano.

En su silueta, destaca su imponente proa, de diseño invertido, como colofón de un casco completa y minuciosamente optimizado para la navegación y su cometido en el caladero.

En él sobresalen también una serie de importantes cuestiones por las que la casa armadora tiene especial sensibilidad y preocupación, algunas de ellas ya probadas y testadas en el *Falcon*, buque congelador entregado por Nodosa al mismo armador hace año y medio, con excelentes resultados en sus campañas de pesca. Se trata de mejoras orientadas sobre todo a lograr la mayor eficiencia energética, al respeto por el medioambiente, la seguridad, comodidad y descansos de la tripulación a bordo, y la calidad del producto final.

Estado actual de otros proyectos

A la botadura del *Prion* le seguirá la del *Argos Berbés* en unas semanas. Se trata del



buque cuya armadora está participada por el Grupo Pereira, de similares características y operatividad que el anterior, y que a finales de año será entregado para trabajar en el mimo caladero, donde, sin duda, serán dos de sus mejores exponentes.

Mientras tanto, del *Voyager*, el también arrastrero de última generación que Nodosa ha firmado para Nueva Zelanda, ha empezado ya a cortarse el acero en sus factorías. Este buque, como todos los demás y como sello de identidad del astillero, ha sido personalizado hasta el último detalle de acorde a las necesidades y exigencias del armador, y pronto empezará a poder verse algunos bloques de su estructura en las naves de producción del astillero.

En lo que respecta a su división de reparación y conversión de buques, a la que Nodosa presta tanta atención, tras el alargamiento del *Eirado Do Costal*, Nodosa se encuentra inmersa en varias modernizaciones de otros arrastreros y también de atuneros, aunque en sus muelles y gradas, es fácil encontrarse también con dragas, remolcadores, mercantes, e incluso, buques escuela.

Salvamento Marítimo adjudica la construcción de cuatro nuevas embarcaciones de intervención rápida

Salvamento Marítimo, sociedad dependiente del Ministerio de Transportes y Movilidad Sostenible a través de la Dirección General de Marina Mercante, ha adjudicado la construcción de cuatro nuevas embarcaciones de intervención rápida tipo Salvamar.

El importe del contrato, adjudicado a Astilleros Armón, es de 11,39 M€.



La incorporación de estas cuatro Salvamares a la flota de Salvamento Marítimo se enmarca en el Plan Anual de Actuación 2024 y permitirá sustituir aquellas de mayor antigüedad dentro de la flota, aunque su destino geográfico definitivo no está aún determinado.

Las Salvamares son embarcaciones de alta velocidad, gran maniobrabilidad y poco calado, apropiadas para actuar en circunstancias en que la rapidez de respuesta juega un papel fundamental.

Este tipo de unidades participa en la mayoría de las emergencias atendidas por el servicio de Salvamento Marítimo, gracias a su rápida respuesta y versatilidad, ya sea resolviendo directamente la emergencia o como apoyo a otros medios de intervención.

Características técnicas

Las embarcaciones contarán con una eslora de entre 20 y 22 metros y alcanzarán velocidades de 38 nudos.

Construidas en aluminio y con borda baja son adecuadas para rescatar naufragos del agua, además de dar remolques y asistencias.

Eslora total	Entre 20 y 22 m
Manga total	5 - 6 metros
Potencia	2 x 1400 cv
Calado máximo	1 m
Velocidad	38 nudos
Tiro	> 6t
Autonomía	400 millas

Windar Renovables y Navantia Seanergies completan su primer contrato de monopiles para el parque eólico marino Moray West



La fábrica de monopiles del astillero de Navantia Seanergies en Fene (A Coruña), construida por ambas empresas y dotada de importantes medios de producción específicos, ha completado su primer contrato de monopiles XXL para parques eólicos marinos (offshore).

En total 14 monopiles, que tienen una longitud aproximada de 90 m, un diámetro máximo de 10 y un peso de hasta 2.000 toneladas.

Los monopiles, contruidos en la fábrica por Navantia Seanergies y Windar Renovables para Ocean Winds, ya se encuentran en Escocia, de manera que el astillero ha demostrado su capacidad para construir este producto, actualmente con mayor cuota de mercado entre las cimentaciones fijas.

A los 14 monopiles fabricados para Moray West, le seguirán otros tres proyectos que Navantia Seanergies y Windar Renovables tienen ya contratados y que garantizan plena ocupación en la fábrica de monopiles durante los próximos dos años.

Moray West, el parque al que van destinados los monopiles, está siendo desarrollado por Ocean Winds en el área occidental de la zona eólica marina de Moray Firth y tendrá una capacidad de generación de 882 MW.

Paralelamente, en el centro de producción de Fene se están fabricando las primeras secciones de las 62 jackets para aerogeneradores que se instalarán en el parque eólico marino de Dieppe Le Tréport, en Francia, también para Ocean Winds.

Gondán construirá para Bibby Marine el primer eSOV con cero emisiones del mundo



Gondan Shipbuilders, acaba de anunciar un nuevo hito en su compromiso con la innovación marítima sostenible. La empresa ha sido seleccionada por Bibby Marine para construir el primer buque eléctrico de apoyo (eSOV) del mundo con cero emisiones, diseñado para operaciones en el sector eólico marino.

Este buque pionero, cuya entrega está prevista para 2026, representa una progresión natural en la trayectoria de Gondán, tras una dilatada experiencia en la construcción de buques de operaciones de servicio (CSOV) de bajas emisiones de carbono y ahora avanzando hacia una variante de cero emisiones.

El eSOV estará equipado con un avanzado sistema de baterías y motores adaptados para el uso de metanol como combustible, que garantizan un funcionamiento sin emisiones. Con instalaciones de carga de alto voltaje en alta mar, el buque puede funcionar únicamente con baterías durante más de

16 horas entre carga y carga. Con ello, establece un nuevo estándar de eficiencia y responsabilidad medioambiental en el sector, subrayando la dedicación de Gondan Shipbuilders a la innovación y nuestro compromiso de apoyar la transición de la industria marítima hacia un futuro más sostenible.

Gondan Shipbuilders está experimentando actualmente un período de importante crecimiento y expansión gracias a las recientes mejoras de sus instalaciones, que ha aumentado su capacidad, permitiéndoles asumir, con confianza, nuevos y desafiantes proyectos. Entre su cartera de proyectos se encuentra la construcción de tres buques de apoyo a plataformas eólicas, los restantes para completar la serie de seis buques encargados por la compañía noruega Edda Wind; un buque para el apoyo y mantenimiento de faros y boyas en Escocia; un buque no tripulado para misiones de mantenimiento e inspección submarina para Noruega y varios ferries totalmente eléctricos para Portugal.

Fincantieri pone a flote el *Norwegian Aqua*

El astillero italiano Fincantieri ha celebrado la flotadura del nuevo buque de Norwegian Cruise Line en sus instalaciones de Marghera.

El nuevo crucero, bautizado como *Norwegian Aqua*, pertenece a la clase Prima de la naviera. Fue por 2017 cuando Norwegian Cruise Line anunció su nueva generación de seis nuevos buques que se entregarían entre 2022 y 2027. El primer buque de la serie, el *Norwegian Prima*, comenzó a operar en el verano de 2022. El *Norwegian Viva*, comenzó a operar en 2023.

El *Norwegian Aqua* será el mayor de la clase Prima hasta la fecha (ofrecerá un 10% más de espacio para cruceristas). Tiene 156.300 gt y 322 m de eslora. La ampliación de espacio a bordo permitirá ofrecer a los turistas más oferta de entretenimiento como una montaña rusa y un tobogán acuático, el

Aqua Slidecoaster, un nuevo complejo deportivo digital con suelo interactivo LED, el Glow Court, el paseo marítimo al aire libre de 360 grados más grande de la oferta de esta naviera, denominado Ocean Boulevard.

Realizará su viaje inaugural en abril de 2025 en el Caribe, haciendo escalas en Puerto Plata, República Dominicana, Tortola, las Islas Vírgenes Británicas, Santo Tomás, las Islas Vírgenes de EE. UU.; Cayo Stirrup Grande (una pequeña isla propiedad de Norwegian Cruise Line, que forma parte de las Islas Berry en las Bahamas).

Posteriormente, el buque realizará viajes de siete días desde Bermudas hasta Nueva York desde agosto de 2025 hasta octubre. También navegará realizando itinerarios de cinco y siete días por el Caribe Oriental desde Miami (Florida) hasta abril de 2026.



Schottel propulsará el nuevo remolcador eléctrico para el puerto de Guangzhou

Schottel equipará el último remolcador eléctrico del grupo portuario de Guangzhou con dos remolcadores eléctricos equipados con dos hélices timón tipo SRP 360 en la variante LE-Drive (“L-Drive incorporado”).

El nuevo remolcador portuario tiene una eslora de aproximadamente 37,9 metros y una manga de 10,5 metros, y se utilizará principalmente para asistencia, escolta y remolque en el puerto de Guangzhou, China.

Cada SRP tiene una potencia de entrada de 1,500 kW y un diámetro de hélice de 2,2 m. El propulsor combina una máxima maniobrabilidad y fuerza de tiro con una eficiencia excepcional durante la navegación libre, proporcionando un empuje potente en cualquier dirección elegida en todo momento. El L-Drive, respetuoso con el medio ambiente, encaja perfectamente en el moderno concepto de propulsión del remolcador eléctrico. Menos piezas mecánicas garantizan una menor pérdida mecánica y menores costos de mantenimiento.

La variante de L-Drive reduce la altura de instalación de los propulsores. Esto proporciona una serie de ventajas clave, especialmente en lo que respecta a embarcaciones



más pequeñas como los remolcadores, donde el espacio siempre es un problema. Para garantizar la disponibilidad operativa de los propulsores, Schottel garantiza la disponibilidad a largo plazo de repuestos y proporciona a sus clientes una densa red global de filiales que ofrecen soporte de servicio cuando y donde sea necesario.

Este nuevo remolcador ha sido diseñado por Guangzhou Marine Engineering Corporation y será construido por el astillero Lianyungang Hongyun Co., con amplia experiencia en la construcción de remolcadores eléctricos.

La embarcación será entregada a la división de operación de remolcadores del grupo portuario de Guangzhou, el mayor armador de remolcadores en el sur de China.

La compañía actualmente tiene más de 20 remolcadores con sistemas de propulsión Schottel en operación o en construcción.

Una vez completado, la Sociedad de Clasificación de China (CCS) iniciará los procedimientos para certificar el remolcador con calificaciones N y E i-Ship, clasificándolo como una embarcación con un sistema de navegación inteligente y un sistema de gestión de eficiencia energética inteligente.

Hurtigruten anuncia las transformaciones ecológicas en su flota para 2024



Credit VARD Design

Hurtigruten, la empresa pionera en cruces de expedición con 130 años de historia, anuncia una serie de transformaciones ecológicas y la construcción de su primer buque de emisiones cero, estableciendo un nuevo estándar de sostenibilidad marítima.

Tres de sus buques operarán con energía eléctrica híbrida y toda la flota será más eficiente desde el punto de vista energético, reduciendo las emisiones de CO₂ en un 25% y las de NOx en un 80%. Los viajeros podrán disfrutar de una experiencia más ecológica y silenciosa a bordo de *The Original Norwegian Coastal Express*, con la incorporación de nueva tecnología híbrida eléctrica, biocombustibles certificados procedentes de fuentes sostenibles autorizadas, eliminación del plástico de un solo uso mediante alternativas biodegradables o duraderas de alta calidad, y sistemas de tratamientos de aguas residuales de última generación para

minimizar las emisiones al mar. Además, los nuevos cascos aerodinámicos optimizan la inercia y reducen la resistencia al navegar, y la conectividad a tierra en todos los buques reduce las emisiones cuando están atracados en el puerto.

Su primer buque de emisiones cero será bautizado como *Sea Zero*. El diseño conceptual del *Sea Zero* incluye tecnologías avanzadas y sostenibles, como velas eólicas y solares con tres alas autónomas retráctiles y paneles solares que cubrirán una superficie total de más 4.000 m², aprovechando la energía del Sol de medianoche del norte de Noruega. Un sistema de baterías de 60 MWh de potencia almacenará la energía renovable de las velas o de los puertos para cargarse, con indicadores visibles del nivel de carga. Además, el buque estará equipado con un puente guiado por IA, reduciendo el tamaño del puente y ofreciendo a los



Credit VARD Design

viajeros más espacio y zonas de visión en las cubiertas superiores. Finalmente, dos propulsores situados en la popa se retraerán hacia el interior del casco cuando no se necesiten, aumentando la aerodinámica del buque.

La fase de investigación y desarrollo del proyecto Sea Zero tendrá su fin el próximo año de 2025, mejorando y probando nuevas tecnologías prometedoras, para luego avanzar a la fase de nueva construcción con el objetivo de presentar el buque en 2030.

TSI seleccionada como consultora de ruido y vibraciones para el programa FSS de Navantia

Técnicas y servicios de ingeniería (TSI) ha sido seleccionada como Consultora de Ruido y Vibraciones durante los procesos de diseño y construcción de los tres buques del Programa de Apoyo Sólido a la Flota (FSS) para la Royal Fleet Auxiliary de Reino Unido.

El Ministerio de Defensa del Reino Unido ha adjudicado el programa a Team Resolu-

te, un consorcio formado por BMT, Harland & Wolff y Navantia y liderado por Navantia UK. El programa, valorado en 1.600 M£ (1.800 M€), se centra en la transferencia de conocimientos y tecnología para impulsar la capacidad de construcción naval del Reino Unido.

Los buques se construirán entre los astilleros Harland & Wolff de Belfast (Irlanda del



Norte) y Appledore, y el astillero de Navantia en Puerto Real, (Cádiz, España). La integración de todos los bloques y sistemas del buque se realizará íntegramente en Belfast. El inicio de la construcción está previsto para 2025 y la fecha de finalización, en la que los buques deben estar operativos, se ha fijado para 2032. Se prevén más de 14 millones de horas de trabajo entre España y Reino Unido.

El contrato busca optimizar la gestión integral del ruido y vibraciones, que repercuten directamente en la integridad de las plataformas y la protección de la salud de la tripulación. Los buques deberán cumplir con la restrictiva Notación de Clase de Confort CEPAC 1- Crew and Embarked Personnel Comfort- de Lloyd Register of Shipping.

La adjudicación es un hito importante y promete una revolución en la forma de enfocar la gestión integral del ruido y las vibraciones. La participación de TSI en el programa garantizará que los niveles de ruido y vibraciones dentro de los buques del SFS se reduzcan lo máximo posible, mejorando el confort y la seguridad de los operadores de la RFA y la Royal Navy, así como su capacidad para operar con eficacia. La reducción

del ruido también ayudará a proteger los organismos marinos, contribuyendo a las credenciales medioambientales de los buques. TSI trabajará con BMT, el agente de diseño del SFS en el Reino Unido, aportando al diseño británico una experiencia de primer orden en beneficio de los operadores.

La función de TSI como consultor en materia de ruido y vibraciones dentro de este proyecto, será la aplicación adecuada de la metodología propia de “Gestión integral del ruido y vibraciones”, basada en más de 40 años de experiencia en el diseño de “buques silenciosos”.

La contratación incluye, entre otras, actividades enfocadas al control de las fuentes de ruido y vibraciones desde un punto de vista acústico y dinámico, actividades de simulación para estimar los niveles de ruido y vibraciones esperados en los diferentes espacios del buque, recomendaciones para cumplir con la Notación de Clase CEPAS1 y definición de los correspondientes ensayos de validación: FAT- Pruebas de Aceptación en Fábrica- y Pruebas de Mar. TSI cuenta con la certificación ISO 9001:2015 por DNV con acreditación por UKAS, el Organismo Nacional de Acreditación del Reino Unido.

España pondrá en marcha una línea de ayudas al sector transformador pesquero y acuícola dotado con 40 M€

El Gobierno de España pondrá en marcha una nueva línea de ayudas al sector transformador, pesquero y acuícola, tras recibir la autorización de la Comisión Europea (CE) para su puesta en marcha. El plan tendrá un presupuesto de 40 M€ en subvenciones, con cargo al Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR).

La puesta en marcha de este plan es compatible con el mercado interior, de conformidad con el artículo 107 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea (TFUE), y, por lo tanto, autoriza al Estado español el régimen de ayudas al sector de la transformación de productos de la pesca y la acuicultura, que había quedado excluido de la normativa comunitaria reguladora de los planes de recuperación. La Comisión Europea avala la inclusión de este sector en la recepción de

estas ayudas, demandada por los ministerios de Agricultura, Pesca y Alimentación y de Industria y Turismo, y que favorecerá la transformación, la sostenibilidad y la modernización de los procesos productivos en la industria pesquera.

En su comunicación, la Comisión detalla que será el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación la autoridad competente en el desarrollo de la convocatoria y gestión de las ayudas. Esta línea de ayudas, que se enmarca dentro del PERTE Agroalimentario, tiene una gran importancia para España, que es el primer productor de conservas de pescado y marisco de la Unión Europea (UE) y el segundo mundial, con 305.404 toneladas estimadas en el año 2021, valoradas en 1.744 M€. Estos productos se vendieron a 145 países, con una facturación de más de



1.200 M€. Esta actividad genera unos 26.000 empleos directos en España y representa el 5,5 % de la industria alimentaria española.

Esta decisión habilita a la convocatoria de ayudas para impulsar la transformación verde del sector de la transformación de los productos de la pesca y la acuicultura, en línea con el objetivo fijado en el Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR) para España. Para alcanzar este objetivo, la medida fomenta la modernización del sector para aumentar el valor añadido de los productos, haciéndolo así más resiliente a los retos actuales y futuros.

Ayudas de hasta 2.500.000 €

La medida está abierta a empresas de todos los tamaños, legalmente establecidas y debidamente registradas en España, que operen en el sector de la transformación de productos de la pesca y la acuicultura. El importe total de la ayuda, por empresa y año, no podrá exceder de 2,5 millones de euros. Serán subvencionables los proyectos de apoyo a las inversiones en la transformación de los productos de la pesca y de la acuicultura, con una intensidad máxima de la ayu-

da del 50 % de los costes subvencionables, cuando tengan por objeto la financiación de medidas. Éstas deben estar orientadas a la consecución de los siguientes objetivos:

- contribuir al ahorro de energía o a la reducción del impacto en el medioambiente, incluido el tratamiento de residuos;
- mejorar la seguridad, la higiene, la salud y las condiciones de trabajo;
- apoyar la transformación de las capturas de pescado comercial que no puedan destinarse al consumo humano;
- se refieran a la transformación de subproductos resultantes de las principales actividades de transformación;
- se refieran a la transformación de productos de la acuicultura ecológica con arreglo a los artículos 7 y 8 del Reglamento (UE) 2018/848;
- o dar lugar a productos nuevos o mejorados, procesos nuevos o mejorados, o sistemas de gestión y organización nuevos o mejorados.

El Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación va a iniciar la tramitación de la normativa reguladora para poder implementar esta medida de apoyo al sector de la transformación de productos pesqueros y acuícolas.

Boluda Lines lanza una nueva ruta entre España, Reino Unido y Países Bajos

Boluda Lines inició a principios de abril un nuevo servicio de transporte marítimo de contenedores de corta distancia entre Santander, Tilbury y Rotterdam. Esta ruta ofrecerá una alternativa muy competitiva frente al transporte por carretera y ferry, para el transporte de cargas contenerizadas, con

una mayor fiabilidad y una reducción sustancial de las emisiones de CO₂ por tonelada/milla.

La línea estará operada por un moderno buque feeder con una capacidad nominal de 800 teu, que zarpará semanalmente de



la terminal de contenedores de Santander. El tiempo de tránsito será de 3 días hasta la London Container Terminal del puerto de Tilbury y de 2 días más hasta el puerto de Rotterdam.

Boluda Maritime Terminals Santander, una nueva terminal con una ubicación geográfica ideal para ofrecer enlaces con las Islas Británicas y el Norte de Europa, se ha convertido en poco tiempo en una base de ope-

raciones muy competitiva frente a otros puertos locales. La terminal cántabra fue inaugurada por Boluda en abril de 2023, con una inversión cercana a los 40 M€ y con la nueva ampliación que se está llevando a cabo este año, tendrá capacidad para manipular más de 250.000 teu al año.

La nueva línea viene a sumarse a la que ya funciona a pleno rendimiento desde el pasado mes de septiembre que conecta los puertos de Santander y Vilagarcía, Leixoes, Setúbal, Cádiz y Canarias con los puertos de Liverpool y Dublín.

El potencial operativo y de penetración en el mercado de Boluda Shipping se maximiza con los actuales tres servicios ferroviarios desde Santander hacia Madrid, Barcelona, Valencia y Cádiz, a los que se unirán tres servicios adicionales con la apertura de esta nueva línea comercial.

El puerto de Cádiz dispondrá de conexión eléctrica a cruceros en septiembre de este año

La conexión eléctrica de los cruceros será posible por primera vez en España, concretamente en el puerto de Cádiz en septiembre de este año, de la mano de Endesa X, a través del sistema OPS (On-shore Power Supply), destinado a la conexión de los buques a la red eléctrica terrestre durante su estancia en el puerto. Entre las últimas ac-

tuaciones en materia de sostenibilidad ambiental, este puerto ha instalado pantallas antipolución de Cabezuela, ha implantado sistemas de control de emisiones, ha puesto en marcha hasta tres plantas de energía fotovoltaicas y un ecoaparcamiento con GNL, entre otras, y actualmente está en proceso la certificación ambiental. Además,



el puerto llevó a cabo a principios de año su primer suministro de GNL a un crucero. La conexión a tierra se instalará en el muelle Alfonso XIII, en la dársena comercial de la capital. Conlleva una inversión de 6,75 M€ por parte de Endesa y de 1,5 M€ por parte de la Autoridad Portuaria en esta primera fase.

El sistema propuesto por Endesa X consiste en la conexión de los buques a la red eléctrica terrestre durante su estancia en puerto, de forma que los motores auxiliares que utilizan para mantener el funcionamiento de sus bombas de trasiego, sistemas de refrigeración, iluminación, equipos de emergencia, etc., puedan mantenerse apagados durante todo el tiempo que el buque permanece atracado para la carga y descarga de mercancías o personas. De acuerdo con cálculos elaborados por Puertos del Estado, la reducción de emisiones que se consigue tras sustituir la generación eléctrica a bordo, producida mediante la quema de combustible, por la conexión del propio buque a la red es drástica: un 96% de NOx, un 8% de SOx, un 94% de partículas y un 64% de CO₂. En el

caso concreto de este proyecto la reducción se incrementará aún más, ya que Endesa X suministrará a los buques energía eléctrica con certificado de origen renovable.

Para ello, Endesa X instalará una estación OPS modular de 16 MW que transformará la tensión y frecuencia de la red para adaptarla a las necesidades del buque. Estos equipos se montarán en el interior de contenedores lo que permitirá agilizar su instalación y ocupar menos espacio. Asimismo, la estación OPS contará también con un equipo de conexión al buque, un dispositivo móvil con un brazo articulado, similar a una grúa, que permitirá conectar el cable al barco de forma rápida y segura. Durante la primera fase el sistema OPS estará preparado para alimentar a un solo buque de hasta 16 MVA. A futuro, debido a su carácter modular, será posible alimentar a otros barcos de forma simultánea en el mismo muelle Alfonso XIII y en el muelle Ciudad.

A futuro, se plantea también la electrificación de la nueva terminal de contenedores y Cabezuela-Puerto Real.

El PERTE Naval aprueba el proyecto tractor liderado por Soermar y los clústeres autonómicos

El Ministerio de Industria y Turismo, tras más de un año desde la presentación de la solicitud y un proceso arduo, cargado de trabajo administrativo, a última hora de ayer publicó la resolución definitiva del PERTE del Ecosistema Naval, en la que propone una subvención a fondo perdido de 7.475.177,10 € euros para el proyecto tractor TECNAVAL 2025, liderado por SOERMAR y los clústeres autonómicos ACLUNAGA, ASIME, Balearic Marine Clúster, Clúster MarCA y Foro Marítimo Vasco.

TECNAVAL 2025 es un proyecto tractor que facilita el acceso de las pymes a los proyectos Estratégicos del Plan de Recuperación del Tejido Empresarial (PERTE).

Está integrado por 8 proyectos primarios centrados en diversificación, digitalización y sostenibilidad y en él participan 22 empresas y 10 comunidades autónomas. Las empresas han trabajado muy intensamente en

poner en marcha estos proyectos, y, por fin, se ha publicado la resolución de concesión, consiguiéndose un volumen de subvención del 58,41%. Tras un primer análisis de los resultados publicados por el Ministerio, podemos manifestar que, de los 190 millones de euros disponibles para aplicar en el PERTE Naval, finalmente solo se han asignado 81 millones, con un nivel medio de subvención sobre presupuesto financiable del 51,18%.

La subvención concedida a los 17 astilleros privados que participan en la convocatoria del PERTE Naval asciende a 22.178.042 € frente a los 8.777.861 € concedidos al único astillero público que participa. Esto significa unos fondos asignados por parte de la Administración de un total de 30.955.904 €.

Hay que destacar los 49.801.061 € otorgados a la industria naval complementaria, que representan más del 50% de los fondos asignados.

TÍTULO DEL PROYECTO TRACTOR	PRESUPUESTO FINANCIABLE (EUROS)	SUBVENCIÓN MÁXIMA (EUROS)	% DE SUBVENCIÓN RESPECTO AL PRESUPUESTO FINANCIABLE
INNODIS: DESARROLLO DE UN ECOSISTEMA INDUSTRIAL INNOVADOR PARA UN SECTOR NAVAL COMPETITIVO, DIVERSIFICADO Y SOSTENIBLE	121.010.250,00 €	57.976.596,80 €	47,91%
ECONAVAL. ADAPTACIÓN CIENTÍFICO TECNOLÓGICA DE LA CADENA DE VALOR DEL SECTOR NAVAL PARA UNA TRANSICIÓN SOSTENIBLE, ECOLÓGICA Y DIGITAL	14.086.224,00 €	8.497.625,30 €	60,33%
SAIL2FUTURE: ENERGÍAS RENOVABLES MARINAS PARA UN TRANSPORTE MARÍTIMO MÁS ESPECIALIZADO, EFICIENTE Y SOSTENIBLE	10.423.455,85 €	7.073.973,20 €	67,87%
TECNAVAL 2025: PROYECTO INTEGRADOR DEL TEJIDO INDUSTRIAL NAVAL PARA ALCANZAR LA DIVERSIFICACIÓN, LA DIGITALIZACIÓN Y LA SOSTENIBILIDAD A TRAVÉS DE LA TECNOLOGÍA	12.796.902,53 €	7.475.177,10 €	58,41%
TOTAL CONVOCATORIA	158.316.832,38 €	81.023.372,40 €	51,18%

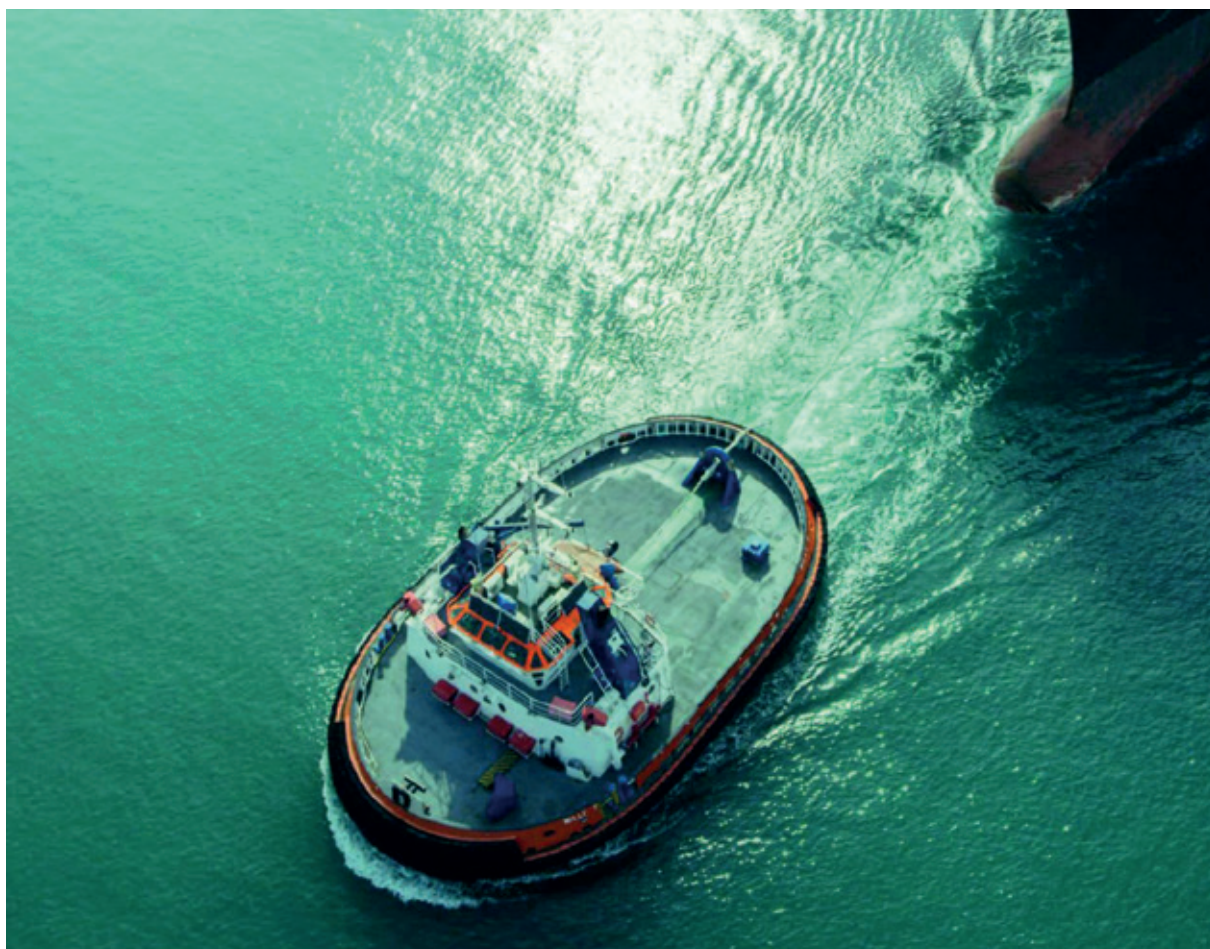
Remolques Unidos compra Reyser Santander

Remolques Unidos (RUSA), parte del Grupo Pérez y Cía., refuerza su presencia en el puerto de Santander con la adquisición de Remolques y Servicios Santander (“REYSER Santander”), incluyendo en esta operación la compra de los remolcadores Clara G y El Península, los cuales pronto cambiarán de nombre para estar en línea con el resto de su flota.

Después de 62 años dando servicio de remolque en el puerto de Santander, la compañía RUSA consolida su presencia en el puerto de Santander con la adquisición REYSER Santander. Esta adquisición representa

un hito significativo en la expansión de los servicios portuarios del Grupo y demuestra su compromiso con el crecimiento sostenible del puerto y su entorno.

La compra REYSER Santander por parte de RUSA representa un paso importante en el crecimiento y desarrollo sostenible del puerto de Santander, el cual se encuentra envuelto en un proceso de transformación y crecimiento. “Esta adquisición nos va a permitir acompañar al Puerto de Santander en su estrategia de crecimiento, proporcionándole mejor servicio y mayor seguridad en la bahía”, afirma Gonzalo Pérez-Maura.



Ponen en marcha el primer Centro de Investigación y Desarrollo del sector náutico en España

La viguesa Amura pone en marcha el primer Centro privado de Investigación y Desarrollo dedicado a esta industria en España en el que se construirá un prototipo de embarcación íntegramente en lino

La empresa viguesa Amura ha puesto en marcha el primer Centro de Investigación y Desarrollo del sector náutico en España, de iniciativa privada, situando a Vigo como un referente de la industria náutica a nivel internacional. Uno de los principales proyectos en los que trabaja el centro de investigación de Amura es el proyecto Biostruct, financiado por el programa Horizonte Europa con una dotación de 8 M€. Biostruct arrancó este 2024 y se propone desarrollar tecnologías avanzadas para la fabricación de piezas en composites a partir de biomateriales. Su objetivo principal es resolver los desafíos técnicos asociados al actual uso de biocomposites en aplicaciones estructurales, un avance que promete revolucionar la construcción industrial de embarcaciones ya que permitirá que “cualquier ingeniero del mundo, con la ayuda de un software, pueda hacer sus cálculos estructurales para la construcción industrial de embarcaciones con materiales sostenibles”, explica el director de Operaciones de Amura, Enrique J. Rodríguez.

Para obtener los datos necesarios para la fabricación de estructuras con biomateriales, el proyecto Biostruct desarrollará una pala de rotor para plantas de energía eóli-



ca y un barco completamente fabricado en Vigo por Amura, utilizando fibras naturales y bioresinas. Este prototipo, de 6 metros de eslora y construido íntegramente en lino, estará equipado con sensores para recopilar información sobre el comportamiento de la estructura en condiciones reales de navegación en la ría de Vigo, que luego serán utilizados para validar los resultados de simulación.

Hasta la fecha, la simulación del comportamiento de estas estructuras ha sido un obstáculo debido a los numerosos problemas técnicos y la falta de datos para garantizar su viabilidad.

El proyecto Biostruct fomentará el uso de biocomposites en aplicaciones estructurales de forma que se reduciría notablemente el empleo de fibra de carbono y de vidrio, materiales de los que Europa tienen un gran dependencia ya que el 80 por ciento procede de terceros países y la mitad del 20 por ciento restante se construye bajo licencias extranjeras. El consorcio BioStruct, compuesto por diez organizaciones europeas, fue lanzado en un evento inaugural celebrado en la ciudad austriaca de Steyr. Esta asociación público-privada europea está integrada por diez organizaciones: Profactor (Austria), Abele Ingenieure (Alemania),

Amura (España), Bladeworks (Italia), cidetec (España), Enginsoft (Italia), Ideko (España), Lumosbribe (Chipre), NOMA Resins (Polonia) y Techtera (Francia).

Con el crecimiento proyectado del mercado de biocompuestos, el consorcio prevé un mercado potencial de alrededor de 100 M€ para 2030, lo que contribuirá significativamente a una reducción estimada de las emi-

siones de gases de efecto invernadero de entre 2,5 a 4,3 Mt de CO₂ por año. BioStruct, cofinanciado por la Unión Europea a través del programa Horizonte Europa, tiene prevista su finalización para diciembre de 2026. Este ambicioso proyecto no solo impulsa la innovación en la industria náutica, sino que también demuestra el compromiso de Europa con la sostenibilidad ambiental y el desarrollo tecnológico de vanguardia.

ANAVE presenta una nueva edición de su informe semestral sobre seguridad y medioambiente

La Asociación de Navieros Españoles (ANAVE) presentó, el pasado 22 de abril, en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Navales de Madrid, la edición más reciente de su informe “Novedades normativas sobre seguridad y medioambiente”. Dicho informe recopila las últimas modificaciones de la reglamentación marítima en el ámbito internacional, europeo y nacional.

La presentación tuvo lugar en formato mixto, tanto presencial como por videoconferencia. Contó con la presencia del director general de la Marina Mercante, Gustavo Santana; Ángela Pazó, subdirectora adjunta de Inspección Marítima de la Dirección General de la Marina Mercante; y Federico Navarro, jefe de servicio en esta Subdirección. Ana Núñez, subdirectora general de seguridad, contaminación e inspección marítima, se unió en la modalidad a distancia. También participaron más de cincuenta representantes de las empresas navieras asociadas, sociedades de clasificación y otras organizaciones del sector. Durante la presentación se

comentaron las novedades acordadas en la reunión de marzo del Comité de Protección del Medio Marino (MEPC 81) de la OMI, sobre las medidas a medio plazo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero; así como las últimas novedades del paquete legislativo Fit for 55 de la Unión Europea referentes a la Directiva que regula el régimen europeo de comercio de derechos de emisión (EU ETS) y de los reglamentos MRV y FuelEU Maritime. A continuación, se expusieron sendas presentaciones. La primera de ellas, sobre ‘Corredores Verdes Marítimos’, corrió a cargo de la sociedad de clasificación DNV. La segunda, de la consultora marítimo-portuaria, Siport 21, versó sobre ‘Entrenamiento Certificado de Capitanes y Oficiales de Puente’.

Esta edición de abril de 2024 del informe “Novedades normativas sobre seguridad y medioambiente”, en formato PDF, está a la venta para empresas no asociadas a ANAVE al precio de 95 euros + IVA. Se puede solicitar a: abasurko@anave.

Dos historias. Una actual. Otra del Pacífico



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 (AESA).

Académico de Número de la Real Academia de la mar.

Ex Presidente Comité Asuntos Marítimos IIE.

Introducción

Dos temas ocupan en este número de abril a la Coyuntura. El primero se refiere a la evolución nada positiva de la actividad industrial en los últimos años en España, con algunos datos económicos y sociales que ponen de relieve esta situación. Algo que de manera menos acusada sucede también, en menor medida en el promedio de la Unión Europea.

En lo que respecta a la industria de construcción naval civil en España, se observa claramente esa decadencia, que no depende de la capacidad de los astilleros que van quedando y que están llevando a cabo un importante esfuerzo tecnológico y comercial, sino de la falta de capacidad marítima del propio país para competir en el concierto internacional.

La segunda parte del artículo versa sobre unos episodios poco conocidos relativos a cómo el imperio japonés en la segunda parte del siglo XVI copió los proyectos y los modos de construcción de los buques españoles para poder emprender viajes transoceánicos, réplica de los que efectuaban los llamados “galeones de Manila”.

Estos hechos constituyeron un antecedente histórico de lo que sucedió en el siglo XX, cuando, posiblemente algunos de los lectores de esta Revista recuerden cuando los constructores japoneses venían a Europa con sus cámaras de fotos en ristre para obtener información de nuestra industria, y alimentar la suya que empezaba su rápido desarrollo. Después, ellos mismos, Corea del Sur y China ya no han tenido que venir a Europa...

España y la industria

Hace tiempo que la caída de la contribución del sector industrial a la economía española

se ha ido convirtiendo en crónica, a pesar de todos los mensajes que desde todas partes se han ido lanzando alertando que ese descenso, partiendo ya de una situación muy frágil históricamente, haría siempre extraordinariamente difícil revertir el sentido del camino.

No vamos a alargar el tiempo de referencia ni siquiera al siglo pasado, sino a unas fechas mucho más cercanas; precisamente al periodo que va desde la última recesión mundial que motivó que el crecimiento económico mundial se convirtiera en negativo, allá por el año 2009.

Todo el mundo coincide en que el empleo industrial y su crecimiento significan seguridades fundamentales para mantener o aumentar la resiliencia en el comportamiento de la economía de un país y aún más en épocas como la presente, en la que, al menos en la Unión Europea se han movilizado gran cantidad de fondos para que, en forma de ayudas económicas tanto directas como en forma de préstamos, los países miembros de la Unión pudieran acometer su recuperación social, económica, y sobre todo su situación competitiva en el mundo.

En los cuadros de datos que habitualmente ilustran cómo está el panorama general y como va variando en los países de un cierto rango en el mundo, vemos, ya desde hace tiempo, que las esperanzas de recuperar las cifras de crecimiento interrumpidas por la recesión, y luego maltratadas por la pandemia del Covid-19, se volvían cada vez más débiles, especialmente en los países más desarrollados.

Se ha añadido, en esta entrega de la “Coyuntura” un cuadro y unos datos, específicamente españoles, con alguna comparación, con referencias a la industria de construcción naval, que se pueden ver en la figura

que sigue, con el título: **Recorrido por la industria de la construcción naval en España. Algunos datos:**

	Entregas CGT x 1.000	Entregas A N.º Buques	Entregas B N.º Buques	Entregas C N.º Buques
2008	342,6	62	10	25
2009	286,9	50	4	19
2010	357,7	55	8	16
2011	317,6	43	3	10
2012	93,4	20	2	5
2013	168,7	32	2	2
2014	159,3	33	0	3
2015	34,7	25	2	4
2016	107,2	27	3	11
2017	447,8	32	6	12
2018	178	28	8	7
2019	206,5	33	11	10
2020	63,6	17	4	3
2021	181,8	17	4	3
2022	93,8	20	3	8
2023	106,2	20		8

N.º Buques A: N.º Buques entregados por los astilleros españoles que corresponden a las entregas totales primera Columna

N.º Buques B: N.º Buques entregados a armadores españoles, en todo el mundo

N.º Buques C: Buques construidos en los astilleros españoles

La diferencia entre A ≠ B+C corresponde a los buques no mercantes

Ref: Ministerio Industria, Anave

Se han utilizado los datos de Toneladas Brutas Compensadas CGT, por ser las que reflejan mejor el valor y el trabajo de las construcciones, aunque obedezcan a una modificación adoptada por la OCDE sobre las GT, en función del tipo de buque y la naturaleza y complejidad técnica de su construcción.

Se ve con claridad la línea descendiente, con algunas alteraciones, pero con un rumbo general de desplome, tanto en el tonelaje como en el número de buques entregados de la Columna A, que incluye tanto los de exportación como los nacionales.

La columna C, nos indica cuantas de estas entregas se han hecho a armadores nacionales, mientras la columna B indica los buques construidos en astilleros extranjeros

para armadores nacionales. Como aviso diremos que en la columna B sólo están contabilizados buques mercantes (ANAVE) y no hay pesqueros u otros tipos. Es por esto, que las diferencias entre A y C coincidirán con el número de barcos construidos en España para la exportación.

Es importante mencionar que en el año 2008 había en España 24 astilleros activos (privados y públicos) en España dedicados a la construcción naval no militar, y en 2023 solamente 16, todos ellos privados.

Paralelamente, y hablando del sector industrial español¹, si su peso en el empleo nacional en 2008 era ya sólo del 15,8 %, en 2023 ha caído hasta un 13,3 %; y el número de empresas industriales, desde 245 a 178 en el mismo periodo. Si hay algo verdaderamente valioso en la industria, es el crecimiento del valor añadido bruto, que nos da idea del aporte de contenido español a la producción industrial. Lamentablemente, este parámetro pasó de un 20,7 % en el año 2000, al 16,7 %, estimado para 2023. En el ámbito de la Unión Europea, estas cifras fueron respectivamente del 22,6 % al 20 %.

La caída en el número de astilleros, que se ha ido añadiendo a la que se produjo en la década de los años 80 con motivo de la reconversión de 1984, se debe principalmente a la salida de la construcción naval civil por parte de los astilleros públicos, que entregaron un último petrolero Suez-Max en el año 2019, lo que mermó la capacidad física de construcción naval española en un porcentaje muy sustancial. Otra cosa es saber cuanta de esta capacidad puede recuperar uso y empleo en el campo de la participación en la industria de la energía eólica marina, campo en el que sí se están construyendo principalmente torres de cimentación para aerogeneradores no flotantes, y algunas subestaciones eléctricas flotantes para parques eólicos marinos.

Tabla 0. Indicadores económicos

Países	PIB 2023 %	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
España	2	1,7	48,6	-3,5	110	2,9	11,6	3,2	0,92	1.695	1,4	2.064	4
Eurozona	0,1	0,8	448,4	-3,1	85	2,5	6,4	2,8	0,92	1.513	2,1	1.093	5
Francia	0,7	0,9	68,4	-4,6	111	2,7	7,5	2,8	0,92	1.402	2,2	3.137	4
Alemania	-0,2	0,3	84,7	-1,5	70	2,1	3,1	2,4	0,92	1.322	3,1	4.094	7
Italia	0,6	0,5	56	-5,3	151	1,9	7,2	3,6	0,92	1.657	1,4	2.233	5
Irlanda	0,5	3,2	5,3	-2,7	44	2,2	4,2	4	0,92	1.772	1,1	3.241	7
Noruega	0,5	1	5,7	12	37	2,6	3,9	3,6	10,8	1.424	2,1	5.847	7
Polonia	1	2,8	37,9	-5,2	49	4,1	5,4	5,6	3,98	2.023	1,5	2.430	7
R. Unido	-0,2	0,4	69,5	-4,2	107	2,6	3,9	4	0,79	1.676	2,9	5.460	5
Rusia	5,5	1,90	143,4	-1,7	17	6,5	8,5	13,4	92,9	1.874	nd	1.400	12
EE. UU.	3,1	1,8	341,4	-6,1	129	2,5	3,9	4,2	1	1.783	3,4	3.600	13
China	5,2	4,70	1,425,5	-4,4	72	1	5,3	2,2	7	2.174	2,4	1.820	8
Japón	1,2	1,3	126	-4,7	262,5	2,3	2,4	0,8	152	1.712	3,3	2.808	8
India	8,4	6,6	1.435,20	-5,3	84,2	4,8	8	7,1	83,3	2.117	nd	1.454	2
Corea Sur	2,2	2,3	51,5	-1,3	51,3	2,5	3,2	3,4	1.340	2.113	4,9	3.122	11

Fin marzo 2024

NOTAS: Pib 24: estimación. IPC: estimación. Desempleo: mes citado. Divisa: mes citado. Horas: mes citado. RD: 2022. Tasa int: Bonos gobierno a 10 años. Desempleo: % población activa. España no incluye parte Prop. Fijos discontinuos

CO₂ MUNDO: 4,6, 2022. Fuentes: The economist, banco Mundial, OCDE, salary experts OCDE STI**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	2424*
Tamaño medio en tpm x1.000		36	37	37	37	38	39	39	39	40*
Cartera mundial NC % Flota	17	17	11	10,3	8,8	10	10,8	10	12	12*
Tráf mar. Mund.Mt-milla	51.113	52.775	53.361	56.996	57.399	56.993	58.365	59.055	65.358	70.780*
Traf. Mar. Mundial Mt	10.023	10.295	10.716	11.019	11.071	10.648	11.063	12.119	12.410	12.906*
Cartera Mundial NC. Mcgt	110	89	83	85	82	8	24	120,9	126	131*
Entregas NNCC en Mcgt	39	37	35	33	35	30	45,3	34,2	35	36*
Peroleo Brent \$/barril	36,7	55,2	68,7	62,7	69,3	83,5	77,8	84,86	82,4	91
Comb Ifo-380 \$/t (Rott)	162	213	370	367	251	450	458	418	449	597
Comb MGO/VLSFO \$/t	335	383	593	544	567/502	687/580	697	535	640/582	610/616
Metanol \$/t Verde/gris									575	490
LNG \$/MMBTU. H.Hub	1,93	3	3,12	2,73	2,33	5,08	5,05	3	6	11
Acero plancha. \$/t (Ch)	420	460	580	600	580	850	750	905	900	820
PIB MUNDIAL 2023. Mill US\$	74.954	76.153	80.823	85.883	87.390	84.971	94.935	103.860	105.568	108.313
Emisiones CO ₂ % Total mund.					2,3	2,2	2,5	3	2,3	2,3

mar-24. Emisiones CO₂ del transporte marítimo totales en 2022: 855 millones de toneladas

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

Acero: ASTM A 131 Grade B 20/25 mm Asia. Comb: Ship & bunker.com marine methanol. (*) Estimación.

Fechas: Se entiende fin de año o de mes

La demanda del mercado de aerogeneradores irá disminuyendo en el grupo de los fijos y aumentando en el caso de los flotantes, y es en este segmento del mercado donde se requiere un gran astillero que pueda ofrecer

la posibilidad de “cerrar el círculo”, construyendo todo el conjunto de la instalación, plataformas offshore con los aerogeneradores, subestaciones flotantes, buques de apoyo para el conjunto del “parque eólico” y

Tabla 1. Precios de nuevas construcciones en MUS\$

	2019	2020	2021	2022	2023	2024
PETROLEROS						
VLCC (300.000 tpm)	92	86	109	121	124	129
Suezmax (150.000 tpm)	61	56	76	84	82	86
Aframax (110.000 tpm)	48	47	61	64	66	71
Panamax (70.000 tpm)	45	41	36	42,5	54	52
Handy (47.000 tpm)	36	34	33	33	52	48
GRANELEROS						
Capesize (170.000 tpm)	50	46,5	60	61	67	67
Kamsarmax* (82.000 tpm)	27	26	33	34	38	35
Handymax (60.000 tpm)	25	24	30	31	35	33
Handy (35.000 tpm)	23	23	28	28	32	29
PORTACONTENEDORES						
1000 teu	19	18,5	18,5	16,7	23	24
3500 teu	40	40	50	32	27	28
6700teu**	72	72	72	66	42	43
8800 teu***	89	88	95	81	86	110
13.000 teu****	109	108	140	112	126	141
20.000 teu	145	144	182	150	190/240**	240
GASEROS						
LNG 174.000 m ³ *)	186	186	208	260	260	260
LPG 82.000 m ³	71	71	82	76	69	124 #
CAR CARRIER						
3.500-4.000 / 6.500 ceu	59	59	67	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

LNG: antes 160.000 m³. (*) Antes 70.000 (**) Antes 6200. (***) Antes 8000. (****) Antes 12000. (Antes 20.000 teu)

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, Rearnleys O. Report, Clarkson, OCDE, ITF. Athenian R 11/2022 R.3/24

LPG #: LPG/amoniaco

(**) Metanol. mar-24

transporte de palas, etc. **En cualquier caso, y como se ha mencionado en estas páginas en entregas anteriores y considerando los escenarios geopolíticos actuales en el mundo, el vital asunto de la “soberanía estratégica” sigue siendo una asignatura pendiente en Europa.**

España, Japón y el comercio oceánico. El Shogun y la construcción naval

El Rey Felipe II reconoció en el año 1595 a Manila como la “Cabeza” de Filipinas, que había sido tomada por los españoles en

1570, cuando estaba bajo la autoridad del sultán Solimán. El lugar había sido recomendado por los comerciantes españoles que viajaban y mercadeaban en la zona. Los mercaderes chinos, que eran entonces numerosos en lo que hoy conocemos por “Mar de la China Meridional” y conocían la existencia del archipiélago y sus islas, con las que comerciaban, ofrecieron una historia diferente que, por lo curiosa y pintoresca, vemos a reproducir aquí:

Cuando los comerciantes chinos se percataron de que los musulmanes que habitaban

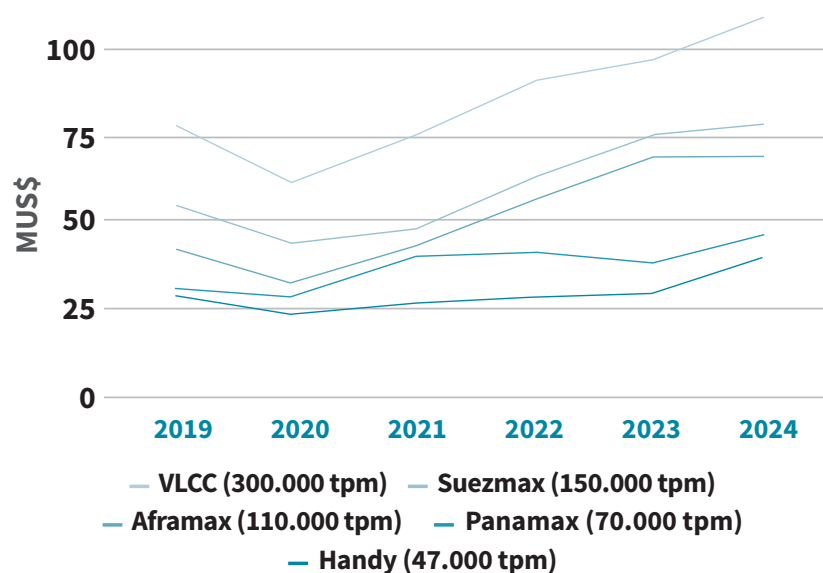


figura 1a.

Precios petroleros segunda mano

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, Clarkson, OCDE, ITF, Fearnleys O. Report Athenian R 11/2022 R 5/23 (***) Metanol mar-24

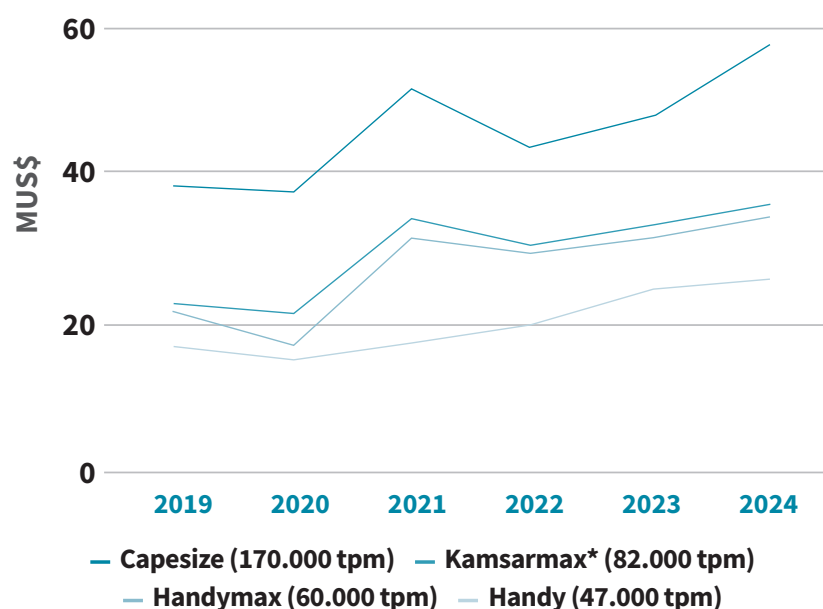


figura 1b.

Precios graneleros segunda mano

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, Clarkson, OCDE, ITF, Fearnleys O. Report Athenian R 11/2022 R 5/23 (***) Metanol mar-24

Mes	ene	feb	mar	TOTAL
Petroleros	30	29	23	82
graneleros	46	65	61	172
gaseros	4	2	2	8
Contenedor	5	9	8	22
Multi pp	0	1	0	1
Frigo	0	0	0	0
Ro-ro	2	8	7	17
Ferry	0	0	0	0
Cruceros	2	1	0	3
Totales	89	115	101	305

Buques hasta: Sólo 2024. NOTA: Cifras, n.º buques al final de cada mes. Se excluyen ventas por desguace Fuentes: Athenian SB

figura 1c.

Mercado de compra/venta de buques

Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, Fearnleys O. Report, Clarkson, OCDE, ITF, Athenian R 5/23 feb-24

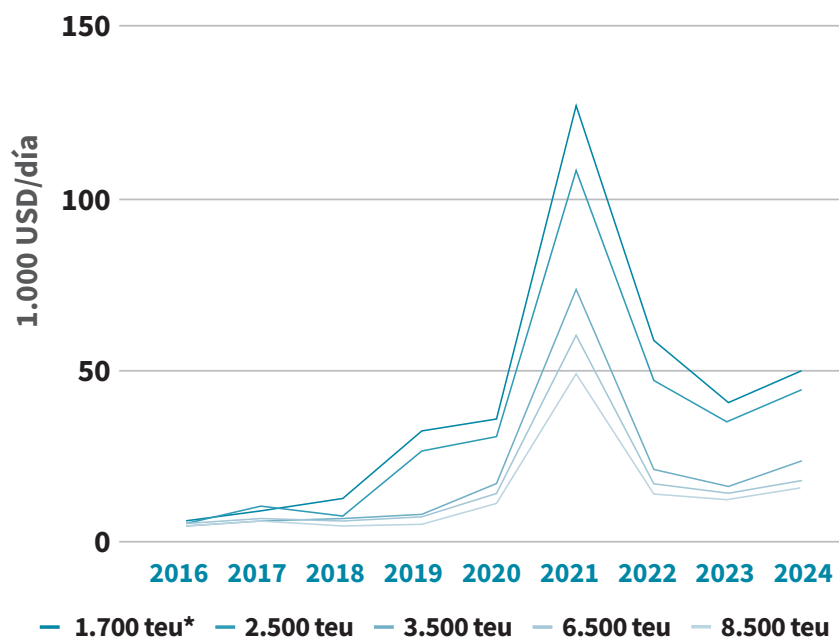


figura 2.
Portacontenedores.
T/C a 1 año
en 1.000 USD

Fuente: Harper Petersen
mar-24



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

Tipo	1 / 2 Año		1 Año		2 Años	
	Atlant	Pacific	Atlant	Pacific	Atlan	Pacific
Capesize	31	31	29,5	29,5	26	26
Pan/kmax	20,8	18	18,7	17,5	15,5	15
Sup/Ultra max	16	16	15,5	15,2	14,2	14,2
Handy	13	14,25	13,2	14,2	12	12,7
Fin febrero 2024						
Capesize	25,5	25,5	25,2	25,2	23,5	23,5
Pan/kmax	20,8	17,8	19	17,8	16,5	16
Sup/Ultramax	16,2	16,2	16,8	15,2	15	14,2
Handy	13,8	15	14,2	14	12,5	12,5
Fin marzo 2024						

Fuentes: Alibra SL, At. Sbrokers, Elab Propia

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

Tipo	Spot	1 Año	3 Años	5 Años
VLCC	47	50	52,5	50
Smax	43	45	42,5	38,5
Aframax	44	48,5	44,5	37,5
LR 2		48,5	45	38,5
LR1		35,5	32,5	30
MR IMO 3		30	28,5	24,8
Handy		28,5	24	21
Fin febrero 2024				
VLCC	41	47,5	52,5	49,5
Smax	40	45	43,5	38,5
Aframax	40	48,5	42,5	37,5
LR 2		47,5	44	38,5
LR 1		37,5	42,5	30,5
MR IMO 3		30	28,5	24
Handy		28,5	24	21
Fin marzo 2024				

NOTA: Para 3 y 5 años buques con Scrubber. (*) Oriente medio >> Occidente. Fuente: Alibra SL, ATBS, Fearnleys

Fletes buques gaseros

Año 2024 febrero	2021	2022	2023	2024
LLPG 82.000 spot. Butano Mar del Norte. US\$/t	426	557	500*	499
LNG 160.000.Spot Oeste Suez. 1.000 US\$/Día	150	200	95	35
LNG 160.000 TC 1 Año. 1.000 US\$/Día	47	184	67,5	54

mar-2024.Fuente: Fearnleys. (*) Butano. Fines de año o del mes indicado.

las islas eran débiles, ofrecieron al Sultán ricos presentes y pidieron que se les concediera una parcela de terreno no más grande que una piel de buey, con el fin de construir allí algunas casas e instalarse en ellas. El mo-

narca no sospechó y aceptó el trato. Entonces, los chinos cortaron la piel de un buey en tiras muy estrechas y las unieron hasta conseguir una longitud total de mil brazas, y de esta manera delimitaron todo el territorio de

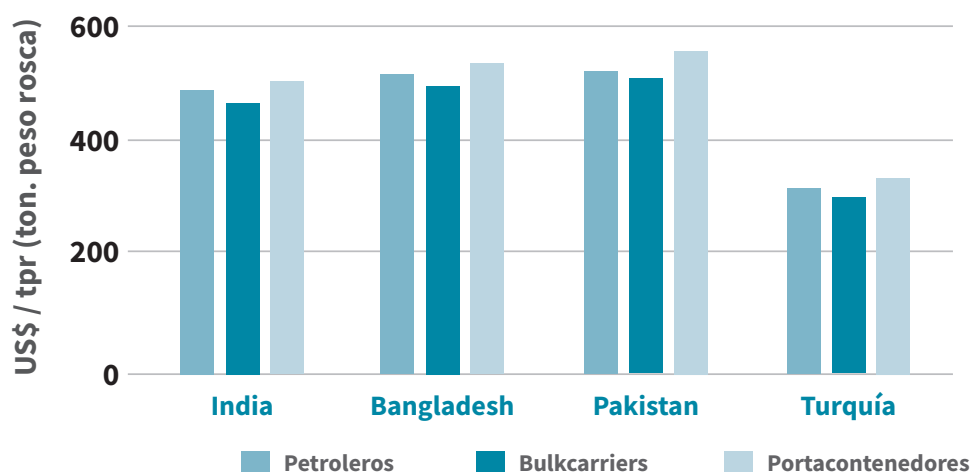


figura 3.
Desguace de buques

Fuente: Athenian Shipbrokers

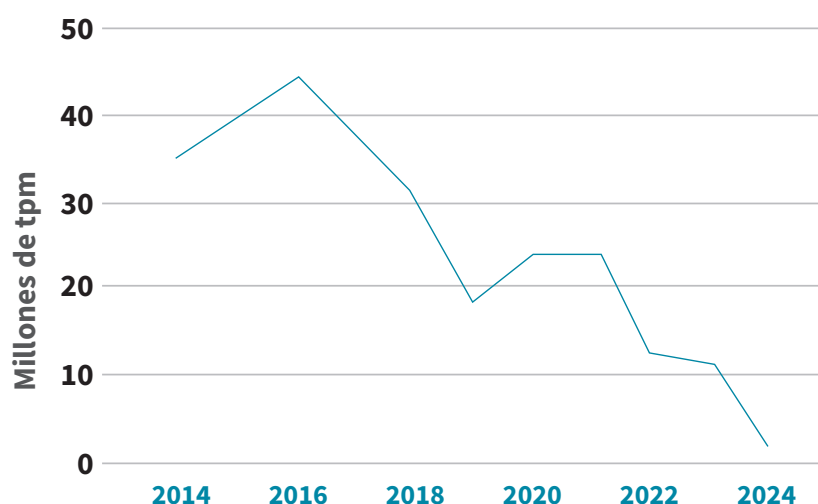


figura 4.
Histórico desguaces

2024: Fin de marzo
Fuente: Athenian Shipbrokers

Luzón, reclamándolo en virtud del acuerdo previamente suscrito².

Valga como anécdota al relato anterior, que demuestra que ya en la remota antigüedad, existía una cierta globalización en la transmisión de leyendas, aun con la lentitud propia de los tiempos. Así se explica la enorme similitud entre el relato anterior, y el que aparece en la Eneida de Virgilio (Siglo I antes de Cristo) en el que se cuenta una historia similar con respecto a la fundación de Cartago (hoy Túnez) por la reina Dido, refiriéndose también a tiras de la piel de un buey. Rela-

tos que como otros parecidos, dieron lugar a los problemas geométricos llamados problemas “isoperimétricos” (en lo que atañe al círculo, su resolución, que parece obvia, no ha sido tan fácil de demostrar matemáticamente).

El lector se preguntará que a qué viene toda esta historia y leyendas, con las materias marítimas que habitualmente integran este artículo. Simplemente, se han utilizado como introducción a explicarnos las circunstancias que dieron lugar a que, mucho tiempo atrás, los japoneses copiaran la tecnología europea

y española para construir buques que les permitieran arrostrar la navegación oceánica.

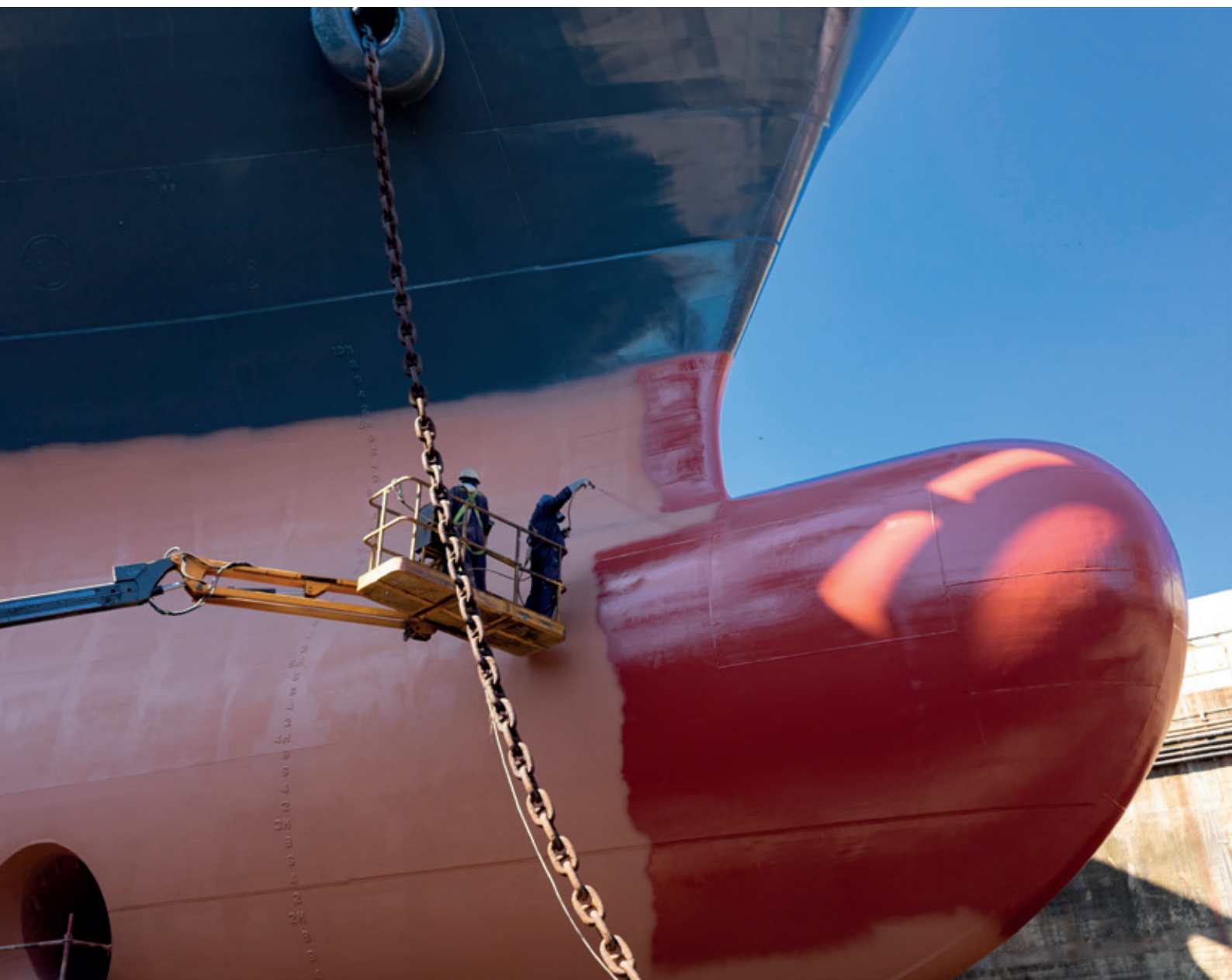
Sus razones eran comerciales y las que frenaron posteriormente sus intentos fueron políticas de carácter totalmente isleño-autárquico y aislacionista. Cómo podemos entender, “nada nuevo bajo el sol”. Pero volvamos a la época.

Los españoles, que habían declarado como suyas las islas Filipinas, estudiaron cuál era la mejor situación para establecer un puerto en las mejores condiciones para sus tráficos más interesantes, que eran sin duda, los del Océano Pacífico, aquellos que motivarían que dicho Océano (El mar del Sur, para su descubri-

dor, Vasco Núñez de Balboa) fuera conocido durante un largo tiempo, como “Lago Español”, mientras que el Océano Índico oficiaría como “mar portugués”.

La conclusión a la que llegaron Miguel López de Legazpi y su gente, fue que ese lugar, que era un pequeño asentamiento musulmán que hemos mencionado más arriba, era el adecuado, y lo llamaron Manila, que se pronunciaba parecido al nombre que usaban los isleños.

Existía ya un considerable comercio marítimo en toda la zona de lo que hoy conocemos como mar de la China Meridional, en el que se transportaban especias y artículos exóti-



cos de China y de Japón, especialmente desde que, en China, que tenía prohibido hacer negocio con países extranjeros y, por lo tanto, exportaciones a los mismos, hasta que en 1567³ un emperador de la dinastía Ming desactivó tal prohibición.

En opinión de Legazpi, los recursos de Filipinas no eran suficientes, en vista de su crecimiento, para mantener e impulsar la región. Para conseguirlos había que convertirla en el eje del comercio en el Pacífico, lo que derivó en lo que todos hemos conocido como “el galeón de Manila” y que sus navegaciones hacia las costas de México se convirtieran en las más señaladas fuentes de ingresos de los españoles residentes en las Islas Filipinas. Así comenzó el comercio a través del Pacífico, que mejoró mucho con la decisión de Andrés de Urdaneta de retornar por las aguas del Pacífico Norte siguiendo la corriente del Kuroshivo Oeste > Norte > Este > Sur, para que bajando paralelamente a las costas de lo que hoy es California, arribar a Acapulco, el puerto español más importante de la costa occidental de Nueva España, o México.

De esta manera, no solo se evitaba volver a dominios españoles por rutas Índicas, en las que podían los buques ser capturados por los portugueses, en virtud del conocido “Tratado de Tordesillas”, sino que también se evitaba hacer estos viajes utilizando las rutas contrarias, ya que estas se veían afectadas por las corrientes ecuatoriales, que en mayoría podían ser contrarias a la ruta de vuelta.

Muchos estudios e informes de la época referente al comercio a través del Pacífico y los intercambios de plata y oro, así como de manufacturas convierten aquellos acaecimientos en algo extraordinariamente interesante y poco conocido por los españoles actuales, y en general para todo el mundo, excepto los investigadores históricos. La realidad es que

la situación que hemos estado describiendo someramente, se prolongó durante dos siglos, y entre las cosas interesantes para los que seguimos estudiando el devenir y mirando al futuro del mundo marítimo, resulta curioso qué, de todo aquello a lo que nos hemos venido refiriendo, hayamos llegado, no sé si con toda verosimilitud pero sí con gran parte de ella, a detectar el hecho de que los constructores navales de aquellos tiempos, quisieran copiar los proyectos de construcción de los buques españoles y europeos.

Fueron precisamente los japoneses los que apreciaron la diferencia entre los buques españoles y los suyos propios, cara a enfrentar la travesía del Océano Pacífico. Los japoneses querían extender su comercio al otro lado del océano, pero sus barcos, del estilo de los juncos chinos, no parecían estar muy preparados para ello.

Según informaciones de navegantes españoles que habían recorrido el mar de la China meridional, los buques japoneses, tenían velas tipo junco, cuya superficie vélica se podía manejar como si fuera un abanico, pero todo el conjunto de arboladura y jarcia se consideraba endeble para una navegación través del Pacífico, así como el propio sistema de gobierno.

A la sazón, el Shogún (valido todopoderoso del emperador del Japón) Tokugawa Ieyasu, llegó a un acuerdo con el gobernador de Filipinas, para permitir que su buque, el San Francisco, fondeara en el litoral nipón, permitiendo a los misioneros españoles que predicaran en Japón a cambio de construir un buque con proyecto español para la vuelta del ya ex gobernador a México, bajo la dirección de un británico llamado William Adams y conocido en Japón como Miura Anjin, comerciante y maestro de carpinteros de ribera, seguramente un ex pirata, que había hecho amistad con el Shogun.

El Shogún ideó la creación de unos astilleros que reprodujeran los modelos y métodos europeos de construcción naval, y ahí se produjo la probablemente primera “copia” por Japón, de los proyectos y técnicas europeas de construcción naval.

Los japoneses, no entonces los chinos, iniciaron así sus viajes trans pacíficos, que duraron poco, ya que unos años después de lo que hemos relatado, se volvieron a prohibir las navegaciones a países o puertos extranjeros y se volvió a la autarquía. Corrían los primeros años del siglo XVII⁴.

En la década de 1970, en la que el mundo era otro, ya completamente distinto, habían sucedido dos guerras mundiales, y la primera revolución industrial, vivimos unos episodios en el mundo de la construcción naval que rememoran, a una escala superior, aquello que hemos relatado más arriba,

Terminada la Segunda Guerra Mundial, Occidente lideraba la construcción naval mundial y los astilleros europeos recibían muchas visitas de constructores japoneses, armados entonces con sus máquinas fotográficas y grandes listas de preguntas, para hacer, a gran escala, lo que en el siglo XVII había hecho el Shogun Tokugawa Ieyasu.

Japón absorbía las técnicas europeas, y las implantaban en su país, en el que la industria de la construcción naval y el negocio marítimo se habían convertido en política de Estado. Comenzó entonces la dura competencia entre japoneses y los europeos, a la que en unos pocos años se unió Corea del Sur, utilizando el mismo tipo de “filosofía cimentadora” que Japón, a la que más tarde, ya entrado el siglo XXI se unió la República Popular de China, que como se sabe, ha terminado por desbancar a todo el mundo y llegando a una cuota de producción actual del 50 % del mundo, dominado también por

Corea y en bastante menor grado por Japón. La industria europea, la que queda, ocupa un lugar testimonial en el concierto mundial, y tiene complicado salir de él dadas las circunstancias.

Su primer error fue sin duda, no comprender que el mercado de la industria de la construcción naval en el mundo, está lo más alejado posible de la “concurrencia perfecta”. Que es un mercado dominado por las políticas estratégicas de los países, en general proteccionistas aunque aparentemente defiendan que no lo son, que nuestros competidores se han ido dotando de tecnologías más potentes que las nuestras y que el viejo y manido concepto de que la industria de la construcción naval es una industria de mano de obra intensiva hace tiempo que es errónea aunque sigue siendo en muchos casos lo que se transmite a la gente, cuando ya hace tiempo que es de capital, tecnología y conocimiento intensivo.

La cosa es más grave cuando el líder de la construcción naval en el mundo es una de las dos naciones más poderosas que, además, se ha convertido en la “fabrica global”. El gran problema europeo es caer en lo que podríamos llamar: **“melancolía marítima”**. Veremos...

Bibliografía

- [1] Fuentes: INE, Eurostat / El Mundo
- [2] “The relations of the Chinese to the Philipimne Islands” B. laufer. (Un mar sin límites-D. Abulafia).
- [3] Commerce and culture in the Ming China, T, Brook. Berkeley 1998. (Un mar sin límites. D. Abulafia)
- [4] Age of Trade . Giraldez. (Un mar sin límites) D. Abulafia, 2021

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.

El riesgo de zozobra de buques atracados en puerto



Dr. Ing. AMABLE V. ESPARZA LORENTE
Académico Numerario de la Real Academia Europea de Doctores.

En términos náuticos se denomina zozobrar a la pérdida total de la estabilidad de una embarcación, la cual le puede llevar al punto de volcar o naufragar.

La referida pérdida de estabilidad se puede generar por agentes externos, como la fuerza del viento, o internos como puede ser el corrimiento de la carga o la inundación continuada.

Aparentemente, estando un buque atracado en puerto con todas sus estachas firmes a tierra, la zozobra podría parecer un escenario poco realista, pero cuando un buque pierde la estabilidad la zozobra se hace presente.

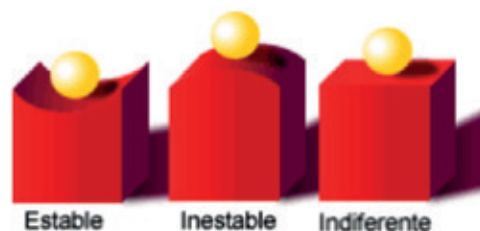
La Reglamentación de la IMO (Organización Marítima Internacional) y de las Sociedades de Clasificación hacen hincapié en las condiciones de los buques en su salida y llegada a puerto de destino en diferentes situaciones de carga. Esas condiciones de navegabilidad vienen marcadas principalmente por los criterios de Rahola con algún factor de corrección en función del tipo de buque que se esté considerando.

Durante su estancia en puerto, el buque sufre las mayores y más dispares modificaciones en la distribución de los pesos en su interior y por ende en sus condiciones de estabilidad.

Al no existir una reglamentación internacional que determine unos criterios de estabilidad mínimos cuando el buque está haciendo operaciones portuarias y una autoridad

competente que los exija, esta materia se deja al criterio del Capitán (o 1^{er} Oficial) del buque y a las distintas casuísticas comerciales que envuelve la mencionada operativa portuaria.

Los tres tipos de buques que podrían estar más afectado por una pérdida de estabilidad en puerto son: los buques semisumergibles “heavy lift carrier”, los porta contenedores tipo feeder de hasta unos setecientos teus de capacidad nominal y los buques de carga general (tipo box) de pequeñas dimensiones. Todos estos tipos de buques están expuestos durante su operativa portuaria al movimiento de considerables pesos que pueden modificar bruscamente sus condiciones de estabilidad.



Los profesionales del sector saben que las tres condiciones de estabilidad en las que puede encontrarse un buque son: estable, inestable y la indiferente.

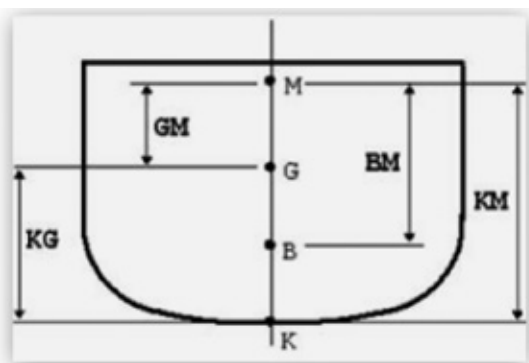
Siendo la primera la que garantiza la seguridad de la nave.

El par adrizante GZ ha de ser suficiente como para que el buque recupere una determinada escora alcanzada, eso lo sitúa en una estabilidad del tipo “estable”.

La “Teoría del Buque” indica que par adrizante se calcula del siguiente modo:

$$GZ = GM \text{ Sen } \alpha$$

$$GM = KB + BM - KG$$



En el caso de los buques portacontenedores del tipo feeder o, incluso, en los buques de carga general de pequeño porte cuando se cargan contenedores en cubierta, el riesgo de zozobra en puerto es consecuencia de un aumento no ponderado del valor de KG.

En ese caso el buque se encontraría con un GM que podría llegar a tener un valor negativo, considerando que los valores de KB y BM experimentan pequeñas variaciones en comparación con la experimentada con el KG.

$$GM = KB (\cong) + BM (\cong) - KG (\uparrow \uparrow)$$

Consecuentemente, al disminuir radicalmente el valor de GM se verá afectando de modo crítico al par adrizante GZ

En el caso de los buques semisumergibles heavy lift Carrier, el factor de riesgo se encuentra en el radio metacéntrico representado por el valor de BM, donde B es el centro de la carena y M el metacentro.

El cálculo del valor del radio metacéntrico se hará mediante la expresión:

$$BM = I_{xx} / V$$

donde I_{xx} es la inercia del área de la flotación respecto a la crujía y V es el volumen de la carena.

Cuando se inician las operaciones de carga o descarga de un buque semisumergible se produce la inundación de la cubierta corrida. En ese momento I_{xx} se reduce notablemente y se incrementa el valor de V , ya que hay más parte del casco sumergido, y como consecuencia de lo expuesto se reduce muy sensiblemente el valor de BM

Volviendo a la expresión inicial para el cálculo del GM,

$$GM = KB (\cong) + BM (\downarrow \downarrow) - KG (\cong)$$

se aprecia con facilidad que el valor de GM se reduce muy sensiblemente, consecuencia de lo cual el valor del par adrizante GZ se verá muy afectado

En este tipo de buques, las Sociedades de Clasificación alertan del peligro de zozobra cuando indican que, con “Estabilidad Intacta” durante el proceso de inmersión, la escora no debe ser superior a CINCO GRADOS, incluyendo en la fase crítica “justo cuando se sumerge la cubierta y se produce una repentina y dramática reducción del área de flotación”.

Antecedentes en puertos españoles:

Zozobra del buque de carga general Nazmiye Ana el 28 de junio 2021 en el Puerto de Castellón. La zozobra se produce por el costado de mar.

Posible causa del accidente es la inadecuada carga de los contenedores en puerto.

Grave accidente del buque de carga general Sea Express el 7 de enero 2023 en el puerto de Mundra, India.

Durante las operaciones de carga el buque pierde la estabilidad escorándose a estribor, perdiendo varios contenedores y reposando apoyado al muelle sobre esa banda. Zozobra del buque portacontenedores Maya el 31 de julio 2022 el puerto de Shunan, Honshu, Japón. La zozobra se produce al escorarse el buque a babor por el costado de tierra.

Durante las operaciones de carga en la Terminal de contenedores Tokuyama Shimomatsu pierde la estabilidad y múltiples contenedores quedaron flotando a la deriva. Mientras tanto, el buque con 100 contenedores a bordo yació semihundido con todo su costado de babor reposando sobre el fondo del mar.

Zozobra del buque portacontenedores Mentari Crystal el 15 de noviembre 2020, en el puerto de Tanjung Perak, Surabaya en Indo-

nesia, La zozobra se produce al escorarse el buque a estribor por el costado de tierra.

Posibles causas del accidente son la falta de lastres y la excesiva carga de los contenedores en altura. En el momento del accidente había 137 contenedores a bordo.

No solo son los daños materiales y los eventuales daños al medio ambiente, lo más grave son las eventuales pérdidas humanas en algunos de estos accidentes, en el caso de Castellón murió un tripulante y un estibador.

Es necesario que la IMO regule las exigencias de seguridad de las operaciones de estos buques en puerto y sean los Estados, a través de sus “Capitanías Marítimas”, los que exijan un riguroso cuidado de la estabilidad de los buques durante TODAS las fases de las operaciones de carga y descarga.



In memoriam de Guillermo Romero Caramelo

José María de Juan-García Aguado (Colegiado 859)
Emilio Sánchez Jiménez (Colegiado 588)



El pasado día seis de marzo falleció en Ferrol Guillermo Romero Caramelo, marino de guerra y doctor ingeniero naval.

Nacido en Ferrol el año 1938 perteneciente a una larga saga de marinos, ingresó en la Escuela Naval Militar de Marín el año 1957, donde fue primero de su promoción coincidiendo con el rey emérito Juan Carlos I con el que compartió travesía en el buque escuela *Juan Sebastián de Elcano*.

Tras estudiar ingeniería naval, alcanzando la máxima nota en el proyecto Fin de Carrera, desarrolló la mayor parte de su vida profesional en el Arsenal Militar de Ferrol, ocupando diferentes puestos de responsabilidad.

Trabajó asimismo en el astillero Astano formando parte del equipo de ingenieros que desarrolló la tecnología necesaria para botar los grandes buques, utilizando el método de botadura sobre cama elástica, que culminó

con la botadura del petrolero *Arteaga*, el año 1972, que fue el mayor buque construido en grada inclinada.

Posteriormente trabajó como ingeniero para otras empresas como Indra y Tecnor, ejerciendo durante unos años la docencia en la Escuela Universitaria de Ingeniería Naval de Ferrol.

En 1991 fue nombrado comisario para iniciar los trabajos de creación de una Exposición- Museo de la Construcción Naval en Ferrol, proyecto conjunto de la Asociación de Ingenieros Navales y la Armada Española, convertido hoy en una espléndida realidad.

En 1998 fue nombrado Presidente de la Autoridad Portuaria de Ferrol-San Ciprian que ejerció hasta el año 2001.

Hombre bueno, dejó honda huella en su entorno familiar, así como entre sus amigos y compañeros de trabajo.

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.

Acoplamientos 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

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



PASCH

TRAC ZIPWAKE
waveless

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

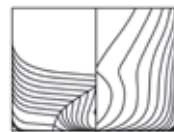
Méndez Núñez, 35 -1º
36600 Villagarcía de Arosa

Phone: +34 986508436

E-mail: info@gestenaval.com

Web: www.gestenaval.com

12.2 Clasificación y certificación



ORP MARÍTIMA S.L.

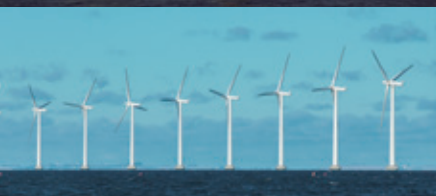
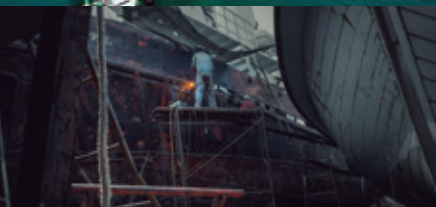
Informes técnicos periciales
Naval, Marítimo, Industrial,
Energía, Transporte.
Asistencia en procesos judiciales,
arbitrales y de mediación.
Nacional e internacional.

Calle Écija 7, Madrid.

Tf. +34 661 83 00 89

frontdesk@orpmar.com

www.orpmar.com



Programa Editorial 2024

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. Avance Navalía

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 2024

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

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 OCEANICOS