

#StayConnected with DNV GL's digital services

MODERN CLASS FOR SMARTER OPERATIONS



Today's market needs a smarter approach - and a classification partner who prioritizes safety. Find out how our classification solutions turn possibilities into opportunities - and make your operations safer, smarter and greener. Learn more at dnvgl.com/maritime

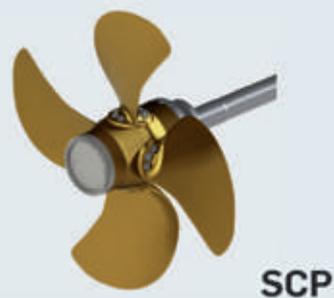
SAFER, SMARTER, GREENER

DNV·GL



YOUR PROPULSION EXPERTS

THE DRIVE YOU
DESERVE



WIRESA

Wilmer Representaciones, S.A.

Pinar, 6 BIS 1°

28006 Madrid

Spain

Phone: +34 91 4 11 02 85

Fax: +34 91 5 63 06 91

E-Mail: ecostoso@wiresa.com

www.schottel.com



LEADING THE WAY IN MARINE SOLUTIONS

ABS is a marine classification leader. The depth and breadth of our experience across all major sectors of the industry is unparalleled.

Our team of knowledgeable, experienced professionals is helping members, clients and industry stakeholders around the world find solutions to technical and regulatory challenges. We offer practical answers today as we prepare for tomorrow's challenges, providing help for every phase of the project life cycle.

Contact us today to learn more about how ABS is developing practical and sustainable solutions.

www.eagle.org

SAFETY LEADERSHIP
DRIVING SUSTAINABILITY



**BUREAU
VERITAS**



LA SEGURIDAD EN LA MAR, SE PREPARA EN TIERRA

Bureau Veritas, Seguridad, Investigación, Innovación

T. +34 912 702 126 esp_cma@des.bureauveritas.com

www.bureauveritas.es

7 editorial / *editorial comment*

8 eventos / *events*

9 seguimos a tu lado

11 coyuntura del sector naval
shipping and shipbuilding news



"¿Caminante no hay camino, sólo estelas en la mar! ¿Estamos listos para tomar la estela correcta?", por José-Esteban Pérez García

27 observatorio / *observatory*



"¿Estancamiento del mercado de transporte de pasajeros?", por G. Polo y D. Díaz

32 construcción naval / *shipbuilding*

43 sociedades de clasificación
classification societies

47 industria auxiliar / *auxiliary industry*

52 propulsión / *propulsion*

54 formación / *training*

57 medio ambiente / *environment*

60 sector naval militar / *naval sector*

62 artículos de asociados

66 noticias / *news*

75 publicaciones / *publications*

76 nuestras instituciones / *our institutions*

Conoce la Exposición 250 Años de Ingenio y la nueva web SomosIngenio

79 Blog de Exponav: de Nereidas a Buques



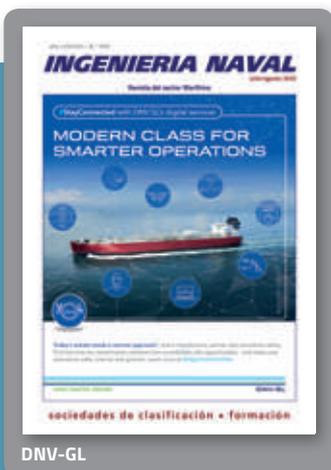
"Un "MAL" a bordo de los buques: la "MAMPARITIS"; por R. Villa.

84 artículo técnico / *technical article*

"Propulsión a chorro en Proa: Eficiencia y Energía Renovable". Eficiencia Energética en Buques Proyecto de Investigación", por G. García Lage y R. Villa Caro

"Sistema de ciberseguridad gestionada embarcada", por J. M. Cejudo Gausí; S. Vilaseco Romero; A. Fierro Vaz; M^a. Ángeles Acosta del Pino; R. Calderón Álvarez.

105 clasificados / *directory*



DNV-GL

PRÓXIMO NÚMERO / COMING ISSUE

Marina mercante. Puertos. Náutica. Habilitación. Ferries. Cruceros. Avance 59 Congreso de Ingeniería Naval
Merchant ships. Harbours. Pleasure craft. Accomodation. Ferries. Cruiseships. 59th Naval Architecture Congress Advance

Consejo Técnico Asesor

D. Francisco de Bartolomé Guijosa
D. Manuel Carlier de Lavalle
D. Diego Colón de Carvajal Gorosabel
D. Luis Francisco García de España
D. Víctor González
D. Rafael Gutiérrez Fraile
D. José María de Juan-García Aguado

D. José Antonio Lagares Fernández
D. Nandi Lorensu Jaesuria
D. Agustín Montes Martín
D. Francisco Javier del Moral Hernández
D. Miguel Ángel Palencia Herrero
D. José Esteban Pérez García
D. Gonzalo Pérez Gómez

D. Mariano Pérez Sobrino
D. Gerardo Polo Sánchez
D. José María Sánchez Carrión
D. Jesús Valle Cabezas
D. Fernando Yllescas Ortiz

Noticias

http://www.facebook.com/groups/ingenierosnavales

http://linkd.in/13n4zoS

http://twitter.com/ingnaval

“Servicios integrales de pruebas de mar”, organizado por TSI S.L.

Desde Técnicas y Servicios de Ingeniería celebraron su último webinar enmarcado en su Aula Virtual, bajo el título “Servicios Integrales de Pruebas de Mar”. Una sesión presentada por D. Publio Beltrán, director general y fundador de TSI S.L. además de experto en la materia. En este webinar se trataron los siguientes contenidos: Evaluación de Confort; Rendimiento de Operación; Integridad de Maquinaria; Monitorización de Buque; Ensayos No - Intrusivos de Detección de Cavitación; y, Medición de Ruido Radiado al agua y al puerto.



<https://youtu.be/2uM6W3HDNuc>

“La fabricación aditiva (AM - 3D Printing) en el sector naval. Presente y futuro”, organizado por el CME

Una nueva e interesante conferencia online que el Clúster Marítimo CME impartida el pasado martes por nuestros socios DNV-GL y NAVANTIA bajo el título: “LA FABRICACIÓN ADITIVA (AM - 3D PRINTING) EN EL SECTOR NAVAL. PRESENTE Y FUTURO”:



<https://youtu.be/OvEA-are-qA>

“Presente y futuro de la construcción naval militar”, organizado por Navalia

La dirección de Navalia mantiene su apuesta por la celebración de jornadas virtuales para seguir analizando la recuperación del sector. Tras el éxito de los dos primeros seminarios online en los que se trató la situación actual del sector desde el punto de vista de la industria auxiliar y de los astilleros, en esta ocasión será el turno de la construcción naval militar, un segmento que en las últimas semanas ha propiciado muy buenas noticias y que se postula como un gran motor para la recuperación. Los ponentes de esta jornada fueron: Juan Carlos Díaz, director de Programa de Navantia, S.A., S.M.E; Manuel Antonio Martínez-Ruiz, Vicealmirante director de Construcciones Navales de la Armada Española; y, Javier Arnau, CEO de Navalia Exhibition.



https://youtu.be/SiCqgWv_mUc

Mesas redonda: “Energías Renovables y la industria de la Bahía de Cádiz. Una mirada al futuro”

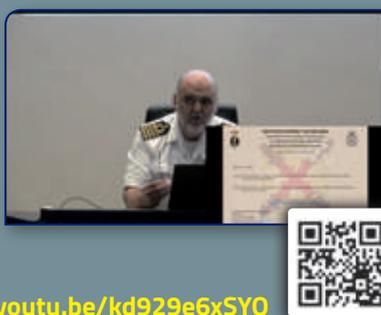
El proyecto “NEO CÁDIZ BAY” se ha adaptado a la nueva realidad. Han arrancado la iniciativa “webinar weeks”: dos webinars donde expertos del sector expondrán la situación actual, así como una visión crítica y constructiva sobre los retos y conquistas de la industria en la Bahía de Cádiz en el sector energético. Un análisis de la situación mundial y de cómo afecta el mercado energético local es fundamental para trazar los planes de actuación en conjunto.



<https://youtu.be/yCamm7gMUps>
<https://youtu.be/ZY0jOEsNO3U>

LXI Jornadas de Historia Marítima: “Historia de la Infantería de Marina”, organizada por el DEI

El Departamento de Estudios e Investigación (DEI), perteneciente al Instituto de Historia y Cultura Naval (IHCN), ha celebrado varias conferencias en las que se abordaron asuntos tales como los valores tradiciones del Cuerpo de la IM, las acciones desempeñadas por Miguel de Cervantes en las galeras de España, los tercios del mar en los siglos XVI y XVII, el Cuerpo de Batallones de Marina en el siglo XVIII para concluir con la Infantería de Marina a partir del siglo XIX hasta llegar a nuestros días.



<https://youtu.be/kd929e6xSYQ>

año LXXXIV • N.º 992

INGENIERIA NAVAL
 julio/agosto 2020

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

José de Lara Rey, Dr. I.N.

Vocales de la Comisión de la Revista

Raúl Villa Caro, Dr. I.N.
 Jorge Pla Peralonso, I.N.

Asesor

Francisco Archanco Fernández, I.N.

Redacción

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

Publicidad

Dirección Comercial Baupress, S.L.
 Rafael Crespo Fortún
 Tels.: 915 102 059 / 609 117 340
 Fax: 915 102 279

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.
 Tel.: 912 235 650 / 616 948 610
 www.parpubli.com

Impresión

Imedisa Material de Oficina, S.L.
 Tel: 914861606

Suscripción Anual /

Subscription Fee (2020):

Electrónica general	70,00 €
Electrónica estudiantes	35,00 €
Papel + electrónica	90,00 €
(sólo España)	

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).

Publicación mensual

ISSN: 0020-1073

Depósito Legal: M 51 - 1958



La construcción naval española, segunda de la Unión Europea

Hace pocas semanas que Pymar hacía público su último informe anual sobre la actividad del sector de la construcción naval de nuestro país (podéis acceder al informe completo aquí: bit.ly/2E5oCVK), destacando que España es líder mundial en contratación de buques para la industria pesquera y segundo en buques oceanográfico.

Así mismo, destaca que "los astilleros españoles están sabiendo superar con valentía los efectos del Covid-19", un desafío para sus planificaciones de producción, en particular por las restricciones de movimiento de personas y de suministros en proyectos mayoritariamente internacionales.

La construcción naval de nuestro país se situó, a cierre del pasado ejercicio, en el segundo puesto de la Unión Europea con más unidades tanto contratadas como entregadas, liderando además mercados de alta complejidad constructiva y sofisticación tecnológica como el de los grandes buques para la industria pesquera, y situándose como la segunda potencia mundial y primera de la Unión Europea en segmentos como el de los buques oceanográficos.

El Informe refleja que los astilleros españoles registraron el pasado año la entrada en vigor de un total de 25 nuevos contratos y 136.825 cgt, con los que la cartera de pedidos nacional logró sumar al cierre de 2019 un total de 45 buques y 376.580 cgt, generadores de cerca de 12 millones de horas de trabajo.

Los proyectos de construcción encargados se caracterizan por su alto valor añadido en diversas tipologías como los buques de pasaje, pesqueros de última generación, buques de apoyo a la acuicultura marina u oceanográficos. Estos segmentos han supuesto más del 70% de las cgt contratadas por los astilleros españoles durante el pasado año.

Recientemente conocíamos que el astillero vasco Balenciaga ha obtenido financiación para poder construir el buque híbrido destinado a la acuicultura para el armador noruego Samlaks AS. Por su parte, a mediados de julio tenían lugar las botaduras de dos pesqueros de última generación en los astilleros Freire y Nodosa. Concretamente del Monteraiola y del Montelourido para las armadoras Calvo y Rampesca, respectivamente.

El desglose de esas 25 unidades es la siguiente: 14 pesqueros (76.824 cgt); 2 portacontenedores (2.580 cgt); 1 buque offshore (14.236 cgt); 1 ferry (7.527 cgt); 1 buque (6.448 cgt); 1 remolcador (1.534 cgt) y el resto 5 unidades con un total de 27.676 cgt.

Junto a ello, los primeros datos cerrados de 2020 reflejan una moderada aceleración de la actividad contractual en nuestro país, con 13 nuevos pedidos solo en el primer trimestre, por un importe superior a 350 millones de euros y 2 millones de horas de trabajo. Las cerca de 70.000 cgt contratadas en este periodo incrementan en casi un 50% el registro del mismo periodo del año anterior.

Cabe señalar, asimismo, la actividad de los astilleros españoles en el segmento de la reparación y mantenimiento naval con cerca de un millar de encargos en una amplia diversidad de buques, incrementando la facturación casi un 30% frente al año anterior. Entre las distintas tipologías objeto de reparaciones y de tareas de mantenimiento, destacan los buques pesqueros, los yates, los buques mercantes, los cruceros, las unidades offshore o los buques militares, entre otros. ■

Actos de Inauguración de la Exposición Conmemorativa "250 Años de Ingenyo" y "250 Años del Cuerpo de Ingenieros de la Armada"



El pasado lunes 27 de julio tuvo lugar en la sala del Museo de la Construcción Naval-Exponav, Ferrol, el acto de inauguración conjunto de las exposiciones "250 Años de Ingenyo", llevada a cabo por la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, y "250 Años del Cuerpo de Ingenieros de la Armada", desarrollada por la Armada.

El acto, que pese a las actuales circunstancias sanitarias reunió a representantes de la Armada y las industrias marítimas, así como autoridades civiles locales y representantes de la Universidad de la Coruña, dio comienzo a las 11:30 con la intervención del Director de Ingeniería y Construcciones Navales, el vicealmirante D. Manuel Martínez Ruiz, que puso en relevancia la visión del monarca Carlos III a la hora de crear el Cuerpo de Ingenieros de Marina, haciendo de la Armada una figura tractora e integradora para la industria marítima y motor del desarrollo tecnológico, logrando que España a día de hoy sea una de las principales potencias en diseño y construcción naval militar.

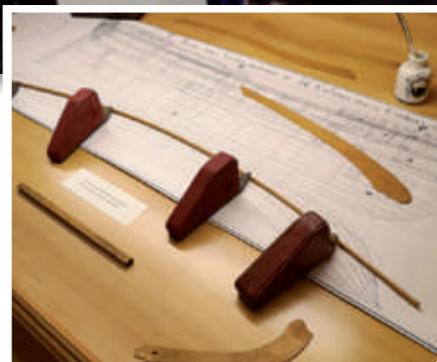
Acto seguido intervino D. José de Lara Rey, Decano del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos, que a través de una anéc-

dota expuso el gran tesoro legado que es hoy en día la industria marítima española, que aún los esfuerzos conjuntos de profesionales de los diferentes sectores generando una inmensa riqueza económica y social.

La visión de la industria fue aportada por D^a. Susana de Sarriá Sopena, presidenta de Navantia, que habló de la importancia del legado, siendo la propia Navantia heredera de los arsenales de la Armada, y la cooperación como fórmula de éxito, destacando la fructuosa relación entre las universidades, astilleros y Armada.

El vicealmirante D. José Manuel Sevilla López fue la persona encargada de la conferencia magistral "Los Ingenieros de Marina, 250 años de historia", donde se expuso la coyuntura de la construcción naval de la primera mitad del siglo XVIII, que condujo a la creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina, y la evolución y principales cambios que se dieron dentro de este Cuerpo a lo largo de los 250 años de historia.

Llegados a este punto se procedió a la proyección de los dos vídeos institucionales.



El Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada, el almirante general D. Teodoro López Calderón, puso el broche final a las intervenciones destacando nuevamente la importancia de la colaboración con el ánimo de alcanzar metas comunes que supongan un hito para la industria marítima española, como es el programa de las fragatas F110.

Una vez acabado el acto, se procedió a la visita guiada por los paneles conmemorativos de ambas exposiciones. El subdirector de Ingeniería de la Armada, el contralmirante D. Antonio Juan González García, estuvo a cargo de la explicación de los paneles de la exposición de la Armada, el capitán de navío retirado D. Manuel Sánchez Moraleda expuso los paneles conjuntos de las academias y escuelas de la Armada y, finalmente, el Decano Territorial del Colegio D. José Joaquín de Troya Calatayud comentó los paneles de la exposición de la Asociación. Las exposiciones estarán abiertas al público del Museo de la Construcción Naval Exponav hasta el sábado 10 de octubre. En ellas el visitante podrá recorrer la evolución de la ingeniería naval en estos 250 años de historia, desde la creación en 1770 del Cuerpo de Ingenieros de Marina hasta nuestros días, a través de una serie de paneles y piezas de exposición que ofrecerán una visión holística y detallada de nuestro pasado, presente y futuro. ■



Nuestras Instituciones Siguen a tu Lado



El pasado mes de marzo comenzó uno de los periodos más difíciles de los últimos años para nuestra sociedad, la situación de emergencia sanitaria ponía en jaque tanto a economías como familias impidiendo el normal desarrollo de nuestras vidas. En esta situación, desde el Colegio y la Asociación hemos visto todavía más la necesidad de aportar valor a nuestros colegiados y asociados, queriendo ir mucho más allá de lo estrictamente profesional a la hora de ayudar en todo lo que podemos.

Es por ello por lo que desde nuestras instituciones hemos trabajado para sacar adelante una serie de ayudas e iniciativas con carácter extraordinario con la intención de mitigar los efectos de la situación de emergencia sanitaria, dando seguridad y tranquilidad a profesionales y sus familias.

La primera medida tomada, y la más prioritaria desde el punto de vista funcional y de



operatividad, fue la apertura de la **Oficina Virtual** del COIN y AINE, desde la cual se ha estado prestando servicio y vertebrando todas nuestras iniciativas, manteniéndonos cerca de ti y desarrollando nuestras funciones con la mayor normalidad posible al mismo tiempo que se preservaba la seguridad y la salud de colegiados, asociados y trabajadores.

Una vez operativos se empezó a trabajar con el firme objetivo de asegurar el bienestar de nuestros colegiados y asociados, modificando los métodos, plazos y requerimientos para la solicitud de ayudas al **Fondo de Desempleo** y el **Fondo de Solidaridad**, permitiendo una mayor agilidad y accesibilidad a estas ayudas.

Pese a la emergencia sanitaria, se siguió trabajando en nuestra política de alianza con entidades que aporten nuevas

ventajas y beneficios para nuestros profesionales, firmando de manera telemática la carta de **adhesión al Programa de Entidades Amigas de la Escuela de Organización Industrial (EOI)**, dando acceso a los colegiados a una serie de ventajas y descuentos en formación.



Sabiendo que muchos de vosotros tenéis pequeños en casa, ya sean hijos o nietos, y que ellos han sido uno de los colectivos más afectados por el tiempo de cuarentena en casa, hemos querido incentivar en ellos actividades lúdicas que les ayuden a descubrir nuevas aficiones, así como plantearles un reto en el que poder emplear su tiempo de manera entretenida. Es por ello por lo que





publicamos el **Concurso de Pintura, Fotografía y Cuentos para Niños**, llegando a entregar hasta 38 premios a lo largo de 4 semanas a nuestros pequeños artistas. Y una vez publicado nos preguntamos, ¿por qué nuestros colegiados y asociados van a ser menos?, publicando a su vez el **Concurso de Ensayos para Colegiados** y el **Concurso de Pintura, Fotografía y Relatos para Colegiados y Asociados**.

En vista de la excepcionalidad de la situación y queriendo centrar nuestra atención en aquellos colectivos más castigados por la emergencia sanitaria, desde nuestra oficina lanzamos un **Servicio de Ayuda a Colegiados** por el cual el Colegio asumió determinadas gestiones de índole doméstica que no pudiesen llevarse a cabo por diversas razones. Pese a lo amplio de la oferta, solo se recibieron peticiones para realizar compras de alimento, que el Colegio se encargó de gestionar bien realizando el pedido desde nuestras oficinas o bien desplazándonos para realizarla nosotros mismo y entregándola en el domicilio.

De igual manera que se entendió que la cuarentena podía suponer un periodo para dedicar tiempo a actividades diferentes, también se tuvo en cuenta a todas aquellas personas



que se decidieron por aprovechar el tiempo para ampliar su formación. Es por ello por lo que **desde el Servicio de Orientación Profesional al Ingeniero Naval (SOPIN) se creó un nuevo sistema de concesión de becas y préstamos para estudios**, agilizando los tiempos de concesión de estas y permitiendo dar una respuesta a corto plazo.

De igual manera, se llegó a un acuerdo con la Fundación Ingeniero Jorge Juan por el cual el Colegio aumentaba el **descuento aplicable a los colegiados llegando hasta un 80% en cursos de formación**, permitiendo a los colegiados estar al día con las últimas tecnologías y metodologías del sector.

En línea con lo anterior, desde la AINE se decidió mantener las actividades de difusión mediante la organización de diferentes **seminarios online**, pensados para suplir las jornadas técnicas presenciales. Hasta la fecha se han podido celebrar 3 webinars, dejando patente el éxito y versatilidad de esta modalidad de seminario, siendo retransmitido simultáneamente en YouTube y dando tanto a ponentes como asistentes una gran comodidad durante el evento.

Por otro lado, desde el Colegio y la Asociación entendemos y compartimos la inquietud recibida desde varios asociados que, queriendo reducir el gasto de papel y con ello la huella ecológica de nuestra publicación, se han puesto en contacto con nosotros solicitando dar de baja del formato físico de la Revista Ingeniería Naval, manteniendo exclusivamente el formato electrónico. Si ese es también tu caso, ponte en contacto con la Asociación a través del correo aîne@ingenierosnavales.

com. Por nuestro lado, hemos facilitado el acceso a la Revista Ingeniería Naval, enviándola en formato PDF a nuestros asociados.

Estos días también hemos recibido varios correos vuestros que, viendo la situación y sintiendo la necesidad de arrimar el hombro, os habéis pue-

sto contacto con nuestras instituciones para ofrecer vuestra ayuda desinteresada durante la actual emergencia sanitaria. Es por ello por lo que queremos aprovechar la ocasión para reiterar nuestro agradecimiento tanto a todos los colegiados y asociados que os habéis ofrecido como voluntarios, como al personal de la oficina de gestión que está realizando una gran labor incluso más allá de sus compromisos laborales. Nos emociona especialmente tanta solidaridad y compañerismo.

En este punto queremos parafrasear algunos de los mensajes recibidos, compartiendo con todos las palabras que dan sentido a todo lo que hacemos día a día, especialmente durante estos momentos:

"...sois muy amables y hacéis que uno se sienta protegido y acompañado en estos momentos."

"Creo que escritos como el que has hecho ayer, así como otros anteriores, sirven para que todos sepamos que el Colegio está ahí y puede sernos útil!"

"...sois muy grandes"

¡¡Reiteraros nuestra preocupación por vuestra salud y necesidades, os deseamos mucha salud!! Todo nuestro apoyo y ánimo y estamos a vuestra entera disposición para lo que necesitéis. Seguiremos añadiendo servicios para ayudar en lo que esté en nuestras manos y mantendremos muchos de los servicios y ayudas creadas, para que sigan vigentes aún ahora para todos nuestros colegiados y asociados.

¡¡Todo lo que podamos hacer por vosotros es poco!! ■



¿Caminante no hay camino, sólo estelas en la mar! ¿Estamos listos para tomar la estela correcta?

(Antonio Machado. Poemas del alma)

Walker there is no way, just wakes in the sea! Are we ready to take the righth one?



Por José-Esteban Pérez García, I.N. Colegiado nº 700
Ex vicepresidente del Grupo de Construcción Naval del Consejo de la OCDE. Ex secretario general, Community of European Union Shipbuilders Associations y Director General AWES. Ex director Ast. Cádiz (AES). Académico de Número de la Real Academia de la mar. Presidente Comité Asuntos Marítimos IIE.



The article refers to the possible effects resulting from the pandemic of the Covid-19; the impacts within the wealth of the nations involved depending of their economic levels, and how is the balance between services and industry will be the key of the recovery.

Also the deep importance of the level of education, culture and technology skills are the fundamental assets to go ahead, with specific importance in the maritime industry including shipping and shipbuilding.

Lamentablemente, tenemos que seguir ocupándonos de la pandemia originada por el corona-virus, Covid-19, y su indiscutible impacto en la industria marítima en general.

En medio de las diferentes fases de la llamada "desescalada" y de las medidas de desconfianamiento que se van produciendo según latitudes y longitudes de los países afectados, estos tratan de arbitrar medidas, acciones, colaboraciones y sistemas varios que les permitan en el menor tiempo posible, volver a las situaciones que tenían antes del desencadenamiento de la pandemia. Unos podrán más y otros podrán menos, pero no vamos a entrar en este asunto de manera genérica, porque está siendo tratado con profusión y grandes dosis de voluntarismo, en todas partes, tratando de disminuir, aunque sólo sea psicológicamente, el efecto del impacto en la sociedad de cada país o lugar.

Las discusiones sobre si la salida o recuperación se podrá representar gráficamente con una V o con una U, y la longitud del trazo inferior de esta última, así como la inclinación de su brazo derecho, han devenido cuestiones geométricas que sólo se verán refrendadas por los hechos y el tiempo.

Tabla O. Indicadores significativos por países

Países	Indicadores económicos										
	PIB 17	PIB 18 (A)	PIB 18 (P)	BCC % PIB	Deuda% PIB	Deficit% PIB	Prod ind	IPC	Tasa Interés	Divisa / \$	Desemp %
España	2,5	2	-11	2,2	98,9	-2,8	-24,9	-0,3	0,5	0,89	14,8
Zona Euro	1,6	1,2	-8	1,7	85,9	-1	-1,9	0,3	-0,4	0,89	7,3
Francia	1,4	1,3	-8,8	-0,8	97	-3	-24	0,4	-0,1	0,89	8,7
Alemania	1,2	0,6	-6,1	4,7	57	1,4	-23,1	0,8	-0,4	0,89	3,5
Italia	0,7	0,2	-7	1,6	132	-1,6	-20,3	-0,2	1,5	0,89	6,3
R. Unido	1,5	1,3	-8,7	-2,1	88	-2,1	-20	1	0,3	0,81	3,9
Rusia	1,5	1,1	-5,2	1,7	51	2,9	3,2	4,2	5,7	68,7	5,8
EE. UU.	3	2,3	-3,8	-1,9	105	-4	-10,8	0,6	0,8	1	14,7
China	6,5	6,1	1	0,8	55,3	-4,7	4,8	4	2,4	7,11	3,7
Japón	0,3	0,8	-5,2	3,4	238	-2,4	-1,1	-0,1	0	109	2,6
India	7,1	4,9	-5,8	-0,4	69	-6,3	4,5	3,4	5,8	76	23,5
Corea Sur	2	1,8	-2,1	4	40,5	1,2	7,1	0,5	1,4	1.217	4,2

Otros indicadores	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020*
Flota Mundial (Mtpm)	1.118	1.415	1.532	2	1.689	1.747	1.806	1.862	1.964	2.058	2.097
Cartera % Flota (tpm)	42	25	17	17	19	17	17	11	9.1	7.1	7.1
Tráf. mar. mundial (Mt)	8.255	8.784	9.838	10.176	10.529	10.790	11.150	11.501	11.809	11.949	11.192
Valor total S & P	23.123	18.460	13.070	20.400	25.600	23.050	12.316	10.058	17.846	15.173	860
S & P Valor/tpm	352	364	236	312	248	300	173	208	209	217	177,00
Petróleo Brent \$ / Barril	97,71	107,06	111,35	109,01	49,2	36,7	55,2	68,7	62,7	69,30	43,40
Combust. IFO-380. \$/t	452	549	585	585	310	162	213	370	367	251,00	254,00
Comb MGO / VLSFO \$/t	667	848,6	920	920	570	335	383	593	544	567 / 502	310
LNG \$/MMBtu. H Hub	4,25	3,17	3,34	4,24	3,48	1,93	3	2,1	2,73	2,33	1,69
Acero plancha \$ /t	730	750	630	610	570	420	460	580	600	580	510
Emisión CO ₂ - % Mundo										2,20%	2,40%

Prod. Ind. Zona euro, Italia, R. Unido, Rusia, India y Corea del Sur: feb 2020, resto: mayo 2020. Deuda y déficit 2019. Datos a fin de cada año. Ind. Prod. Industrial: Interanual. Tasa int: bonos gob 10 años. S & P = Compra & Venta, valor julio 2020. Datos a fin de cada año salvo año en curso. (A)= Actual. (P)=Previsto año. Previsión 2020. BCC=Balanza por C/Corriente. P. Ind= Variación anual. Fuentes: The Economist. UNCTAD. Investing.com. Clarkson.Trading eco. Bco España. L.Loyd R. Alibaba datos macro. OCDE. Emisiones CO₂. Total flota previsión 2019- % sobre emisiones mundiales.

Una crisis como la que tenemos encima, dada su naturaleza y profundidad, como también su afectación mundial, influirá de manera decisiva sobre elementos y actividades vitales para el conjunto de la humanidad, hasta el punto de poder cambiar sus hábi-

tos. Está por ver si este cambio de hábitos se transforma en estable, o si, parcial o totalmente dependiendo del paso del tiempo, se va volviendo a comportamientos, no sólo personales, más parecidos a los que prevalecían antes de la explosión de la pandemia.

Tabla 1. Parámetros clave en nuevas construcciones

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Contrat tpm 10 ⁶	96,5	27,4	72,8	76,6	64,8	15,9
Contrat gt 10 ⁶	59,7	19,3	46,9	53,5	45,5	9,8
Contrat cgt 10 ⁶	33,8	11,2	23,3	28,6	25,3	4,7
Inversión \$ 10 ⁹	69	33,5	58,7	64,7	72,4	11,5
Inversión \$ /tpm	715	1.223	806	845	1.117	723
Inversión \$ /gt	1.156	1.736	1.251	1.207	1.591	1.173
Inversión \$ /cgt	2.041	2.991	2.520	2.262	2.862	2.447
Entreg cgt 10 ⁶	36,7	34,5	33,1	30,2	32,8	11,1
Entreg tpm 10 ⁶	96,2	100	97	79,7	98,4	36,4
Cont/Entr tpm	1	0,27	0,75	0,95	0,66	0,43
Cont/Entr cgt	0,92	0,32	0,7	0,95	0,77	0,42
Cartera tpm	303	314,9	202,3	207,8	187,5	169,7
Cartera cgt	109,3	86,2	78,7	79,9	77,2	72,3
Desguace tpm 10 ⁶	38,6	44,2	35,2	30,9	17	8,1
Edad media	27	25,3	27,3	28,4	29,1	28,4
Precio desguace \$/tpr **	220/250	220/350	420/500	430/450	350/400	125 / 300
Buques amarrados (Mtpm)***	(1,36)***	(0,92)***	(0,47)***	(0,41)***	(0,45)***	

tpr= ton. peso en rosca. Fin de junio 2020. (**) En \$ por tpr. (***) Portacontenedores. Millones de teu. (Alphaliner). Fuente: LLP, Clarkson, SAI y elab. Propia. J. hellenic S. N. y elab propia y athsb Gr. Cifras en rojo suponen "récords" mejores. En azul: récords peores. (Años terminados salvo edad desguace). Corrección: Desde 2005, además de petroleros, bulkcarriers, gaseros y portacontenedores, se incluyen. Esta tabla muestra datos corregidos y actualizados de años anteriores al presente.

Lo que es indiscutible es que siempre hemos dispuesto de termómetros o elementos de medida para ver qué pasaba, cómo pasaba y cuanto pasaba.

Uno de estos termómetros y de los más importantes, tiene que ver, y mucho, con la industria marítima. Específicamente con algo que es el santo y seña de esta Revista. El transporte marítimo y obviamente, la construcción y la reparación naval.

Como siempre se ha mantenido, esas actividades han estado ligadas al crecimiento económico mundial, y más aún cuando no estamos hablando de crisis regionales, sino de crisis de ámbito mundial, y de manera muy relevante (no en el aspecto humano, que está siendo aciago para todos), en los países de mayor actividad económica e industrial, como máquinas tractoras del crecimiento global.

Seguramente es pronto para poder evaluar el impacto de una crisis que no ha terminado, y cuyos "coletazos" pueden en algunos casos, empeorar las perspectivas.

En lo que respecta al comercio mundial, que es uno de los factores principales que afectan al sector marítimo, con especial intensidad al transporte y a la industria de la construcción naval, en el año 2017 ya se empezaron a notar signos de decaimiento cuando las tensiones comerciales se agudizaban, especialmente entre EE. UU. y China. En ese año, el incremento del comercio¹ había llegado al 5 % en términos globales. Comenzó a desacelerar para estancarse en verano de 2018 y empe-

zar a decrecer al final de ese año, en el que el crecimiento fue del - 1,8 %.

Como termómetro adicional, el tráfico portuario mundial de contenedores que progresó hasta un crecimiento del 8 % en 2017, al final de 2019 entró en cifras negativas del orden del - 0,5 %.

Y aquí se empieza a desencadenar la pandemia del covid-19. Y a primeros de abril, la Organización Mundial del Comercio, OMC lanza una predicción de que el comercio mundial podría llegar a caer en el presente año hasta un 32 %.

El crecimiento económico mundial, ya en desaceleración como hemos visto, se coloca en caída libre y de manera muy clara, durante los estertores del invierno de este año, y todas

las predicciones, a partir de ese momento, empiezan a adquirir tintes de voluntarismo a falta de bases de datos que puedan dar lugar a algoritmos convincentes.

El que esto escribe no tiene la intención de abrumar con multitud de datos, curvas o tablas al lector, que, en cualquier caso, si quiere acceder a ellos tiene muchas maneras de hacerlo. Pero quizá pueda ser interesante dar algunos de carácter general para ir luego centrándonos en la industria marítima que es lo que al fin y a la postre interesará al lector.

En el escenario del Reino de España, el panorama es bastante desolador, y en ningún caso el país no va a salir más fuerte tras esta pandemia que nos ha atacado durante meses y sus efectos. Pero nadie va a salir más fuerte en todo el globo.

Las previsiones para la economía española, dentro de la nebulosidad y el voluntarismo de los que hemos hablado, son bastante oscuras. Con pocos días de diferencia, hemos conocido que la Comisión Europea prevé para nuestro país una caída del PIB para 2020 del 11 %, cuando la OCDE la cifra en un 11,1% (14,4 % en el caso de rebrotes de la pandemia), y el Banco de España en un 11,6 y hasta un 15,1 % en el caso de rebrotes. La propia Institución nos dice que: "España se encuentra entre los países del área del euro que presumiblemente se verán más afectados, tanto como resultado de las medidas de confinamiento más estrictas desplegadas hasta el momento, como también a consecuencia de algunas características estructurales de su economía".

Los servicios, la industria, la educación y la investigación

Uno de las fragilidades ancestrales y de mayor incidencia en el reino de España es su enorme

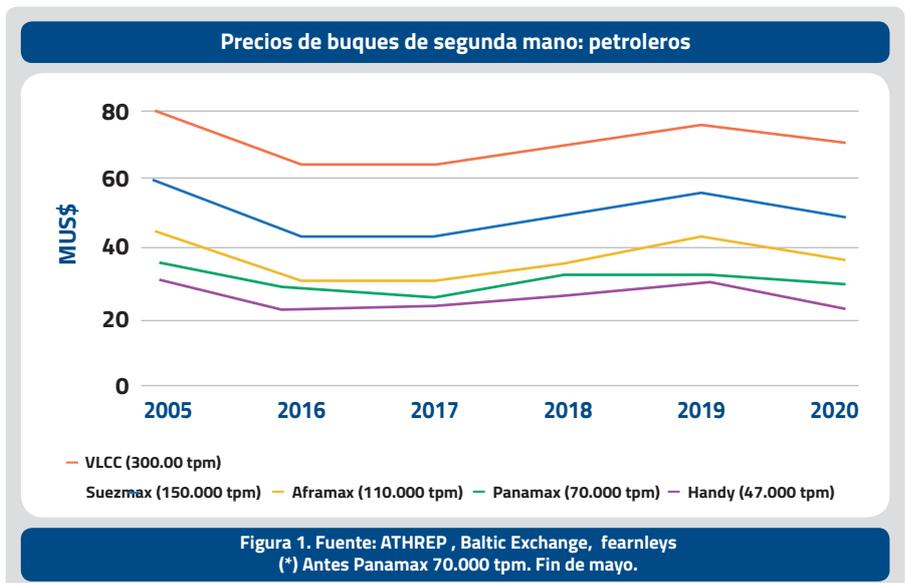


Figura 1. Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, fearnleys (*) Antes Panamax 70.000 tpm. Fin de mayo.

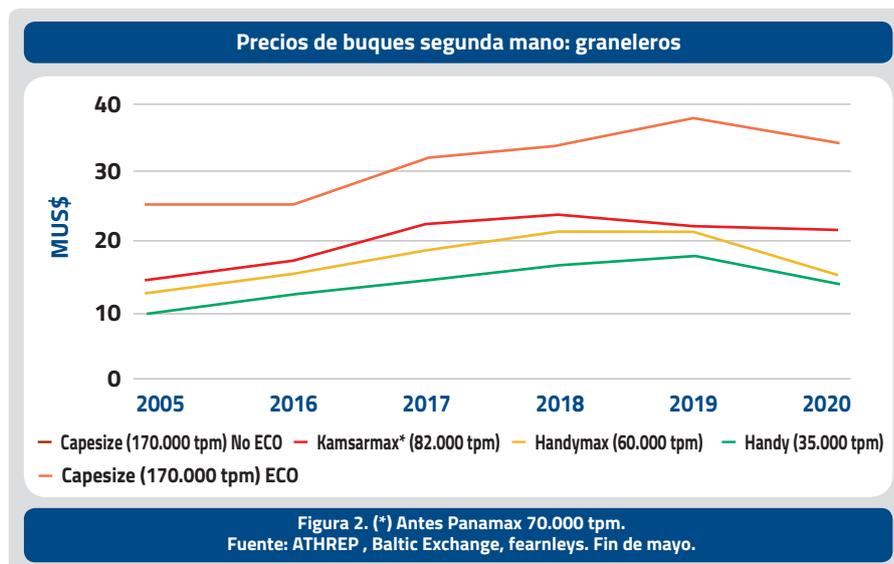
dependencia de los servicios en detrimento de la industria. Nadie pide desaprovechar el turismo como "recurso natural" de ingresos, que además necesita perfeccionamiento; sino aumentar la componente industrial del PIB, que era del 17,8 % en el año 2000, del 16,3 % en 2017², cayó hasta el 12,6 % al final de 2019, y el Valor Añadido Bruto (VAB) industrial respecto del PIB cayó del 17 % en 2000 hasta el 14 % en la actualidad (llegó al 26 % en 1980); dándose además la circunstancia de que la industria manufacturera creció proporcionalmente menos que el PIB, y de forma más acusada después de la crisis de 2008. Es absolutamente necesario que esto no se repita en el periodo de recuperación tras la pandemia producida por el covid-19.

Uno de los síntomas alarmantes de la situación es precisamente la pertinaz caída del Valor Añadido Bruto en el ámbito industrial español, y esto se explica, entre otras, por varias razones que tienen que ver con la educación, la formación y la investigación. En estos campos, una solución marítima podría ayudar a mejorar un estado de cosas que cada vez nos hace más dependiente. En estos asuntos, que tienen evidentemente una componente europea, no podemos dejar pasar más tiempo sin emprender el camino de las soluciones, o al menos de no quedar cada vez más descolgados y con mayores dependencias para mantener nuestro crecimiento, no sólo económico, sino también social. Cuando el VAB se relaja, es porque se ha elegido un modelo de crecimiento en el que la aportación principal no depende, o ha dependido poco de la capacidad de digerir y enseñar desde el principio lo que hay que saber para desarrollarse en este siglo XXI.

Hay datos que muestran a las claras la situación. Es de todos muy conocido el informe PISA de la OCDE en el que se valoran los niveles de conocimiento de los jóvenes de 15 años, tanto en lo que se refiere a la lengua, literatura, etc (*literacy*), como en los matemáticos en general (*numeracy*) en el que no salimos muy bien parados. Pero es menos conocido un informe de parecida naturaleza llevado a cabo en 2019 por el PIAAC- OECD (*Programme for the International Assessment of Adult Competencies*) sobre las habilidades de los adultos entre 16 y 64 años de edad. (*Survey of Adult Skills*)³.

El Estudio agrupa a los 32 países de la OCDE en tres clases: aquellos cuyos resultados difieren poco del promedio del conjunto, aquellos que están significativamente por encima de la media, y finalmente, aquellos que están significativamente por debajo de la media.

Desafortunadamente, España está en el tercer grupo mencionado, en el lugar 29 para



los conocimientos en el ámbito de las letras, y en el puesto también 29, sólo por delante de Turquía, Méjico y Chile en los aspectos matemáticos.

Había una tercera evaluación sobre la capacidad de resolver problemas en entornos caracterizados por el uso de las tecnologías actuales. En ellos no participaron España, Francia e Italia.

Con estos resultados, uno no puede más que mostrar su desaliento cuando puede leer en los medios de comunicación recientemente⁴ sobre la pretensión del Ministerio de Educación español de eliminar la matemática como asignatura obligatoria en las ramas del Bachillerato de Ciencias y Tecnología y en la de Humanidades y Ciencias Sociales (texto de la Ley Orgánica de modificación de la Ley Orgánica de Educación. LOMLE).

Todas las cifras mostradas, proporcionan para los que quieran adentrarse en la información

de la que proceden y que figura en la Nota Bibliográfica al final del artículo, una útil herramienta para las personas que tengan que tomar decisiones en el ámbito político, análisis e investigación relacionadas con la educación, el mercado del trabajo, en el necesario encaje entre los trabajos adecuados al crecimiento y la formación de los trabajadores

El siguiente paso es dar un vistazo a las estadísticas europeas que nos enseñan la situación dentro de la UE y del EEE con relación a la inversión por país en Investigación y Desarrollo (I + D), entre 2007 y 2017. En estas estadísticas se puede observar que España figura en la posición 17 de los 28 países de la UE, (sin Brexit), con aproximadamente un gasto del 1,3 % del PIB, cuando la media de la UE se sitúa en un 2,1 % y la de la Eurozona en un 2,2 % del PIB del conjunto.

El país de mayor inversión es Suecia con un 3,3 % en 2017, seguida por Austria, Dinamarca, Alemania, Finlandia, Bélgica, Francia y

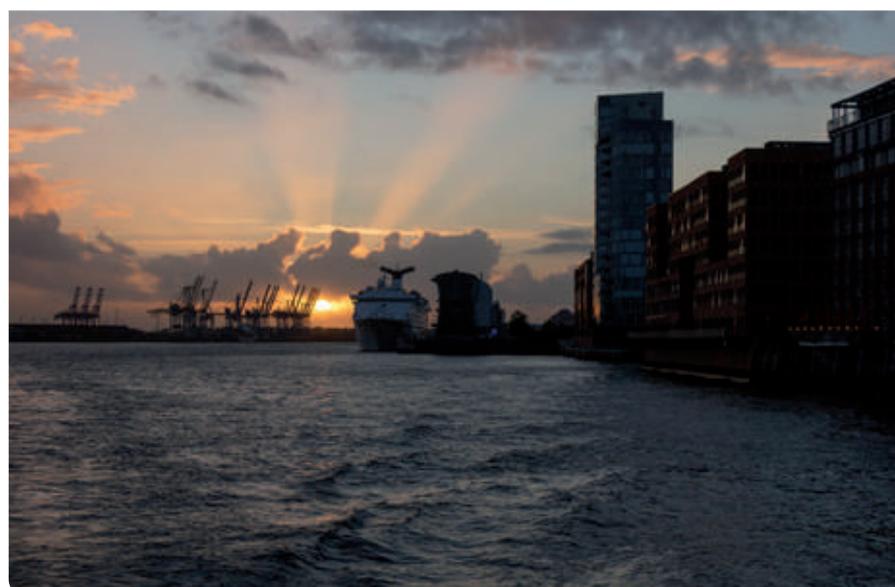


Tabla 2. Precios de Nuevas construcciones en MUS\$

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Petroleros						
VLCC (300.000 tpm)	93/94	84/85	81/82	92 / 93	92	89
Suezmax (150.000 tpm)	63/64	54/55	54/55	60 / 61	61	59,5
Aframax (110.000 tpm)	52/53	44/45	43/44	48 / 49	48	48
Panamax (70.000 tpm)	36/37	41/42	41/42	43 / 44	45	44
Handy (47.000 tpm)	34/35	32/33	33/34	36/37	36	35
Graneleros						
Capesize (170.000 tpm)	46/47	41/43	43/44	49 / 50	50	47,5
Kamsarmax*(82.000 tpm)	25/26	24/25	25/26	27 / 28	27	26,3
Handymax (60.000 tpm)	24/25	22/23	23/24	25 / 26	25	25
Handy (35.000 tpm)	20/21	19/20	21/22	23 / 24	23	23
Portacontenedores						
1.000 teu	14/15	15/16	15/16	18 / 19	19	18
3.500 teu	37/38	32/33	32/33	37 / 38	40	40
6.700 teu**	66/67	60/61	60/61	68 / 69	72	72
8.800 teu***	88/89	82/83	82/83	89 / 90	89	89
13.000 teu****	115/116	108/110	107/108	114 / 115	109	109
20.000 teu	151/152	151/152	151/152	147 / 148	145	145
Gaseros						
LNG 174.000 m ³ *)	199/205	192/193	181/182	182 / 182	186	186
LPG 82.000 m ³	77/78	72/73	70/71	70/71	71	71
Ro-Ro						
3.500-4.000	49/50	46/47	50/51	60 / 61	59	57
2.300-1.700	59/60	58/59	62/63	49 / 50	48	46
Multipropósitos						
17.200 tpm				23 / 24	25	23

LNG: antes 160.000 m³. (*) Antes Panamax 70.000 tpm (**) Antes 6.200. (***) Antes 8.000. (****) Antes 12.000. Datos de fin de mayo 2020. Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, feareleys. Sube mes. Baja mes. Igual mes anterior.

Holanda, todas ellas por encima del 2 %. Tras España aparecen Grecia, Irlanda, Polonia, etc. Se da además el caso de que nuestro país es uno de los pocos que ha descendido en su inversión en I + D en 2017 con relación a 2007.

La promoción de las actividades de investigación no ha sido tradicionalmente muy favorecida en España. El "...qué inventen ellos..." de Miguel De Unamuno ha sido generalmente tomado al pie de la letra y no en el sentido sarcástico que probablemente guiaba a D. Miguel. Bien es sabido que la ironía no es muy utilizada ni comprendida por

muchos compatriotas, y ante la duda, su uso se va desvaneciendo poco a poco.

Por otro lado, las patentes resultantes de trabajos de investigación, del tipo que sean, tienen un tratamiento fiscal que tampoco es para ilusionarse. No es cuestión de entrar aquí en pormenores sobre el funcionamiento del sistema, pero quizá en dar alguna idea que sirva para beneficiar e impulsar la atracción hacia los trabajos y las inversiones dedicadas a la investigación, incluyendo, obviamente, la investigación básica. Tal sería dedicar al presupuesto de I + D de los PGE una cantidad

equivalente a lo recaudado en los impuestos sobre el juego (loterías del Estado), específicamente, ese 20 % de los premios que gravan a estos cuando sobrepasan los 40.000 €, con independencia de otras fuentes presupuestarias. Podría haber otros incentivos que se utilizan en otros países de nuestro entorno y que afectan a reducciones en las cuotas a la SS de los trabajadores que específicamente se dedican a la Investigación, así como reducir de manera proporcional las bases imponibles en su IRPF, además de algún otro tipo de incentivo si sus trabajos pueden ser compartidos con universidades.

Un último escalón en el que podemos pisar, para no agotar la paciencia del lector, es el que tiene que ver con los niveles de productividad en relación con nuestro PIB. Hablando en plata, cómo nuestra hora de trabajo aporta al PIB nacional, y por ende, a nuestra competitividad.

Según las estadísticas de la OCDE⁵, por hora trabajada en España producimos por valor de 56,4 US\$, y cada persona empleada, 95.600 US\$.

El promedio de estas cifras en la Zona Euro de la UE es respectivamente, de 64,9 y 102.097 US\$, en el de los 28 países de la UE, de 58,8 y 95.967 US\$, en el grupo G7, de 66 y 108.950 US\$, y finalmente, el promedio de todos los países de la OCDE es de 57,2 y 95.240 US\$.

Los países que figuran a la cabeza son Luxemburgo, Irlanda y Noruega.

Lógicamente, los países en los cuales el VAB de la economía sea mayor, necesitarán invertir menos horas de trabajo para conseguir su PIB, por lo cual necesitarán menos personas empleadas, pero mejor cualificadas para alcanzar ese PIB. Pero esto no tiene por qué contribuir a aumentar el desempleo, sino, dependiendo de qué nivel de educación y formación tengan sus habitantes en general, lo que se conseguirá será aumentar sensiblemente



Flete TC Petroleros a 12 meses

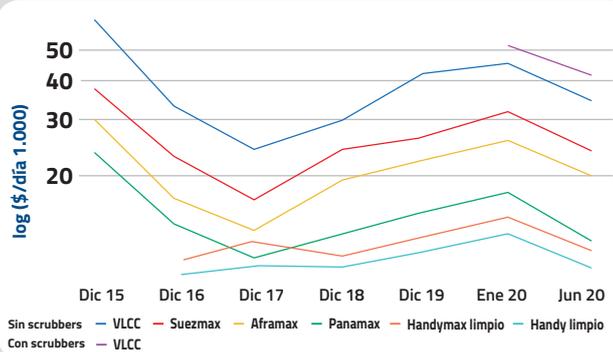


Figura 3a.
2020: Fin de junio
Fuente: Fearnleys, ATH SB, Hellenic, Alibra SU, Clarkson R.

Petroleros a 36 meses

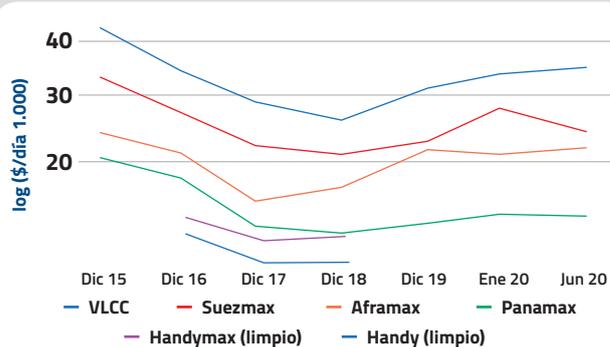


Figura 3b.
2020: Fin de junio
Fuente: Fearnleys, ATH SB, Hellenic, Alibra SU, Clarkson R.

Flete TC Graneleros a 12 meses

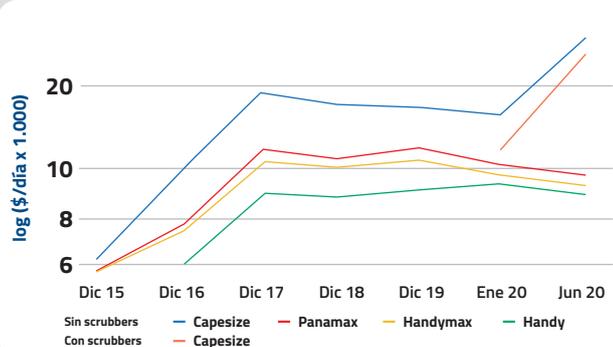


Figura 3c.
2020: Fin de junio
Fuente: Fearnleys, ATH SB, Hellenic, Alibra SU, Clarkson R.

Flete TC Graneleros a 36 meses

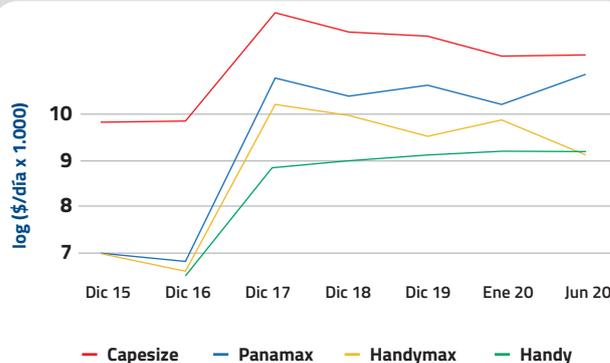


Figura 3d.
2020: Fin de junio
Fuente: Fearnleys, ATH SB, Hellenic, Alibra SU, Clarkson R.

Flete spot petroleros

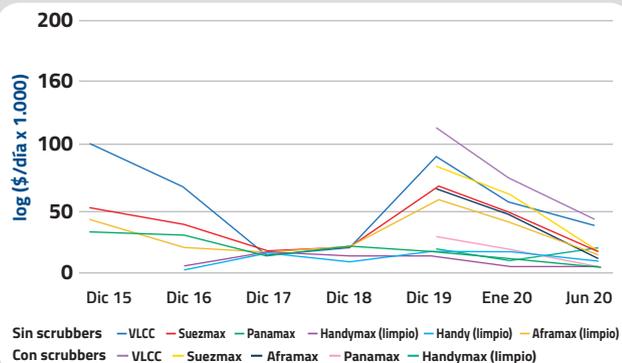


Figura 3e.
2020: Fin de junio
Fuente: Fearnleys, ATH SB, Hellenic, Alibra SU, Clarkson R.

Flete Spot Graneleros

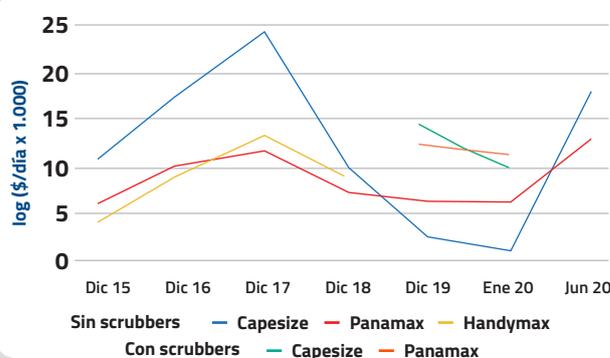


Figura 3f.
2020: Fin de junio
Fuente: Fearnleys, ATH SB, Hellenic, Alibra SU, Clarkson R.

el PIB. Si no sucediese así, aunque aumentará el PIB se produciría una mayor situación de desigualdad.

Este paradigma tiene un muy importante reflejo en la dimensión del sector industrial y debería haber encendido las alarmas en los países que han fiado fundamentalmente su progreso en hacer crecer el sector servicios muy por encima de cualquier otro sector, aunque el valor añadido de los últimos pueda ser superior.

Pero, en cualquier caso, una corrección a favor del sector industrial no serviría de mucho si éste tuviera que servirse, en muchas ocasiones, de tecnologías importadas, ayudando, por el contrario, a los países productores de estas tecnologías y sus manufacturas asociadas.

Y para que esto funcione, es necesario incrementar sustancialmente la inversión en I + D, de cuya situación en España hemos escrito antes.

Con relación al valor añadido, también en el sector servicios se pierde VA al depender en muchos casos de grandes multinacionales no españolas, como en el caso del turismo, que gestionan en origen la relación entre el turismo extranjero y la utilización de nuestro país.

Obviamente, este recorrido que hemos hecho, trataba de reflejar una situación, no sólo global sino también referida al Reino de España, que siendo problemática antes de la irrupción de la pandemia ocasionada por el covid-19, se ha vuelto en extremo preocupante cuando se van haciendo más visibles para un escenario ya muy próximo, las consecuencias económicas y sociales derivadas de las respuestas dadas a los ataques del virus.

Resulta un ejercicio muy difícil gobernar la transición hacia una situación que se parezca a la que teníamos antes, y de ahí cabe también preguntarse si lo mejor va a ser repetir (si se puede) hacia una estructura semejante a la anterior que ha demostrado largamente su fragilidad, o tratar de caminar con la vista en el largo plazo, hacia una estructura económica más fuerte, más estable y menos dependiente. Esto parece aún más difícil que lo anterior y necesita ser muy bien explicado por los que la pudieran llevar a cabo si es que tales personas existen, lo que está por ver desde hace bastantes años.

Los capítulos de nuestra historia que vamos a recorrer van a ser excepcionalmente graves, tanto dará si vamos a parchear como si de verdad queremos desembocar en una estructura, sobre todo industrial y de mayor

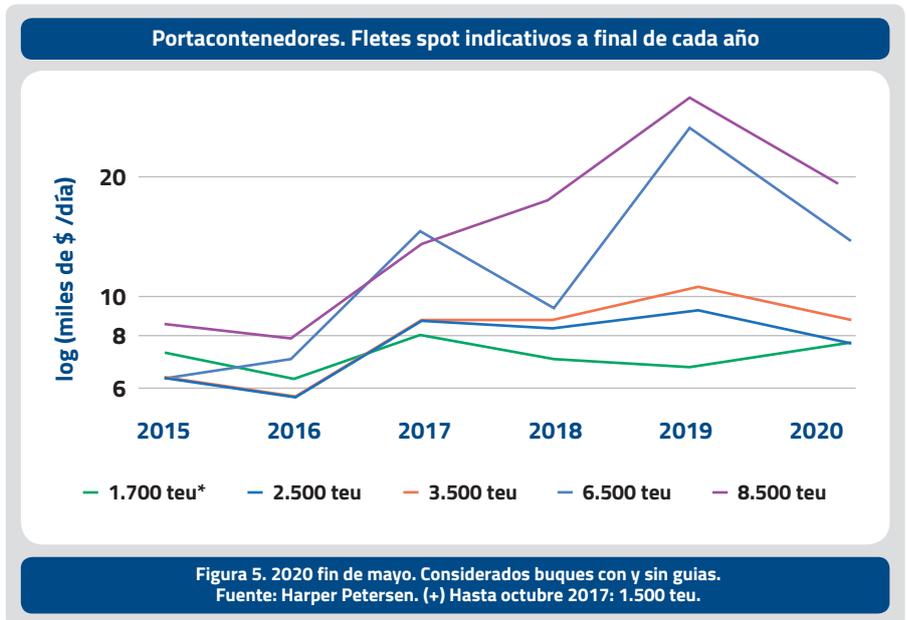
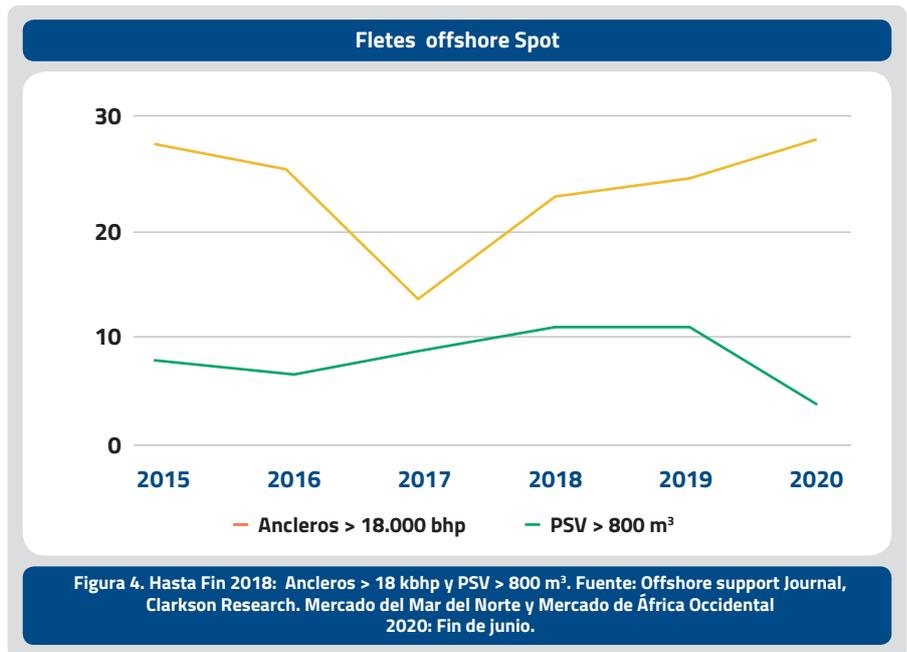


Tabla 3. Comparación flota existente-cartera de pedidos por tipos de buques.
Mtpm, salvo indicación.

Petroleros y productos (incluidos químicos)	
Flota	632
Cartera	50,6
Graneleros	
Flota	893,7
Cartera	72,3
LNG (Mm³)	
Flota	90,3
Cartera	20,4
LPG (Mm³)	
Flota	36,3
Cartera	0,1
Portacontenedores (Mteu)	
Flota	23
Cartera	2,2
Carga general	
Flota	38,9
Cartera	1,2
Frigoríficos (Mpies³)	
Flota	202,3
Cartera	3,5
Multipropósitos (Mteu)	
Flota	1,5
Cartera	0,1
Ro-Ro	
Flota	7,1
Cartera	0,5
Ferries (Mgt)	
Flota	20,8
Cartera	2
Carcarrers (millones de coches)	
Flota	4
Cartera	0,1
Offshore* (Mgt)	
Flota	31,5
Cartera	2,3
Cruceros (mil camas)	
Flota	619,2
Cartera	252,2
FPSO (Mgt)	
Flota	37
Cartera	1,8
Drillships (Mgt)	
Flota	6
Cartera	1
Dragas (Mgt)	
Flota	4,9
Cartera	0,3
Otros (Mtpm)	
Flota	5,9
Cartera	0,6

(* Incluye Anceros y PSV. Fuentes Clarkson-Platou (H), AHSB y elab. Propia. Junio 2020. Sube mes. Baja mes. Igual mes anterior.

Tabla 4a. Cartera de pedidos por constructores
Millones de cgt

1 China	25,1
2 Corea	20,2
3 Japón	9,1
4 Italia	3,1
5 Alemania	1,1
6 Francia	31,12
7 Finlandia	31,12
8 Filipinas	0,7
9 Vietnam	0,6
10 Noruega	0,4
Resto	3,1
Total	72,3
España	0,37

Datos a fin de mayo 2020. Fuente: Clarkson research, Fearnleys y elab. propia

Tabla 4c. Inversión naviera de países armadores
Miles de millones de US\$

1 China	3,4
2 Rusia	1,6
3 Japón	1,4
4 Brasil	0,8
5 Grecia	0,7
6 Noruega	0,5
7 Malasia	0,5
8 Corea S	0,4
9 Singapur	0,4
10 Portugal	0,3
Resto	1,5
Total	10,1

Datos a fin de mayo 2020. Fuente: Clarkson research, Fearnleys y elab. propia

nivel general de conocimientos. **Pero pasada la gravedad y según el camino elegido, tendremos que mantener un alto nivel de "medicación" que afectará a una deuda cada vez más galopante o bien, construir poco a poco una sociedad mejor dotada para un mundo cada vez más exigente.**

Parece que en la actualidad todos nos estamos parapetando tras un trampantojo que nos dice que nada va a ser igual y que nos enfrentamos a un mundo distinto. Humildemente, el autor cree que el mundo tras la pandemia y sobre todo tras la puesta en marcha de una vacuna efectiva, no va a ser tan distinto en sus grandes rasgos; la inercia global es muy grande y ha marcado terreno durante muchos años.

Serán nuevos los métodos de trabajo, acelerados en su cambio por la pandemia y otros aspectos que están desembocando en la realidad antes de lo esperado, pero nada comparado con el desafío climático, que es mucho más pandémico que este virus que estamos sufriendo.

Tabla 4b. Cartera de pedidos por armadores
Millones de cgt

1 EE. UU.	43,5
2 Japón	19,1
3 China	19,1
4 Grecia	15,1
5 Italia	14,1
6 Noruega	10,1
8 Rusia	9,1
8 Malasia	8,1
9 Corea S	8,1
10 Holanda	7,1
Resto	57,6
Total	223

Datos a fin de mayo 2020. Fuente: Clarkson research, Fearnleys y elab. propia

Tabla 4d. Valor Cartera países constructores
Miles de millones de US\$

1 China	60,9
2 Corea s	52,3
3 Italia	24,1
4 Japón	17,1
5 Alemania	14,1
6 Finlandia	6,1
7 Singapur	2,1
8 Noruega	2,1
9 Brasil	1,1
10 Holanda	31,12
Resto	30,1
Total	223

Datos a fin de mayo 2020. Fuente: Clarkson research, Fearnleys y elab. propia

Pero cuando se habla ahora de que nada será igual tras el covid-19, da la impresión de que estamos dando a la tecla equivocada, al menos en nuestro propio entorno.

En virtud de todo lo comentado escalón por escalón, líneas arriba de este artículo, seguramente escrito desde la intención de manejar racionalmente lo que está pasando, pero también "desde las tripas" tras el "confinamiento", habrá que pensar que los que de verdad tenemos que cambiar de manera que adoptemos comportamientos distintos, somos nosotros.

Y no para ver como capeamos malamente la mar arbolada que se nos viene encima, sino con un verdadero proyecto estructural que llevará probablemente más de una generación para dar frutos y que tiene que pasar por la mejora de todos los escalones que hemos mencionado, atacando simultáneamente todos ellos, para que, si los primeros funcionan, no se produzcan fugas para que otros de fuera se encuentren con conocimientos ya financiados por nosotros.

Todo lo comentado anteriormente no propone un traspaso de PIB desde el sector servicios hacia el sector industrial, sino un crecimiento de este y de su valor añadido propio para conseguir una economía equilibrada y mejor preparada frente a ataques de cualquier tipo, provengan del exterior o de un interior mal gestionado. Y, como corresponde a esta publicación, hemos de hablar, en conexión con todo lo dicho, del sector marítimo.

La necesidad industrial del sector marítimo

Según un documento publicado en diciembre del 2012⁶ por el Instituto Español de Estudios Estratégicos: *"el sector marítimo español genera un fuerte impacto en la economía española, con un sensible efecto multiplicador sobre la producción, el VAB y el empleo. Puede afirmarse que comprende casi el 10 % de producción efectiva, el 7 % del VAB generado y el 6 % de la población nacional activa"*.

El conjunto del sector marítimo en España es complejo y el cálculo de los impactos en la economía utilizando la CNAE (Clasificación Nacional de Actividades Económicas) resulta arduo en su utilización, en sectores de estructura compleja, y también en subsectores en los que, utilizando un símil, podemos decir que desembocan muchos afluentes que a su vez llevan sus aguas a otras actividades diferenciadas del sector marítimo. Hay que decir que la última actualización de la CNAE se hizo en 2009. No resulta justificable que, en los últimos 11 años, en los que una gran mayoría de actividades económicas han cambiado radicalmente y han aparecido otras nuevas, y las interconexiones y dependencias entre unas y otras han crecido mucho, la herramienta que permite averiguar cuál es el verdadero impacto de una actividad finalista (la construcción naval, por ejemplo), pueda producir resultados inexactos o variables, según sean los porcentajes de criterios personales con los que se utiliza.

En un primer análisis, el sector de la industria marítima se puede considerar integrado por: El transporte marítimo, los puertos y sus servicios, los usuarios de ese transporte, la construcción y reparación naval y sus industrias asociadas en su cadena productiva, la pesca y la acuicultura y sus derivados, la marina deportiva, sus puertos y servicios, el turismo marítimo, la industria offshore incluyendo la generación de energía relacionada, la explotación de recursos marinos de todo tipo, la defensa marítima incluyendo en ella lo necesario para misiones humanitarias, tanto en el mar como en apoyo de situaciones en tierra, la oceanografía en su sentido más amplio, dado el escaso conocimiento de las posibilidades potenciales que para la humanidad y su continuidad tienen los mares y océanos, que en gran manera está ligada al conocimiento de los mismos, de sus posibilidades en la bio-medicina, en la conexión con el clima, etc, etc; y toda la investigación ligada a lo anterior.

Como se ve. Hay mucho que hacer, y mientras se gastan en los países más ricos, cantidades ingentes en investigar las lejanas posibilidades de habitar satélites de lejanos planetas de nuestro sistema solar, deberíamos pensar más en bucear que en saltar al espacio. Al menos con relación a los recursos empleados. Pero precisamente por esto, volvamos a centrarnos en nuestras actividades.

La parábola del árbol

Con las tecnologías actuales debería ser posible desarrollar algoritmos que permitieran tener una CNAE casi en tiempo real. Así, los impactos "cruzados" y "compartidos" en el "árbol" de una actividad determinada ayudarían a conocer realmente cómo cada actividad, subactividad y sub-subactividad interviene en las cadenas de suministros, en sus valores y el valor añadido real. Las herramientas de las que hoy día disponemos ayudarían a tomar decisiones que en muchos casos afectan a la

supervivencia, a la continuidad o al desarrollo de actividades como en nuestro caso serían las que se engloban en el sector marítimo, tanto aguas arriba como aguas abajo. (O savia arriba como savia abajo, ya que hemos puesto el ejemplo del árbol)

Por otro lado, no habría tentaciones de actualizar de manera más fácil por el procedimiento de disminuir las desagregaciones y reducir el número de ramas del árbol. Todo ello sin producir perjuicios al funcionamiento del Registro Mercantil.

Pero continuemos un poco más con la parábola del árbol. Cuando en un árbol robusto se empieza a percibir un amarillamiento inusual de algunas hojas de determinadas ramas, y quizá su caída, el jardinero puede llegar a la conclusión de que debe podar esa rama para sanear el conjunto, pero también puede no servir para nada si las raíces no reciben alimento fertilizante suficiente, no sólo agua cuando le da por llover. Por eso los que dirigen las políticas de los países no pueden permanentemente esperar a que llueva: tienen que trabajar para elevar el nivel freático. ¿Y qué significa esto? Pues elevar el nivel de conocimientos, de formación, de educación, de investigación y de crear que fertilizar para años, y elevar la cultura para años, es el activo más importante de un país; y que las ideologías cualesquiera que sean, no pueden destruir ese activo, sino concertar caminos positivos para este país cansado de estar siempre en ascuas. **Si entendemos como "capital" social de un país, el conjunto de conocimientos, la formación cultural, científica, tecnológica, la investigación, etc, de su población; En el caso de nuestro país, y durante los años de crecimiento que siguieron a la crisis de 2008 crecieron bastante más los ingresos económicos que el valor de ese "capital social" que marca la capacidad de progresar sólidamente. Hemos vuelto a la "casilla de salida" por utilizar el símil del parchís. En pocas palabras: hemos gastado mal lo que ganamos**

"El capital social" marítimo de España ha sido pequeño desde hace muchos años, pero no en calidad, sino en cantidad. Ahora debería crecer porque el futuro dependerá mucho más del mar y sus actividades, y no podemos dejar, como siempre, en manos de otros lo que nosotros, no sólo debemos saber hacer, sino "necesitamos" hacer.

Pocas cifras, pero ilustrativas

Vamos a centrarnos ahora en nuestro campo más cercano, que obviamente mejoraría si se empezaran a dar las circunstancias favorables enunciadas en la primera parte de este artículo. Dentro de los variados estudios y consecuentes predicciones que atañen al sector maríti-



mo y en especial al transporte y a la industria de la construcción naval, podemos destacar el del Dr. Martin Stopford, presidente de Clarkson Research Services Ltd., y ampliamente reconocido por su ya largo recorrido y amplia experiencia en el campo del que tratamos.

Según Stopford y en lo que se refiere al futuro escenario de la industria de la construcción naval en el mundo, derivado de las distintas perspectivas de evolución del transporte marítimo, nos enfrentamos a tres posibilidades o marcos que listamos a continuación; en los que se combinan la previsión del crecimiento del comercio y las velocidades medias de la flota mercante tras la salida de la pandemia del covid-19, suponiendo una cierta uniformidad geográfica en dicha salida y que los destrozos causados por la misma a lo largo de la actividad económica en el mundo podrían llegar a permitir una recuperación razonable, y que se cumpliría que los buques de más de 25 años se fueran desguazando en el periodo 2012-2035⁸

- Marco A: Crecimiento del comercio 3,2 %, velocidad 14 nudos (diseño)
- Marco B: Crecimiento del comercio 2,2 %, velocidad 12 nudos (lenta)
- Marco C: Crecimiento del comercio 0,7 %, velocidad 10 nudos (eco)

(lo que hasta la fecha no se está cumpliendo, pero se puede acelerar en respuesta a la situación presente).

En el Marco A, la recuperación en las entregas para llegar al nivel (tpm) de 2020 se produciría en 2023.

En el Marco B, esa recuperación tendría lugar en 2027.

En el Marco C, en el año 2030

En todos los casos, ese nivel de entregas podría ser ligeramente superior a 80 millones de tpm.

Si los escenarios de funcionamiento se mantuvieran en el tiempo, se produciría un "pico" de entregas en 2035, de respectivamente: 240, 205 y 160 millones de tpm aproximadamente, en los Marcos A, B y C, para, manteniendo la premisa del desguace a los 25 años y tras un valle en el año 2046, llegar a 2050 con entregas respectivas aproximadas de 220, 160 y 70 millones de tpm.

Como es natural, hay muchas variables que pueden distorsionar estas cifras tentativas, especialmente en el futuro más inmediato, en el que la situación es tan confusa que astilleros históricos de diferentes países también históricos en la industria de la construcción

naval están decidiendo abandonar esta actividad. Mientras tanto, otros, especialmente, y como siempre desde las postrimerías del siglo pasado, en el Extremo Oriente, están tratando de consolidar y fortificar lo que ya tienen.

Como ya se ha dicho, la eclosión de la pandemia ha trastocado todas las previsiones basadas en un comportamiento de "función continua", por utilizar un término familiar, que incluso podía absorber las tensiones de las guerras comerciales. Pero el principio de la otra y actual historia en lo que se refiere al transporte marítimo y la construcción naval se puede observar en los cuadros siguientes, que reúnen los primeros impactos. Tanto en el transporte marítimo de mercancías comparativo 2019 y la previsión de 2020, la referencia de diez años anteriores expresada por el CARG⁹; la misma aplicación para las entregas de buques nuevos enero-abril de este año en términos de cgt, que aún con sus limitaciones, refleja mejor la carga real de trabajo de los astilleros.

La siguiente tabla refleja los dos últimos parámetros para buques no encuadrados en la clasificación anterior.

Con respecto a las velocidades de diferentes tipos¹⁰ de buques y transportes, y según datos provisionales del primer semestre de este año 2020, podemos aventurar que los petroleros de crudo aumentaron su velocidad en 2019 frente a 2018 un +0,5 %, y en 2020 respecto a 2019, un +0,8 %. Este par de cifras

para otros tipos de buques han sido: Petroleros de productos y químicos -0,1 % y -0,4 %, graneleros -0,8 % y -1,3 %, portacontenedores -2,2 % y -1,8 %, LNG grandes +0,7 %, -0,2 %, y cargueros de alta mar -0,9 % y -1,4 %.

Desde la crisis del año 2008 hasta el final del segundo semestre de 2020, la reducción media de velocidad de la flota mundial de carga ha sido de aproximadamente un 14 %. Y la razón fundamental ha sido la reducción de emisiones de GEI a la atmósfera.

Un análisis muy preliminar de la significación de todas estas cifras en 2020, parecen indicar que los tipos de buques que más han reducido su velocidad han sido los más directamente relacionados con el transporte de bienes de consumo, y los que menos los que tienen que ver con los productos energéticos. Lo que también se refleja en la columna A de los cuadros anteriores, aunque la previsión B que incluye la segunda parte de 2020 da a entender que se ha contemplado una recuperación del transporte y de la demanda de estos bienes, compatible con descensos de rebotes del covid-19. De hecho, desde el inicio de la pandemia del covid-19, ha sido a primeros de julio cuando la capacidad de la flota inactiva de buques portacontenedores ha bajado de 2 millones de teu. Cuando se escribían estas líneas, los buques amarrados son 375, y su capacidad, 1.848.000 teu. Como era lógico esperar, los astilleros enfocados a la construcción de buques de cruceros han visto caer su contratación en un 87 %

Mercancía	A	B	C	D
Petróleo crudo	- 4 %	+ 3 %	- 0,33	7,5
Productos petrolíferos	- 7 %	+ 2 %	- 0,31	3,4
Productos químicos	- 2 %	+ 4 %	- 0,30	1,2
Mineral de hierro	+ 1 %	+ 3 %	-0,47	4,0
Grano	+ 3 %	+ 5 %	- 0,20	2,1
Carbón	- 8 %	+ 3 %	- 0,40	3,8
Graneles menores	- 7 %	+ 4 %	- 0,36	5,6
Contenedores	- 10,5 %	+ 3 %	-0,22	10,8
LNG	+ 1 %	+ 5,5 %	-0,60	10,8
LPG	+ 2 %	+ 10 %	- 0,36	1,7
TOTAL	-5,5 %	+ 3 %	-----	-----

NOTAS:
 Fuente: Clarkson Research y elaboración propia
 A = Previsión de tons-milla (tons-teu) de 2020 respecto a 2019
 B = CAGR 10 años (2010-2019) en %
 C = CARG enero-abril 2020 NNCC contratadas en cgt
 D = cartera de pedidos a fin de abril 2020 en Mcgt

BUQUES	C	D
Ferries de pasajeros y cargas rodantes	-1,00	2,4
Cruceros de pasajeros	- 0,57	10,6
Offshore de todos los tipos	- 0,40	4,3
Otros	- 0,30	3



Con relación a la caída de contratación comparando este año con el precedente en los cinco primeros meses de cada uno de ellos, y según las regiones más importantes, los astilleros europeos reflejaban el mayor descenso en términos de cgt, con un 90 %, seguidos de los japoneses, 81 %, Corea del Sur, 71 % y China un 35 %.

Se mezclan en estos momentos dos escenarios que afectan negativamente las intenciones de inversión en el mercado marítimo, y por lo tanto, y en el mismo sentido, a la industria de la construcción naval. Por un lado, la incertidumbre respecto a la evolución de la pandemia, la posibilidad de importantes rebrotes en otoño que acarreen una nueva paralización, aunque sea parcial del comercio, acrecentada por la inseguridad sobre las fechas de disponibilidad de vacunas efectivas, y por el otro lado, la más persistente en el tiempo y en importancia sobre los requisitos para la descarbonización y la situación de la flota mundial respecto a ello.

Ambos escenarios se alimentan entre ellos, por lo menos durante este año y el siguiente, adobados además por las decisiones que tomen los países y en especial los más importantes para tratar de volver a la senda de crecimiento., en momentos en los que la globalización también se cuestiona.

Las ayudas, por favor. ¿Qué economía azul?

Por lo que respecta a Europa, la Asociación de constructores navales europeos SEA Europe (Antes CESA y AWES), ha solicitado apoyo urgente y a la medida para salvaguardar la supervivencia de una industria estratégica para Europa. Literalmente: *"Si la Unión Europea fracasa para adoptar políticas sectoriales adecuadas y medidas financieras para apoyar al sector tecnológico marítimo europeo, existe un enorme riesgo de perder a favor de Asia lo que aún queda de este sector en Europa"*.

Sin ese soporte a esta industria que reúne a los astilleros y a toda la cadena de suministros que representa alrededor de un 80 % de la facturación del sector, SEA Europe estima

que se perderá más de un millón de puestos de trabajo, además de perder 120.000 millones de euros de valor añadido creado con el esfuerzo del sector tecnológico marítimo. Asimismo, Europa dejará evaporarse a favor de otros todo el caudal tecnológico y su liderazgo en la construcción de buques complejos y se convertirá en una región dependiente de países extranjeros, fundamentalmente asiáticos para la construcción reparación, mantenimiento y conversión de los buques y artefactos civiles necesarios para el acceso a mares y océanos, y a llevar adelante la tan "cacareada Economía Azul"

En pocas palabras, Europa, y en particular el Reino de España perderían su soberanía marítima industrial y tecnológica, que es un paso más hacia la pérdida de su soberanía económica.

Para el lector interesado, se adjunta como Anexo la "Covid-19 SEA Europe Declaration" de abril de este año.

Por su parte, Corea ha tomado la decisión de no ahorrar esfuerzos para ayudar a su industria de construcción naval debido a la brutal caída de la contratación de nuevos buques como consecuencia de la pandemia. Su ministro de Industria declaró, literalmente que el gobierno "no podía permanecer sentado" cuando a nivel global, la contratación había caído un 70 % (cgt) en el primer trimestre, comparado con el mismo periodo de 2019, año en el que los astilleros coreanos habían exportado buques por valor de 20.000 millones de US\$.

Paralelamente, el Gobierno coreano ha comprometido 1.000 millones de US\$ en apoyo de su sector naviero, dentro de una operación de 32.000 millones de US\$ en ayuda de sus siete industrias clave entre las que se encuentra la industria naviera, según ha informado el ministro de Océanos y Pesca.

Japón por su parte ha interpuesto su segunda demanda en la Organización mundial del Comercio (OMC / WTO) contra las ayudas coreanas a su industria de construcción naval, y ambas están el proceso de "consulta",

la primera desde 2018. Debido a la situación actual del mercado, Mitsubishi HI ha puesto en venta su factoría de Nagasaki, una de las mayores de la Compañía.

Mientras en los astilleros chinos la contratación en el primer trimestre de 2020 comparada con el mismo periodo de 2019 ha caído un 34 %, en Japón, el descenso ha sido de un 81 % y el Corea, un 71 %, todo ello referido a l volumen de toneladas brutas compensadas cgt. En Europa, cuyo producto estrella de los astilleros más importantes es el buques de cruceros, el "batacazo" ha llegado al 87 %. De momento se conoce una ayuda financiera en Alemania para el grupo Weften (MVW) de 600 millones de euros, y algunos cierres temporales en otros astilleros también dedicados a la construcción de cruceros.

Pero los buques de crucero requieren un tratamiento específico del que nos ocuparemos.

Algo que se dijo hace tiempo

En el artículo Coyuntura de abril, el autor proponía de nuevo (Tras haberlo hecho ya en la Revista de febrero de 2011, la construcción de un buque hospital de gran capacidad.

Ningún eco tuvo esa propuesta. Pues bien, los astilleros japoneses¹¹ más importantes están ahora proponiendo la construcción de uno o dos buques hospitales de gran capacidad (*Multi-purpose disaster-relief medical hospital ships*).

- [1] Fuentes OCDE y OMC
- [2] Fuentes INE, IGE. Ministerio de Industria
- [3] <https://www.oecd.org/skills/piaac/>
- [4] JM Sánchez Ron: "Elogio y necesidad de la matemática". www.zendalibros.com. julio 2020 y El Mundo
- [5] OECD stat. Labour productivity levels. 2018. US\$ corrientes. Paridad de poder adquisitivo (PPP)
- [6] ieee.es. La Dimensión Marítima de España. Arturo González Romero. También "Economía del Sector Marítimo". FEIN-IME (Cap. 19). Análisis del impacto en la economía del sector marítimo. Mismo autor.
- [7] Joseph Stiglitz: 1 / 2020
- [8] 2012 fue el año récord de entregas en TPM desde 1970.
- [9] CAGR (Crecimiento anual compuesto/ Compound Annual Growth Rate) = (Valor final / valor inicial)^{1/N} - 1, siendo N el número de periodos temporales considerados. [años. Meses,...]
- [10] Fuente: Clarkson Research
- [11] Fuentes: Nikkey Asian Review, y Lowy Institute

Cualquier consideración u opinión expresadas en este artículo corresponden exclusivamente a su autor y no representan necesariamente las de AINE o su Revista Ingeniería Naval ■



SEA EUROPE'S DECLARATION ON THE CRISIS CREATED BY THE COVID-19 PANDEMIC

STRATEGIC MARITIME TECHNOLOGY INDUSTRY IN URGENT NEED FOR SPECIFIC EU MEASURES

In the light of COVID-19, SEA Europe calls for urgent, tailor-made sectoral support to safeguard the survival of Europe's strategic maritime technology industry

Brussels, 1 April 2020

"If the EU fails to adopt tailor-made sectoral policies and financial support beyond its horizontal industrial policies, Europe risks to lose its strategic maritime technology sector to Asia, whilst European shipyards and maritime equipment manufacturers are key for the European Green Deal, for Europe's Blue Economy and mobility, for Europe's defence, security and autonomy and for Europe's access to seas and trade of goods and passengers", says Kjersti Kleven, SEA Europe's chairwoman. "Such a loss would make Europe entirely dependent on Asia for the design, building, repair, retrofitting, and equipment of civilian ships, with devastating effects for Europe's autonomy, defence and security, maritime economy and workforce.

Like other sectors, the COVID-19 outbreak has hit Europe's maritime technology sector very hard: production has been reduced or stopped, supply chain activities are disrupted, workforce is in temporary unemployment, and many companies face serious liquidity problems or are in need of bank credit, which is a very serious problem for an industry that is – by nature – highly capital-intensive. In addition, orders for newbuilt ships or ship repair and retrofitting are postponed, declared force majeure or cancelled, because all shipowners, including cruise and ferry operators, are in serious difficulties. However, these economic consequences will last much longer than for many other sectors, due to the specificities of the sector, and come on top of existing severe competitive distortions from Asia. To monitor the local situation in Member States weekly and assess the impact for our companies, employees and supply chain, SEA Europe set up an internal task force", says Christophe Tytgat, SEA Europe's Secretary General.

SEA Europe welcomes the recent horizontal initiatives from the European Commission in response to the COVID-19 outbreak, as they try to minimize the impact of this crisis for all European industries. However, **SEA Europe urges the European Commission to complement these initiatives with sectoral policies and financial support – tailored to the specific needs and challenges of Europe's shipyards and maritime equipment industry (known as "the maritime technology sector")**. Such sectoral policies and financial support should not only enable the sector to cope with the severe consequences of the COVID-19 outbreak but also aim at safeguarding the survival of this strategic sector for Europe. This position is fully in line with SEA Europe's response to the recently released and much welcomed new Industrial Strategy for Europe and was elaborated in SEA Europe's *White Paper "Maritime Technology in Europe: A Strategic Solution Provider for Major Societal Challenges"*, issued in October 2019 (available [here](#)).

Like other industries, Europe's maritime technology sector has been hit very hard by the COVID-19 outbreak. But, unlike other industries, Europe's maritime technology sector will feel the real negative consequences from the COVID-19 outbreak more acutely in the medium and long-term. This is because shipbuilding and maritime equipment manufacturing are export-oriented businesses and very much depend on global macro-economic trends, trade volumes, and market sentiments.

Moreover, shipbuilding is characterized by very long lead production times, with a 2-3 years' time laps between the ship's contracting and delivery on average, and heavily depends on a well-functioning supply chain, as 70-80% of the ship's value derives from the supply chain.

SEA Europe expects that COVID-19 will particularly negatively impact those markets in which Europe's shipyards currently are global leaders, notably the markets of complex ship types, such as ferries and cruise vessels, dredgers, advanced fishing vessels and vessels for offshore operations. In concrete, the sector expects that many orders for newbuilt cruise ships will be cancelled since cruise operators are heavily suffering from the financial consequences of travel restrictions and health issues onboard such ships. Hence, production of and demand for cruise ships and related maritime equipment will not restore before shipowners will be confident about better market conditions and passengers about better financial and sanitary circumstances. Only thereafter, shipowners may start placing new orders again. Another example is Europe's offshore building sector, particularly of offshore oil and gas platforms and related ships. This sector will suffer heavily from a drop in oil prices, whilst in fact it has not yet fully recovered from the previous oil crisis. For both segments, however, experts forecast a considerable slowdown in growth of global trade for goods and raw materials as well as for demand for cruise ships and ferries. Hence, it will take time before shipyards will be able to recover from this sanitary crisis on international trade, tourism and mobility patterns. Last but not least, naval shipyards are also experiencing issues in performing and respecting the delivery for their ongoing projects. In this respect, SEA Europe urges the EU to regard the naval defence industry as critical for the EU's future security and defence needs and continue – and where possible even reinforce – the implementation of scheduled projects and programs (such as the EDF) as means to ensure that the EU's industrial capabilities are kept intact.

SEA Europe also expects that Europe's maritime equipment industry will suffer heavily from the consequences of COVID-19, with their 50% global market share. The survival of this part of the maritime technology sector is crucial to maintain the competence and innovation needed for the green and digital transitions in European and international shipping in Europe.

The impact of COVID-19 comes on top of the global and competitive challenges that Europe's maritime technology sector was already confronted with. The global trading environment in which most maritime technology companies are operating, is already heavily impacted by growing trade protectionism, trade tensions, market imbalances and aggressive state-led competitive distortions, mainly from Asia. *"Made in China 2025"* directly targets Europe's global leadership in both complex shipbuilding and advanced maritime equipment manufacturing. In this respect, it is worth referring to a *European Commission study on Europe's maritime technology sector*, issued in October 2017, which had already then concluded that the next decade will determine whether Europe's shipyards and maritime equipment manufacturers will continue to grow and survive or decline and eventually disappear.

If the EU fails to adopt tailored-made sectoral policies and financial measures, including state aid, in support of Europe's maritime technology sector, there is a big risk for Europe to lose the remaining part of its strategic maritime technology sector to Asia. Such loss of a critical competence would have many devastating effects for Europe, notably:

- More than 1 million jobs in maritime technology companies would be lost.
- About €120 billion of added value, created by the maritime technology sector, would be lost.
- Europe would lose its innovation and technological global leadership in complex ship types (e.g. offshore, dredging, and cruise ships).
- Without its own shipyards, Europe will become entirely dependent on foreign (mainly Asian) countries for the building, repair, retrofitting, maintenance and conversion of civilian ships and on foreign ships for access to seas, transport for goods and passengers and Blue economy activities. A loss of shipyards in Europe will also lead to serious losses in Europe's supply chain.

- Without shipyards in Europe, the business of Europe's maritime equipment companies will become entirely dependent on foreign (mainly Asian) markets, where already today they face more business obstacles and trade protectionism.
- Without its own shipyards and maritime equipment companies, Europe will be entirely dependent on foreign (mainly Asian) nations for realizing its Green Deal targets, aiming at transforming waterborne transport into a climate-neutral mode of transport, or for implementing its Blue economy activities, e.g. offshore renewable energy or aquaculture.

The COVID-19 outbreak has already clearly demonstrated the disastrous and dangerous effects of Europe being entirely dependent on foreign nations (e.g. in the field of medical equipment). Such example should not be replicated in Europe's maritime technology sector, especially in times of increasing international political tensions and growing trade protectionism or in times of high political ambitions such as the European Green Deal. Without its own shipyards and maritime equipment companies, Europe will become entirely dependent on foreign nations. Such risk is in fact recognised in the European Commission's recommendation to Member States to be very vigilant and use all EU and national tools, including the application of the Foreign Direct Investment Screening Regulation, to avoid that the COVID-19 crisis leads to a loss of critical assets and technology. To avoid such risk, SEA Europe urges EU – and national – decision-makers to act in support of the needs, challenges, threats and opportunities of Europe's maritime technology sector and adopt tailor-made sectoral policies and financial support for the sector. Only then will Europe's shipyards and maritime equipment companies be able to recover and continue to play their key role as strategic sector and solution provider for Europe. Inspiration for such policies and support can be found in SEA Europe's *White Paper "Maritime Technology in Europe: A Strategic Solution Provider for Major Societal Challenges"*, issued in October 2019.

Background Note: *SEA Europe represents close to 100% of the European shipbuilding industry in 16 nations, encompassing the production, maintenance, repair and conversion of all types of ships and floating structures, commercial as well as naval, including the full supply chain with the various producers of maritime systems, equipment material, and services.*

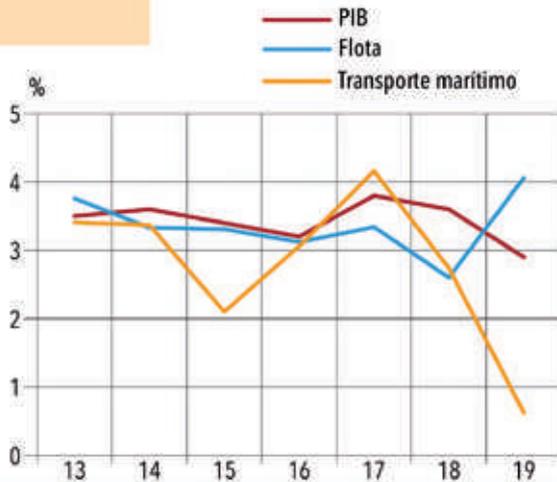
For further information please visit www.seaeurope.eu or contact:
Christophe Tytgat, Secretary General, ct@seaeurope.eu
Tel: +32 (0)2.230.32.87

01

pág. 10

MERCADO MUNDIAL

En 2019 se volvió a registrar un récord histórico de toneladas transportadas por mar, aunque con un crecimiento de solo el 0,6%, el menor de los últimos 10 años.

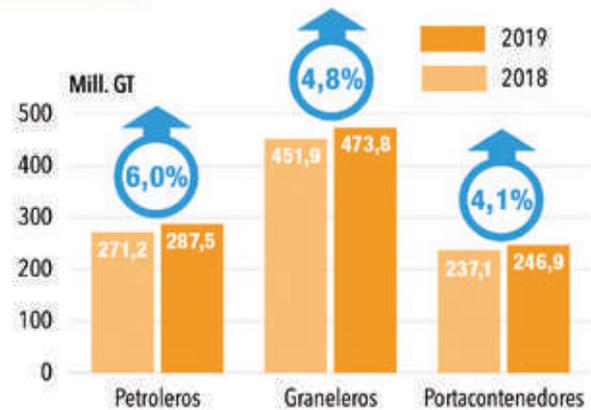


02

pág. 14

FLOTA MERCANTE MUNDIAL

La flota mercante mundial creció un notable 5% en tpm, alcanzando 1.325 MGT. Panamá sigue siendo el registro más utilizado y los armadores griegos los que controlan la mayor flota.

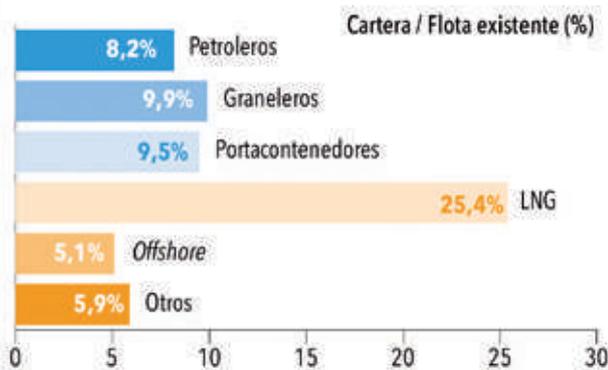


03

pág. 18

CONSTRUCCIÓN NAVAL

Es muy favorable para el sector naviero, pero negativo para el de la construcción naval, que esta crisis de COVID-19 haya llegado en un momento con muy baja cartera de pedidos, la menor, en porcentaje de la flota, desde 1994.



04

pág. 21

COMERCIO MARÍTIMO ESPAÑOL

El fuerte descenso de las importaciones de carbón (-45%) dio lugar a una importante reducción de las de graneles sólidos. Las importaciones de crudo también se redujeron un 2,6%. En cambio, aumentaron muy notablemente las de GNL (+43%).

Los graneles sólidos disminuyeron un 11,2% hasta

85,3 Mt

Los graneles líquidos aumentaron un 2,7% hasta

145,8 Mt

La carga general aumentó un 1,9% hasta

131,6 Mt



05

pág. 24

FLOTA TOTAL CONTROLADA

Por primera vez desde enero de 1986, la flota mercante de control español ha superado los 5 MGT.

Por segundo año consecutivo, la flota controlada bajo pabellones extranjeros supera a la que navega bajo pabellón español (REC).



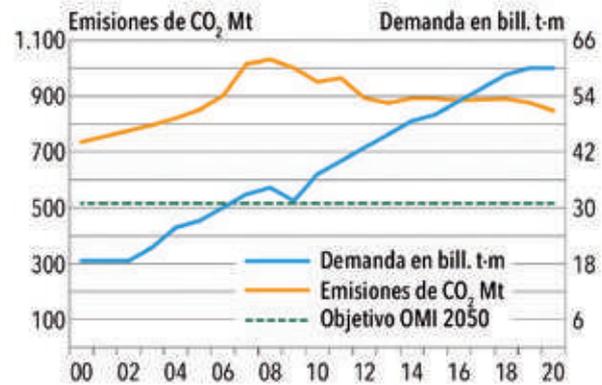
06

pág. 28

POLÍTICA SECTORIAL INTERNACIONAL

El año 2019 se caracterizó por una gran incertidumbre ante la entrada en vigor de las normas IMO 2020, el 1 de enero, que redujeron el contenido de azufre en los combustibles marinos en un 86%, hasta el 0,5%.

La OMI sigue avanzando en la reducción de las emisiones de CO₂. La crisis del coronavirus reducirá estas emisiones al menos en un 6% en 2020.



07

pág. 30

POLÍTICA SECTORIAL NACIONAL

La DGMM ha encargado y recibido dos estudios con medidas para potenciar la competitividad de los buques inscritos en el REC, cuyas competencias administrativas ahora están distribuidas en hasta 6 ministerios diferentes. La crisis sanitaria ha perjudicado muy especialmente a los servicios regulares de pasaje con los territorios no peninsulares. Las medidas aplicadas hasta ahora por el Gobierno son claramente insuficientes para asegurar la continuidad de estos servicios.

08

pág. 32

APÉNDICE ESTADÍSTICO

Series históricas de comercio marítimo mundial, flota mundial, tráfico marítimo español y la flota de pabellón español.

09

pág. 34

EMPRESAS ASOCIADAS

Relación completa y datos de contacto de las 37 empresas miembros de ANAVE en junio de 2020.

50

AÑOS DE INNOVACION

NUEVA INSIMAR®
Grupo de Empresas

Cuarenta empresas representadas

Más de 1.4 millones de profesionales a su servicio

ADS
A.G.I.
AKZO NOBEL INDUSTRIAL PAINTS
ALLIED DATA SYSTEMS
CHELTEK DEFENCE
CONSOLITE FORENSICS
CR OCEAN ENGINEERING
CROSSFIELD PRODUCTS
DARCHEM

DREW MARINE
E.C.A.
EVOOUA WATER TECHNOLOGY
FINCANTIERI
JOHNSON CONTROLS
KETECH
LED LIGHTING SOLUTIONS
LINK MICROTEK
MACTAGGART SCOTT

MAROTTA
MORGAN ADVANCED MATERIALS
MORGAN THERMAL CERAMICS SPAIN
NAVAL GROUP
NAVCOM
PECK AND HALE
PELLEGRINI MARINE EQUIPMENTS
PERMALI GLOUCESTER
POLYMER INDUSTRIES

POWER CONVERSION TECHNOLOGIES
RAYTHEON
ROMICA ENGINEERING
RSL FIBER SYSTEMS
TEMERU TECHNOLOGIES
THERMION
TRELLEBORG
TYCO
WESMAR
WHIPPENDELL MARINE

Avenida del Ejército, 19-1º
15006 Coruña (SPAIN)

t: +34 981 28 83 11
f: +34 981 28 80 99
e: insimar@insimar.com

C/ Narvaez, 38 -1ºB
28009 Madrid (SPAIN)

t: +34 91 435 25 87
f: +34 91 575 56 09
e: insimar@insimar.com

NUEVA INSIMAR USA
1111 Belle Pre Way, STE 406
Alexandria, Virginia, USA 22314

t: +1 858 205 2895
e: insimar@insimar.com



¿Estancamiento del mercado de transporte de pasajeros?

Gerardo Polo¹
Catedrático Emérito de Tráfico Marítimo
de la Universidad Politécnica de Madrid

David Díaz¹
Profesor de Economía Marítima de la E.T.S.
de Ingenieros Navales

Jerónimo Esteve²
Profesor de Tráfico Marítimo y Construcción Naval
de la E.T.S. de Ingeniería Naval y Oceánica



La realidad del impacto de la crisis COVID-19 sobre el mercado de transporte de pasajeros empieza a sobrepasar todas las expectativas toda vez que el sector está viendo impedido el retorno a su actividad pre-virus. Tanto desde el lado de los cruceros, que siguen parados a la espera de que se reactiven los movimientos de personas y se certifiquen los necesarios protocolos antiCOVID, como por el de los *ferries* que ven cómo sus deficitarias rutas han de ser mantenidas en activo bajo el yugo de ser un servicio esencial.

Con respecto a los cruceros, si inicialmente se especulaba con poder volver a navegar a mediados de mayo, pronto se vio que los retrasos se iban acumulando cuando los estados mantenían si no un cierre total de fronteras sí una carrera por identificar en qué países podrían confiar unos y otros.

Los siguientes movimientos condujeron a los armadores a pensar que la flota debería tratar de estar lista para primeros de julio, en lo que inicialmente parecía suficiente margen para la recuperación sanitaria y para que los países abrieran sus fronteras y la movilidad de las personas fuera generalizándose.

A estas alturas del ejercicio, prácticamente todas las navieras de cruceros mantienen suspendida su actividad, con la única excepción de Hurtigruten, Seadream y Ponant que restablecieron sus cruceros a primeros del mes de julio. Otras tres tienen previsto volver a la actividad a finales del mes de julio, entre ellas MSC Cruceros, y algunas más, ocho, durante el mes de agosto, como Costa Cruceros o Hapag-Lloyd, mientras que el resto, dieci-

séis, lo harán ya en septiembre, excepto seis que mantienen fechas más tardías (Cuadro 1). Al menos, estos son los proyectos a día de hoy.

En cuanto a los *ferries*, su situación ha sido la complementaria, esto es, han mantenido sus rutas de la mano del concepto de servicio de transporte esencial pero con unos costes que en ningún caso se han visto cubiertos por el propio servicio. Estas circunstancias les han dejado al albur de las ayudas de estado, las compensaciones o, en último caso, la imprescindible disminución de dichos costes mediante el cierre de rutas, la reducción

de la flota en activo e incluso los recortes de personal.

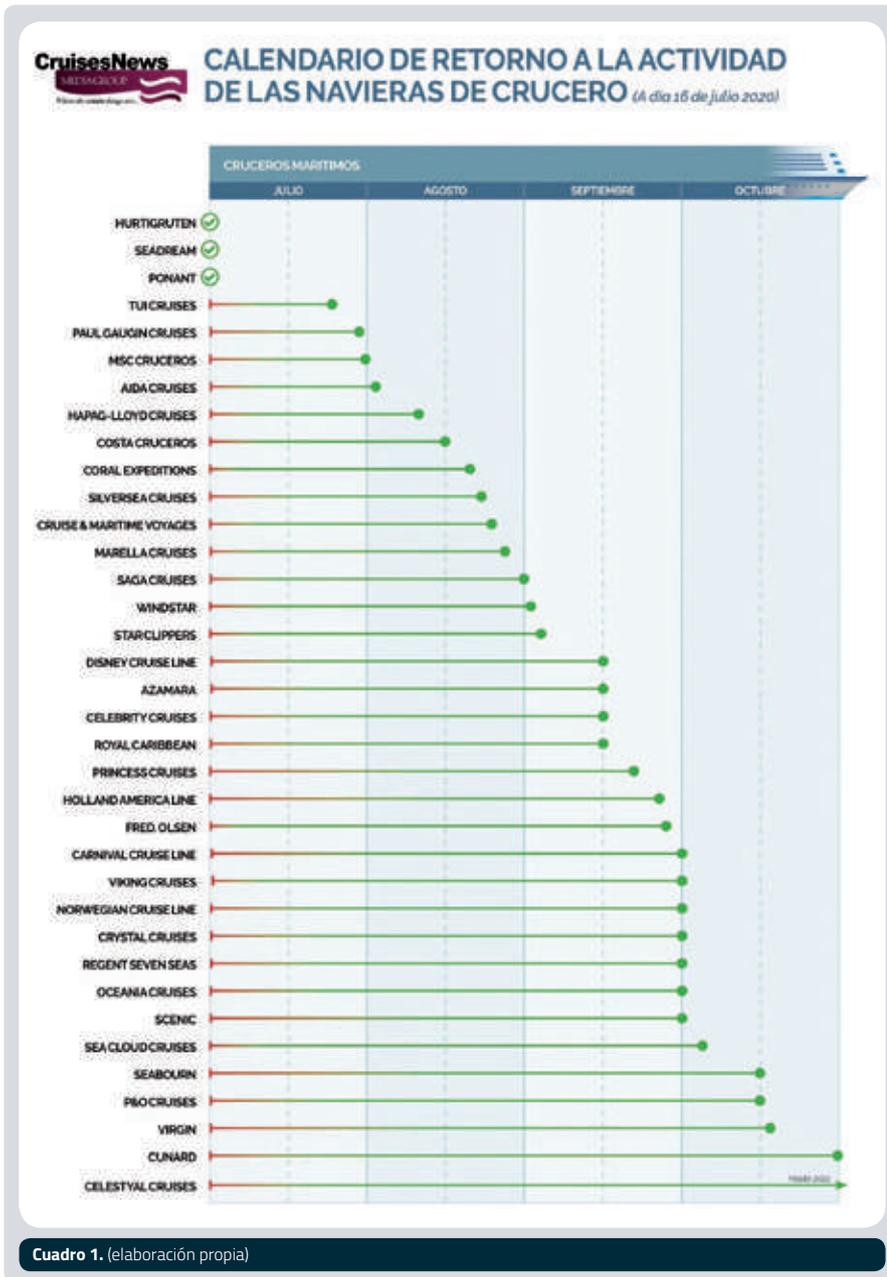
Así, podrían listarse desde el cierre durante el mes de abril de la ruta que Stena Line mantenía entre Suecia y Alemania, hasta las ayudas estatales a los *ferries* griegos o españoles, pasando por recortes de personal de P&O Ferries que alcanzan ya los 1.100 puestos o los 650 en DFDS (operador de *ferries* y roros danés); que suponen un pequeño ejemplo de la multitud de situaciones sobre las que las navieras tienen que decidir según se van recomponiendo, dadas las enormes incertidumbres que asolan al sector.



El esquema que hemos dibujado está vivo. Quedan muchas páginas por escribir en un mercado que hasta la fecha tan solo daba noticias de fortaleza y records batidos año tras año: número de cruceristas, tamaño de los buques, instalaciones a bordo, rentabilidad del negocio, inversiones en nuevas construcciones, etc.

¹ Observatorio del Transporte Marítimo

² Universidad Politécnica de Cartagena



Cuadro 1. (elaboración propia)

La vuelta a la actividad: un ejercicio entre la necesidad económica y la salud

El pistoletazo de salida lo dio Hurtigruten el pasado 16 de junio, manteniendo actualmente 5 de los 16 buques de su flota en activo y habiendo confirmado la vuelta a la actividad de otros 9 para los próximos meses, en una operación que califican como de “regreso paso a paso a la plena operación”.

Y es que las medidas adoptadas para combatir al virus y dar tranquilidad a pasaje y tripulación suponen un interminable listado, millonario en costes, que incluye, entre otras, el control del estado de salud de todos ellos al embarcar y desembarcar, el escalonamiento en la facturación, la reducción del aforo hasta un 60%, las pruebas y el rastreo de contactos,

el uso de mascarillas, los filtros de aire de partículas de alta eficiencia (HEPA), el uso de luz UV-C, desinfectantes para la limpieza de superficies desde camarotes de tripulación y cruceristas hasta espacios públicos y zonas particulares como la clínica. Todo ello para que, en palabras de Michelle Barron, del Hospital de la Universidad de Colorado, “cuando se navegue, la mayor preocupación debe ser cómo evitar una quemadura de sol, no la posibilidad de contagiarse del COVID-19”.

Todo ello con objeto de consensuar un esquema de medidas comúnmente aceptadas en todos los estados en los que recalcan sus buques, ya que la realidad europea es bastante sintomática de cómo se han ido abordando las medidas a adoptar por los gobiernos de turno: medidas discordantes, sin continuidad en el tiempo ni plazos de

ejecución, y con salidas de los confinamientos, en su caso, en diferente momento y con distintos esquemas temporales. Por poner un ejemplo paradigmático, dada la casi unánime llamada a su uso por las principales instituciones científicas, las mascarillas son obligatorias en el transporte público en países como Alemania, España o Francia, pero apenas recomendadas en Suecia o Noruega. La situación dada hace que los turistas se hayan de enfrentar a un desconcertante conjunto de normas y recomendaciones para sus viajes tanto en la zona del Mediterráneo como en la del Mar del Norte.

Un pequeño esfuerzo de coordinación a estos niveles entre países daría como resultado, según la WTTC –Consejo Mundial de Viajes y Turismo– una recuperación de hasta un millón de puestos de trabajo por cada aumento de viajeros del 2,7%. Si partimos de la base de que este sector aporta hasta un 9,1% del PIB de Europa según el mismo WTTC, y que supone unos 37 millones de puestos de trabajo, que suman casi el 10% del total de trabajos en Europa, se pone en evidencia que el esfuerzo demandado es realmente mínimo frente al elevado impacto en la economía europea.

Por otro lado, aunque la mayoría de los países ya han abierto sus fronteras a los turistas extranjeros, y muchos de ellos desde primeros de junio (incluso alguno en mayo, como Serbia), lo cierto es que la libertad de movimientos apenas se está empezando a producir, pues cuando no hay que someterse al test de la enfermedad, se tiene que pasar una cuarentena de 14 días. Ahora mismo, aunque con prohibiciones de llegada de turistas de determinados países, lo cierto es que la mayoría de los países tienen abiertas sus fronteras y apenas exigen que quienes pretendan entrar se tengan que medir la temperatura.

La necesidad de poner la flota en servicio, consecuencia de la cual son toda esta serie de medidas de protección y seguridad mientras dure el COVID-19, va de la mano de una situación de extrema emergencia económica que está empezando a amenazar, tras varias décadas de bonanza, al sector de los cruceros.

Si el subsector de los *ferries*, como ya hemos comentado, ya está tomando cartas en el asunto, poco queda para que las navieras de cruceros se vean abocadas a tener que tomar decisiones más drásticas que las llevadas a cabo hasta ahora, ya comentadas en este mismo Observatorio hacer un par de números: reconfiguración de rutas, amarre o fondeo de la flota, repatriación de los cruceristas, buques preparados para una vuelta rápida a la actividad (hot lay-up) que luego son mandados a amarrar o reparar mientras se devolvía a la tripulación a sus países em-

pleando para ello sus propios cruceros: *Regal Princess, Mein Schiff 3, Carnival Panorama*, etc.

Las primeras fueron precisamente las decisiones sobre dónde amarrar o fondear el buque y cómo hacerlo, si listo para zarpar o ya bajo el epígrafe de *cold lay-up*, esto es, desarmando el buque y dejando a bordo funcionando lo estrictamente necesario, tanto en equipos como en tripulación, para cumplir con la normativa a la vez que se reducen al mínimo los costes. Estas reducciones pueden llegar al entorno del 75-90% en la suma de costes de seguros, tripulación, reparación y mantenimiento, respetos y consumibles, tasas portuarias y combustibles, en los casos en los que se prevea que el buque no estará operativo durante un tiempo significativo, normalmente a partir del año.

Más allá de estas decisiones, aparecen otras más drásticas y sin posibilidad de retorno. Así, TUI ha echado mano del achatarramiento del *Marella Celebration*, un buque de 36 años de edad. A estos desguaces se les suman los barcos a los que se les tratará de sacar mayor beneficio mediante su salida al mercado de segunda mano, como los 13 que tiene previsto vender Carnival Corporation durante este mismo 2020, nada menos que el 9% de la capacidad de su flota. Según el CEO de esta compañía, Arnold Donald, los buques menos eficientes ya están saliendo de la naviera, como los de Holland America Line, filial de aquella, que ya ha vendido dos de sus buques a Fred Olsen Cruise Lines.

Estos números palidecen a un mercado, el de segunda mano, que apenas mueve un puñado de buques al año, muchos de ellos fruto de transferencias entre compañías pertenecientes al mismo conglomerado. Según el Cruise Ship Second Hand Market Report de Cruise Industry News, se habrían vendido en este mercado hasta 15 buques en los últimos dos años completos de 2019 y 2018.

Pero si la flota en activo está sufriendo la incertidumbre sobre la duración y efectos de la COVID-19, no menos lo sufren los astilleros de nuevas construcciones, que ven como las navieras, capitaneadas por Carnival y Royal Caribbean, han pospuesto al 2021 las entregas previstas para este año. Los 160 buques que componen la cartera de pedidos de aquí a 2024, y que suponen un récord histórico absoluto, se pueden ver reducidos en los próximos meses en función de cómo evolucione el sector del turismo a la luz de las decisiones gubernamentales de los principales países emisores de pasajeros: Estados Unidos, con elevadas tasas de contagiados y mortalidad e inmerso en plena campaña electoral; Europa, con poca o nula coherencia en los planes contra la enfermedad entre sus países miembros;

Tabla 1. (Fuente Elaboración propia a partir de los datos de las correspondientes Autoridades Portuarias)

Puerto	2019	2020	% pérdida
Barcelona	3.142.664	-1.526.166	-48,6%
Palma de Mallorca	2.217.495	-1.013.602	-45,7%
Lisboa	571.259	-233.060	-40,8%
Cádiz	477.387	-225.473	-38,1%
Valencia	435.616	-208.873	-43,8%
Ibiza	453.741	-198.326	-41,5%
Málaga	476.973	-187.755	-43,1%
Gibraltar	328.057	-169.198	-51,6%
Funchal	591.823	-144.015	-31,7%
Vigo	141.637	-72.643	-51,3%
Mahón	43.757	-25.511	-58,3%
Total	8.880.409	-4.004.623	-45,1%

Tabla 2. (Fuente Elaboración propia a partir de los datos de las correspondientes Autoridades Portuarias)

Naviera	Pérdidas de cruceristas
COSTA CROCIERE	505.492
MSC CRUISES	461.185
AIDA CRUISES	275.541
ROYAL CARIBBEAN CRUISES	227.722
TUI CRUISES	201.754
MARELLA CRUISES	175.603
PULLMANTUR CRUISES	169.513
P&O CRUISES	147.190
NORWEGIAN CRUISE LINE	123.797
CELEBRITY CRUISES	122.702
OCEANIA CRUISES	110.003



A estas alturas del ejercicio, prácticamente todas las navieras de cruceros mantienen suspendida su actividad. El pistoletazo de salida lo dio Hurtigruten el pasado 16 de junio, manteniendo actualmente 5 de los 16 buques de su flota en activo y habiendo confirmado la vuelta a la actividad de otros 9 para los próximos meses, en una operación que califican como de "regreso paso a paso a la plena operación".

y Reino Unido, a punto de dejar atrás su membresía en la Unión Europea.

A estos hay que sumar China, origen del coronavirus, que según el Instituto de Transporte Marítimo Internacional de Shanghai es

el segundo mercado del mundo desde 2016. Y tiene especial relevancia después de que Royal Caribbean haya decidido recientemente que su buque insignia para ese mercado, el *Wonder of the Seas*, que se está construyendo actualmente en Saint Nazaire precisamente

para dar servicio al turismo asiático, retrase su entrega prevista para la primavera de 2021 y, además, no se vaya a posicionar de forma inmediata en la zona tras su entrega.

Pero lo peor puede estar por llegar. Y es que las primeras quiebras ya han llegado a este subsector: primero fue Pullmantur, que solicitó el concurso de acreedores en España el pasado mes de junio, y ahora le ha tocado a Cruise & Maritime Voyages, que acaba de quebrar dejando en el paro a unos 4.000 trabajadores y sin el crucero que tenían reservado a cerca de 200.000 pasajeros.

Según los primeros cálculos de un artículo que estamos preparando sobre la incidencia de esta crisis sobre el sector de los cruceros en sus rutas de y hacia la Península Ibérica, la repercusión económica sobre las navieras impresiona aún cuando todavía no sabemos lo que nos queda por delante. Con datos a fecha de este mes de mayo, los puertos analizados pierden de media un 45,1% de cruceristas, con cierta variabilidad entre el que más pierde, Mahón con un 58,3%, y el que menos, Cádiz con un 38,1%, debido a la estacionalidad de las escalas. En cifras absolutas, estamos hablan-

do de una pérdida de 4 millones de pasajeros sobre los casi 8,9 millones que transitaron el pasado año por estos puertos (**Tabla 1**).

Y si nos asomamos a cómo está afectando a las navieras que operan en dichos puertos, nos encontramos con un nivel de pérdidas sin precedentes. Así, las dos navieras más potentes del arco europeo, Costa Crociere y MSC Cruises, se llevan la palma con pérdidas de medio millón de cruceristas la primera y algo menos la segunda. A estas le siguen las otras navieras que toman Europa como base de posicionamiento de sus buques, como AIDA, TUI, Marella, P&O Cruises o Pullmantur (ya quebrada, como hemos comentado) a la que se une Royal Caribbean Cruises que, a diferencia de Carnival, sí que se posiciona como marca propia con itinerarios *ad hoc* en el mercado europeo. Estas navieras están sufriendo unas pérdidas que se mueven entre los 150.000 y los 275.000 cruceristas (**Tabla 2**).

Pero esto no ha terminado. El esquema que hemos dibujado está vivo. Quedan muchas páginas por escribir en un mercado que hasta la fecha tan solo daba noticias de fortaleza y *records* batidos año tras año: número de cru-

ceristas, tamaño de los buques, instalaciones a bordo, rentabilidad del negocio, inversiones en nuevas construcciones, etc.

En todo caso, ya hemos visto que las navieras tienen fechas firmes de vuelta a la actividad, no sin ajustes derivados de la situación de mayor o menor apertura de fronteras o de la estimación que hacen las navieras sobre la facilidad de los desembarcos en los puertos de escala. Y es que al final el negocio de los cruceros no ha cambiado en absoluto: ofrecer una experiencia de turismo que enlace el *resort* a bordo del buque con las visitas en las sucesivas escalas de sus itinerarios, eso sí, con la obligada coetilla de ofrecer tranquilidad mediante el cumplimiento de las medidas de higiene y limpieza que más confianza puedan ofrecer para asegurar la seguridad y salud de las personas.

Y como no sabemos si estamos a mitad de camino, más allá o tal vez al borde de un segundo parón vía nuevos confinamientos, no pierde valor la frase con las que nos despedimos el mes abril pasado: astilleros, destinos, naciones, navieras, puertos, "Juntos Volveremos". ■

Vigilancia permanente del aislamiento eléctrico y localización automática del fallo.

Asegurando el suministro eléctrico desde 1939.

Foto = F105 "Cristóbal Colón" Armada Española



SENER



FORAN

Empowering
the Digital
Revolution

Ship Design and Engineering

SENER ensures the highest quality from Concept Design to Production Engineering, bringing affordability and innovation.



Proyecto FIBRESHIP: una revolución tecnológica para construir los buques del futuro en materiales compuestos

Autores: Alfonso Jurado, Cristóbal García, Eduardo Sánchez, Ignacio Gómez, Publio Beltrán.

- Empresa: TSI - TÉCNICAS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA
- Contacto para más información: alfonso.jurado@tsis.es



Introducción

Definición general de proyecto FIBRESHIP

El uso de materiales compuestos está restringido en la construcción de buques de gran eslora (entendiendo como tales los que superan los 50 metros de eslora), ya que la aplicación de estos materiales está permitida en algunos tipos de mamparos y componentes estructurales secundarios de este tipo de buques. Esta restricción derivada del Convenio para la Seguridad de la Vida en el Mar (SOLAS, por sus siglas en inglés), limita el uso de materiales compuestos en la construcción de buques de más de 500 GT de arqueado bruto (es decir, aproximadamente 50 m de eslora). Esto se debe a que la utilización de materiales compuestos en la construcción naval puede afectar negativamente al nivel de seguridad del buque. En el mismo SOLAS (Ed. 2002), la regla 2 del Ch.II-2 representa una barrera, ya que se señala que las divisiones para mamparos y cubiertas de clase A han de ser de acero o material equivalente ("cualquier material incombustible que por sí mismo, o debido al aislamiento de que vaya provisto, posee propiedades estructurales y de integridad equivalentes a las del acero al finalizar el ensayo normalizado de exposición al fuego aplicable"); y a su vez, la regla 17 del Ch.II-2, es una oportunidad, ya que considera que es posible proporcionar una metodología que determine disposiciones alternativas de seguridad contra incendios, difiriendo de las prescripciones normativas del reglamento siempre y cuando se ajusten a los objetivos de seguridad frente al fuego.

FIBRESHIP es un ambicioso proyecto europeo de I+D e innovación enfocado en el sector naval, que está financiado parcialmente por la Comisión Europea a través del programa H2020, que cuenta con un presupuesto de 11 millones de euros. El mayor reto del proyecto FIBRESHIP es demostrar la viabilidad del uso de materiales compuestos para diseñar y construir buques de más de 50 m de eslora. Para lograr esta revolución tecnológica, es necesario ir convenciendo con resultados técnicos a la Organización Marítima Internacional (OMI) para que se modifique "la circular" MSC. 1/Circ. 1574 y permita el desarrollo de un nuevo nicho de mercado en el que las empresas europeas partan de una posición privilegiada de liderazgo tecnológico, gracias al conocimiento que existe en el viejo continente en el uso de este material y a proyectos como FIBRESHIP, RAMSSES y QUALIFY, entre otros proyectos en los que se estudia el uso de compuestos en el sector marítimo.

Consortio del proyecto FIBRESHIP

El consorcio del proyecto FIBRESHIP está formado por 18 entidades europeas con una larga tradición marítima y experiencia en el sector naval, provenientes de 11 países europeos. En concreto, dicho consorcio lo componen tres importantes sociedades de clasificación (Bureau Veritas, Lloyd's Register y RINA), tres astilleros europeos de mediano tamaño (IXBLUE, NAVROM, y TUCO), una universidad (ULIM), tres centros de investigación de reconocido prestigio (CIMNE, VTT y TWI), un centro de I+D+i de astilleros (SOERMAR), cuatro

armadores de buques (ANEK, DANAOS, IEO y FOINIKAS), dos empresas especializadas en ingeniería y arquitectura naval (TSI y COMPASS) y una empresa de consultoría especializada en análisis de negocio (ATEKNEA). Todas estas entidades han estado coordinadas y lideradas por la empresa española **Técnicas y Servicios de Ingeniería (TSI)**.

Beneficios de la aplicación de Materiales Compuestos en la construcción de buques

Los estudios del proyecto FIBRESHIP confirmaron que la aplicación de materiales compuestos en la construcción naval puede causar una reducción significativa del peso estructural del buque, que se encuentran en el rango del 45% al 70% para las tres tipologías de buques diseñados en el proyecto (ROPAX, portacontenedores y de investigación pesquera), alcanzando hasta un 36% de reducción de peso en rosca del buque. Esta drástica reducción de peso produce una reducción del coste por tonelada transportada, así como un aumento importante de la capacidad de carga del buque o una posible reducción de planta propulsora. Además, la reducción de peso tiene múltiples ventajas técnicas, económicas y medioambientales. A continuación, se describen algunas de las más significativas:

- **Menor consumo de combustible.** La drástica reducción de peso causada por el uso de compuestos implica una disminución del consumo de combustible del buque por tonelada de carga.

- **Mayor capacidad de carga/pasajeros.** Una gran ventaja para los armadores es que los buques de fibra son más ligeros y por ello pueden transportar un mayor volumen de carga o un mayor número de pasajeros, haciendo que aumenten los beneficios por viaje.
- **Menores necesidades de planta propulsora.** Esta es una circunstancia que se puede dar en caso de no querer aumentar la capacidad de carga, ya que la reducción de peso conlleva una reducción de calado, siendo necesario optimizar el casco y volver a calcular las necesidades de propulsión global del buque (motores principales y hélice). Además, esta reducción de planta propulsora también significa una disminución de consumo de combustible y una menor cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero por parte del mismo buque.
- **Ausencia de fenómenos de corrosión.** La aplicación de materiales compuestos puede reducir los costes de mantenimiento derivados de la corrosión, ya que este tipo de materiales no se ven sometidos a este fenómeno. Aunque aparecerían otro tipo de costes de mantenimiento por el uso de compuestos, como puede ser el debilitamiento por ósmosis, hay medidas como pinturas, que podrían solventar estos posibles problemas. En cualquier caso, se estima que se podría alargar el ciclo de vida del buque.
- **Acometer diseños y geometrías más complejas.** El uso de materiales compuestos, por su versatilidad y métodos de fabricación, permite el ajuste a geometrías y formas más complejas y la posible implementación de mejoras estéticas que puedan hacer más atractiva la superestructura del buque (sobre todo para buques de pasaje).
- **Altos niveles de confort a bordo del buque.** Debido a las propiedades vibro-acústicas de este material, en comparación con los buques de acero, la tripulación y pasajeros de este tipo de buques estarían sometidos a unos menores niveles de vibración y ruido aéreo, mejorando por ello sus condiciones de trabajo.
- **Mejora de la firma acústica de los barcos.** De acuerdo a las propiedades de estos materiales, se espera que los buques de fibra emitan un menor nivel de ruido radiado al agua, lo que permitirá disminuir trastornos a la fauna marina así como la cumplimentación de las regulaciones medioambientales en materia de protección de los océanos.

Motivación del proyecto

El mayor reto del proyecto FIBRESHIP ha sido demostrar que el diseño y la construcción de buques de más de 500 GT de arqueo bruto en materiales compuestos es viable tanto desde un punto de vista técnico como económico, y que a su vez, esta demostración de viabilidad sirva para evolucionar el SOLAS, produciendo

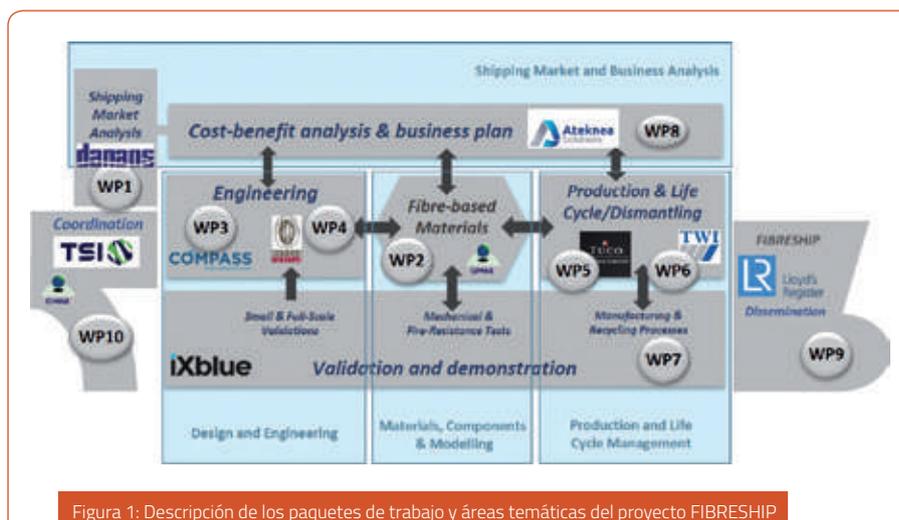


Figura 1: Descripción de los paquetes de trabajo y áreas temáticas del proyecto FIBRESHIP

la explotación de este tipo de buques en un futuro a medio plazo. Con el objetivo de facilitar la construcción de este tipo de buques ligeros en el futuro, el proyecto elaboró un catálogo de materiales en el que se recomiendan materiales compuestos para la construcción de este tipo de buques, teniendo en cuenta tanto su comportamiento mecánico como su resistencia al fuego. Además de eso, el proyecto desarrolló nuevas herramientas de análisis numérico para analizar el comportamiento estructural de los buques de grandes dimensiones, así como procedimientos y recomendaciones de diseño para dar lugar a esta nueva generación de buques. Por otro lado, la construcción a escala real de un bloque del buque de investigación pesquera de 85 metros de eslora diseñado en el proyecto se usó como prueba de concepto para demostrar que la fabricación de este tipo de buques es viable desde un punto de vista técnico.

Otro de los grandes desafíos del proyecto fue, y sigue siendo a día de hoy, impulsar una nueva legislación que permita la construcción de buques de grandes dimensiones en materiales compuestos. En primer lugar, es importante provocar cambios en el marco regulatorio actual para permitir la aplicación de materiales compuestos en todos los componentes de los buques de grandes dimensiones. En segundo lugar, los buques de fibra tienen que ser seguros frente al fuego, ya sea desarrollando materiales resistentes al fuego y a las altas temperaturas o aplicando nuevos criterios de diseño que incurran en conformidad con las directrices del SOLAS (actuales y futuras), sin menoscabar en ningún caso la seguridad de las personas a bordo.

Con el objetivo de convencer al sector marítimo de las bondades de los compuestos e impulsar cambios regulatorios en la legislación vigente, el consorcio de FIBRESHIP, con TSI a la cabeza, llevó a cabo numerosas acciones de diseminación en congresos y eventos in-

dustriales en los que participaron los actores más importantes de la industria naval española y europea, tales como astilleros, armadores, empresas de ingeniería naval, centros de investigación, universidades, organismos regulatorios, etc. Estas acciones de diseminación han servido para promover los resultados generados por el consorcio del proyecto, así como para demostrar que el uso de materiales compuestos es viable, y al mismo tiempo, ventajosa para la construcción y explotación de buques de gran eslora.

Resultados del proyecto

De todos los resultados obtenidos en el proyecto FIBRESHIP, a continuación, se presenta un resumen generalizado de los mismos, resaltando aquellos en los cuales ha participado por TSI de forma directa. De esta forma, y con la intención de mostrar de una mejor manera el contenido de dichos resultados, se usará la clasificación usada durante el proyecto, en el que éste se dividió en cuatro grandes áreas temáticas: (i) estudio de mercado marítimo y plan global de negocio, (ii) selección, evaluación y modelado de materiales, (iii) diseño e ingeniería, y (iv) producción y gestión del ciclo de vida. Además, se incluirá una sección adicional sobre ensayos y validaciones que es transversal a las tres últimas áreas temáticas definidas anteriormente. En la Figura 1 representa un esquema de los diez paquetes de trabajo, las cuatro áreas temáticas en las que se dividió el proyecto de innovación FIBRESHIP y el paquete de trabajo transversal relacionado con ensayos y validaciones.

Estudio de mercado marítimo y plan global de negocio

Estudio de mercado para fomentar la aplicación de esta nueva tecnología

Una de los paquetes de trabajo del proyecto se encargó de llevar a cabo un estudio de merca-

do para evaluar cuál sería la ruta de adopción de esta tecnología en el mercado marítimo teniendo en cuenta la situación actual, las circunstancias para su aceptación y la satisfacción de los usuarios finales, en este caso, los armadores. Siendo un estudio centrado principalmente en la visión del usuario final, también se tuvieron en cuenta otros puntos de vista de la cadena de valor que influirían de manera importante en el desarrollo de este negocio, como es el caso de astilleros, sociedades de clasificación y organismos reguladores. Además, se definieron las especificaciones de los tres buques seleccionados para el proyecto, desde las cuales se partió para el posterior diseño de los buques en fibra.

Desarrollo de Plan Global de Negocio

Otra de las tareas claves de este proyecto fue el desarrollo de una herramienta de análisis de costes y beneficios, que permitió a su vez la creación de un plan de negocio para demostrar la viabilidad económica y las oportunidades que ofrece al mercado marítimo y la construcción naval el desarrollo de esta nueva generación de buques ligeros de grandes dimensiones. Para ello, el plan de negocio tiene en cuenta la monetización de los beneficios que la implementación de esta nueva tecnología puede aportar a las partes interesadas del sector marítimo. Para llevar a cabo esta tarea, se compararon una serie de indicadores financieros (valor actual neto, tasa interna de rendimiento, periodo de recuperación, etc.) en función de dos escenarios diferentes para los mismos tres buques: construidos íntegramente en materiales metálicos (en este caso, acero naval) y, construidos íntegramente en materiales compuestos y teniendo en cuenta los avances tecnológicos desarrollados en FIBRESHIP. El plan de negocio del proyecto demostró que el buque RoPax ofrece un mayor rendimiento económico desde un punto de vista de inversión. Como era de esperar, considerando el estado actual del arte de los procesos constructivos y otras asunciones lo más cercanas a la realidad posible, el coste de un buque en fibra es mayor que el de un buque de acero, pero es en los costes de operación (OPEX) donde salen ganando los buques de fibra.

Selección, evaluación y modelado de materiales

Selección de materiales compuestos para la construcción de buques de gran eslora

Uno de los aspectos claves del proyecto es la selección de los materiales compuestos más apropiados para el diseño y construcción de las tres categorías de buques desarrollados en el proyecto. En este proceso se evaluaron tanto materiales comerciales con un amplio

recorrido en el mercado como nuevos materiales compuestos especializados para la construcción de buques ligeros. Se llevó a cabo una campaña experimental de dos fases para auditar los materiales compuestos más adecuados para la construcción de buques FIBRESHIP según el criterio de los socios del proyecto:

- En la primera fase de la campaña experimental se identificaron siete resinas recomendadas para la preparación de los materiales laminares. Para evaluar estos materiales, se tuvieron en cuenta varios factores de ponderación como, por ejemplo: el comportamiento mecánico tanto a temperatura ambiente como en caso de incendio o tras absorber fluidos por ósmosis, la simplicidad de los procesos de fabricación en astilleros, el coste de los materiales o el impacto medioambiental, entre otros. De esta selección, dos resinas fueron las que dieron mejores resultados.
- La segunda fase consistió en una campaña experimental para analizar las fibras más prometedoras que se pueden utilizar con las dos resinas seleccionadas en la primera fase del proceso de selección. Dichas fibras fueron de carbono, de vidrio y de basalto, desechando la aramida por su precio y alta absorción de agua.

Por tanto, un buen número de materiales compuestos seleccionados en estas dos fases se caracterizaron en una extensa campaña experimental que evaluó el comportamiento mecánico de los materiales mediante ensayos de tracción, compresión, fractura interlaminar, o fatiga, así como la resistencia al fuego de estos materiales mediante ensayos de calorimetría, termogravimetría, o análisis termo mecánicos, entre otros. Todo ello, permitió desarrollar una metodología de selección en función de diferentes parámetros y peso de influencia de los mismos, dando lugar a dos candidatos principales que se usarían en el diseño de los buques a discreción de los diseñadores.

A su vez, también se desarrolló un modelo numérico constitutivo de materiales compuestos por parte de CIMNE, el cual se pudo validar gracias a los ensayos realizados e implementar en la matriz del software ad-hoc desarrollado en el proyecto para el diseño de buques en compuestos por parte de COMPASS.

Optimización de las uniones de los elementos estructurales del buque

En el proyecto FIBRESHIP también se examinaron la fortaleza de las uniones de los buques de fibra, utilizadas para conectar los diferentes elementos estructurales y módulos de los buques. Para llevar a cabo este

estudio, se llevó a cabo una extensa campaña experimental que evaluó una gran parte de las uniones en el buque (uniones tipo omega, bisel, T, I, etc.). Por otra parte, se analizó una técnica innovadora para facilitar el desmantelamiento de los elementos estructurales y módulos de los buques de fibra. El proceso consiste en insertar una fibra de carbono en las juntas, que al calentarse con una corriente eléctrica funde el adhesivo de unión, separando las conexiones estructurales. Desde un punto de vista mecánico, esta tecnología produce una pequeña reducción de la fuerza de unión entre las uniones estructurales que afecta mínimamente la fortaleza de las juntas. Desde un punto de vista medioambiental, esta tecnología puede servir para facilitar el desmantelamiento de los buques, así como para minimizar el impacto ambiental del proceso de desmantelamiento.

Definición de catálogo de materiales

Gracias a toda la información generada en esta área temática por parte de muchos socios de FIBRESHIP, se pudo desarrollar una guía en la que se categorizaron los diferentes materiales analizados y las uniones, de acuerdo a las prácticas usuales de las sociedades de clasificación. Dicho documento resume de manera somera la metodología y resultados de ensayos, permitiendo seleccionar materiales compuestos para aplicaciones marinas.

Diseño e ingeniería

Desarrollo de nuevas herramientas numéricas de análisis específico

Como uno de los inputs necesarios para el diseño de buques de gran eslora íntegramente en compuestos, COMPASS llevó a cabo el desarrollo de diferentes modelos numéricos acoplados para analizar específicamente buques en este tipo de material y su implementación en una única *software suite*, la cual fue testeada y utilizada por TSI y SOERMAR como diseñadores de la estructura. Entre los modelos numéricos que se implementaron se encuentran: modelo numérico constitutivo de materiales compuestos, modelo de respuesta mecánica y termo-mecánica de compuestos, modelo de comportamiento hidro-estructural del buque-viga, herramienta numérica de colapso estructural para estructuras bajo fuego, etc. Todos estos modelos fueron validados gracias a datos experimentales conseguidos en el proyecto.

Diseño de un buque portacontenedores, RoPax, y de investigación pesquera

En el marco del proyecto FIBRESHIP se seleccionaron tres tipologías de buques con importantes aplicaciones comerciales en el

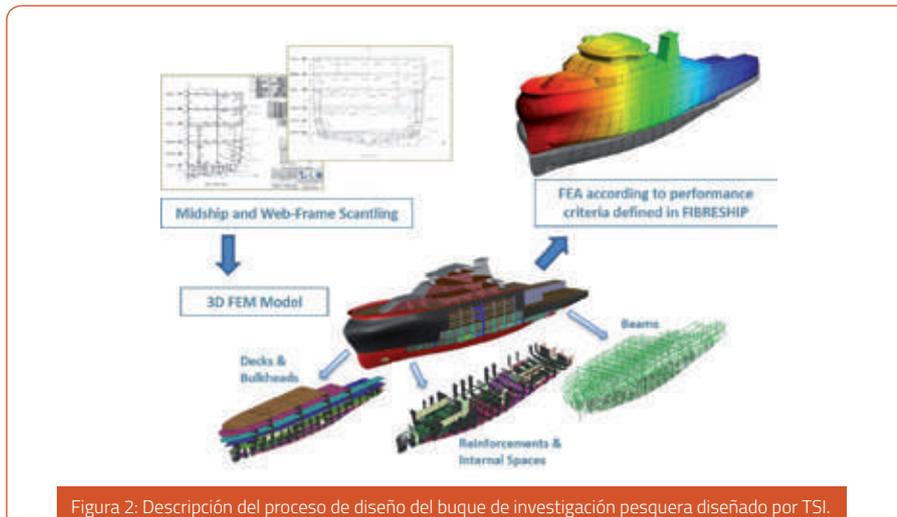


Figura 2: Descripción del proceso de diseño del buque de investigación pesquera diseñado por TSI.



Figura 3: Fotografía del bloque del buque de investigación pesquera diseñado por TSI y construido íntegramente en materiales compuestos por IXBLUE en el proyecto FIBRESHIP.

mercado marítimo: buques para el transporte de mercancías, buques para el transporte de pasajeros, y buques de servicios especiales. En concreto, se diseñaron las estructuras íntegramente en materiales compuestos de un buque por cada uno de las tres tipologías antes mencionadas: un buque portacontenedores de 245 m por parte de COMPASS, un RoPax de 185 m de eslora por parte de SOERMAR, y un buque de investigación pesquera de 85 m de eslora por parte de TSI. En los tres casos, la reducción del peso estructural fue bastante importante, alcanzando niveles significativos con respecto al peso en rosca original de los buques de referencia en acero.

En el caso del buque de investigación pesquera (FRV, *Fishing Research Vessel*), TSI aplicó desde un punto de vista global y local, las cargas a las a las que se enfrentaría el buque y los criterios límite de cumplimiento de la estructura definidos por las Sociedades de Clasificación; desarrolló y aplicó un procedimiento para el diseño de buques en fibra, basado en un cálculo

iterativo de laminados mediante el uso de las actuales herramientas de las Sociedades de Clasificación (BV en el caso del FRV); y por último, realizó un análisis basado en modelos de elementos finitos (FEM) para obtener el comportamiento estructural global del buque. Dicha metodología aplicada, que puede verse de forma esquemática en la Figura 2, abarca desde el diseño de la cuaderna maestra y bulárcama, hasta su extrapolación a toda la eslora del buque y al análisis específico por elementos finitos (FEA) para la comprobación de cumplimiento de criterios estructurales.

Mediante este procedimiento y un análisis conceptual inicial de cómo configurar y desarrollar la estructura desde el punto de vista del material compuesto, se han cumplido las expectativas, alcanzando por un lado una reducción del 70% en peso estructural teniendo en cuenta el uso de material aislante de fuego respecto al buque de referencia en acero, lo cual significa una reducción del 36% del peso en rosca; mientras que por otro lado, se han

cumplido todos los criterios estructurales, haciendo que este buque sea viable desde el punto de vista estructural.

Desde el punto de vista del fuego, a pesar de los aislantes considerados en ambas caras de elementos estructurales, de acuerdo con los criterios de fuego desarrollados en el proyecto para el aumento de la seguridad en caso de incendio, la disposición general debería ser modificada, y por tanto, consecuentemente, la estructura debería ser optimizada.

Elaboración de nuevas guías de diseño y procedimientos

Las tres sociedades de clasificación, BV, LR y RINA, identificaron las lagunas existentes en los estándares actuales dedicados al uso de materiales FRP, pudiendo analizar cuál debería ser el camino a seguir durante el proyecto y en el futuro. Además, uno de los logros más importantes del proyecto ha sido la obtención de suficiente conocimiento de diseño con las experiencias de los tres buques para definir criterios de diseño (de comportamiento estructural y frente a fuego), una metodología de evaluación de fatiga, así como desarrollar guías y recomendaciones para el diseño de buques de más de 500 GT de acuerdo a los estudios y resultados obtenidos, los cuales serán la base de futuras normas y reglas específicas referidas al uso de compuestos

Producción y gestión del ciclo de vida

Producción

Respecto a manufacturación en compuestos y construcción de buques, se definieron diferentes metodologías centradas en el equilibrio de coste-beneficio entre diseño y estrategias de producción de buques de gran eslora, teniendo en cuenta procesos constructivos modulares y un conjunto de recomendaciones de producción secuencial. Todo ello, junto a las aportaciones de otros paquetes de trabajo, derivó en la definición de los problemas a resolver y una ruta de adopción de la tecnología de FIBRESHIP por parte de astilleros de diferente tamaño (clasificados en astilleros de pequeño, mediano y gran tamaño) que tuviesen interés en adaptar sus instalaciones para la construcción de buques de gran eslora en fibra. Al mismo tiempo, toda esta información también sirvió para que RINA generase unas notas de orientación basadas en estas nuevas estrategias y técnicas de producción.

Construcción de un módulo del buque de investigación pesquera

Un bloque a escala real del buque de investigación pesquera diseñado en el proyecto por TSI fue construido en el astillero IXBLUE.

El principal propósito de este bloque como demostrador, fue evaluar las diferentes innovaciones y nuevas soluciones planteadas en FIBRESHIP respecto al diseño y a la construcción de buques de gran eslora en fibra. Teniendo en cuenta este demostrador con unas dimensiones de 11m x 11m x 8,6 m y unas 20 toneladas como parte del buque FRV de 85 metros de eslora, se puede afirmar que esta construcción es viable. La cubierta inferior del bloque corresponde a un espacio de la sala de máquinas mientras que la cubierta superior, está dividida en varios espacios de acomodación. Además, sirvió para obtener especímenes para ensayos de materiales enfocados en fatiga y respuesta mecánica. En la Figura 3 se puede apreciar una fotografía del demostrador construido íntegramente en materiales compuestos tomada durante el 2º Workshop celebrado en junio del 2019, en la que se contó con la presencia de importantes actores del sector marítimo como la DGMM, OMI, empresas de diferente índole en la cadena de valor, astilleros y universidades.

Gestión de residuos, desmantelamiento y reciclaje

Otro de los retos más complicados del uso de materiales FRP, es la gestión de residuos durante el proceso de construcción, de operación y de desmantelamiento o fin de ciclo de vida de un hipotético buque de gran eslora en este material. Tras un análisis del estado del arte actual de los procesos de reciclaje, es necesario más investigación e inversiones para poder cumplir con criterios de economía circular y sostenibilidad. No es un problema exclusivo de este material, ya que con los materiales metálicos esta problemática también existe, pero es evidente que es necesario seguir investigando en este sentido para garantizar una correcta futura gestión de los materiales de buques que tengan que ir a desguace.

Análisis de coste de ciclo de vida

En paralelo a la herramienta de análisis de coste-beneficio del área temática de plan de negocio, se desarrolló una herramienta de toma de decisiones basado en un análisis de coste de ciclo de vida, considerando contribuciones referentes a los costes a lo largo de la operación de este tipo de buques junto a los riesgos e impactos medioambientales.

Validaciones y ensayos

Esta última sección de resultados del proyecto, muestra un conjunto de validaciones y ensayos que se han usado tanto para aportar datos de validación para modelos numéricos como para verificar diferentes metodologías, técnicas y soluciones propuestas en el proyecto FIBRESHIP.

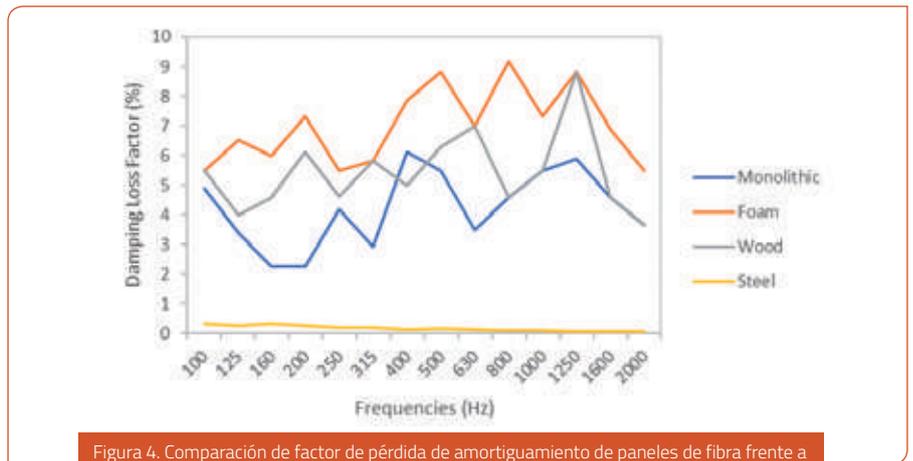


Figura 4. Comparación de factor de pérdida de amortiguamiento de paneles de fibra frente a mamparo de acero

Ensayos a gran escala: Estudio vibro-acústico de buque de fibra de 36 m

TSI llevó a cabo un conjunto de pruebas de caracterización del comportamiento vibro-acústico del *André Malraux*, un buque oceanográfico francés de 36 metros de eslora construido íntegramente en materiales compuestos en 2012, razón por la cual se seleccionó este buque. El estudio se hizo de forma integral y para tener datos que pudiesen ser comparados con los de buques metálicos, teniendo en cuenta los niveles de vibración a bordo, el ruido aéreo y el ruido radiado al agua.

Inicialmente, se realizaron mediciones de los **niveles de vibración** en varios espacios del buque como la sala de máquinas, puente, camarote del capitán, etc. Según los datos obtenidos, dichos niveles de vibración registrados estaban por debajo de los límites recomendados por las sociedades de clasificación, lo que demuestra un buen comportamiento vibratorio de un buque de fibra. Además, con esta información, se pudo obtener el factor de pérdida de amortiguamiento de diferentes tipos de paneles de material compuesto a bordo, haciendo posible su comparación frente al de un mamparo de acero de la base de datos de TSI. El control de vibraciones a bordo a un nivel bajo, se considera una estrategia de mantenimiento interesante para evitar fallos en motores, maquinaria e instrumentación electrónica del barco.

Tal y como puede verse en la Figura 4, se compara el factor de pérdida de amortiguación de tres paneles de fibra instalados en el buque *André Malraux* (uno monolítico y dos sándwich con diferentes núcleos) con uno de acero en el rango de frecuencias entre 100 Hz y 2000 Hz. Las curvas muestran que los paneles de fibra presentan una pérdida de amortiguación que varía en el rango de 2-9%, mientras que en el mamparo de acero no supera el 0,30 %, lo que nos da una idea de cómo los materiales compuestos tienen un

mejor comportamiento: en términos de disipación de energía vibratoria.

Los altos niveles de ruido generados en la industria marítima pueden ser perjudiciales para la salud de los trabajadores del mar y residentes de las zonas cercanas a puerto ya que pueden provocar problemas de sueño, pérdidas de audición y fatiga, entre otros efectos. Para cuantificar el **nivel de ruido aéreo** en el buque de fibra *André Malraux*, se llevaron a cabo mediciones de ruido aéreo en varios espacios de habilitación del buque. Dichas medidas demostraron que los niveles de ruido de este buque de 36 metros de eslora no superan los límites de ruido impuestos por los organismos regulatorios, dando una idea del buen comportamiento de un buque de fibra respecto al ruido aéreo.

El ruido antropogénico submarino generado por el transporte marítimo puede tener consecuencias negativas para la fauna marina tal y como ha quedado demostrado en muchos estudios llevados a cabo por la comunidad científica al respecto, en los que se evidencia la pérdida de su capacidad de comunicación, caza o reproducción. De hecho, esta "emisión" ha sido incluida en la Directiva Marco sobre la Estrategia Marina 2008/56/EU, específicamente en el descriptor 11. Con la idea de disponer de una firma acústica de un buque de fibra de eslora mayor a 30m, se llevó a cabo la medida de **ruido radiado al agua** del *André Malraux*, se post procesaron los datos de acuerdo la notación de clase BV-NR614 y se compararon con los límites definidos por ICES CRR 209, documento aceptado por las sociedades de clasificación y los armadores de buques oceanográficos para definir a un buque como silencioso y apto para realizar misiones de investigación. El análisis de resultados demostró que los niveles de ruido del buque navegando a 11 nudos estaba por encima de los límites. Teniendo en cuenta que el buque cumplía inicialmente con la ICES 209, se llegó a la conclusión de que este aumento de los ni-



Figura 5. Ensayo de fuego de acuerdo a IMO FTP Code Part 11, tras 82 minutos de ensayo

veles de ruido se debió a la existencia de gran cantidad de *fouling* en la hélice, haciendo que ésta produjese un aumento del ruido radiado al agua en todas las frecuencias del espectro.

De acuerdo a los resultados obtenidos en el proyecto FIBRESHIP, se puede asegurar que los buques de fibra tienen un mejor comportamiento vibro-acústico que los buques de acero, aunque esta circunstancia depende mucho de cómo sea la estructura y cómo se haya construido el buque, por lo que lo ideal sería comparar dos buques de diferentes materiales constructivos lo más similares posible para poder llegar a una conclusión definitiva a este respecto. Lo que es evidente a raíz de los resultados, es que los materiales compuestos tienen una mayor capacidad de disipar la energía vibratoria, y por ello están caracterizados por un menor nivel de vibraciones y ruido, lo cual se traduce en un mayor nivel de confort para la tripulación y pasajeros de este tipo buques.

Ensayos a gran escala: Ensayos de resistencia al fuego de mamparo de fibra del buque

Uno de los principales desafíos del proyecto FIBRESHIP fue desarrollar estructuras que puedan cumplir con los requerimientos más estrictos de seguridad contra incendios. Para analizar el comportamiento de los mamparos del buque en un incendio, se realizaron diferentes ensayos de fuego, pero el más relevante fue el correspondiente al ensayo de resistencia al fuego de acuerdo con el Código FTP de la IMO Parte 11. En este ensayo un mamparo de buque en fibra (sándwich con PVC) de dimensiones 2.900 x 2.980 x 47 mm, con aislamiento de fuego y numerosos sensores de temperatura en diferentes puntos. Dicho mamparo se sometió a las condiciones de fuego estipuladas en el código y a una sollicitación mecánica de 7 kN/m. Durante el ensayo, el mamparo cumplió con los requisitos de integridad durante 60 minutos ya que no se detectó ningún tipo de ignición o llamas

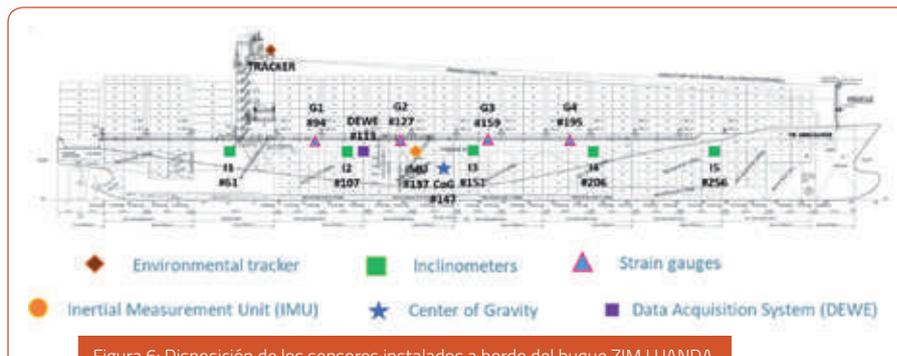


Figura 6: Disposición de los sensores instalados a bordo del buque ZIM LUANDA.

en ese tiempo. De hecho, el aumento de temperatura en la parte no expuesta al fuego del material fue muy pequeño (máximo 9 °C a los 60 minutos) lo que demuestra una buena respuesta frente al fuego para un aislamiento de 10 cm de lana de roca (de densidad de 100 kg/m³). Además de eso, el mamparo demostró una buena capacidad estructural durante 81 minutos, ya que no colapsó hasta el minuto 82 de ensayo. Este ensayo, demuestra que un mamparo de fibra puede superar satisfactoriamente una prueba demandante de fuego durante un tiempo mayor del requerido, y de alguna forma, verificando que un mamparo de este material no se derrite a las primeras de cambio siempre y cuando esté correctamente aislado.

Ensayos a gran escala: Monitorización de salud estructural de un buque de gran eslora

En el proyecto FIBRESHIP, se propuso por parte de TSI una estrategia para la monitorización de la salud estructural de esta nueva generación de buques ligeros, que a su vez sirviese para obtener datos de interés que pudiesen alimentar un posible gemelo digital y proporcionar datos para validar el modelo hidro-estructural acoplado generado en el proyecto. Teniendo en cuenta que esta estrategia es aplicable a un buque de cualquier material, y que no existen buques de gran eslora en compuestos, para la validación de esta metodología se dispuso de un buque portacontenedores de 260 metros propiedad de DANAOS, uno de los socios del proyecto. Dicho buque objeto de la campaña experimental fue el *Zim Luanda*. De esta forma, el principal objetivo de esta campaña de ensayo fue verificar la viabilidad de la estrategia de monitorización para evaluar el estado estructural de este portacontenedores de 260 metros de eslora en una ruta marítima atravesando el Atlántico desde Valencia hasta Halifax (Canadá). En la figura 6 se observa la disposición de la red de sensores del sistema de monitorización instalado a bordo del buque portacontenedores. Como sistema de referencia, se tuvo en cuenta como centro del mismo el centro de gravedad del buque en condición de carga en la salida del puerto de Valencia, con el eje

X hacia la proa, el eje Y hacia babor y el eje Z hacia arriba.

A continuación, se describen brevemente los sensores instalados en el buque:

- Cinco inclinómetros distribuidos a lo largo de la eslora del buque, para obtener rotaciones longitudinales y transversales del casco. Las diferencias angulares entre los inclinómetros se usaron para calcular los momentos de flexión y torsión del buque-viga usando el teorema de Mohr.
- Cuatro galgas extensométricas en diferentes posiciones del buque cercanas a la cuaderna maestra, con el objetivo de medir las deformaciones locales en las zonas centrales del buque que están sometidos a mayores momentos de flexión.
- Una plataforma inercial (IMU) compuesta por un acelerómetro y un giroscopio, con seis grados de libertad (DOF) se utilizó para monitorizar los movimientos del barco durante la navegación.
- Un dispositivo integrado con plataforma inercial y GPS, que se encargó de recolectar datos en tiempo real de la posición del buque durante la ruta, permitiendo obtener las condiciones meteorológicas a través de la base de datos del NOAA por reanálisis (dirección de oleaje, altura y periodo de ola, velocidad del viento, entre otros).
- Un sistema de adquisición de datos para recoger, controlar y analizar las señales proporcionadas por los múltiples sensores instalados a bordo del buque.

Este sistema de monitorización se utilizó para recoger información sobre los diferentes escenarios de navegación que el buque se encontró en esta ruta de navegación, entre los que destacan las 3 siguientes: (1) buque navegando con una velocidad de 14 nudos en aguas poco severas (Hs de 1,8 m y Tp de 11,1 s); (2) buque navegando con una velocidad de 17 nudos en aguas poco severas (Hs de 2,2 m y Tp de 8,0 s); (3) buque navegando con una velocidad de 17 nudos en aguas severas (Hs de 7,5 metros y Tp de 12,0 s). En las siguientes figuras se muestran algunos ejemplos de los resultados correspondientes al tercer es-

cenario, el más demandante para la estructura y con una longitud de ola muy cercana a la eslora del buque, permitiendo tener un arrufo y quebranto del buque evidente.

Las rotaciones longitudinales y transversales del buque (ver Figura 7) se midieron en tiempo real con el conjunto de inclinómetros, permitiendo analizar los movimientos de arrufo y quebranto del buque-viga y obteniendo los momentos torsión y flexión sufridos por el casco durante la navegación en esta situación transitoria pero sostenida durante un periodo de más de 4 horas.

Las deformaciones locales del buque portacontenedores (ver Figura 8) se obtuvieron usando un conjunto de galgas extensiométricas que se instalaron en cuatro cuadernas del buque. La idea inicial fue instalarlas en la cuaderna maestra en cuatro puntos diferentes, pero debido a problemas de instalación en el buque, se optó por esta distribución. A partir de las mediciones proporcionadas por estos sensores, se puede observar la tracción y compresión de 4 de las cuadernas del buque, que vienen dadas por los movimientos de arrufo y quebranto del barco.

Por tanto, de acuerdo con los resultados obtenidos y el tratamiento de datos realizado a partir de las señales de los sensores, se pueden obtener diferentes parámetros de interés, tales como: momentos flectores y torsores en cada instante (para ser comparados con valores límite de las sociedades de clasificación), movimientos de respuesta del buque como sólido rígido, excitación de oleaje, etc. Todo ello, hace posible asegurar que es posible instalar un sistema de monitorización de daños estructurales en tiempo real en un buque, que permita, por un lado, saber cuál es su estado de salud durante su ciclo de vida, y por otro, alimentar un modelo de gemelo digital, que a su vez, permita simular escenarios futuros del buque y planificar acciones correctivas para la reducción de costes de mantenimiento. En el caso de buques de fibra, esto es fundamental, ya que su comportamiento no es igual que el de un buque de acero desde el punto de vista de la plastificación, siendo un material más frágil, y por tanto, siendo necesario tener un mayor control del estado estructural.

Ensayos a media escala: Detección de fallos por delaminación en mamparos de fibra

El talón de Aquiles de un material compuesto laminar es su limitada resistencia interlaminar que puede resultar en fallos de delaminación que causan una reducción importante de las propiedades mecánicas de estos materiales. En muchos de los casos estos defectos de delaminación no se pueden apreciar a simple

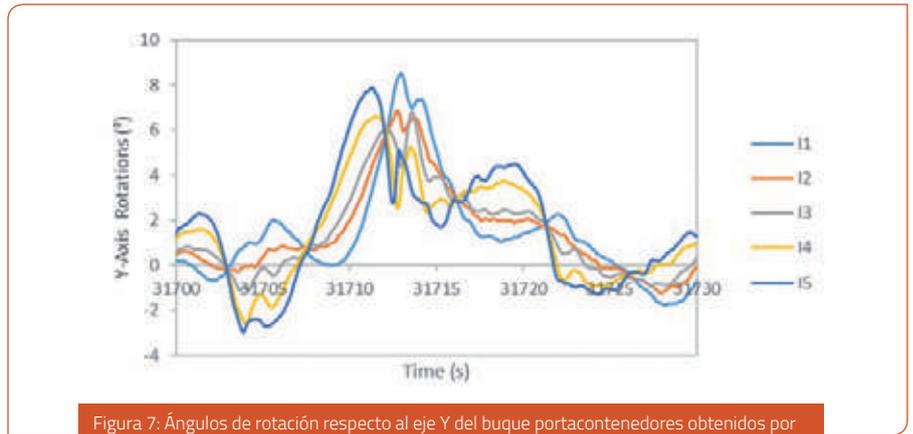


Figura 7: Ángulos de rotación respecto al eje Y del buque portacontenedores obtenidos por inclinómetros en el escenario 3 ($H_s=7.5m$, $T_p=12s$, $V_{wind}=30kn$).

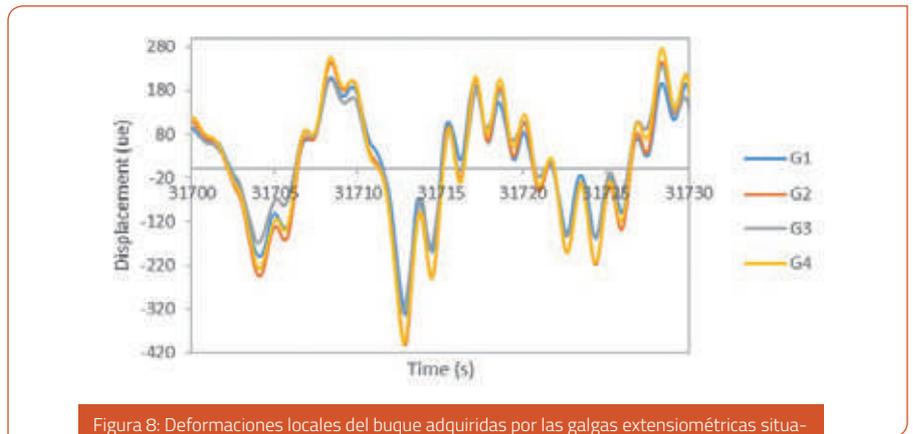


Figura 8: Deformaciones locales del buque adquiridas por las galgas extensiométricas situadas en 4 cuadernas diferentes en el escenario 3 ($H_s=7,5m$, $T_p=12s$, $V_{wind}=30kn$).

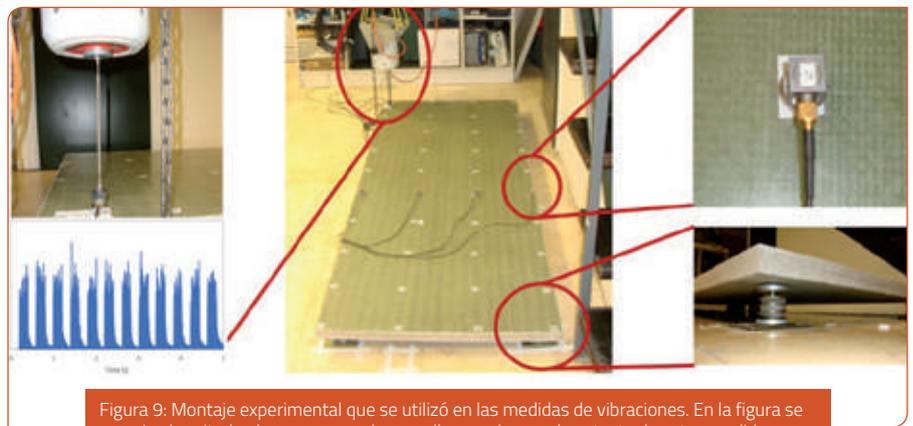


Figura 9: Montaje experimental que se utilizó en las medidas de vibraciones. En la figura se aprecia el excitador, los sensores y los muelles usados en el contexto de estas medidas.

vista y por ello, se necesitan sofisticadas técnicas de inspección para su detección. En este sentido, en el marco del proyecto FIBRESHIP, TSI desarrolló un método de inspección no destructivo para identificar la presencia de fenómenos de delaminación en los mamparos de los buques.

Tras analizar diferentes maneras de identificación de delaminación, se planteó el uso de cambios de la energía vibratoria y los parámetros modales como indicadores clave para detectar la existencia de defectos de delaminación en materiales compuestos. Para ello, se construyeron tres paneles monolíticos

iguales, uno sano, y los otros dos con distintos niveles de delaminación de dimensiones 1,80 m x 0,75 m x 0,06 m; y otros tres paneles sándwich iguales, siendo uno sano y los otros dos con delaminación. Así, se pudo ensayar y comparar los seis paneles, en función de las frecuencias naturales, amortiguación, modos vibracionales y energía vibratoria. Los resultados de este estudio revelan que la energía vibratoria de los paneles de control (es decir, los paneles sin delaminación) es mayor que la energía vibratoria de los paneles dañados por delaminación, lo que demuestra que la energía vibratoria se puede utilizar como un parámetro de diagnóstico para la detección



Figura 10: Presentación del proyecto FIBRESHIP en la sede de la OMI en Londres.

de delaminación en los mamparos contruidos con materiales compuestos. En la Figura 9 se muestra un ejemplo de la disposición de los acelerómetros, el excitador y los muelles durante uno de los ensayos. Todos estos resultados se publicarán en una revista científica de alto impacto por la calidad de las conclusiones alcanzadas.

Según los autores, los hallazgos de este estudio son de gran interés para la comunidad de los materiales compuestos ya que esta metodología de diagnóstico basada en los cambios vibratorios como indicador, posee importantes aplicaciones para detectar defectos de delaminación en elementos estructurales de material compuesto que se pueden encontrar en barcos, pero también en aviones, palas de aerogeneradores, chasis de coches, etc.

Actividades de diseminación

Para fomentar el uso y aplicación de los materiales compuestos en la construcción de buques de más de 50 metros de eslora, se han llevado a cabo un gran número de actividades de divulgación y diseminación durante los tres años de duración del proyecto FIBRESHIP. Los desarrollos industriales y tecnológicos generados en el marco del proyecto (junio 2017-mayo 2020), se han ido publicando en multitud de artículos científicos, revistas sectoriales, prensa, redes sociales, videos etc. Aparte de eso, los hallazgos del proyecto se presentaron en multitud de conferencias, seminarios, simposios y ferias industriales por los diferentes miembros del consorcio del proyecto.

TSI, ha capitalizado muchas de esas acciones de diseminación a lo largo de los tres años de proyecto, tanto organizando eventos relacio-

nados con FIBRESHIP como participando en otros como ponente, y en todos ellos, junto a los actores más importantes de la industria naval europea. El principal objetivo de estas actividades de diseminación fue promover el ideario de FIBRESHIP y los resultados generados por el consorcio, permitiendo el fomento y la identificación de futuras áreas de colaboración para desarrollar este posible mercado, y facilitar el intercambio de información entre los diferentes miembros de la industria.

Una de las acciones de diseminación del proyecto más importantes fue la presentación del proyecto FIBRESHIP junto con el proyecto RAMSSES en el Comité de Diseño y Construcción de Buques (SDC-7) de la OMI en Londres el pasado 3 de febrero de 2020. El propósito de esta actividad de diseminación fue concienciar a los miembros de la OMI de la viabilidad técnica del uso de materiales compuestos en buques de gran eslora y mostrar los potenciales beneficios e impactos a largo plazo que esta tecnología puede aportar al sector marítimo en los próximos años. Todo ello, con el fin de motivar y convencer a los miembros de la OMI a promover una evolución en la normativa actual (MSC Circ. 1574, SOLAS), que permita la aplicación de materiales compuestos en la construcción de buques de gran eslora y la creación de un nuevo nicho de mercado en el que Europa parte con ventaja.

A pesar de que queda un largo camino por recorrer para producir una modificación en la normativa actual para el uso de compuestos en buques de más de 500 GT, el proyecto FIBRESHIP representa un gran primer paso que sienta las bases para el desarrollo de un nuevo mercado lleno de oportunidades de negocio para las empresas europeas. En cualquier caso, las perspectivas son buenas gracias al

interés de las sociedades de clasificación en la promoción de este nicho de mercado y de muchos de los miembros de la OMI.

Conclusiones generales del proyecto

El proyecto FIBRESHIP ha sido una iniciativa europea altamente innovadora que pretende modernizar la industria naval europea mediante la aplicación de materiales compuestos a gran escala en la construcción de buques de más de 500 GT de arqueo bruto (es decir, aproximadamente 50 m de eslora). Este proyecto es un paso importante para demostrar las múltiples ventajas derivadas de la aplicación de materiales compuestos en la industria naval, así como para demostrar que es viable la construcción de buques de fibra de grandes dimensiones.

Es evidente que el uso de materiales FRP de acuerdo a los resultados de FIBRESHIP, puede mejorar la eficiencia de los buques de gran eslora en terminos de emisiones, consumo de combustible, potencia instalada, capacidad de carga, capacidad de pasajeros, costes de mantenimiento, extensión de ciclo de vida, uso de diseños más complejos y formas más atractivas, posible aplicación de sensores *Wireless* y buques más silenciosos.

El deseo de TSI como coordinador del proyecto y de todo el consorcio es que los desarrollos, soluciones y avances tecnológicos alcanzados en el proyecto FIBRESHIP ayuden a promover la creación de un nuevo marco regulatorio que permita la adopción de esta tecnología en el sector de la construcción naval y transporte marítimo, dando lugar a un nuevo nicho de mercado en el que la industria naval europea actúe como líder en el diseño y producción de buques ligeros de gran eslora. ■



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 mamparas 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

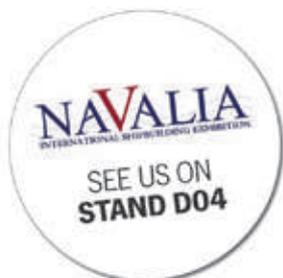
roxtec.com/es



EXPERTS IN

DRIVETRAIN VIBRATIONS ACOUSTICS

- Acoplamiento altamente elástico para sistemas de propulsión y tomas de fuerza
- Acoplamiento para grupos generadores
- Ejes cardán y ejes de composite.
- Embragues electromagnéticos, hidráulicos y neumáticos
- Amortiguadores y Suspensiones elásticas
- Cálculo de vibraciones torsionales
- Asistencia técnica. Mediciones de ruidos y vibraciones.



VULKAN

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

Navantia San Fernando celebra la botadura de la primera corbeta para Arabia



Navantia ha llevado a cabo con éxito la maniobra de botadura de la primera de las cinco corbetas construidas para la Marina de Arabia Saudí (RSNF). El buque, bautizado con el nombre de *Al-Jubail*, se ha deslizado desde la grada número 2 hasta el mar en el astillero de San Fernando y ha sido presidido por el Comandante de la Marina Saudí, Vicealmirante Fahad Bin Abdullah Al-Ghofaily; por la presidenta de Navantia, Susana de Sarriá; por el CEO en funciones de SAMI, Walid Abukhaled; y por el ALARDIZ, Vice Almirante Ricardo A. Hernández López.

La ceremonia ha comenzado con la lectura de unas palabras del Corán, realizadas por el Comandante de la Marina Saudí, tras lo cual se ha mostrado un vídeo sobre la ciudad Al-Jubail (ciudad que da nombre al barco) y un timelapse resumen de la construcción y que puede ser visto en la web de Navantia. A continuación, los himnos de Arabia Saudí y España han dado comienzo a los discursos.

El Comandante de la Marina Saudí ha resaltado la importancia de este proyecto, contratado a Navantia, como uno de los programas más importantes de adquisición en cuanto a capacidades, que refleja una sólida relación entre España y Arabia Saudí, y que refuerza la cooperación entre las dos Armadas en construcción, formación y training. Además, ha señalado que el éxito de este programa es clave para programas futuros.

El CEO en funciones de SAMI ha expresado su orgullo por la fuerte relación entre SAMI, Navantia y la Marina Saudí, y por la valiosa colaboración que se ha visto reflejada en el lanzamiento del primer sistema de combate saudí, desarrollado íntegramente por SAMI, que representa un pilar fundamental para el desarrollo de las capacidades locales.

La presidenta de Navantia ha puesto de manifiesto su compromiso con la Marina Saudí

para repetir el modelo de colaboración conseguido con la Armada Española y Marina Australiana, y ha destacado el propósito de Navantia de contribuir al desarrollo de las capacidades navales e industriales del país a través de otros futuros programas.

A continuación, el padrino de la botadura, el Comandante Fahad Bin Abdullah Al-Ghofaily, ha ordenado al Capitán Abdullah Alshehri, director de la oficina del programa, el corte de cinta en su nombre y la corbeta Al-Jubail ha comenzado su deslizamiento por la grada hasta tocar agua por primera vez.

La corbeta Al-Jubail tiene una eslora de 104 metros, una manga de 14 y será capaz de transportar a un total de 102 personas entre tripulación y pasaje. Alcanzará una velocidad máxima de 27 nudos y, entre otros aspectos, tiene capacidad para llevar a bordo provisiones para 21 días.

El diseño de las corbetas es de última generación, maximizando a la vez la participación de Navantia mediante la incorporación de productos propios, como el sistema de combate CATIZ, el sistema de comunicaciones integradas HERMESYS, la dirección de tiro DORNA, el Sistema Integrado de Control de Plataforma y el puente integrado MINERVA, junto con otros equipos desarrollados por Navantia bajo licencia, como los motores de MTU o las cajas reductoras de RENK.

Desde que se realizará el corte de la primera plancha, en enero de 2019, todos los talleres de Navantia San Fernando y también de Puerto Real han trabajado sin descanso para que este primer buque esté finalizado. Esta primera corbeta ha podido ser finalizada con éxito pese a la disminución de la actividad provocada por la pandemia del Covid-19. Precisamente, los protocolos de seguridad aprobados por Navantia han marcado este evento, en el que todos los asistentes han

accedido con mascarilla y guardando la preceptiva distancia de seguridad.

A partir de ahora, el objetivo es volver a los plazos iniciales, de manera que la siguiente corbeta pueda ser botada el próximo mes de noviembre. De hecho, tras la ceremonia de botadura, el Capitán Abdullah Alshehri ha podido ser testigo del avance en la construcción de la segunda unidad, Aldiriyah en la grada 3.

Este contrato, en vigor desde noviembre de 2019, fortalece el futuro inmediato de Navantia y beneficia a todos los astilleros de la compañía y a su industria auxiliar, en especial, a toda la Bahía de Cádiz.

Concretamente supondrá una carga de trabajo global de alrededor de siete millones de horas que, traducido a empleo, alcanzarán la cifra de 6.000 anualmente durante los próximos 5 años. De estos, más de 1.100 serán empleados directos, más de 1.800 empleados de la Industria Auxiliar de Navantia y más de 3.000 empleados indirectos generados por otros suministradores. Serán más de 100 las empresas auxiliares que colaboren en el mismo.

El programa, cuyo último buque deberá ser entregado en el año 2024, incluye además de la construcción, el Apoyo al Ciclo de Vida durante cinco años, desde la entrega del primer buque, con opción a otros cinco años adicionales.

Por otro lado, el contrato también incluye el suministro de varios servicios tales como, apoyo logístico integrado, adiestramiento operacional y de mantenimiento, suministro de Centros de Formación y Adiestramiento para el Sistema de Combate y Sistema de Control de Plataforma de los buques, el Apoyo al Ciclo de Vida, anteriormente citado, y los sistemas para el mantenimiento de los buques en la Base Naval de Jeddah. ■

Secuencia de la botadura corbeta *Al Jubail*



https://youtu.be/WgtSE4L_CK8

Un barco de propulsión eléctrica para la pesca costanera artesanal

© Empordà Mar - Salvador Manera Solicitante del proyecto



Fotografía: S. Manera

La Generalitat de Catalunya – Departament d'Agrucultura Ramaderia, Pesca i Alimentació, aprueba una solicitud para la realización de un proyecto de una embarcación a motor con propulsión eléctrica para artes menores, con los Fondos europeos FEMP, presentada por la empresa Empordà Mar.

La flota pesquera de Catalunya de artes menores tiene en general muchos años, muchas

barcas de madera, con motores diésel y con muchas millas navegadas. Podemos decir que está algo obsoleta.

Con la idea de proyectar una embarcación nueva mucho más eficiente energéticamente teniendo en cuenta el cambio climático, se presentó una solicitud para el desarrollo de este proyecto. En el marco de las ayudas FEMP.

El proyecto, que será puesto al alcance de cualquier pescador de artes menores para que pueda realizar su construcción en el astillero que desee y adaptarlo a su forma de trabajar pero con una solución de casco y propulsión mucho más eficiente que los que actualmente faenan.

Para la realización del proyecto se ha formado un pull de expertos del sector marítimo y pesquero. Empordà Mar (salva manera) es el adjudicatario del proyecto que además de ser un pescador es un activista medioambiental, ha

sabido rodearse de un pull de expertos para su desarrollo. BYD Group estudiará el dimensionado principal, formas idóneas del casco, estabildades y escantillonados y su interrelación con el motor o motores principales que serán estudiados por la empresa especialista en motores eléctricos Volta y el dimensionamiento de las baterías y control del equipo propulsión y las maquinillas de labor.

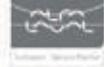
Orienta si se encargará de las relaciones con la administración y normativa a cumplir, dadas las características novedosas del proyecto. Como coordinador general entre todos está la Consultoría Náutica LFC y se cuenta además con la colaboración técnica de la Facultad de Náutica con programas de transferencia tecnológica, posibles investigaciones, profesorado y alumnos de doctorado.

El proyecto deberá estar finalizado en unos pocos meses, el tiempo es escaso pero el resultado será muy beneficioso para todo el sector. Creemos que este proyecto será el inicio de un cambio no solo en el sector pesquero sino que irá mucho más allá. ■



-  **REPARACIÓN NAVAL**
MARINE REPAIRS
-  **OFICINA TÉCNICA**
TECHNICAL DEPARTMENT
-  **REPUESTOS**
SPARE PARTS
-  **SERVICIOS T+i (Tecnología+innovación)**
T+i SERVICES (Technology+innovation)
-  **DPTO. MONITORIZACIÓN**
MONITORING DPT.
-  **EFICIENCIA ENERGÉTICA**
ENERGY EFFICIENCY
-  **LLOYD'S SERVICE SUPPLIER**
-  **VERIFICACIÓN NOX**
NOX VERIFICATION PROCEDURE



SERVICIO OFICIAL	DISTRIBUIDOR OFICIAL	TALLER COLABORADOR
		
		
		
		
		

Muelle de Reparaciones de Bouzas, 12
36208 Vigo (Spain)
Teléfono: + 34 986238767

www.coterena.es

Reacondicionamiento de buques metaneros a buques de regasificación y de almacenamiento de gas offshore

Por Julien Boulland y Jaime Pancorbo

Las conversiones están ofreciendo una segunda vida a los metaneros, reposicionándolos como unidades flotantes de almacenamiento y regasificación (FSRUs por sus siglas en inglés) o en unidades flotantes de almacenamiento (FSUs), y que trae consigo desafíos tanto técnicos como operacionales para los armadores.

El mercado de gas natural licuado (GNL) está en continuo crecimiento, ya que muchos países están dirigiendo su mirada al gas para cubrir las necesidades crecientes de energía.

En paralelo, ha habido un incremento de GNL para el transporte y distribución.

En los últimos años, numerosos buques en hibernación han empezado a estar disponibles por numerosas razones: se están acercando al final de su vida útil, o pueden estar fuera de las especificaciones actuales, desfasados o fuera del mercado, etc.

Los armadores están buscando nuevos usos para sus buques y extender sus ciclos de vida convirtiéndolos en FSRUs o FSUs ya que mu-

chos países están viendo el potencial en reducción de CAPEX y OPEX, comparados con terminales fijas en tierra.

Adicionalmente, y ya que estos buques pueden ofrecer una gran flexibilidad y necesitan menor intensidad de inversión inicial, los FSRUs pueden ofrecer una solución intermedia (el tiempo de los contratos suele ser inferior a 5 años) durante el tiempo que se necesite para desarrollar soluciones en tierra.

Como el sector de los FSRUs es relativamente nuevo y en desarrollo, las relaciones entre los países que requieren GNL y los proveedores de FSRU puede ser compleja. Hay varios puntos clave que los promotores de FSRU y FSU deberían considerar para asegurar que sus buques son seguros, que cumplen con todas las reglamentaciones medioambientales y que son adecuados para las demandas del mercado.

Las cuestiones regulatorias, tanto a nivel del país de bandera como al de clasificación, son de una consideración prioritaria para las conversiones de FSU/FSRU. Dependiendo de las modificaciones a realizar las especificaciones de proyecto y los trabajos de conversión, hay diferentes sistemas que podrán ser acopiados, modificados, desmantelados o añadidos.

Los p de los proyectos deberán tener en cuenta todos los aspectos concernientes a los reglamentos estatutarios y de clase, tales como la Convención Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar (SOLAS , por sus





siglas en inglés), la Convención Internacional para la Prevención y Polución Marina de Buques (MARPOL) y el Código de Seguridad de Buques de Transporte Gas Licuado a granel (IGC), que aseguran que el buque cumple con los requerimientos de seguridad y medioambientales vigentes.

El estado en el que la unidad será operada y las autoridades locales del puerto deberán también ser consultadas, y sus requerimientos tenidos en cuenta.

Aparte de los desafíos citados, los gaseros necesitan realizar modificaciones en sus sistemas de generación de potencia (p.ej: calderas, generadores), distribución eléctrica, propulsión, tanques de LNG, amarres, grúas para la operación y otros. Los armadores que están pensando en eliminar ciertos equipos deben prever cómo se puede hacer de manera segura, y en qué condiciones.

Desde la revisión de los elementos estructurales hasta la actualización de los sistemas de contención de la carga o añadir nuevos equipos, la lista de desafíos técnicos es considerable para una conversión a FSRU o FSU.

Hay que tener en cuenta además el cumplimiento con las legislaciones locales en temas medioambientales. En muchos casos, las

conversiones a FSRU o FSU van a estar en una posición estacionaria cercana a la costa y potencialmente cerca de otras unidades marinas, tales como pesqueros. Los FSRU utilizan cantidades considerables de agua de mar para calentar el GNL durante la regasificación y el cambio de temperatura en el agua usada y descargada al mar es considerable.

Por tanto, es esencial que los operadores del buque sean plenamente conscientes y cumplan con las reglamentaciones locales sobre las emisiones de agua así como el resto de reglamentaciones medioambientales, tales como la calidad del aire o el ruido emitido.

Otra cuestión clave es cómo mantener el buque en su posición por un periodo extenso de tiempo, potencialmente excediendo el régimen de puesta en dique cada 5 años. Los promotores del proyecto frecuentemente buscan una aproximación al problema de modo que no se tenga que producir una puesta en dique ("no-dry dock"), lo cual tiene implicaciones para la conversión en lo referente a la estructura del casco así como el equipo.

Finalmente, hay implicaciones en lo referente al coste, y los armadores intentan limitar el precio del mantenimiento en posición en el lugar de operación y minimizar el OPEX para esta extensión del ciclo de vida.

¿Cómo puede ayudar una sociedad de clasificación?

Las Sociedades de Clasificación pueden realizar un rango de análisis para las estructuras de los gaseros, así como para los tanques, maquinaria, sistemas de amarre y otros. La evaluación de las cargas hidrodinámicas y los datos de escantillonado, así como la verificación estructural, ofrece a los armadores una imagen muy clara de la condición actual de su buque, y permite a las Sociedades de Clasificación ayudar en el desarrollo de un plan de inspecciones. De cualquier modo, es importante que el promotor involucre a la Sociedad de Clasificación desde una etapa lo más temprana posible y que esa relación se mantenga a través de las etapas de diseño y construcción.

La Sociedad de Clasificación será capaz de aconsejar y guiar desde el comienzo, desde el punto reglamentario, para identificar los potenciales desafíos y cómo se podrían superar. Por medio de esta ayuda al desarrollador evitando que se puedan producir errores muy costosos en lo referente al cumplimiento de las regulaciones y por medio de aconsejar y dar soporte experto durante el camino, la Sociedad de Clasificación puede verse como un facilitador clave para el desarrollo de un activo seguro, responsable con el medioambiente y a la vez, afectivo respecto al coste. ■

Bureau Veritas prueba con éxito la realidad aumentada para inspecciones en remoto de buques

La sociedad de clasificación Bureau Veritas y Anthony Veder han llevado a cabo con éxito una prueba piloto para inspecciones de clasificación remotas en tiempo real, mediante un sistema de realidad aumentada. El ensayo se realizó a bordo de uno de los buques de la naviera holandesa. Las acciones se efectuaron en el puente, la sala de control de la carga y la cámara de máquinas.

El personal de inspección de Bureau Veritas dio instrucciones en remoto a un miembro de la tripulación, por medio de un dispositivo portátil de realidad aumentada y con conexión en tiempo real de audio y vídeo, que permitieron captar las imágenes necesarias para las oficinas de Róterdam de Anthony Veder y de Bureau Veritas en París.

Esta prueba piloto abre la puerta a la posibilidad de llevar a cabo inspecciones de clasificación a distancia, evitando los desplazamientos

de los profesionales de Bureau Veritas a los buques. Es una situación que mejora la eficiencia de este tipo de trabajos, aportando grandes beneficios a la seguridad, salud y prevención de las personas en estos momentos marcados el COVID-19.

Las inspecciones de buques en remoto también contribuyen a que el tiempo de respuesta sea menor e incrementa la calidad de los servicios, en los que es necesario una formación externa especializada. De este modo, el tiempo de las inspecciones se reduce, así como el impacto de emisiones de CO₂. Bureau Veritas y Anthony



Veder tienen previstos nuevos proyectos conjuntos en los próximos meses, para seguir desarrollando esta tecnología, que también podrá ser utilizada para la asistencia en remoto, resolución de problemas y apoyo a buques en zonas lejanas. ■

DNV GL lanza la nueva certificación CIP-M para la industria marítima



DNV GL ha lanzado una nueva certificación en prevención de infecciones para la industria marítima. El lanzamiento de esta certificación personalizada tiene como objetivo ayudar a la industria marítima a reanudar las operaciones

mejor preparadas ante el COVID-19 u otros patógenos emergentes. Genting Cruise Lines es el primer cliente que trabaja para obtener la certificación CIP-M para su buque *Explorer Dream* bajo la marca Dream Cruises.

A medida que la crisis de COVID-19 comienza a retroceder, el mundo está buscando recuperar la normalidad. Para la industria de cruceros, la seguridad de los pasajeros siempre ha sido la máxima prioridad y la pandemia actual ha agudizado este enfoque. Para ayudar a los armadores de embarcaciones a reanudar operaciones más seguras, DNV GL ha desarrollado la certificación CIP-M, que les permite demostrar que cuentan con procedimientos y sistemas para la prevención, el control y la mitigación de infecciones, para proteger a los pasajeros y a los tripulaciones.

“La crisis de COVID-19 no tiene precedentes en su impacto en la industria marítima, y en las líneas de cruceros en particular”, comenta Knut Ørbeck-Nilssen, CEO de DNV GL - Maritime. “Pero espero que con ideas innovadoras como CIP-M podamos ayudar a que la industria se reactive nuevamente de una manera que brinde a los pasajeros y a la tripulación la confianza de que existen medidas rigurosas para mejorar los ya rigurosos estándares de salud y seguridad de la industria de cruceros”.

El CIP-M se basa en la gestión del riesgo de infección del DNV GL Healthcare, que ha estado en curso desde 2008. Con más de 4.000 auditorías realizadas en hospitales de EE. UU., Este trabajo, que es inherente al programa de acreditación de la compañía, ayuda a las organizaciones a mejorar su gestión en materia de riesgo de infección. Los expertos del Centro de Cruceros de DNV GL en Miami personalizaron el CIP de atención médica para su uso en un entorno marítimo en cooperación con DNV GL - Business Assurance. El CIP-M también integra estándares marítimos específicos, como el Programa de saneamiento de embarcaciones de los CDC de EE. UU., así como también incorpora pautas nacionales e industriales. Las encuestas y auditorías de certificación son realizadas por equipos compuestos por: expertos en prevención y control de infecciones sanitarias junto con auditores marítimos experimentados.

“La capacidad de demostrar la prevención y mitigación del riesgo de infección es impres-

cindible para recuperar la confianza de los consumidores”, comenta Luca Crisciotti, CEO de DNV GL - Business Assurance. “Construir una vigilancia organizada contra el riesgo de infección hoy requiere un nivel que antes era común sólo a los hospitales. El CIP-M es único porque se basa en estándares hospitalarios probados, pero se adapta específicamente al contexto de los buques de pasaje, a la vez que incorpora requisitos nacionales para permitir una respuesta sólida inmediata y a largo plazo”.

“En Genting Cruise Lines, la seguridad y el bienestar de nuestros huéspedes y la tripulación son de suma importancia para nosotros”, dijo el Sr. Kent Zhu, Presidente de Genting Cruise Lines. “Desde el inicio de la pandemia, Genting Cruise Lines ha estado a la vanguardia en la mejora de sus medidas preventivas y de seguridad con la pandemia COVID-19 en mente. Fuimos los primeros en la industria en lanzar e introducir nuestras medidas mejoradas, que adoptaremos como

la nueva norma de seguridad para nuestra flota y esperamos también para la industria. Estamos orgullosos de continuar siendo pioneros en una colaboración tan importante con DNV GL, que es la primera vez para la industria de cruceros y marítima. Con las elevadas expectativas de los consumidores sobre seguridad y bienestar,

Como parte de la certificación CIP-M, DNV GL evalúa las operaciones de la embarcación, incluidos la mejora de los procedimientos de saneamiento, preparación y manipulación de alimentos, requisitos de distanciamiento físico, uso de equipo de protección personal (PPE) por parte de los miembros de la tripulación, mantenimiento de sistemas esenciales de salud pública, planes de respuesta a emergencias, controles previos al embarque, procesos de embarque y desembarque, y protocolos de planificación de itinerarios o puertos. Se llevan a cabo encuestas anuales a bordo y auditorías de la compañía en tierra para verificar el cumplimiento continuo y la mejora. ■

Estudios de estabilidad y comprobaciones de peso en rosca.

Proyectos de reformas, en acero y PRFV, de cascos, maquinaria y equipamiento.

Proyectos de nuevas construcciones.

Estudios completos de los sistemas de propulsión.

Equipamiento y servicios de máquinas.

Montaje de maquinaria de cubierta.

Instalaciones eléctricas de a bordo.

Elaboración de planes de remolque.

Abanderamiento de mercantes / embarcaciones de recreo.

Peritaciones de averías y daños.

Inspecciones durante la construcción y/o reparación.

Modelizaciones navales e industriales en 2D y 3D.

Escanado láser 3D de cascos e interiores de buques.



Scrubbers más pequeños, más eficientes y competitivos en precio para la industria naviera

Smaller, more efficient and more price competitive Scrubbers for the shipping industry



No hay duda de que los scrubbers son la mejor y más económica solución para cumplir con las regulaciones de emisiones de azufre a la atmósfera de la OMI. Sin embargo, y actualmente con los bajos precios del combustible, el retorno de la inversión está generando dudas entre los Armadores a la hora de decidirse a instalar scrubbers.

Dado que los scrubbers están diseñados para durar muchos años, la decisión debería tener en cuenta el precio del combustible que estará vigente dentro de 8 meses y en el futuro.

Pronosticar el precio del combustible no es una tarea fácil y la mayoría dirán que es imposible hacerlo. Una cosa que sabemos con certeza es que asumir que seguirán siendo bajos no es realista. Es lógico pensar que el precio del combustible volverá a subir, y que los scrubbers ahorrarán más dinero del que ahorran actualmente. Los scrubbers son medioambientalmente seguros, hecho que ha sido contrastado por varios estudios efectuados por Gobiernos, entidades ambientales y Empresas privadas externas. Los scrubbers llevan funcionando con éxito en barcos y aplicaciones terrestres durante muchos años.

Hay múltiples diseños para adaptarse a cualquier tipo de barco. El diseño original de I-Type es para buques donde el scrubber puede caber en la chimenea. El tipo U y el tipo L proporcionan diferentes configuraciones de entradas, lo que permite un mejor ajuste en ciertos barcos donde el economizador está situado en lo alto de la chimenea y donde el scrubber se instalará fuera de ella. Estos fueron concebidos específicamente para aquellos barcos donde las chimeneas son demasiado estrechas para que quepa un scrubber tipo I en línea. En esta circunstancia, se podría colocar un scrubber tipo L o tipo U fuera de la chimenea y conectarlo mediante conductos. Estos modelos proporcionan una mayor flexibilidad en caso de ser necesario. Los scrubbers permiten a las navieras emplear el mismo combustible con alto contenido de azufre (HFO) que han estado utilizando durante años, protegiendo a la población y medioambiente de los efectos tóxicos derivados de la liberación de gases nocivos a la atmósfera.

Los scrubbers reducen el número de partículas generadas y eliminan prácticamente todas las emisiones de SO₂ provenientes de los gases

There is no doubt that scrubbers are the best and most economical solution to meet the IMO Sulphur cap emissions regulations. However, the recent low fuel pricing has been a challenge for shipowners when deciding to install scrubbers. Since scrubbers are designed to last many years, a decision should take into consideration the fuel pricing that will be in effect 8 months from now and the future. Forecasting fuel pricing is not an easy task and most people will say it is impossible to do. One thing we know for sure, is that assuming it will remain low is not realistic. What is realistic is that high fuel pricing will return, and scrubbers will save more money than they do at this time.

Scrubbers are environmentally safe, a fact proven by several studies from both governments, environmental entities, and many private businesses. Scrubbers have been successfully operating on both ships and land applications for many years.

There are multiple designs to fit any ship type. The original I-Type design is for vessels where the scrubber can fit in the funnel. The U-Type and L-Type provide different entries configurations allowing for a better fit on certain ships where the economizer is high in the funnel and where the scrubber is going to be installed outside the funnel. These were conceived specifically for those ships where the funnels are too narrow to fit an in-line I-Type scrubber. One could place the L-Type or U-Type Scrubber outside the funnel and bring the ductwork to it. These models also allow for greater pre-assembly should it be required.

Scrubbers allow shippers to burn the same high Sulphur fuel they have been using for years, protecting humans and nature from the toxic effects that stem from releasing harmful fumes into the atmosphere.

Scrubbers reduce soot and nearly eliminates SO₂ emissions from the exhaust gas from heavy fuel burning engines, generators, and boilers. This System can easily reduce the SO₂ stack emissions from a 3.5% Sulphur fuel to well below the 0.1% Sulphur fuel equivalence as required by the MARPOL Annex VI regulations even when operating in the low alkalinity areas of the eastern Baltic (when designed for that potential).

de escape de los motores, generadores y calderas de combustible pesado. Este sistema puede reducir fácilmente las emisiones de SO₂ de un combustible con contenido en azufre del 3,5% a valores muy por debajo del equivalente a un combustible con contenido en azufre del 0.1%, según lo requerido por las regulaciones del Anexo VI de MARPOL, incluso cuando opera en áreas de baja alcalinidad como el Báltico oriental (cuando se han diseñado para operar en esa área).

La tecnología de limpieza de gases de escape del barco está disponible en tres configuraciones estándar, personalizables según los requisitos del barco:

- Circuito abierto: pasando una vez a través del scrubber y empleando agua de mar.
- Circuito cerrado: un scrubber de recirculación que utiliza agua dulce con sosa cáustica.
- Híbrido: una combinación de ambos diseños para una máxima flexibilidad.

Los scrubbers normalmente reemplazan a los silenciadores en la chimenea, soportando la temperatura total del motor incluso en seco, y no se requiere un by-pass. Debido a su pequeño tamaño, configuración compacta y flexibilidad de diseño, **estos sistemas son perfectos tanto para las nuevas construcciones como para modernizaciones.**

Algunas de las características de los sistemas de depuración son:

- Diseño de entrada inferior o lateral para permitir un mejor ajuste en cualquier barco y simplificar el conducto de gases de escape del motor sin requerir un by-pass.
- Drenaje del scrubber configurado estratégicamente para eliminar cualquier posible flujo de retorno de agua al motor.
- Eliminado el almacenamiento de agua de circulación en el fondo del scrubber. Se ha derivado a un tanque separado a una altura más baja para reducir el peso en altura mejorando así la estabilidad del buque.
- Construcción de aleación (externa e interna) para extender la vida útil del sistema y permitir que los gases de escape viajen a través del scrubber a altas temperaturas en caso de condiciones de funcionamiento en seco sin perjuicio del equipo y sin by-pass.
- Elementos internos patentados, diseñados específicamente para aumentar la eficiencia del scrubber.
- Característica opcional Caustic-Assist™ para operación en circuito abierto en áreas de baja alcalinidad.

Los scrubbers se pueden configurar para operar con un único flujo de gases (control de emisiones de un solo motor o caldera) o de flujo múltiple (control de emisiones de múltiples motores / calderas combinadas).

CR Ocean Engineering (CROE) www.croceanx.com, ha estado diseñando scrubbers desde 1960, siendo un proveedor líder de sistemas de limpieza de gases de escape. Más de 150 barcos tienen scrubbers de CROE instalados o están en proceso de hacerlo, incluyendo cruceros, portacontenedores, ferries, buques tanque y otros tipos. La experiencia indica que en tiempos con valores de combustible normales, la recuperación promedio de la inversión del scrubber es de uno a dos años. Con el precio bajo muy inusual de hoy, la recuperación se ha extendido a más de 3 años. Sin embargo, el ahorro en combustible continuará proporcionando al Armador un beneficio financiero continuado durante la vida útil del sistema.

CROE tiene ventas, servicio y fabricación estratégicamente ubicados en todo el mundo para servir mejor a sus clientes. Para más información en España contacte con insimar@insimar.com. ■

The ship exhaust gas cleaning technology is available in three standard configurations, customizable to a ship's requirements:

- *Open-Loop: once through scrubber using seawater.*
- *Closed-Loop: a recirculating scrubber using fresh water with caustic.*
- *Hybrid: a combination of both designs for maximum flexibility.*

Scrubbers normally replace the silencers in the funnel, can accept full engine temperature even when in dry condition, and do not require a bypass. Due to their small size, compact configuration, and flexibility of design, these Systems are perfect for both new-builds and retrofits.

Some of the features of the scrubbing systems include:

- *Bottom or Side entry design to allow a better fit on any ship to simplify engine exhaust gas duct without requiring a bypass.*
- *Strategically configured scrubber drainage to eliminate any potential water backflow to the engine.*
- *Eliminated circulation water storage from bottom of scrubber vessel to a separate tank at a lower elevation to reduce weight at the higher elevations, improving stability.*
- *Alloy construction (external and internal) to extend the life of the system and to allow the exhaust gas to travel through the scrubber system at high temperatures in case of dry-run conditions without a bypass.*
- *Used proprietary internals designed specifically to increase scrubber efficiency.*
- *Optional proprietary Caustic-Assist™ feature for Open-Loop operation when in low-alkalinity areas.*



These can be configured as single stream (controlling emissions from a single engine or boiler) or multi-stream (controlling emissions from multiple engines/boilers combined) configuration.

CR Ocean

Engineering (CROE) www.croceanx.com has been designing scrubbers since the 1960's, is a leading supplier of exhaust gas cleaning systems (scrubbers) and over 150 ships have CROE Scrubbers installed or are in the process of doing so. These include Bulk Carriers, Cruisers, Cargos, Ferries, Tankers, and other types.

Experience indicates that during times of normal fuel pricing, the average payback of the scrubber investment is one to two years.

At today's very unusual low pricing that payback has stretched to more than 3 years. However, the fuel savings will continue to provide a financial benefit continuously for the life of the system.

CROE has sales, service and manufacturing strategically located around the globe to better serve its clients. For more information in Spain please contact insimar@insimar.com ■

El Grupo Diesel and Marine amplía su apoyo a la industria naval



Parte de los nuevos almacenes que el Grupo Diesel and Marine dispone en Hamburgo.

En la península ibérica, el Grupo ST Diesel and Marine en conjunto con su representante comercial para el área, Rolloy Marine, ha estado proporcionando repuestos y servicios a la industria naval en dos áreas principales.

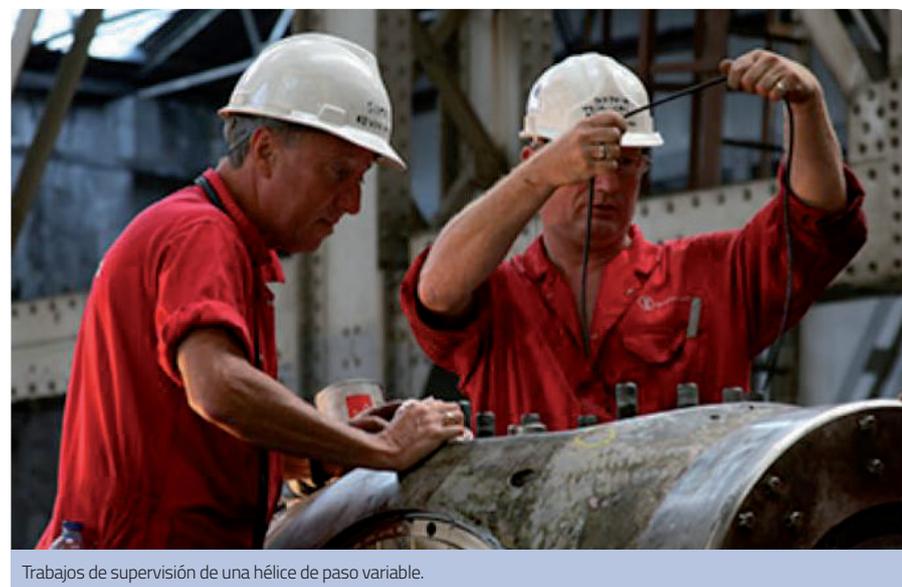
Suministro de componentes de motores diésel

La primera es el suministro de componentes de alta calidad adecuados para gamas de motores de cuatro tiempos y velocidad media como Bergen, Wärtsilä, MAN y MaK. El Grupo garantiza la calidad de los componentes que suministra mediante proveedores especializados que también están aprobados por

muchos fabricantes de motores. El Grupo también ofrece a sus clientes plazos de entrega rápidos porque es uno de los mayores distribuidores independientes, con almacenes en Hamburgo, Singapur y el Reino Unido.

Suministro de equipos y servicios de mantenimiento y reparación de propulsores marinos

La segunda está en el suministro de equipos y servicios de mantenimiento. Estos incluyen inspecciones y supervisiones para la mayoría de los tipos de sistemas de propulsión en todo el mundo, así como servicio y reparación de cierres de bocina.



Trabajos de supervisión de una hélice de paso variable.

Distribución de equipos filtrantes Wågene Purifiner para aceites lubricantes y combustibles

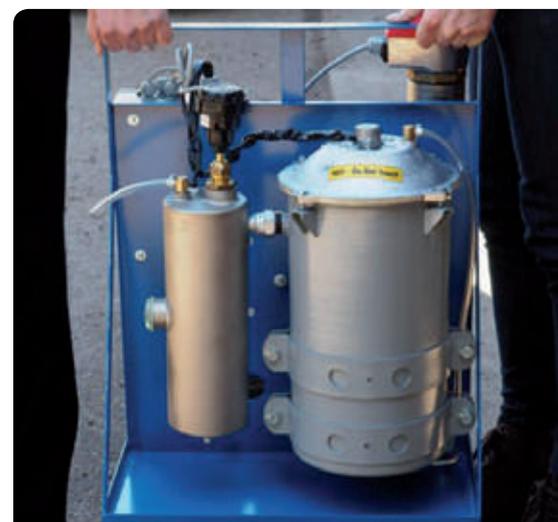
Respondiendo a las crecientes preocupaciones sobre la calidad del combustible y el aceite lubricante. El Grupo ahora se está expandiendo a nuevas y emocionantes áreas de actividad como el suministro de equipos de análisis y monitorización de aceites lubricantes y combustibles.

Recientemente, la oferta se ha ampliado aún más para incluir la distribución en exclusiva para España y Portugal, además de otros países, de los equipos de filtrado Wågene Purifiner.

Estos equipos están concebidos para recuperar el aceite o combustible con un alto contenido en agua, a una condición similar a la de origen. Reduciendo el contenido de agua dulce o salada, a través de una cámara de evaporación y por tanto reduciendo el gasto operativo.

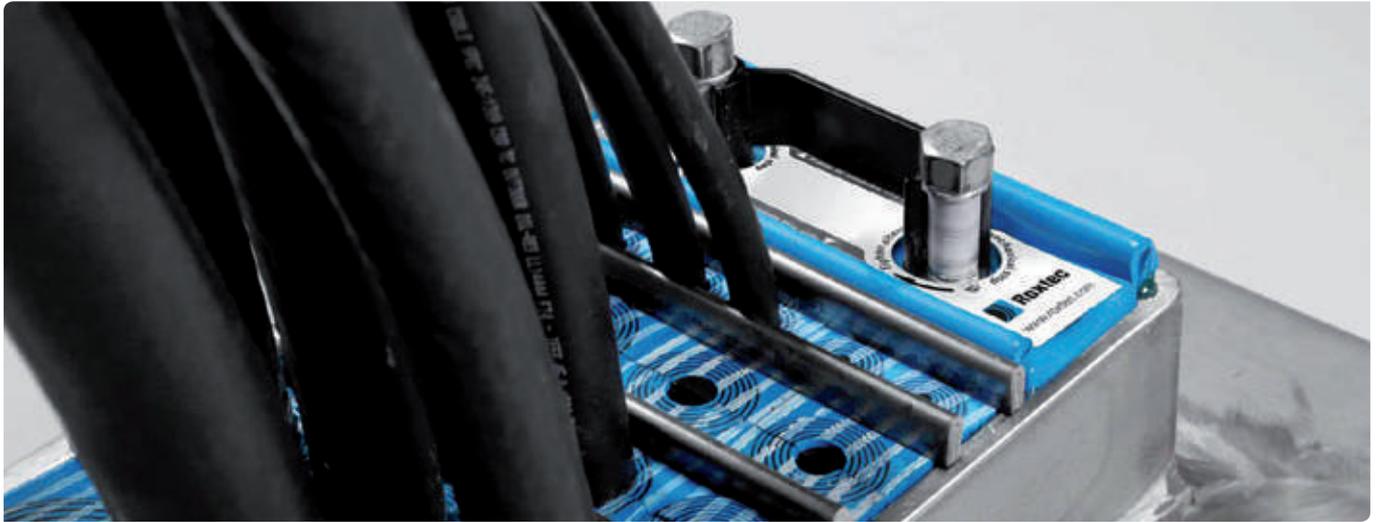
Hasta la fecha, se han vendido más de 3.000 purificadores, muchos de ellos a compañías navieras establecidas de clase mundial, tales como la línea de cruceros más grande del mundo, Carnival Cruises y Bourbon Offshore France,

Las unidades Purifiner tienen bajos costos de operación, y su uso extiende los intervalos de cambio de aceite hasta cuatro veces mientras mantiene la viscosidad. ■



El Purifiner es compacto, pesa solo 45 kg y puede ser transportado por dos personas

Roxtec a la vanguardia de la protección electromagnética



Entre las tecnológicas innovadoras con las que cuenta Roxtec, destaca el sistema de sellado Roxtec BG™ (para conexión a tierra y equipotencialidad), conecta el revestimiento metálico de los cables armados y apantallados a tierra a través de una banda trenzada extra fuerte situada en el interior del módulo de sellado.

Están diseñados para su uso en entornos demandantes, para la protección a tierra (atenuación conducida por el cable) y para absorción de picos de energía en intervalos cortos de tiempo (i.e.: sobretensiones por caída de rayo).

Una buena conexión a tierra es obligatoria cuando queremos garantizar una correcta

seguridad eléctrica en cualquier instalación y evitar descargas eléctricas.

Una descarga por un rayo o una corriente de cortocircuito pueden producir daños personales, destruir cualquier electrónica y provocar una caída de operación. Precisamente para abordar todas esas consideraciones están diseñadas y testadas las soluciones Roxtec BG™.

Además de la protección mencionada, el sistema Roxtec BG™ tiene el mismo comportamiento para múltiples demandas que las soluciones estándar Roxtec: clasificación de resistencia al fuego, nivel IP, protección contra humedad, humo, roedores, áreas peligrosas

Las áreas de aplicación más comunes del sistema Roxtec BG™ son: motores, generadores y convertidores, centros de datos, centros de control, motores de tracción para la industria de material rodante, envoltorios EMC para cuadros eléctricos...

Los sistemas Roxtec BG™ están certificados de acuerdo con la CSA 22.2 No 18.3-12 / No 41.07 que es igual a UL514B / UL467 para la conexión a tierra. Además, los sistemas Roxtec BG™ cumplen con los requisitos aplicables a los prensaestopos para instalaciones eléctricas de acuerdo con IEC 62444. Roxtec BG™ también se ha probado para detectar sobretensiones de acuerdo con IEC 62305-1 que simula los efectos de los rayos. ■

Frizonia: soluciones HVAC – Naval, Defensa, Offshore e Industrial

Con más de 25 años de experiencia, Frizonia, es hoy día un referente en el sector de las soluciones HVAC y Refrigeración, para las industrias de construcción Naval, Defensa, Offshore e Industrial.

Frizonia cuenta con filiales en USA, Colombia y México, y opera en más de 10 países, con cartera de proyectos en todos sus sectores de actividad. La compañía tiene un compromiso máximo por mantener un elevado estándar de calidad, contando con todas las certificaciones aplicables en materia de Calidad, Medioambiente y Salud Laboral.

En su larga trayectoria, ha desarrollado proyectos para todo tipo de buques, plataformas y artefactos flotantes, como patrulleros, FPSO/oil rigs, ferries, dragas, remolcadores, etc...

Frizonia se caracteriza por disponer de una importante Área de Ingeniería, que le permite liderar proyectos con un alto contenido de especialización, así como, el desarrollo de sistemas para las máximas exigencias de fiabilidad y las más rigurosas condiciones de operación.

Como complemento a la capacidad de ingeniería, Frizonia está dotada de una elevada

capacitación en ACV (Apoyo al Ciclo de Vida) aspecto vital en los mercados de defensa y offshore, y que permite maximizar las prestaciones y vida útil de los equipos mejorando la operatividad a medio y largo plazo de la instalación.

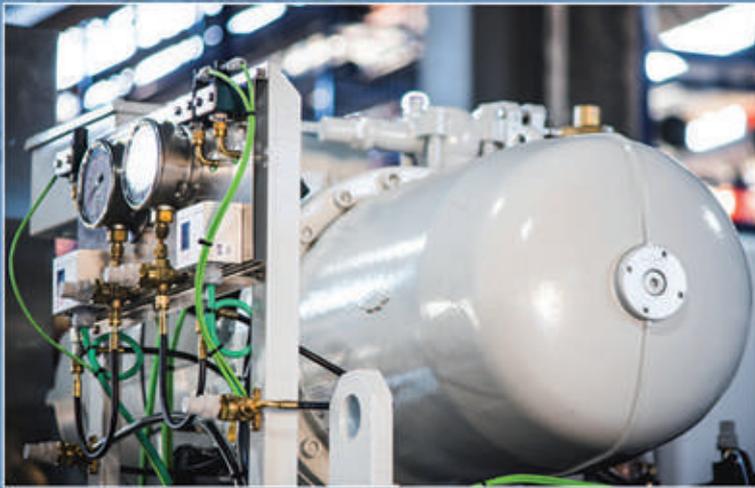
Este soporte postventa incluye asistencia técnica, repuestos, obsolescencia, planes de formación, etc...

Por todo ello, Frizonia conforma el socio perfecto para el diseño y suministro de sistemas HVAC y refrigeración a bordo. ■

SISTEMAS HVAC Y REFRIGERACIÓN

NAVAL | OFFSHORE | DEFENSA | INDUSTRIAL

www.frizonia.com



FRIZONIA

• Ingeniería básica y de detalle:

- Tubería
- Conductos
- Mecánica
- Eléctrica
- Modelado e Integración 3D

• Fabricación a medida:

- Plantas enfriadoras de agua
- Unidades Condensadoras
- Fan Coils
- Unit Coolers
- Gravity Coils

• Suministro de equipos y componentes

• Instalación y Puesta en marcha

• Servicios Post-Venta:

- Reparación y Mantenimiento
- Apoyo Logístico Integrado (ILS)
- Repuestos
- Cursos de capacitación

ESPAÑA | USA | MÉXICO | COLOMBIA
t: +34 956593243 - e: frizonia@frizonia.com

Dealer:

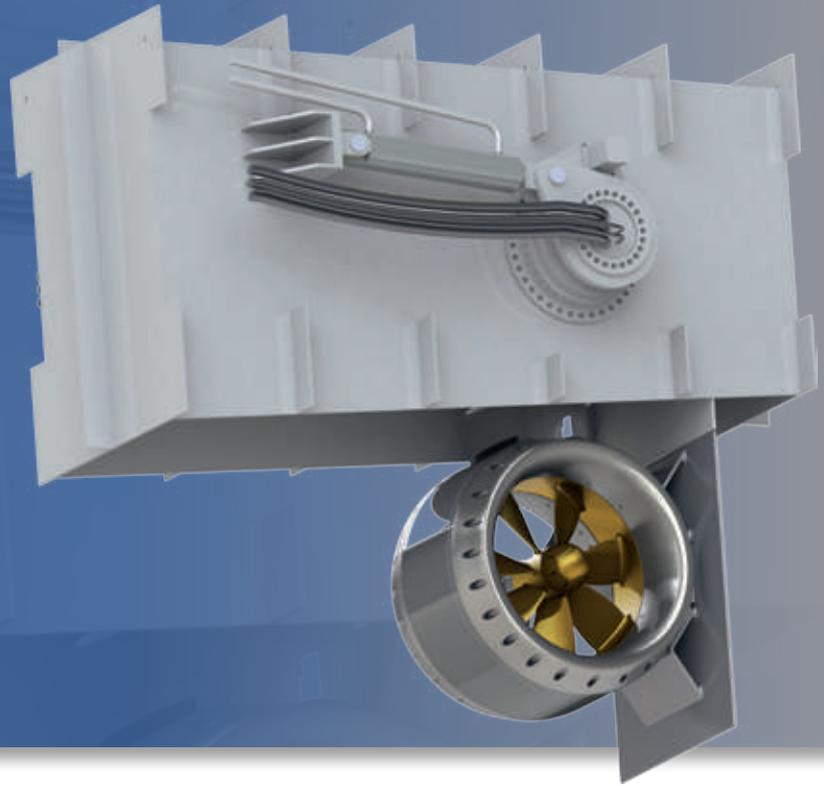


PECAL 2110

25 YEARS

Schottel presenta la variante retráctil de su exitosa SRT

Schottel presents a retractable variant of its successful Rim Thruster



La marca alemana acaba de presentar su nuevo desarrollo, una variante de su SRT Rim Thruster (SRT), ahora retráctil y con potencias hasta los 500 kW. Las SRT ofrecen reducciones de ruido y vibraciones. Se presenta como una solución especialmente adecuada para todos los buques que transportan pasajeros con regularidad, como yates o cruceros con altas exigencias de confort.

Optimizadas por CFD (Computational Fluid Dynamics), las palas internas de la hélice están diseñadas hidrodinámicamente para ser altamente resistentes a la cavitación.

Las primeras unidades de la variante retráctil ya están demostrando un perfecto funcionamiento en diferentes tipos y tamaños de buques.

Satisface cualquier requisito y perfil de operación

El SRT-R es capaz de cubrir un radio de empuje de 360 grados. Esto no sólo lo hace más versátil, sino que también le permite adaptarse de forma óptima a cualquier requisito y perfil de operación, incluyendo la operación DP o como un dispositivo para llevar a casa. En posición retraída, no se genera ninguna resistencia adicional al flujo.

Más maniobrabilidad con el SRT-RT

Cuando el SRT está en posición retráctil funciona como un propulsor transversal, lo que lo hace muy eficaz en aguas poco profundas. Caracterizado por una mejor maniobrabilidad, su gama de aplicaciones se extiende desde un breve acoplamiento y desacoplamiento en puertos hasta un funcionamiento continuo con posicionamiento dinámico; por ejemplo, para seguir el sol en modo DP para aplicaciones de yates. También se destaca por su corto tiempo de respuesta a los mandos de control que facilitan en todo momento un posicionamiento dinámico preciso.

With its Schottel Retractable Rim Thruster, the German propulsion expert has launched a newly developed variant of its proven rim thruster (SRT). Covering the power range up to 500 kW, the SRT-R offers many advantages, such as low noise emissions and tailor-made solutions for a wide range of applications. Optimized by CFD (Computational Fluid Dynamics), the internal propeller blades are hydrodynamically designed to be highly resistant to cavitation.

Satisfies any requirement and operation profile

The SRT-R is able to cover a thrust radius of 360 degrees. This not only makes it more versatile, but also allows it to be optimally adapted to any requirement and operation profile, including DP operation or as a take-home device. In retracted position, no additional flow resistance is generated.

Like the SRT, the SRT-R also features low-level noise and vibration. This makes the thruster particularly suitable for all vessels regularly carrying passengers, such as yachts or cruise vessels with high demands on comfort.

More manoeuvrability with SRT-RT

The retractable rim thruster is also available as an RT variant. This means that in retracted position it also functions as a transverse thruster, making it highly effective in shallow water. Characterized by improved manoeuvrability, its range of application extends from brief docking and casting-off in ports to continuous operation with dynamic positioning; for example, for following the sun in DP mode for yacht applications. It also stands out due to its short response time to steering commands that make precise dynamic positioning easier at all times.



COTENAVAL

Ingeniería y asesoría naval

NUESTROS PROYECTOS SE CENTRAN EN CUATRO ÁREAS FUNDAMENTALES

DISEÑO

ASESORÍA Y CONSULTORÍA

SUPERVISIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRA

APOYO A OPERATIVA DE FLOTA



Nos implicamos con el **Medio Ambiente**.
Somos promotores de la Asociación Ibérica del
Gas Natural para la Movilidad (GASNAM).

Estudios para la utilización de **energías
alternativas**.

Además, consideramos **la Investigación, el
Desarrollo y la Innovación**, como una
necesidad vital de futuro, y en ella basamos
nuestra competitividad.



C/ Andrés Mancebo, nº42, 1º - 46023 VALENCIA
Tel: (+34) 96 339 16 28 | Fax: (+34) 96 339 21 36
cotenaval@cotenaval.es | www.cotenaval.es

propulsión

Propulsor de bajo peso y que ahorra espacio

El SRT es un sistema de propulsión eléctrica. El estator del motor eléctrico está instalado en la parte exterior del túnel, mientras que las palas de la hélice están fijadas en el interior del rotor. Esto da como resultado un propulsor que ahorra espacio y peso. El agua circundante enfría permanentemente el motor eléctrico, evitando que se sobrecaliente.

Gracias a su robusto diseño, el SRT garantiza en gran medida el mantenimiento se reducen de forma efectiva y su diseño compacto garantiza una instalación sencilla.

Uso de aceites biodegradables

Ofrece la opción de usar aceites biodegradables, por lo que los buques equipados con SRT-R cumplen con las actuales regulaciones VGP de la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos.

Las primeras unidades de propulsión de llanta de Schottel, así como la variante retráctil, ya están demostrando su funcionamiento fiable en diferentes tipos y tamaños de buques. ■

Space-saving and low-weight thruster

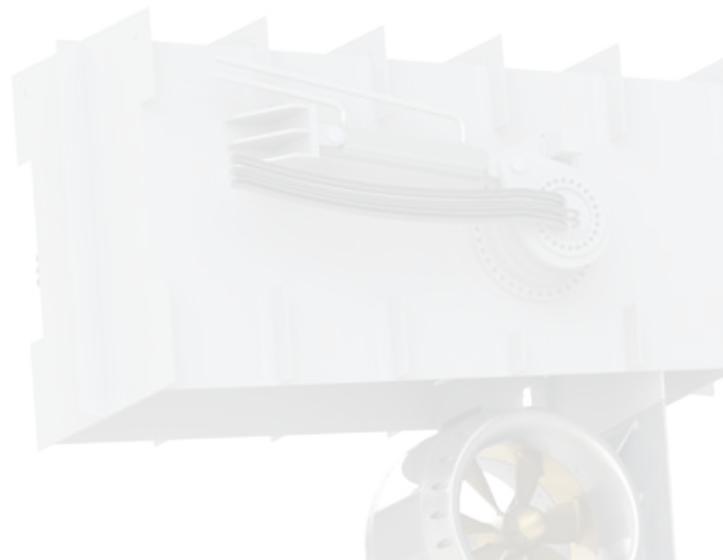
The Schottel Rim Thruster, one of Schottel's latest developments, is an electric propulsion system. The electric motor stator is installed in the outer part of the tunnel, while the propeller blades are attached to the inside of the rotor. This results in a space-saving and low-weight thruster. It converts electric power directly into propulsion power. Surrounding water permanently cools the electric motor, preventing it from overheating.

Thanks to its robust design, the SRT guarantees that maintenance efforts are effectively reduced. Furthermore, it is suitable for new builds and retrofits due to its compact design and simple installation.

Operation with biodegradable oils made possible

Offering the option of using biodegradable oils, vessels with the SRT-R are compliant with the current VGP regulations of the US Environmental Protection Agency.

The first Schottel Rim Thruster units as well as the retractable variant are already proving their reliable operation on different types and sizes of vessels. ■



Hay una formación continua HECHA A TU MEDIDA

La formación continua es un proceso de enseñanza-aprendizaje activo y permanente al que tienen derecho todos los profesionales y que por ende también les obliga. Es un proceso que se debe iniciar al finalizar los estudios universitarios y debe orientarse a actualizar y mejorar los conocimientos, habilidades y actitudes de los profesionales ante la evolución tecnológica y su adecuación a las demandas y necesidades, tanto sociales como técnicas.

Por ello desde la **Fundación Ingeniero Jorge Juan, como herramienta formativa del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España**, durante años se ha ofrecido un amplio catálogo de cursos y másteres, abierto durante todo el año para que quienes deseen ejercer su derecho a la formación continua dentro del entorno marítimo, encuentren cursos de calidad, que garanticen la adquisición de aquellos conocimientos que facilitarán su desarrollo profesional. Todas estas actividades formativas, están orientadas a fomentar la actualización de los conocimientos de los profesionales y la permanente mejora de su cualificación, así como incentivar su trabajo diario e incrementar su motivación profesional.

Su **objetivo** es potenciar las capacidades de los profesionales para maximizar sus conocimientos y posibilidad de aplicación a su desarrollo profesional, permitiéndoles acceder a puestos de mayor responsabilidad mediante la demostración de una mayor eficiencia y efectividad en las tareas desarrolladas.

Generalizar el conocimiento, entre los profesionales del sector marítimo, de los aspectos

científicos, técnicos, legales y económicos de aquellas materias relacionadas con el sector marítimo, es uno de los principales focos en que la **Fundación Ingeniero Jorge Juan** basa sus criterios a la hora de desarrollar temáticas formativas, tratando a través de ellos de mejorar en los propios profesionales la autopercepción de su labor y cualificación como agentes individuales de un sistema productivo.

El más amplio catálogo formativo a tu disposición

Los **bloques de formación** que se ofrecen en el catálogo de la Fundación Ingeniero Jorge Juan incluyen entre otras temáticas cursos de ARQUITECTURA NAVAL entre los que destacan ARQN, Comportamiento en la mar, estructuras metálicas, Control de pesos Avanzado, Diseño y Cálculo estructural de buques o el Máster de Diseño y tecnología de Yates y el Máster en Diseño y Gestión de buques y artefactos navales, cuya extensión permite a los alumnos un profundo conocimiento de las materias en ellos tratadas.

Un completo bloque de DISEÑO, donde se pueden encontrar cursos como AutoCAD 2D y 3D para profesionales, Cálculo de estructuras por elementos finitos con TDYN-RAMSERIES, Diseño de Embarcaciones con Rhinoceros, Diseño y modelado mecánico con CATIA V5, orientado al Sector Marítimo, Escantillonado de embarcaciones de recreo mediante SCT, Estructura, armamento, equipos y servicios, Creación de Modelos en 3D, CFDs, Maxsurf, Planta propulsora, generación eléctrica, métodos de producción y construcción y gestión de proyectos.

El catálogo de cursos de la Fundación Ingeniero Jorge Juan también incluye un bloque destinado a ofrecer formación en EQUIPOS Y SISTEMAS, donde se encuentran integrados los cursos de Bombas y motores oleohidráulicos, Buques propulsados por gas (GNL), Circuitos hidráulicos, Climatización naval, Diseño de línea de ejes, Ingeniería de detalle en buques, Sistemas de tuberías, Mantenimiento correctivo, preventivo y predictivo. Técnicas y organización, Propulsión Marina, Sistemas automáticos y su aplicación en buques, Sistemas de gobierno o Sistemas eléctricos a bordo.

En el módulo de MATERIALES destaca el curso de Tecnología de los revestimientos protectores para el sector naval y el bloque de **NORMATIVA E INSPECCIÓN**, que ofrece tanto Formación de Inspectores de Embarcaciones de Recreo, como cursos modulares para el estudio del Mercado CE de embarcaciones, analizando desde sus Aspectos Comerciales y Legales, Requisitos Técnicos, las Emisiones sonoras y de escape o incluso la normativa de Motos náuticas (PWC).

Energías, tecnología offshore en oil & gas, gestión, financiación europea en el entorno marítimo, la valoración de las embarcaciones de recreo de segunda mano y la pericia judicial, habilidades directivas y personales, tráfico marítimo o desarrollo de proyectos son algunas otras áreas donde los cursos de la **Fundación Ingeniero Jorge Juan** ofrecen formación continua durante todo el año, estando especialmente dirigidos a Ingenieros Navales que además se pueden beneficiar del apoyo económico que el Colegio Oficial de Ingenieros Navales ofrece a todos sus colegiados. ■

Másteres ofrecidos por la Fundación Ingeniero Jorge Juan



En él, profesores con la más alta cualificación y acreditada experiencia en cada una de las áreas, enseñan los conocimientos teórico-prácticos necesarios para el diseño de embarcaciones de recreo y competición, abordar las diferentes opciones constructivas, en función del tipo de embarcación, propulsión, dimensiones y diseño interior.

Análogamente, el máster facilita las herramientas para la buena dirección técnica de la construcción de una embarcación y conocer la reglamentación nacional e internacional aplicable al diseño de este tipo de embarcaciones.

Por último, pero no por ello menos importante, la Fundación Ingeniero Jorge Juan ofrece su **Seminario de apoyo para la realización del Trabajo de Fin de Grado/Máster en Ingeniería Naval y Oceánica**. Un seminario abierto durante todo el año a alumnos que quieran conocer en detalle los pasos necesarios para comprender el diseño naval desde el punto de vista estructural a través del procedimiento práctico de cálculo. A través de conocimientos teóricos y con una importante carga dinámica (ejercicios y proyecto) se pretende conseguir que el alumno sea capaz de llevar a cabo un proceso de diseño estructural, desde el casco desnudo hasta obtener el diseño del acero o aluminio terminado para comenzar a ser construido en astillero. ■

Impartido por un profesorado cuyo entusiasmo y conocimiento no es discutible. Se trata de especialistas que día a día trabajan de modo profesional en la materia que imparten y que facilitan al alumno el establecimiento de los contactos necesarios con profesionales del sector como para ampliar su horizonte profesional

Los másteres o cursos de alta especialización o maestría permiten a los alumnos participar en programas de aprendizaje teórico-práctico, impartidos por especialistas que diariamente desarrollan su labor profesional en dicho ámbito y que convierten a sus alumnos en especialistas en la materia en que se han formado, y cuya salida profesional se ve ampliamente potenciada por los conocimientos adquiridos.

En estos momentos, la Fundación Ingeniero Jorge Juan ofrece en su **formato online** posibilidad de formarse mediante la realización del Máster en Diseño y Gestión de Buques y Artefactos Navales que comenzará el 5 de octubre de 2020, del Máster en Diseño y Tecnología de Yates que empezará el día 1 de febrero de 2021, y de su Seminario de apoyo para la realización del Trabajo de Fin de Grado/Máster en Ingeniería Naval y Oceánica al que cualquier alumno puede acceder en cualquier momento del año.

El **Máster en Diseño y Gestión de Buques y Artefactos Navales**, está dirigido principalmente a ingenieros de grado o máster y demás profesionales involucrados en el sector naval que quieran adquirir conocimientos, ya sea para mejorar sus capacidades técnicas en su actividad profesional, o como formación académica complementaria que les facilite su incorporación al mercado laboral.

Mediante presentaciones dinámicas, quiz de evaluación, vídeos, etc, se ofrece un programa formativo eminentemente práctico, cuya idea es ofrecer un máster motivador en el que se adquirirán amplios conocimientos en

diseño y gestión de buques y artefactos navales, que permitirán al alumno involucrarse en cualquier proyecto dentro del sector; desde el diseño del propio buque hasta la definición de sus sistemas y equipos, pasando por estudios de estabilidad e hidrodinámica, diseño y análisis de estructuras, gestión y ejecución de proyectos, etc.

El **Máster en Diseño y Tecnología de Yates**, está dirigido principalmente a ingenieros técnicos y superiores, arquitectos, licenciados en marina civil, diseñadores industriales, y otros profesionales con un conocimiento medio del uso de programas de diseño, y un cierto conocimiento del sector náutico, ya sea por relación laboral directa como por afición.

Máster en Diseño y Tecnología de Yates

Marcel-la Castelló	Francisco Gobo	Julio García	Marcos Marcos	Willem Pijpers
Daniel Sá	José Serranillo	Daniel Serranillo	Robinson Tapia	Iñaki Vidal

Máster en Diseño y Gestión de Buques y Artefactos Navales

DIGEBAN

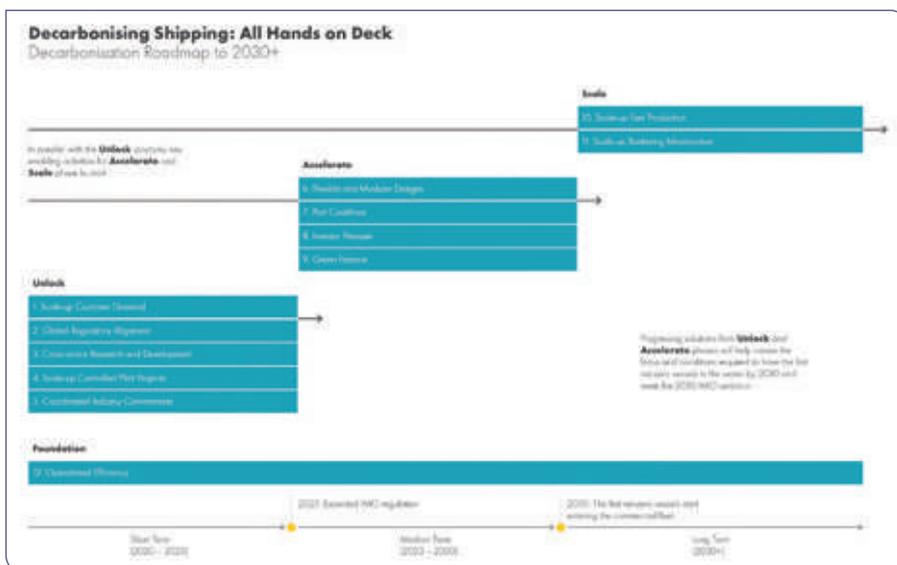


5 Octubre 2020

www.ingenierojorgejuan.com

 **Fundación**
Ingeniero Jorge Juan

Shell y Deloitte priorizan cinco soluciones para la descarbonización del sector marítimo en su último informe



Shell junto con Deloitte Netherlands y Deloitte UK han publicado los resultados de la investigación que han llevado a cabo juntos y en la que se describen las perspectivas de la industria sobre la descarbonización del sector marítimo.

El informe titulado "Decarbonising Shipping: All Hands on Deck" presenta una hoja de ruta de soluciones para ayudar a la industria a cumplir los objetivos de la Organización Marítima Internacional (OMI) para reducir las emisiones de carbono.

No faltan signos positivos, pero la comunidad internacional puede hacer más para abordar el cambio climático. Como señala el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el mundo se dirige hacia un aumento de la temperatura de 3,2 °C. Es evidente que se necesita un enfoque más centrado, espe-

cífico para esta industria y orientado a la acción para facilitar y acelerar los esfuerzos de descarbonización. El desafío es aún mayor si cabe en seis sectores, según indica la Agencia Internacional de la Energía y que actualmente emiten el 30% de las emisiones mundiales de CO₂ como se aprecia en la **Figura 1**. Todos ellos comparten características comunes como son la gran vida útil de sus activos, una gran dependencia energética y la complejidad del uso de electricidad. Recordemos que en 2018 la OMI presentó su hoja de ruta para la reducción de los gases de efecto invernadero en el sector del transporte marítimo cuyo objetivo está establecido para el año 2050.

La industria del transporte marítimo emite aproximadamente el 2,7% de las emisiones mundiales de CO₂, véase **Figura 2**. Las emisiones se concentran en las rutas comerciales Este-Oeste y en un conjunto relativamente

pequeño de algunos tipos específicos de embarcaciones. Los graneleros, los petroleros y los buques portacontenedores representan alrededor del 85% de toda la actividad naviera, mientras que alrededor del 45% del comercio marítimo internacional pasa por los 20 puertos mundiales más grandes. Debido al tamaño de los buques y a la continua mejora de la eficiencia, el transporte marítimo es, con diferencia, el modo de transporte con menos emisiones. Un gran barco emite el 1% de la CO₂ por tonelada-km que emite un avión y el 14% del CO₂ que emite la siguiente alternativa de transporte más eficiente: el tren de mercancías.

En las últimas dos décadas, los volúmenes de transporte marítimo han aumentado un 101% mientras que las emisiones sólo crecieron un 40% en el mismo período de tiempo. Esto se debe al factor de escala, la innovación técnica y las mejoras operativas de gran alcance. Por ejemplo, los mayores buques portacontenedores de hoy en día pueden transportar alrededor de 22.000 contenedores, en comparación con los aproximadamente 1.000 contenedores que podían transportarse a principios del decenio de 1970. El tamaño de los buques se ha duplicado sólo en el último decenio, lo que ha reducido sus emisiones de carbono y también ha reducido el coste medio de transporte por contenedor en aproximadamente un tercio.

La industria del transporte marítimo se ha hecho cada vez más eficiente gracias a las mejoras técnicas y operativas. Entre 1976 y 2008, la eficiencia se ha mejorado un 75%, y según comentan los expertos, podría aumentar entre un 10 y un 20% con técnicas innovadoras y con la digitalización (en este último caso para

reducir la estancia en puerto). Todos los entrevistados para este informe están de acuerdo en que la automatización y la impresión en 3D podrían mejorar la eficiencia y reducir costes.

El impacto de la pandemia del Covid-19 ha reducido considerablemente los volúmenes de transporte marítimo, registrándose en abril de 2020 se redujo hasta un 60% la capacidad de las rutas entre Asia y Europa.

El 95% de los encuestados (de 22 países de Europa, Asia y América del Norte) considera que la descarbonización es importante y se encuentra entre las tres principales prioridades y casi el 80% señaló que su importancia ha aumentado significativamente en los últimos 18 meses.

Las cinco soluciones que se implementarán en los próximos dos o tres años y que podrían acelerar el progreso son:

- 1) Aumento de la demanda de los clientes: crear una mayor demanda a través de contratos a largo plazo y bajo criterios de adquisición ecológica.
- 2) Homogeneización de la normativa a nivel mundial: crear objetivos y plazos conjuntos entre la OMI y los principales organismos reguladores locales.
- 3) Investigación y desarrollo intersectorial: acelerar las asociaciones para desarrollar un combustible con cero o bajas emisiones a través de la investigación y el desarrollo (I + D) en los sectores de transporte marítimo, en el terrestre y en la industria energética.
- 4) Aumento de los proyectos piloto: acelerar el I+D en proyectos piloto en el que participen fletadores, operadores, armadores y puertos en rutas y embarcaciones específicas.
- 5) Compromiso coordinado de la industria: aumentar el alcance de las iniciativas existentes e implementar mecanismos de coordinación independientes.

Pero estas cinco soluciones destacan de un total de 12, siendo el resto las siguientes:

- 6) Diseños flexibles y modulares: reducir el riesgo de que al elegir un combustible emergente de baja o cero emisiones el coste de su futura adaptación a una flota mediante la creación de sistemas de propulsión flexibles o modulares, etc.
- 7) Coaliciones portuarias: recompensar a los operadores de buques más ecológicos colaborando con los puertos más grandes del mundo para ofrecer tratos preferenciales.
- 8) Hacer presión para favorecer la inversión: alentar a la dirección de las compañías navieras a establecer objetivos de descarbonización y hacer inversiones.

- 9) Ayudas a la financiación: reducir los costes de capital y mejorar las condiciones para los armadores que hacen inversiones en tecnologías de descarbonización a través de productos financieros específicos.
- 10) Aumento de la producción de combustible: asegurar la producción y distribución de nuevos combustibles a los puertos mediante el establecimiento de asociaciones estratégicas con empresas energéticas.
- 11) Ampliar la infraestructuras de suministro: asegurar la infraestructura de abastecimiento de nuevos combustibles mediante el establecimiento de asociaciones estratégicas con empresas energéticas y de suministro en los puertos más grandes.
- 12) Eficiencia operacional: reducir las emisiones de las flotas existentes mediante mejoras operativas, como la calidad del combustible y el lubricante, la gestión de la energía, la digitalización y las estrategias de navegación inteligentes, como el just-in-time y la optimización de la velocidad.

Para racionalizar estas soluciones el informe explica cada una de estas acciones agrupándolas en las siguientes fases de adaptación: desbloquear cinco de las 12 soluciones para incentivar la descarbonización y acelerar el desarrollo de las tecnologías; acelerar cuatro de esas doce; escalar dos soluciones para la producción y distribución de nuevos combustibles y finalmente establecer la acción restante que es la última de la lista detallada anteriormente.

El sector marítimo está investigando en varios combustibles alternativos para cumplir con los objetivos de la OMI. Entre ellos, el hidrógeno, el amoníaco, el metanol y los biocombustibles. ¿Y qué tienen en común todos ellos? Pues que "todos presentan limitaciones comerciales y técnicas". A día de hoy, apunta el

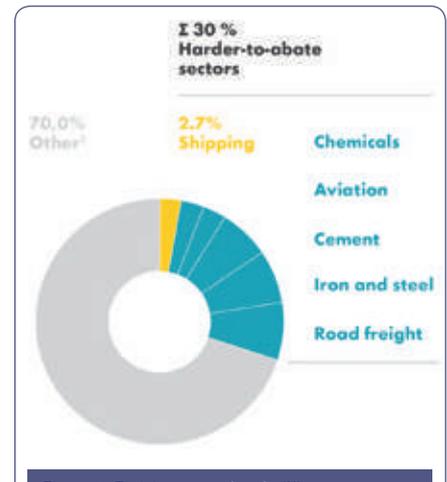


Figura 1. Emisiones totales de CO₂ por sectores¹
Fuentes: IEA Energy Technology Perspectives 2017; IEA 2014 baseline value assumptions; Deloitte analysis.
Notes: ¹ Other includes feedstock, buildings, light transport

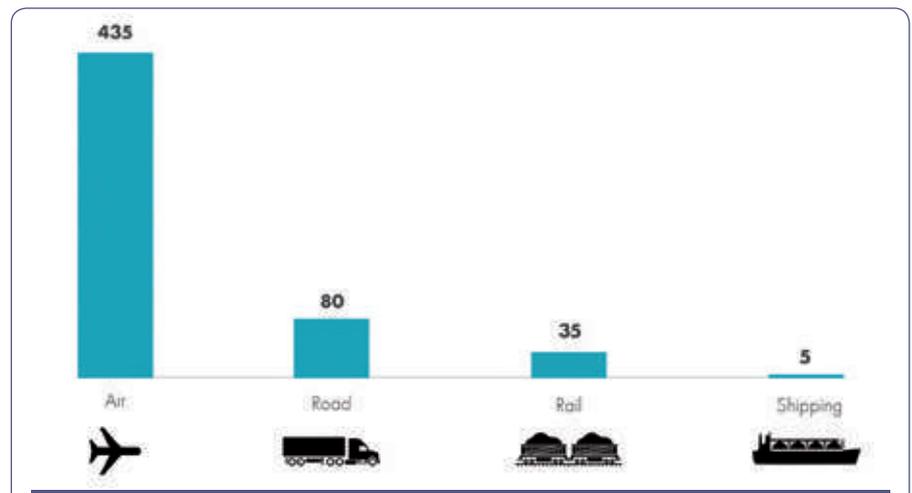
informe, no existe un combustible alternativo viable para el transporte marítimo que permita alcanzar los objetivos de la OMI para 2050.

GNL como combustible de transición

Predomina entre los participantes entrevistados que el GNL tiene un papel fundamental como combustible de transición en la próxima década, permitiendo alcanzar el objetivo marcado por la OMI para 2030. Su adopción está aumentando pero, algunos encuestados se muestran más reservados y señalan que será insuficiente para cumplir con los objetivos de 2050,

Hidrógeno y amoníaco

Los encuestados consideran estos combustibles como alternativas a largo plazo más



Emisiones por modo de transporte. (g CO₂/t-km^{1,2,3}). Fuente: IMO GHG study 2009.
Notes: ¹ Energy-efficient transport is much dependent on the load factor, vehicle efficiency and cargo type; heavier cargo and larger vehicles will improve the cargo/vehicle weight ratio, resulting in better CO₂/ton-km values; ² Air = Boeing 747, Road = Truck > 40 ton, Rail = 3-4 hp / short-ton, Shipping = Average of very large container vessel (3 gCO₂/ton-km), oil tanker (6), bulk carrier (8); ³ Estimations assuming current energy mix.

prometedoras para el transporte marítimo, aunque ninguna de ellas a día de hoy es viable. Ambos tienen una densidad energética significativamente menor que el fuelóleo pesado, lo que requiere de nueva tecnología, tiempos de repostaje más cortos o un espacio de carga para su almacenamiento a bordo (el hidrógeno requiere de más volumen de almacenamiento que el amoníaco y ambos más que el fuelóleo y el GNL). El hidrógeno por su parte suma la necesidad de mantener su estado líquido y con ello costes adicionales. El desafío del almacenamiento podría compensarse con tecnologías de bajo consumo energético y pasando de los motores de combustión interna a las pilas de combustible. Por su parte, la toxicidad del amoníaco y su alta energía de ignición son factores que preocupan a la industria.

La producción actual de amoníaco e hidrógeno a día de hoy resulta insignificante para lo que requeriría la industria naviera, y su producción empleando tecnologías bajas o nulas en carbono podría elevar los costes.

Sin embargo, la mayoría creen que la tecnología de las células de combustible es inmadura. Es probable que pasen al menos 5-10 años antes de que se convierta en una alternativa viable.

Otros combustibles alternativos

Los biocombustibles o los combustibles sintéticos (producidos con la combinación del hidrógeno y de monóxido de carbono) son re-

lativamente fáciles de adoptar porque pueden utilizar en gran medida la infraestructura y los motores existentes. Sin embargo, dado el gran volumen de combustible necesario para producirlo el sector expresa su preocupación por su disponibilidad.

El mismo escepticismo muestra el sector por el uso de baterías, ya que en buques de pequeño porte si es viable pero no existen opciones viables para los buques transoceánicos. ■

Tabla 1. Cuadro resumen de las perspectivas de la industria sobre combustibles alternativos

Combustible	% de participación	Madurez de la tecnología	Grado de adopción
H ₂ (motores de combustión)	65%	Medio	Medio
H ₂ (células de combustible)	65%	Bajo	Alto
Amoníaco (motores de combustión)	55%	Medio	Alto
Amoníaco (células de combustible)	55%	Bajo	Alto
Metanol	10%	-	-
Biocombustibles	10%	Alto	Bajo
Baterías	<5%	Alto	Bajo
Nuclear	<5%	Medio	Bajo



- proyecto básico
- arquitectura naval
- estructuras
- sistemas de tuberías
- interiores

ISONAVAL

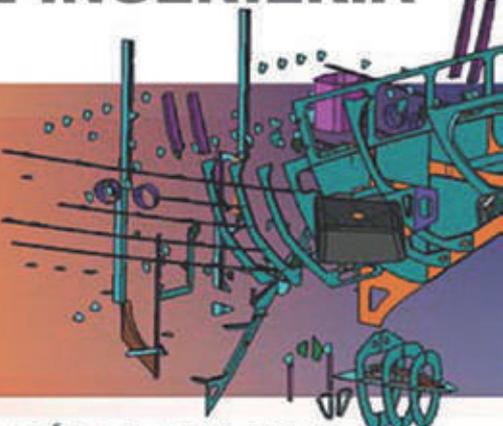
DISEÑO E INGENIERIA

DESDE DISEÑO CONCEPTUAL A INGENIERÍA DE DETALLE

Recreo motor y vela
Barcos profesionales
Proyectos especiales

INFORMACION PARA PRODUCCION

- modelo 3D de estilo
- despieces de estructura metálica
- geometría para moldes
- isométricos de sistemas

www.isonaval.net Tel: +34 932212166 email: info@isonaval.net

Operación Atalanta: una historia de éxito



Fragata española junto a destructor Japonés

Introducción

El incremento de los actos de piratería en las aguas de Somalia a comienzos del siglo XXI, llevó al Consejo de Seguridad de las Naciones Unidas en 2008 a adoptar una serie de Resoluciones con el fin de proteger el tráfico marítimo en la zona.

Para apoyar estas disposiciones, el Consejo de la Unión Europea aprobó, el 10 de noviembre de 2008, la creación de una fuerza aeronaval que desplegaría para asegurar la libertad de movimiento de los mercantes y de las flotas pesqueras establecidas en el Índico, además de proteger el tránsito de barcos del Programa Mundial de Alimentos con destino Somalia. Fue la primera operación marítima de la Unión Europea que se realizó en el marco de la Política Europea de Seguridad y Defensa.

Pocas semanas después, el 21 de enero de 2009, el Congreso de los Diputados y posteriormente el Consejo de Ministros del Gobierno de España, dan luz verde a la participación de medios españoles en la Fuerza Naval de la Unión Europea en Somalia, la Operación Atalanta (EU NAVFOR Somalia Operación Atalanta).

Después de 11 años de vida, Atalanta se ha convertido en un ejemplo del compromiso adquirido por España bajo bandera de la Unión Europea, en su lucha por mantener la seguridad frente a las costas de Somalia evitando ataques piratas y protegiendo a los barcos del Programa Mundial de Alimentos (WFP, por sus siglas en inglés), estableciéndose como un referente en el ámbito de la seguridad marítima del Océano Índico.

El papel de España en la Operación

Como muestra de solidaridad y de los compromisos adquiridos con la comunidad internacional, España participa desde el inicio de la Operación con medios de la Armada y del Ejército del Aire. Esta participación, junto con el nuevo compromiso adquirido por España al asumir el Mando de la Operación y el traspaso del Cuartel General Multinacional que lidera la Operación a la Base Naval de Rota (ES-OHQ), contribuyen a la estabilidad internacional y a nuestra seguridad y defensa nacional, fundamento sobre el que se asienta el progreso y el desarrollo de nuestra sociedad española.

Tras la transferencia de mando realizada entre el General inglés Charles Richard Stickland y el por entonces Vicealmirante de la Armada Española Antonio Martorell, actual Almirante de la Flota, el General de División Antonio Planells Palau es desde el 1 de octubre del presente año, el actual Comandante de la Operación Atalanta, quien compagina sus funciones de mando dentro de la estructura de la Unión Europea con las responsabilidades nacionales como Comandante General de la Infantería de Marina (COMGEIM).

Bajo el mando del General Antonio Planell, La Operación Atalanta se compone de unos 600 militares de 21 nacionalidades distintas, de los cuales 100 realizan sus funciones desde el ES-OHQ de la Base Naval de Rota, instalación que el Mando de Operaciones del Estado Mayor de la Defensa puso a disposición de la Unión Europea el pasado 29 de marzo de 2019.

Actualmente, España participa en permanencia con un buque de la Armada, que cuenta

con unidad aérea embarcada de helicópteros y con equipos operativos de seguridad (EOS) de Infantería de Marina. En los periodos intermonzónicos, los equipos de seguridad EOS son sustituidos por Equipos de la Fuerza de Guerra Naval Especial (FUGNE). Además de los medios de la Armada, el Ejército del Aire contribuye de manera también permanente con un Destacamento Aéreo Táctico (DAT) denominado Orión, dotado de un avión de vigilancia o patrulla marítima desplegado en Yibuti y que cuenta con unos 60 militares.

En ocasiones, y dependiendo del tipo de buque desplegado, el buque español también puede embarcar al Estado Mayor Internacional (FHQ) y asumir el mando de las fuerzas asignadas a la operación (en la actualidad el Contralmirante español Ignacio Villanueva Serrano ejerce el mando de la Fuerza de la Unión Europea en la zona de operaciones).

La Operación Atalanta es más que una operación militar. Es diplomacia de la Unión Europea en el Océano Índico, y un escaparate ante países en desarrollo e influyentes en una de las zonas más emergentes del mundo. Con la participación de medios españoles en Atalanta, se fomenta la presencia nacional en el exterior, se propician la búsqueda de sinergias y actividades comunes con países amigos y se desarrolla la imagen de marca de España como líder de la industria marítima con una Armada profesional y comprometida.

Y es que España, además de participar en todas y cada una de las misiones y operaciones de la UE, se ha situado también a la cabeza de las nuevas iniciativas que buscan diseñar una futura "Defensa Europea" en la que todos los



RAS de medios franceses con US Navy

actores, tanto del ámbito industrial como del militar, trabajen de forma integrada y cooperativa en la misma dirección.

La Operación Atalanta en números

La Operación Atalanta es considerada un ejemplo en la aproximación integrada de la Unión Europea en la zona del Cuerno de África, tanto por la gestión eficaz de los medios disponibles aportados por los Estados Miembros como por la efectiva coordinación alcanzada con el resto de países presentes en la zona, en particular con China, Corea del Sur, Japón, India y Rusia, así como la coordinación e intercambio de información alcanzado con la comunidad mercante y pesquera internacional.

Desde el comienzo de la Operación, la Operación Atalanta ha:

- Protegido a 1458 barcos de programa mundial de alimentos que ha podido proporcionar 2,151,855 toneladas métricas de alimento a Somalia.
- Protegido el movimiento de 704 barcos de AMISOM, la misión de la Unión Africana en Somalia.
- Reducido el número de ataques piratas a mínimos históricos. De casi 200 ataques anuales al inicio de la misión se ha pasado a un solo ataque en el año 2019. Durante el último incidente pirata, los presuntos piratas fueron capturados por las fuerzas de EU NAVFOR (21 abril 2019, Fragata Navarra). Desafortunadamente, los grupos que antes se dedicaban a la piratería todavía existen. Han orientado su "negocio" hacia otro tipo de "actividades" principalmente de contrabando, pero siempre en espera de retornar la primera a la más mínima posibilidad, esencialmente por ser esta más lucrativa.

El General de División Antonio Planells

Después de más de 40 años de impecable servicio como Infante de Marina, en los que ha tenido la oportunidad de ocupar multitud de puestos de alta responsabilidad en el ámbito de la Infantería de Marina, en la estructura conjunta de las Fuerzas Armadas y en misiones internacionales, el ibicenco General Planells tiene el privilegio de ser el Comandante General de la Infantería de Marina desde 2018 y desde el 1 de Octubre de 2019, el nuevo Comandante de la Fuerza Naval de la Unión Europea en aguas de Somalia.

Entre los retos que ha tenido que afrontar, la implementación de medidas efectivas para asegurar la operatividad de la operación bajo



la pandemia COVID-19, de tal manera que su impacto fuera el mínimo posible para seguir cumpliendo con los cometidos en las mejores condiciones sanitarias posibles, tanto para el personal del Cuartel General en Rota, como para las dotaciones de los buques en la mar, y de las de los aviones P3 de Patrulla marítima, alemán y español desplegados en Yibuti.

Como retos que tendrá que afrontar a corto plazo, el asesoramiento a Estados Miembros y al Servicio de Acción Exterior de la UE sobre los aspectos más relevantes que influirán en la decisión sobre la Revisión Estratégica de la Operación.

El futuro de la Operación Atalanta

Atalanta ha resultado, sin duda un éxito operativo, quizás el mayor de la Unión Europea como operación militar; pero para mantenerlo, se precisa la presencia permanente de medios en la zona de operaciones. Si no es así, la piratería resurgirá como negocio de oportunidad, volviendo a resultar un riesgo claro para la seguridad marítima de la zona y con ello limitando la libertad de movimiento y el flujo mercante entre Asia y Europa.

A finales de año, la Unión Europea decide dentro del proceso bienal de Revisión Estratégica de la Operación, cuál será el futuro de esta. Hasta ahora, en revisiones anteriores, los estados miembros decidieron continuar con la operación asumiendo las mismas misiones asignadas en el mandato; pero esta revisión podría plantear nuevos retos a la operación. Cada vez más, otras acciones ilegales como son el tráfico de armas y drogas, contribuyen a la inestabilidad regional de Somalia y de países vecinos, poniendo en riesgo los avances obtenidos después de once años luchando por la estabilidad de la seguridad marítima del Cuerno de África. ■

Fragata Española durante operación



Model & Simulation Based Systems Engineering (M&SBSE). Gemelo digital y ciclo de vida del buque de guerra



Pérez Villalonga, Francisco Javier¹, *

¹ Dr. Ingeniero Naval, Director de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Armas Navales (ETSIAN)

* Autor Principal y responsable del trabajo

Resumen ejecutivo

La ingeniería de sistemas tradicional basada en la documentación que se ha empleado tradicionalmente en el proyecto y construcción de un buque de guerra ha evolucionado en una ingeniería de sistemas basado en el modelo y simulación.

El modelo pasa a ser el centro del diseño y las distintas personas interesadas extraen de él la información que precisan en cada momento. A la entrega del buque el modelo pasa a ser el gemelo digital del buque que debe ser mantenido y actualizado durante el resto del ciclo de vida del buque.

Palabras clave: Buque de Guerra, Ingeniería de Sistemas, Modelo y Simulación

I. Introducción

El proyecto y construcción de un buque es un proceso iterativo que se inicia con la expresión de una necesidad por parte del armador y recorre varias etapas hasta la entrega del mismo para iniciar la operación y explotación comercial del mismo.

El número de iteraciones puede variar en función de diversas circunstancias como pueden ser la convencionalidad o novedad del buque. En el caso de un buque mercante es habitual realizar hasta cinco proyectos incrementales en los que se avanza en la definición del buque, desde su concepto hasta un nivel de detalle que permita su construcción, finalizando cada uno de ellos con una entrega documental (Castro, Azpíroz y Fernández 1997)

- Proyecto conceptual,
- Proyecto preliminar o de oferta,
- Proyecto de contrato,
- Proyecto de clasificación¹,
- Proyecto de construcción o detalle.

En cada iteración del proyecto se revisan y refinan los cálculos (potencia y velocidad, cuaderna maestra, etc.), se precisan las estimaciones (pesos, etc.), se reconsideran las dimensiones principales y la disposición general del buque hasta llegar a un nivel suficiente de definición que permita su contratación por

un importe y plazo determinado y, posteriormente, un nivel suficiente de detalle que permita su construcción.

Con esta metodología es frecuente que las distintas áreas de ingeniería trabajen con cierta independencia y profundicen en el nivel de detalle a distinto ritmo que se, en mayor o menor medida, se ponen en común al final de cada iteración.

El proyecto del buque de guerra es, en general, de mayor complejidad por diversas razones que lo diferencian del buque civil:

- Necesidad de integración de gran cantidad de sistemas (armas, comunicaciones, etc.)
- Mayor duración de proyecto.
- Mayor número de personas y partes interesadas (Stakeholders)
- Integración de nuevas tecnologías (I+D)
- Ciclo de vida complejo (modernizaciones, bajas).

La Ingeniería de Sistemas como rama interdisciplinaria de la ingeniería, desde sus primeras aplicaciones en los años 40, se ha convertido en la metodología preferida para

implementar y optimizar sistemas complejos a lo largo de todo el ciclo de vida con el objetivo de satisfacer las necesidades de los clientes del sistema.

En el proyecto de un buque de guerra, que implica la integración de gran cantidad de sistemas en la que participan una variedad de ramas de la ingeniería, y que formará parte de sistemas de defensa nacionales e incluso internacionales, la Ingeniería de Sistemas y su enfoque holístico es una herramienta imprescindible para lograr que el resultado del producto final, como sistema de sistemas, sea superior a la mera suma de los sistemas que lo componen.

La Ingeniería de Sistemas se emplea dos procesos básicos:

- Proceso Técnico de Ingeniería de Sistemas,
- Proceso de Gestión de Ingeniería de Sistemas.

Estos dos procesos, con las diferencias propias de cada organización y proyecto, siguen la misma metodología interactiva descrita en la espiral de diseño del buque civil y todas ellas se caracterizan por tener un fuerte

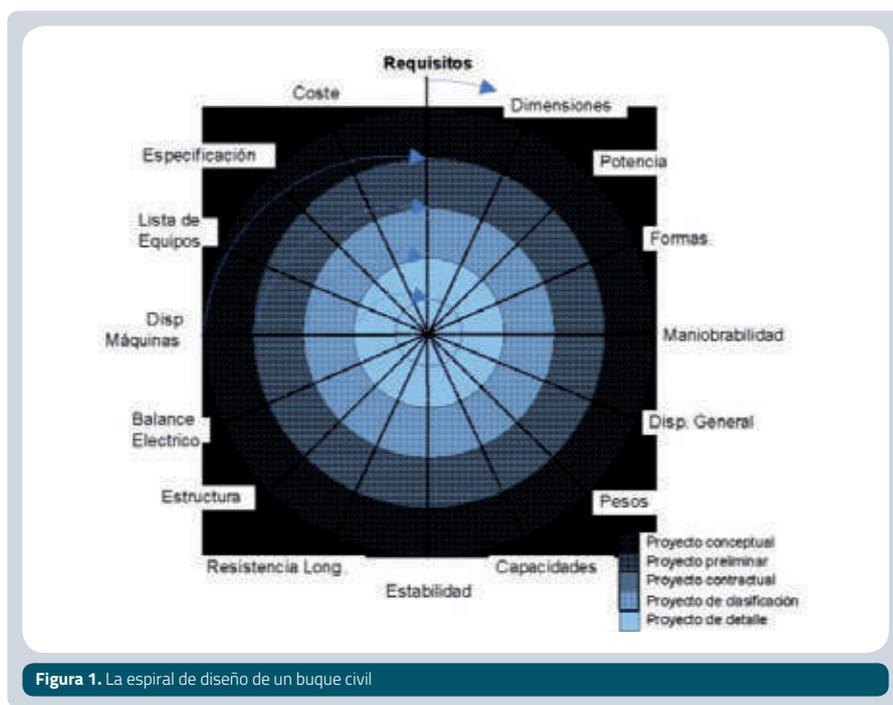


Figura 1. La espiral de diseño de un buque civil

¹ La asignación de una cota de clase por parte de una sociedad de clasificación es una práctica habitual en el proyecto y construcción de un buque civil que, cada vez, se está empleando más en buque de guerra aunque aún no de forma general.

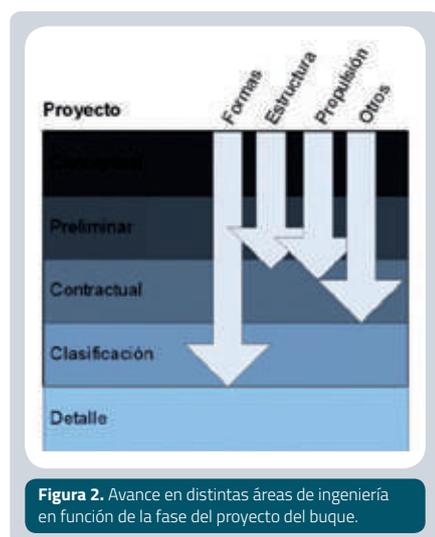


Figura 2. Avance en distintas áreas de ingeniería en función de la fase del proyecto del buque.

componente documental que justifican el final de cada etapa. Es lo que se conoce como **Document Based Systems Engineering**.

II. Model & Simulation Based Systems Engineering (M&SBSE)

La aproximación tradicional de la Ingeniería de Sistemas basada en documentos, generalmente voluminosos que deben ser modificados inmediatamente nada más comenzar la siguiente interacción del proyecto para seguir la evolución del proyecto, está siendo sustituida hoy en día por la Ingeniería de Sistemas Basada en el Modelo y la Simulación (M&SBSE).

A. Ingeniería basada en el modelo (MBSE)

Es la metodología de la Ingeniería de Sistemas que emplea los modelos como fuente principal de información eliminando la necesidad de comunicar aquello que no es preciso por encontrarse a disposición de interesado en el propio modelo.

Esta aproximación facilita a los equipos de ingenieros el centrarse en la información relevante para el diseño, comprender la influencia de los cambios al mismo y analizar el impacto en el sistema antes de su construcción.

"Model-Based Engineering (MBE): *An approach to engineering that uses models as an integral part of the technical baseline that includes the requirements, analysis, design, implementation, and verification of a capability, system, and/or product throughout the acquisition life cycle.*"

Final Report, Model-Based Engineering Subcommittee, NDIA, Feb. 2011

B. Modelo

La palabra "modelo" deriva del latín "modus" que significa medida, manera, modo, molde.

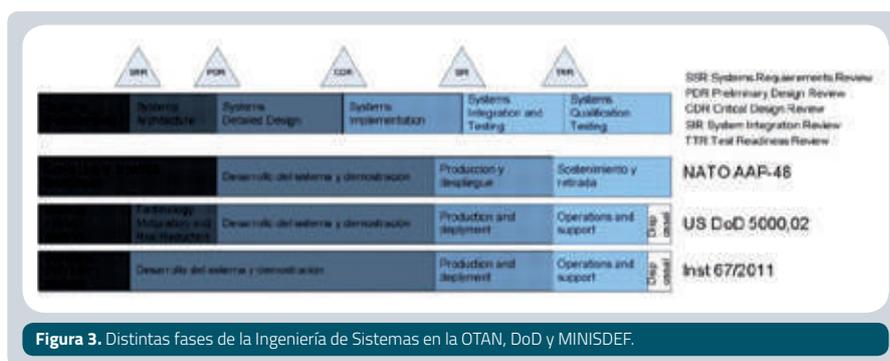


Figura 3. Distintas fases de la Ingeniería de Sistemas en la OTAN, DoD y MINISDEF.

La Real Academia Española establece varias acepciones y en muchas de ellas aparecen características que deben ser consideradas desde el punto de vista de M&SBSE:

- Arquetipo o **punto de referencia** para imitarlo o reproducirlo.
- En las obras de ingenio y en las acciones morales, ejemplar que por su perfección se debe **seguir e imitar**.
- **Representación** en pequeño de alguna cosa.
- **Esquema teórico**, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para **facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento**.

En el contexto que nos ocupa, los sistemas de sistemas y los sistemas complejos en entornos multidisciplinares, un modelo es una versión simplificada, una representación matemática o física, una abstracción del sistema completo de la que se han eliminado las partes innecesarias que persigue tres objetivos principales:

- Facilitar la **comprensión** del sistema,
- Ayudar a la toma de **decisiones** de diseño,
- Predecir el comportamiento del sistema ante **cambios** en el diseño.

Los modelos se vienen empleando en el ámbito de la ingeniería naval desde antiguo: los carpinteros de ribera construían uno para poder confirmar con el armador y cuál era el barco que deseaba y discutir con él cambios al diseño.

Desde el punto de vista constructivo el carpintero de ribera empleaba el modelo para establecer una estrategia a la hora de seleccionar la madera para la construcción de la embarcación.

Hoy en día el empleo de modelos es generalizado y podemos encontrar desde modelos físicos para predecir la resistencia al avance del buque en un canal de experiencias hidrodinámicas o las turbulencias sobre la cubierta de vuelo en un túnel de viento hasta modelos por

ordenador de la estructura y sistemas del buque para proceder a la fabricación de bloques.

Los modelos deben cumplir dos funciones básicas:

- **Comunicar**: entre los ingenieros y las personas de interés involucradas en el desarrollo del sistema, analizar sus problemas, evaluar las potenciales soluciones y que facilita información sobre el sistema a las personas. Se conoce como modelo declarativo.
- **Simular**: es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y llevar a término experiencias con él, con la finalidad de comprender el comportamiento del sistema o evaluar nuevas estrategias, dentro de los límites impuestos por un cierto criterio o un conjunto de ellos, para el funcionamiento del sistema (Shannon y Johanes 1976). Se conoce como modelo ejecutivo.

Para que sea un modelo en el sentido estricto y aceptable (Stachowiak 1973) establece tres criterios que debe cumplir:

- **Asignación**, hay un objeto o fenómeno original que se asigna o mapea al modelo.
- **Reducción**, no todas las características del objeto o fenómeno original se asignan al modelo.
- **Pragmatismo**, el modelo puede reemplazar al original para ciertos propósitos.

El modelo no tiene por qué ser una réplica completa del original y todas sus características, solo aquellas que le permitan reemplazar al original para ciertos propósitos y esto es algo que evoluciona a lo largo del proyecto del buque: un modelo que representa esquemáticamente al buque de guerra por medio de bloques puede ser suficiente para tomar decisiones sobre separación de equipos esenciales mientras que la evaluación completa de la capacidad de supervivencia del buque requerirá un modelo con mayor detalle:

C. Vistas

A diferencia del enfoque tradicional en que ya sabemos que durante el proyecto y construcción de un buque de guerra se emplean diver-

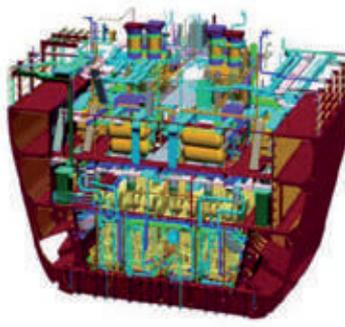


Figura 4. Modelo en un canal de experiencias (izq.) y modelo de un bloque con sus sistemas (dcha.)

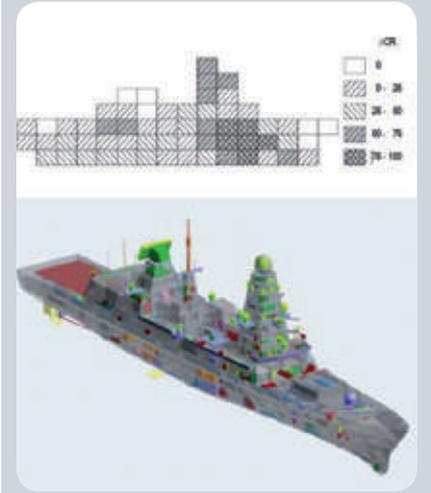


Figura 2. Avance en distintas áreas de ingeniería en función de la fase del proyecto del buque.

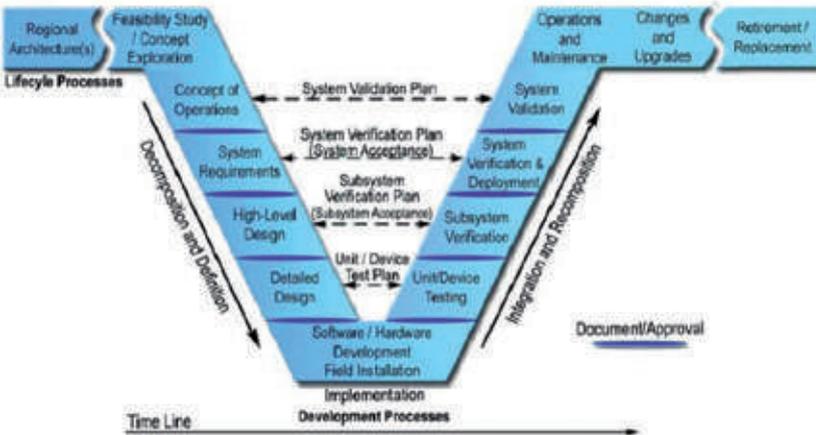


Figura 6. Gráfico en V de la Ingeniería de Sistemas

SysMOD (Weilkiens 2016), OPM (Dori 2016) o Vitech (Long, David y Scott 2011) son M&SBSE muy extendidas pero a la hora de aplicarlas al proyecto de un buque de guerra introducen una nueva variable al modelo tradicional de verificación y validación, V-Graph, de la Ingeniería de Sistemas: **es necesario validar y verificar el propio modelo.**

En el mercado han surgido con fuerza soluciones específicas como PLM NX de Siemens cuyo núcleo central es el modelo único y M&SBSE y que ya integran cierta capacidad de analizar características específicas del buque guerra como pueden ser sus firmas (acústica, IR, radar, etc.).

IV. El gemelo digital

El gemelo digital es un concepto que ha surgido con fuerza como consecuencia de la llamada Industria 4.0 aunque lleva empleándose en mayor o menor medida desde hace tiempo en la industria. La revolución 4.0 se ha extendido rápidamente en el ámbito naval y ya se habla de Astillero 4.0, Arsenal 4.0 o el Apoyo Logístico 4.0.

Sin embargo, el concepto de gemelo digital de un buque de guerra no es tan solo una representación virtual y fiel del producto final que será entregado al armador.

Es el modelo que nace durante las primeras fases del proyecto del buque sobre las que los ingenieros puedan evaluar su diseño, probar potenciales cambios y detectar errores antes de llevarlo a la vida real y una vez entregado el buque debe ser mantenido con la información adecuada (inspecciones, averías, modificaciones, modernizaciones, etc.) para poder empleado por los responsables del resto del ciclo de vida del buque.



Figura 7. Conjunto de soluciones que ofrece Siemens PLM NX para el diseño de un buque basado en el modelo.

Los tipos de modelos en función del propósito y fase del proyecto, el modelo en el que se fundamenta la M&SBSE este es único y lo que varía es la vista o punto de vista.

En sistemas complejos es imposible abarcar todos los aspectos del modelo por lo que resulta imprescindible crear particiones o subconjuntos del modelo para su comprensión y análisis.

La vista podrá ser un mero diagrama pero el modelo que subyace es único.

III. Primeros pasos en M&SBSE

El empleo de un modelo único para todas las fases del proyecto de un buque de guerra y que pueda llegar a ser válido a lo largo del resto de su ciclo de vida es una metodología que, aunque atractiva por la eficiencia y eficacia que supone, requiere adoptar en decisiones en etapas tempranas del proyecto, como puede ser la elección de lenguajes y herramientas de modelado y simulación, que tendrán consecuencias durante todo el ciclo de vida del buque.

V. Conclusión

La Ingeniería de Sistemas basada en el Modelo y la Simulación (M&SBSE) supone un cambio de paradigma con respecto a la Ingeniería de Sistemas tradicional empleada habitualmente en el ámbito de los sistemas para defensa como puede ser el buque de guerra que implica una mayor eficacia y eficiencia a lo largo de todo el ciclo del buque.

Para un mejor aprovechamiento de las ventajas que ofrece M&SBSE las organizaciones deben evolucionar aceptando que:

- El buque de guerra es un sistema de sistemas dentro de sistemas de defensa supranacionales.
- La Ingeniería de Sistemas deja de estar basada en la documentación y pasa a estar basada en un único modelo del que cada persona interesada extrae la información que precisa por medio de una vista del modelo.
- El modelo debe ser mantenido y actualizado a lo largo de todo el ciclo de vida para ser útil
- El gemelo digital del buque es una mera representación 3D del buque que se crea para ser entregado junto con el buque: es el modelo del buque que nace en las primeras etapas de proyecto donde las distintas personas interesadas vuelcan sus requisitos. ■



Figura 8. Representación artística del gemelo digital de una fragata

VI. Bibliografía

- Castro, RA, JJA Azpíroz, y MM Fernández. *El proyecto básico del buque mercante*. Madrid: Fondo Editorial de Ingeniería Naval, 1997.
- Dori, D. *Dori, D. (2016). Model-based systems engineering with OPM and SysML*. New York: Springer, 2016.
- Fernández, Jose Luis, y Carlos Hernández. *Practical Model-Based Systems Engineering*. Boston / London: Artech House, 2019.
- Long, David, y Zane Scott. «A Primer for Model-Based Systems Engineering.» *Lulu.com*, 2011.

- Ludewig, Jochen. «Models in software engineering - an introduction.» *Institute of Software Technology at Stuttgart University (Germany)*, 2003.
- Shannon, Robert, y James Johanes. «Systems simulation: the art of science.» *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics* 6, nº 10 (1976): 723-724.
- Stachowiak, Herbert. *Allgemeine Modeltheorie*. Viena New York: Springer-Verlag, 1973.
- Subcommittee, Model-Based Engineering. «NDIA.» Final Report, 2011.
- Weilkiens, T. *SYSMOD-The Systems Modeling Toolbox-Pragmatic MBSE with SysML*. 2016. Lulu.com.

¡¡Envía tu artículo y trabajo para su publicación en la revista!!

Escribe en la Revista Ingeniería Naval

La Comisión de la Revista Ingeniería Naval, al objeto de impulsar y dinamizar la participación de los Asociados en la Revista, ha lanzado la iniciativa "Escribe en Ingeniería Naval". Os animamos a participar mensualmente y que compartáis con vuestros compañeros vuestros avances tecnológicos, desarrollos profesionales, experiencias, investigaciones técnicas e históricas o cualquier artículo relacionado con el ámbito de la revista Ingeniería Naval que consideréis relevante su difusión. Los contenidos de los trabajos deberán ser preferiblemente inéditos.

Las opiniones contenidas en los artículos publicados corresponden exclusivamente a sus firmantes. La acogida que brindamos a nuestros colaboradores no debe entenderse, pues, como identificación de esta REVISTA. El acuse de recibo de la recepción de los trabajos remitidos por nuestros estimados colaboradores no supone, por parte de la REVISTA, compromiso para su publicación. Normalmente no se devolverán los originales ni se sostendrá correspondencia sobre ellos. Transcurridos seis meses desde

la fecha de su recibo, el colaborador que lo desee podrá reclamar la devolución de su trabajo no publicado. El autor cede los derechos a la REVISTA desde el momento de la publicación del material remitido.

Cuando la economía de la revista lo permita, los artículos publicados por los colaboradores (generalmente dos al mes) recibirán una pequeña remuneración de 100/150 euros por artículo.

La propuesta de trabajos deberá ser remitida por correo electrónico a la dirección: redactora.jefe@sectormaritime.es

El texto se presentará escrito en DIN A-4, con fuente tipográfica Times New Roman, de cuerpo 12 puntos a doble espacio en tratamiento de texto Word. Los artículos tendrán una extensión mínima de tres páginas y máxima de diez. La Redacción se reserva la introducción de las correcciones tipográficas y de estilo que considere necesarias. El título deberá ir en mayúsculas; bajo él, a la derecha, el nombre, apellidos, NIF y, profesión.

Las siglas y acrónimos deberán aclararse con su significado completo la primera vez



que se utilicen, prescindiendo de la aclaración en lo sucesivo; se exceptúan las muy conocidas (ONU, OTAN, etcétera). Las fotografías, gráficos e ilustraciones deberán ir en archivos individuales, acompañadas de pie o título, y tener como mínimo una resolución de 300 DPI, preferiblemente en formato JPG. Deberá citarse su procedencia si no son del propio autor, y realizar los trámites precisos para que se autorice su publicación: la REVISTA no se responsabilizará del incumplimiento de esta norma. Las notas a pie de página se reservarán para datos o referencias directamente relacionadas con el texto; se redactarán del modo más escueto posible. También es conveniente citar la bibliografía consultada, cuando la haya. Es aconsejable un breve párrafo final como conclusión, síntesis o resumen del artículo o trabajo.

Alejandro Aznar destaca la importancia de un sector marítimo fuerte para la recuperación económica de España

Alejandro Aznar, presidente de la Asociación de Navieros Españoles (ANAVE), destacó la importancia de un sector marítimo fuerte para la recuperación económica de España, en su discurso de clausura de la Asamblea General de esta asociación. El acto tuvo lugar el pasado 23 de junio por videoconferencia desde la sede de ANAVE en Madrid. Está previsto celebrar el habitual almuerzo con autoridades y otros sectores marítimos, con CARUS, como patrocinador principal y DNV GL y CEPESA como copatrocinadores, el próximo 13 de octubre, en el hotel Wellington de Madrid.

Al término del acto interno de la asamblea (aprobación de la memoria de actividades, cuentas y cuotas, etc.) se conectaron la secretaria general de Transportes y Movilidad, María José Rallo; el director general de la Marina Mercante, Benito Núñez, y el presidente de Puertos del Estado, Francisco Toledo; junto con la amplia representación de las empresas asociadas que había participado en la asamblea.

Como cada año, ANAVE ha presentado su anuario estadístico "Marina Mercante y Transporte Marítimo", con los datos e indicadores más relevantes del sector en los últimos 12 meses, que puede descargarse de la sección de documentos en la web de ANAVE, en español o en inglés. En su intervención, el presidente de ANAVE, ha destacado el grave impacto que ha causado la crisis sanitaria del COVID-19 en las empresas navieras, "especialmente en aquellas que operan buques de pasaje, que han tenido que amarrar buena parte de su flota durante varios meses y operar el resto sin poder cubrir sus costes y, hasta ahora, con un apoyo público muy limitado". A pesar de ello las navieras no han dejado de abastecer las Islas Baleares, Canarias, Ceuta o Melilla.

Aznar también ha hecho hincapié en el notable crecimiento de la flota controlada por los armadores españoles en 2019, un 12,6%, gracias a las inversiones de los armadores españoles y pese a la desaceleración que ya registraba la economía mundial antes de la pandemia. A comienzos de este año, las empresas españolas controlaban un total de 216 buques mercantes de transporte, con algo más de 5 Mgt, cifra que no se alcanzaba desde 1986.

En los últimos 4 años, gracias a unas inversiones de unos 1.850 M€, "la flota total controlada por armadores españoles

ha crecido más de un 32%, pero la gran mayoría de ese tonelaje se ha inscrito en otros registros europeos, sobre todo Madeira, Chipre y Malta. Actualmente, solo la mitad de esa flota opera bajo bandera española".

El sector marítimo pueda contribuir a la necesaria recuperación económica de España tras el COVID-19, pero para ello es fundamental reforzar la competitividad del Registro Especial de Canarias. Una marina mercante española más competitiva y potente supondrá, además, una mayor demanda desde los armadores a los diferentes segmentos de la llamada economía azul española, afirmó Aznar.

ANAVE lleva al menos 15 años planteando a los sucesivos gobiernos un conjunto de propuestas: En primer lugar, alinear la normativa española a los estándares de los convenios internacionales, porque "cada uno de los aspectos en que las normas nacionales son diferentes de la práctica internacional supone una rémora para la operación competitiva de buques bajo bandera española". Segundo, centralizar la gestión del Registro Especial de Canarias en una Entidad Pública Empresarial, con gran autonomía de gestión, frente a la actual dispersión de las competencias hasta en 6 ministerios diferentes y un funcionamiento muy rígido de la Administración.

Para el presidente de ANAVE, "que los buques de los armadores españoles lleven o no bandera nacional y creen empleos en España, dependerá de que se introduzcan estas reformas para hacerla competitiva". Alejandro Aznar también repasó la situación actual de una serie de asuntos importantes para el sector que han quedado en suspenso por la crisis del COVID-19 y que se deberían retomar sin demora. Entre ellos la posibilidad de embarcar seguridad privada a bordo de los buques españoles para protección contra la piratería



en zonas especialmente peligrosas; la revisión de los procedimientos de inspección en frontera en los puertos españoles; el pliego de condiciones del servicio de suministro de combustible a los buques o la Ley de Movilidad Sostenible, en la que el sector confía en que se dé impulso al transporte marítimo como el modo de transporte más sostenible.

El presidente de Puertos del Estado, Francisco Toledo, puso en valor las reducciones de tasas portuarias que se aprobaron mediante el RD ley 15/2020, señalando que es la primera vez que se reducen temporalmente estas tasas. Afirmó que, en su tramitación parlamentaria, se va a proponer ampliar su plazo de aplicación al máximo que permite la normativa comunitaria (del 1 de marzo al 31 de octubre). Además, se propondrá reconocer el carácter estratégico de los servicios regulares con las islas, cuyo carácter esencial ha quedado claramente de manifiesto con el COVID.

El director general de la Marina Mercante, Benito Núñez, agradeció el comportamiento de las empresas navieras durante esta crisis, manteniendo en todo momento el abastecimiento a los territorios aislados. Sobre la mejora de la competitividad del registro especial de Canarias, manifestó que, independientemente de lo que el MITMA pueda conseguir en contacto con otros ministerios, en todas aquellas materias que dependen exclusivamente del mismo se está ya trabajando para poner en marcha las conclusiones de los estudios. La secretaria general Transportes y Movilidad, María José Rallo, confirmó la voluntad del MITMA de trabajar sobre los resultados de esos estudios, que valoró como "una base muy sólida sobre la cual construir". También agradeció el interés de ANAVE por participar en el proceso de elaboración de la Ley de Movilidad Sostenible. Animó a elaborar y presentar propuestas cuanto más elaboradas mejor. "La Administración no puede saberlo todo de todos los sectores y nos serán de gran ayuda las propuestas de las empresas, la Academia, los sindicatos, etc.". ■

Sofía Honrubia Checa y Cristina Abad Salinas, nuevas presidenta y directora general de SAES



El Consejo de Administración de SAES ha acordado nombrar a Sofía Honrubia Checa, hasta ahora consejera de la sociedad, nueva presidenta de SAES, y a Cristina Abad Salinas como nueva directora general, en sustitución de las posiciones cubiertas hasta ahora por Alfredo Gordo Álvarez. Así mismo, ha nombrado a Vicente Santamaría Calvario miembro del Consejo.

Sofía Honrubia Checa, es ingeniera naval por la Universidad Politécnica de Madrid. Fue nombrada consejera de SAES en junio de 2018 y en la actualidad es directora Comercial y de Desarrollo de Negocio de Navantia, S.A. S.M.E.(Navantia), compañía en la que ha ejercido diferentes responsabilidades durante más de 20 años, tanto en proyectos nacionales como internacionales. Desde dicho puesto, la ahora presidenta de SAES, ha impulsado la colaboración entre Navantia y SAES, lo que le ha valido a esta última para mejorar su posición en relación a los grandes programas, dotando a Navantia de un potente aliado en tecnología sonar y de defensa submarina.

Cristina Abad Salinas es ingeniera en Automática y Electrónica Industrial por la Universidad Politécnica de Cartagena. La nueva directora

de SAES cuenta con 18 años de experiencia en el sector naval y durante su carrera ha desarrollado distintos puestos en relación con grandes programas como el submarino español S-80, para el cual ejerció como jefa de programa de Sistemas, actuando como responsable del Sistema de Combate, el Sistema de Control y los Simuladores de Plataforma y Táctico del buque. Hasta su nombramiento en SAES ha ejercido el puesto de subdirectora de Gestión Tecnológica, Ciberseguridad y 4.0 en Navantia Sistemas, con la responsabilidad de impulsar la Transformación Tecnológica en dicha división de Navantia, abarcando actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación (I+D+I) y ciberseguridad. Cabe destacar que Cristina Abad trabajó al comienzo de su carrera como ingeniera de sistemas en SAES para el programa de las fragatas noruegas F-310 y que desde sus anteriores funciones en Navantia Sistemas ha colaborado estrechamente con la compañía que ahora dirige.

La empresa SAES, en tanto sociedad mercantil estatal, forma parte del sector público empresarial del Estado. Está adscrita al Ministerio de Hacienda y Administraciones Públicas a

través de la mercantil, también pública, SAES CAPITAL, S.A., S.M.E. y ésta a su vez a través de Navantia, todas ellas pertenecientes y englobadas en el Grupo SEPI (Sociedad Estatal de Participaciones Industriales). Desde el punto de vista accionarial, SAES CAPITAL posee el 51 % de las acciones y el resto pertenece a la empresa francesa THALES DMS FRANCE SAS.

SAES está especializada en acústica y electrónica submarina y es la empresa referente en España para tecnología sonar y guerra anti-submarina desde hace más de 30 años. Algunos de sus productos tienen, además, como destino el mercado civil en los ámbitos de seguridad de infraestructuras críticas y buques y de medición submarina con aplicaciones medioambientales.

La empresa, que ha participado en los grandes programas navales españoles de submarinos, cazaminas, fragatas, entre otras plataformas, también tiene un marcado carácter internacional exportando, para diferentes países como Francia, Estados Unidos, Suecia, Chile, Colombia y Kazajistán entre otros.

SAES ha obtenido recientemente importantes contratos con Navantia y Thales en relación con el programa F-110 por los cuales aporta el procesamiento acústico de sonoboyas a la fragata y acometerá la fabricación, instalación y pruebas del sonar cilíndrico BMAS de Thales, así como su integración en la sonar suite, entre otros trabajos. Además, la empresa es una de las que participará apoyo del ciclo de vida de los submarinos S-80 y la F-110. Con estos contratos la compañía consolida su posición en el sector de defensa como empresa referente en tecnología ASW. ■

Baleària presenta propuesta para la construcción y explotación de la nueva terminal de pasajeros del puerto de València

Baleària Eurolíneas Marítimas S.A. (BALEÀRIA) ha presentado su oferta para la nueva terminal de pasajeros del puerto de València al concurso para la nueva terminal- era la única oferta presentada en mano o registrada en las oficinas de la Autoridad Portuaria de Valencia (APV). La nueva terminal –según recoge el Pliego del Concurso –se ubicará en una superficie de

aproximadamente 100.000 m² entre el Muelle de Poniente y el Muelle del Espigón del Turia.

La concesión para la empresa adjudicataria se otorgará por un plazo de 35 años, prorrogables hasta un máximo de 50 años. Hasta el día 29 de julio de 2020 –día de la apertura de los segundos sobres de las ofertas presentadas– la

APV no podrá ofrecer información adicional, salvo la que aprobó en su día el Consejo de Administración relativa a los pliegos del concurso.

La naviera Baleària presenta una oferta al concurso para la construcción y en régimen de concesión administrativa de la nueva terminal pública de pasajeros del puerto de València



(TPV), con el apoyo de Global Ports Holding Ltc., el mayor operador de terminales de cruceros del mundo. El proyecto, que sería un referente en el ámbito de la sostenibilidad y la innovación, contempla dos terminales con espacios separados, que garantizarían la operativa independiente de los pasajeros de las líneas regulares y los cruceristas. En este sentido, el acuerdo a largo plazo entre Baleària y Global Ports Holding Plc (GPH), permitirá que GPH aporte su experiencia para gestionar de forma exclusiva la operativa de la nueva terminal de cruceros, y Baleària, la naviera número uno en el puerto de Valencia en volumen de pasajeros, vehículos y carga rodada proporcione el know how de sus más de veinte años operando tráficos regulares, los últimos trece en dicho puerto.

La terminal que aprobó el Consejo de la APV

El Consejo Administración de la APV consensuó los requisitos que debe cumplir esta infraestructura que están centrados en crear una terminal ecológica, accesible y respetuosa con el valor histórico de los edificios. Así, por ejemplo, el pliego establece que la terminal esté equipada con suministro eléctrico para que los cruceros se conecten a esta energía o la opción para instalar placas solares en las cubiertas del edificio.

Según consta en el pliego de bases del concurso, la nueva terminal está destinada a atender al tráfico de cruceros, las líneas regulares con Baleares y Argelia así como tráfico de carga rodada o "ro-ro" (plataformas o vehículos que acceden a los barcos con sus propios medios). Para ello, la nueva terminal debe disponer al menos cuatro atraques; permitiendo al menos uno de ellos el atraque de un crucero de 360 metros de eslora y otro de al menos 250 metros de longitud. Todos los atraques tienen que estar equipados con acceso a la red de suministro eléctrico para los buques. La terminal debe ser capaz de acoger en una misma jornada dos buques de cruceros, uno en régimen de puerto base y otro en régimen de tránsito, y dos buques tipo ferry / ro-pax.

Una terminal segura y accesible

Dadas sus características, la nueva terminal garantiza la operativa independiente de los

pasajeros de cruceros y los pasajeros de líneas regulares. Asimismo, el pliego contempla un edificio para la recepción de pasajeros provisto de hall de entrada, área para depósito de equipajes, control de seguridad equipado con rayos X y arcos detectores de metales, espacio para aduanas y para los cuerpos y fuerzas de seguridad del Estado.

Por lo que respecta a los servicios propios de la terminal, el pliego contempla que, como mínimo, proporcione espacio para sanidad, área de espera, pasarelas para el acceso desde el pasillo de embarque al buque y viceversa con cámaras de seguridad, wi-fi, oficina de turismo, zona de aseos públicos, sala de descanso para la tripulación y área de check-in para las líneas de crucero. Opcionalmente, el concesionario podrá proporcionar otros servicios como oficina para la APV, área para grupos grandes, almacenes, zona VIP, área de restauración, zona comercial, vending, cajeros, zonas de alquiler de vehículos o sala de rezos. El diseño de la terminal deberá garantizar la accesibilidad para las personas de movilidad reducida.

Por lo que respecta al área exterior, la terminal tiene que contar con zona de aparcamiento de corta estancia con al menos 100 plazas, zona de estacionamiento para autobuses y transporte colectivo con al menos 10 plazas, parada de taxis. Asimismo, debe disponer de una zona de espera para pasaje de línea regular internacional para la Operación Paso del Estrecho con 600 plazas de aparcamiento, zona recreativa infantil y zona de restauración y servicios. La nueva terminal contará con dos accesos independientes: el de vehículos pesados que llegarán a través del Acceso Sur y el de vehículos ligeros que entrarán a la terminal por los accesos previstos por la parte ciudadana.

Edificios de valor histórico artístico

La ordenación de la nueva terminal deberá respetar los cuatro elementos del antiguo astillero de Unión Naval de Levante catalogados por la Cátedra Demetrio Ribes como piezas de valor histórico artístico. En concreto, se trata del depósito de agua, la grada de construcción de buques, 2 grúas que podrán ser colocadas en otra ubicación y la subnave A de la nave III. En este último caso, la APV acometerá la rehabilitación de la estructura, fachada y cubiertas de este edificio mientras que el concesionario se ocupará del resto de la reforma para su adecuación al nuevo uso previsto, respetando la arquitectura de la nave y la fachada oeste de la misma. Será un edificio histórico y emblemático de la València marítima que continuará prestando servicio a la ciudad y a la ciudadanía – más de cien años después de su construcción – ahora, con las más modernas tecnologías medioambientales.

Plan medioambiental

Además del plan de negocio, las ofertas que han presentado los licitadores deben presentar un ambicioso plan medioambiental que incluya el compromiso de adopción de un sistema de gestión ecológicos y sostenibles, la participación en las iniciativas conjuntas que promueva la APV así como un estudio de evaluación de impacto ambiental. Tal y como establece el pliego, todos los atraques deben estar equipados con red de suministro eléctrico a los buques atracados; y todas las cubiertas y tejados de las edificaciones existentes tienen que estar diseñadas para la instalación de placas solares fotovoltaicas.

Asimismo, las ofertas contemplan un plan de Responsabilidad Social Corporativa (RSC) para la nueva terminal pública de pasajeros.

Criterios de adjudicación

Para la adjudicación de la oferta, el pliego establece 45 puntos para la oferta económica y 55 puntos para el plan de negocio. En concreto, para la adjudicación de los puntos relativos al plan de negocio, se otorgarán 15 puntos para la operativa de la terminal valorando los procedimientos operativos y la organización de la terminal, la ordenación del ámbito de la concesión, el proyecto básico y la integración de la Subnave A de la Nave 3.

Por su parte, la estrategia general de negocio y el plan de RSC se valorarán con 5 puntos, respectivamente. En el caso del plan de RSC, se tendrán en cuenta la estrategia de gobierno corporativo así como las medidas de igualdad de género, conciliación familiar y condiciones de accesibilidad universal. Por su parte, el Plan Medioambiental aportado por los licitadores permitirá obtener hasta 20 puntos. De ellos, 7 puntos se otorgarán a las medidas de reducción de emisiones de CO₂ equivalentes y/o en consumo energético en maquinaria, equipos e instalaciones de la terminal; otros 7 puntos se otorgarán a la propuesta con un mayor porcentaje de uso de energía procedente de fuentes renovables; y los 6 restantes se otorgarán a la propuesta con un mayor porcentaje de maquinaria y equipos eléctricos o que funcionen con combustibles alternativos no derivados del petróleo. Finalmente, la oferta de tarifas será valorada con 10 puntos. ■



El Consejo Marino Europeo elige vicepresidente por segunda vez a un científico del IEO

El Consejo Marino Europeo, que agrupa a 32 instituciones de investigación marina de 18 países con unos 10.000 científicos, ha reelegido como vicepresidente al investigador del IEO Carlos García Soto.

Este organismo internacional, también conocido como EMB (European Marine Board), tiene por objetivo establecer prioridades comunes de investigación y conectar la ciencia marina con la sociedad y con los decisores políticos de la Comisión Europea. Sus documentos de posición sirven de punto de partida para las convocatorias de futuros proyectos de investigación de la Unión Europea.

Los últimos documentos del EMB han incluido materias como el Big Data y la Inteligencia Artificial, la Ciencia Ciudadana marina, los futuros Barcos de Investigación Oceanográfica, o las prioridades de investigación en la futura Década de los Océanos de Naciones Unidas.

Este último documento desarrolla las acciones de investigación e innovación que debe-



El Investigador del IEO Carlos García Soto en una reunión del Consejo Marino Europeo con el anterior Comisario Europeo de Medio Ambiente, Asuntos Marítimos y Pesca.

rán ponerse en marcha durante la próxima década para conseguir un océano más limpio, más sostenible, más resiliente y que podamos predecir.

La reunión, que iba a tener lugar en Gotemburgo (Suecia), se ha desarrollado de forma virtual y durante ella se ha decidido poner en marcha un estudio sobre el impacto del CO-

VID19 en la investigación marina europea. Se ha analizado asimismo la futura Misión de la Unión Europea "Océanos Saludables" (Healthy Oceans, Seas and Inland waters):

Las Misiones son una nueva manera de abordar la investigación en Europa, que están inspiradas en la Misión "un hombre en la Luna" y que llevarán a cabo objetivos de investigación e innovación que sean medibles y alcanzables en el tiempo, que impliquen diversos agentes como empresas e institutos de investigación y que sirvan de inspiración a la sociedad como "un océano libre de plásticos".

El investigador Carlos García Soto pertenece al Grupo de Expertos de Naciones Unidas que está elaborando el segundo Informe Oceánico Mundial, es vicepresidente del Comité Ejecutivo del Centro Europeo de Información y Tecnología Marina, presidente del Comité Directivo de la Red Euromarine y dirige tres proyectos europeos H2020 sobre Oceanografía por Satélite, Cambio Climático y Economía Azul. ■

Garantizar la sostenibilidad del medio marino en los proyectos submarinos

Bajo el título "Estudios de ruido submarino en proyectos portuarios y offshore: marco legal y requisitos técnicos", el Clúster Marítimo Español (CME) celebró una nueva jornada online, de la mano del socio Centro Tecnológico Naval y del Mar de Cartagena (CTN), que explicó el marco legal aplicable a los estudios de ruidos submarinos y expuso guías metodológicas.

Marta Sánchez Egea, responsable de Medio Marino en el CTN, arrancó la ponencia haciendo referencia a la Directiva Marco sobre energía marina, desplegada a nivel europeo y que tiene como principal objetivo que los estados miembros adopten las medidas necesarias para tener un buen estado ambiental del medio marino en 2020.

El objetivo es garantizar que las actividades humanas hagan un uso sostenible de los recursos que proporciona el medio marino y que esto sea compatible con un estado ambiental óptimo. Es decir, un estado en el que las características de los mares y océanos son ecológicamente diversos, dinámicos, limpios, saludables y productivos.

En el siguiente enlace puedes acceder al vídeo del evento



<https://youtu.be/8mSi2K3Hlc4>

Este buen estado ambiental se describe en la Directiva a través de 11 descriptores cualitativos que ayudan a entender cuándo lo alcanzamos:

1. La biodiversidad se mantiene.
2. Las especies autóctonas no alteran negativamente el ecosistema.
3. La población de especies de peces y moluscos comerciales se encuentra dentro de límites biológicos seguros.
4. Los elementos de las redes tróficas aseguran la abundancia y reproducción a largo plazo.
5. La eutrofización se minimiza.
6. La integridad del fondo marino asegura el funcionamiento del ecosistema-
7. La alteración permanente de las condiciones hidrográficas no afecta negativamente al ecosistema.
8. Las concentraciones de contaminantes no producen efectos negativos.
9. Los contaminantes en productos de pesca están por debajo de los niveles seguros.
10. Las propiedades y cantidad de basura marina no resultan nocivos.
11. La introducción de energía, incluido el ruido submarino, se sitúan en niveles que no afectan de manera adversa al medio marino.

En cuanto a su aplicación, esta directiva afecta a las aguas marinas de todos los estados miembros. También incluye aguas litorales, lecho marino y subsuelo, como parte integral del medio. Por el contrario, se excluyen a las actividades relacionadas con la defensa o la seguridad nacional, aunque se recomienda que se haga un esfuerzo para que estas actividades se realicen de la manera más compatible posible con la Directiva. En este sentido, se anima a que haya una cooperación entre los estados miembros y, también, entre otros países, a través de los convenios marinos regionales OSPAR (Atlántico nordeste), HELCOM (Mar Báltico), Barcelona (Mar Mediterráneo) y Bucarest (Mar Negro).

La Directiva se aplica a través de diferentes grupos de trabajo: de cooperación; a nivel técnico; especializado en la definición del buen estado ambiental; relacionado con el intercambio de datos, información y conocimiento; y un último grupo dedicado a los programas de medidas. Hay también diferentes grupos técnicos que se encargan de investigar cuestiones más concretas y, en el caso de las estrategias, hay grupos específicos dedicados a basuras, datos y ruido.

Según apuntó Sánchez Egea, la implantación de esta directiva es cíclica, contando con diferentes casos que se revisan cada 6 años. Estas etapas comienzan con una evaluación inicial del estado ambiental de las aguas de cada país, para ver qué necesidades tienen y en qué grado se encuentran.

El segundo paso es la definición de qué significa el buen estado ambiental para cada uno de los países. El tercer paso es el establecimiento de los objetivos ambientales y sus indicadores para lograr ese buen estado am-

biental. Después, se establecen unos programas de seguimiento, que van a ayudar a cada país a actualizar esos objetivos que se han marcado. Por último, un desarrollo de medidas que se establece para lograr ese buen estado ambiental.

En el caso del ruido submarino, se distinguen dos criterios: uno relacionado con el sonido impulsivo y otro con el sonido continuo. De momento, tal y como comentó la representante de CTN, no se han establecido valores umbrales para estos sonidos. "Será necesario llegar a un acuerdo a nivel internacional para poder determinar dentro de qué niveles nos encontramos. Estos niveles deben basarse en los mejores datos científicos disponibles. De momento no hay un consenso, pero sí se está avanzando mucho en metodología para poder discernir cuáles son esos valores".

De la misma forma, hizo referencia al Real Decreto 79/2019, de 22 de febrero, por el que se regula el informe de compatibilidad y se establecen los criterios de compatibilidad con las estrategias marinas. Este establece criterios de compatibilidad de las actividades en el medio marino con los objetivos de conservación marcados en cada una de las cinco estrategias marinas de España; y se aplica a actuaciones que requieran, bien la ejecución de obras o instalaciones en las aguas marinas, su lecho o su subsuelo, bien la colocación o depósito de materias sobre el fondo marino, o bien los vertidos que se desarrollen en cualquiera de las cinco demarcaciones marinas.

El período de vigencia es de cuatro años desde su notificación. Si en ese plazo la actuación no ha sido ejecutada, deberá solicitarse un nuevo informe.

Entre las actividades afectadas por este Real Decreto se encuentran los sondeos exploratorios y explotación de hidrocarburos en el subsuelo marino; el almacenamiento geológico de gas o CO₂; la instalación de gasoductos, oleoductos, cables submarinos de telecomunicaciones y conducciones para vertidos desde tierra al mar; infraestructuras marinas portuarias y de defensa de la costa; y dragados y vertidos al mar de material de dragado.

Guías metodológicas

Para hablar sobre metodología, tomó la palabra Iván Felis Enguix, responsable del departamento de I+D del CTN, que centró su intervención en la existencia de una serie de guías metodológicas sobre ruido submarino. Según Felis, dichas guías establecen los programas de monitorización, con dos objetivos que pretenden dos cosas distintas. Por un lado, está el monitoreo A, que pretende conocer el ruido que puede haber en el área que se quiere estudiar; por otro lado, el monitoreo B mide el ruido que emite la fuente.

Una vez se ha decidido la posición desde la que se quiere registrar el sonido, se establecen dos tipos de análisis: el del ruido impulsivo y el del ruido continuo. Con el fin de identificar estos ruidos, Felis señaló las etapas necesarias para ello:

1. Pre-procesado de señales acústicas: consistencia y cobertura de datos, saturación de la señal, conversión analógica a digital, ruido propio del despliegue, etc.
2. Procesado de señales acústicas: extracción de métricas y estadísticas sobre las señales.
3. Obtención de los indicadores de ruido: variabilidad temporal y espacial. ■

José Luis García Zaragoza, nuevo presidente del Clúster Marítimo Naval de Cádiz

José Luis García Zaragoza Pérez es el nuevo presidente del Clúster Marítimo Naval de Cádiz (CMNC), en sustitución de Diego Chaves, tras tomar posesión en la asamblea electoral de esta organización, celebrada en la sede de la Confederación de Empresarios de la provincia de Cádiz.

El nuevo presidente, miembro del Clúster en representación de la Asociación de Ingenieros Navales de España (AINE) toma el relevo tras haber transcurrido dos años del mandato de Diego Chaves, que a su vez había ocupado el cargo tras el mandato del presidente fundador, José María Camacho, iniciado en 2015.

José Luis García Zaragoza estará acompañado en su junta directiva por el siguiente equipo: vicepresidente, Jesús Rodríguez (Surcontrol); secretario, Javier Gamundi (Frizonia); tesorero, Raúl Quintana Raso (Elecam); vocales: Javier Herrador del Río (Navantia), Sonia Chaves Fornell (Federación de Empresarios del Metal de la Provincia de Cádiz), Antonio Fernández Jove (Grupo Fernández Jove) y Jacob Jiménez Garrido (Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Cádiz).



Utiliza las teclas de flecha arriba/abajo para aumentar o disminuir el volumen. El nuevo presidente ha expresado su agradecimiento a la labor realizada por la junta directiva

saliente, que “ha consolidado el papel del Clúster como referente empresarial e institucional en la defensa y promoción de los intereses del sector naval, buscando su mejora continua”.

“Somos conscientes de que la etapa que afrontamos va a ser muy complicada, porque nuestro sector también está sometido a las consecuencias económicas provocadas por la pandemia del Covid-19. No obstante, tenemos ilusión; queremos ser optimistas, a la vez que realistas. La situación obliga a un esfuerzo conjunto de todos los miembros del Clúster Marítimo Naval de Cádiz, motivo por el que queremos impulsar modificaciones de nuestros estatutos para poder integrar a todos los socios fundadores en la junta directiva”, señala José Luis García Zaragoza.

El presidente destaca que su estrategia persigue “maximizar todas las oportunidades productivas que podamos abarcar en la era post Covid”. Para ello, tal y como presentó en la asamblea electoral, va a concretar una serie de planes de acción sobre seis líneas estratégicas repartidas en comisiones de trabajo: Financiación y Captación; Formación y Capacitación; Promoción y Relaciones Institucionales; Servicios; Innovación Tecnológica; y Desarrollo de Negocio.

“El Clúster es una organización reconocida por su liderazgo, que vamos a reforzar como interlocutora y catalizadora para la mejora de la competitividad y el crecimiento del sector marítimo naval andaluz, bajo un contexto de gestión empresarial avanzado”, sostiene en nuevo presidente. El Clúster Marítimo Naval de Cádiz es una entidad sin ánimo de

lucro, eminentemente empresarial, promovida y fundada -julio 2015- por la Federación de Empresarios del Metal de la Provincia de Cádiz, Navantia, la Confederación de Empresarios de Cádiz, la Universidad de Cádiz y la Agencia IDEA de la Junta de Andalucía. Posteriormente, se han integrado como socios la Diputación Provincial de Cádiz, el Ayuntamiento de Rota, el Ayuntamiento de Cádiz, el Ayuntamiento de San Fernando; el Colegio Oficial de Ingenieros Técnicos Industriales de Cádiz (Copiti), la Asociación de Ingenieros Navales de España (AINE), y las siguientes empresas: CT Ingeniero, Fernández Jove, Frizonia, Surcontrol, Kaefer, Elecama, Proelsur, Indasa, Saind, Tecnofor Sur, Línea Vertical y BMT. Su objetivo es promover, impulsar, dinamizar y desarrollar el sector marítimo naval de la provincia de Cádiz. ■

La Red Cervera distingue a CTC como centro de excelencia en gemelos digitales para la industria 4.0



El Centro Tecnológico CTC ha entrado a formar parte de la Red de Excelencia Cervera. Se trata de un entramado exclusivo de centros tecnológicos, impulsado por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI), cuyo objetivo es posicionar determinadas áreas tecnológicas a la cabeza continental. Un proyecto creado para fomentar la excelencia en el conocimiento, que supone un espaldarazo notable para la política de especialización emprendida por el único centro tecnológico de la región en los últimos meses.

La participación del centro tecnológico cántabro en el Programa Estratégico Miraged, iniciativa que le permitirá convertirse en referencia nacional y europea en el desarrollo de conocimiento sobre gemelos digitales para estructuras y componentes mecánicos, ha sido la llave para incorporarse a esta plataforma en la que prima el trabajo colaborativo. De hecho, Cervera pretende constituir una poderosa alianza de centros tecnológicos sustentada en el valor del conocimiento compartido y los proyectos en red. Una estructura que potenciará el intercambio de experiencias, la optimización de los recursos, la difusión de resultados y la promoción de las actividades

de investigación. En definitiva, contribuirá a generar las capacidades suficientes para abordar los retos productivos que no resuelven las soluciones disponibles actualmente.

Asimismo, los centros tecnológicos de excelencia Cervera destacan tanto por la calidad de sus investigaciones científico-técnicas como por la fortaleza de sus colaboraciones con el tejido productivo. Esta circunstancia, asumida por CTC desde su fundación, les sitúa en una posición óptima tanto para potenciar su rol de socio tecnológico como para magnificar su importancia a la hora de catalizar la inversión empresarial en I+D+i.

El fortalecimiento de su panel de aliados y colaboradores y el incremento de la calidad en sus proyectos innovadores no son los únicos beneficios directos que reportará la Red Cervera al Centro Tecnológico CTC. Disponer del sello de excelencia inherente a esta iniciativa constituye un magnífico argumento para captar y retener talento. De hecho, la ejecución de Miraged permitirá a CTC aumentar el número de investigadores especializados en el desarrollo de gemelos digitales. Además, supondrá la consolidación de la línea de especialización de CTC en gemelos digitales. Representar modelos numéricos para la predicción de vida útil remanente de estructuras y componentes; modelizar de forma detallada los mecanismos de degradación más importantes en operación de componentes (fatiga, fractura, desgaste, corrosión, etc.); o implementar técnicas avanzadas de análisis de datos aplicando la inteligencia artificial serán parte de la oferta de soluciones del centro de innovación

cántabro fundamentadas en estas tecnologías y campos de aplicación.

27 tecnologías prioritarias

La convocatoria actual define un total de 27 tecnologías prioritarias Cervera que se pueden agrupar en 10 temáticas diferentes: materiales avanzados, eco-innovación, transición energética, fabricación inteligente, tecnologías para la salud, cadena alimentaria segura y saludable; Deep Learning e Inteligencia Artificial; redes móviles avanzadas, transporte inteligente y protección de la información.

En concreto, CTC ha recibido una ayuda de la Convocatoria de ayudas Cervera para Centros Tecnológicos 2019 gestionada por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI) dependiente del Ministerio de Ciencia e Innovación para el número de expediente CER-20190001, correspondiente al proyecto titulado “posicionamiento estratégico en modelos virtuales y gemelos digitales para una Industria 4.0 – Miraged”. El consorcio de este proyecto está formado por IKERLAN (coordinador), CEIT, IDEKO e IDONIAL. Todo ellos, junto a CTC, persiguen el objetivo común de mejorar la capacitación de los grupos de investigación de los centros tecnológicos implicados en sistemas de modelización, simulación y predicción del comportamiento de máquinas y procesos de fabricación, con el desarrollo de modelos virtuales y gemelos digitales que permitan su diseño y posterior optimización. Un objetivo ambicioso que debe desembocar en un salto respecto al estado del arte internacional en la materia. ■

World Maritime Week vuelve a BEC del 23 al 25 de marzo de 2021

Bilbao Exhibition Centre ya ha encendido los motores del crucero que le llevará los días 23 a 25 de marzo de 2021 a una nueva edición de World Maritime Week, uno de los encuentros marítimos más importantes de Europa. La cita bienal con el mundo de la economía azul vuelve reforzando su carácter internacional y con la celebración de distintos congresos de manera simultánea siempre con el mar como denominador común.

La novedad de esta tercera edición será la incorporación al programa de Oil&Gas Conference, que mueve las fechas en su tercera edición para coincidir con WMW y tratar todo lo relacionado con el petróleo y el gas en sus vertientes upstream y downstream. Junto a ello, el sector de la industria naval se reunirá en torno a Sinaval, el certamen veterano que celebra su 23 edición; la pesca tendrá su foro en Eurofishing, y todas las novedades y las últimas tecnologías en los puertos se pondrán en común en FuturePort.

World Maritime Week dispone también de una zona expositiva, además de un programa de networking y encuentros B2B que lo han convertido en una cita muy reconocida por los profesionales del sector. No en vano, en la pasada edición se mantuvieron 458 reuniones



repartidas en las dos jornadas del programa B2B con la participación de 35 compradores internacionales, que acudieron con una agenda cargada de compromisos.

“Es una buena oportunidad para contactar con empresas y proveedores del sector marítimo”; “venimos buscando nuevas oportunidades de trabajo y nuevos nichos”, o “tratamos de ampliar nuestros horizontes con empresas españolas en Europa”, son algunas de las impresiones de estos compradores internacionales llegados a BEC desde Filipinas, México, Tailandia, Alemania, Reino Unido, Egipto o Marruecos, entre otros países.

World Maritime Week celebró el año pasado su segunda edición con la asistencia de alrededor de 2.000 personas, que acudieron a las charlas y conferencias del encuentro con los principales armadores y empresarios internacionales de la economía azul en todas sus vertientes: naval, puertos, pesca y energía.

Un centenar de expositores exhibió su trabajo en la zona expositiva de esta edición, en la que también se vivió la tradicional cena de gala de los premios FINE, que reconocen el esfuerzo de empresas y particulares del sector marítimo. ■

Inicio en Rota del Centro de Integración de Sistema en Tierra para las fragatas F-110

La UTE compuesta por Navantia e Indra ha celebrado el pasado viernes 10 de julio, en la Base Naval de Rota, el Acto de Colocación de la Primera Piedra del Centro de Integración de Sistemas en Tierra (CIST F110).

Es un centro crítico para el éxito del programa de las nuevas fragatas F-110, pues permite la integración y las pruebas de sensores en un ambiente marino con blancos reales, integrados en una superestructura similar a la del buque y adaptada a su instalación en tierra, con el objetivo de mitigar los riesgos derivados del desarrollo de los programas tecnológicos de sensores, su ubicación en dicha superestructura y su integración con SCOMBA.

El Ministerio de Defensa, a través de la Dirección General de Armamento y Material, contrató en 2015 a la UTE Navantia-Indra la definición, diseño y construcción de un cen-



tro de integración de los nuevos sensores de Indra, SCOMBA F-110, y el nuevo mástil integrado de la fragata. Por ello, en la fase final de obra se instalará sobre el edificio una semi-réplica del mástil que se construye ahora en Navantia Ferrol, y después los nuevos sensores del Sistema de Combate de la fragata (de Indra Sistemas, TecnoBIT y Lockheed

Martin), así como el sistema SCOMBA F110 (desarrollado por Navantia Sistemas en San Fernando).

El CIST F110 es un programa tecnológico demostrador, gestionado y desarrollado por la UTE PROTEC 110, constituida por Indra y Navantia, y se trata del primer centro español de

pruebas de sensores navales en entorno real electro-magnético, óptico y ambiental.

Con él, España será el quinto país del mundo que cuente con un centro de estas características, lo que le permitirá aumentar su soberanía tecnológica y ser capaz de construir buques de última generación. ■

Los gobiernos se comprometen a tomar medidas para la gente de mar en una cumbre decisiva sobre el cambio de tripulación

El Secretario General de la OMI, Kitack Lim, ha acogido con satisfacción el compromiso de 12 países de facilitar los cambios de tripulación y lograr la designación de trabajadores esenciales para la gente de mar, tras una cumbre ministerial virtual organizada por el Gobierno del Reino Unido el 9 de julio. Este paso representa un progreso significativo para ayudar a resolver una crisis creciente a la que se enfrenta el sector marítimo y permite que cientos de miles de marinos varados regresen a casa o se unan a los buques.

En una declaración conjunta, los representantes de 12 países expresaron su profunda preocupación por la crisis actual y reconocieron que "la incapacidad de los operadores de buques de todo el mundo para llevar a cabo los cambios de la tripulación de los buques es el desafío operacional marítimo más apremiante para el funcionamiento seguro y eficiente del comercio mundial".

Desde el comienzo de la pandemia de COVID-19, las restricciones de viaje y los cierres de fronteras impuestos por los gobiernos de todo el mundo han causado importantes dificultades a los cambios de tripulación y han dejado a cientos de miles de marinos varados a bordo de los buques, o sin poder unirse a ellos. Se estima actualmente que al menos 200.000 marinos en todo el mundo se encuentran varados en buques y necesitan ser repatriados inmediatamente, y un número similar necesita urgentemente unirse a los buques para reemplazarlos. Esto ha dado lugar a una creciente crisis humanitaria, además de la preocupación de que la fatiga de la gente de mar y los problemas de salud mental puedan dar lugar a graves accidentes marítimos. También hay preocupación por la continuidad de la cadena de suministro mundial.

El Secretario General de la OMI, Kitack Lim, aplaudió la promesa de los países signatarios de la declaración conjunta de alentar a todos los Estados de la OMI a designar a la gente de mar como trabajadores esenciales y a aplicar los protocolos para garantizar la seguridad de los cambios de tripulación y de los viajes durante la pandemia de COVID-19, que la OMI respaldó y distribuyó en mayo.

Governments pledge action for seafarers at crucial crew change summit

IMO Secretary-General Kitack Lim has welcomed the commitment of 13 countries to facilitate crew changes and achieve key worker designation for seafarers, following a virtual ministerial summit hosted by the UK Government on 9 July. This step represents significant progress to help resolve a growing crisis facing the maritime industry, and enable hundreds of thousands of stranded seafarers to go home or join ships.

In a joint statement, representatives from 13 countries expressed their deep concern about the current crisis and acknowledged that "the inability of ship operators worldwide to conduct ship's crew changes is the single most pressing maritime operational challenge to the safe and efficient movement of global trade".

Since the beginning of the COVID-19 pandemic, travel restrictions and border closures imposed by Governments around the world have caused significant hurdles to crew changes and left hundreds of thousands of seafarers stranded onboard ships, or unable to join ships. It is currently estimated that at least 200,000 seafarers worldwide are stranded on ships and require immediate repatriation, and a similar number urgently need to join ships to replace them. This has led to a growing humanitarian crisis, in addition to concerns that seafarer fatigue and mental health issues may lead to serious maritime accidents. There are also concerns about the continuity of the global supply chain.

IMO Secretary-General Lim applauded the pledge, by signatory countries of the joint statement, to encourage all IMO states to designate seafarers as key workers and to implement the Protocols for Ensuring Safe Ship Crew Changes and Travel during the Coronavirus (COVID-19) Pandemic, which were endorsed and circulated by IMO in May. The joint statement also recognises the importance of considering the possibility of waivers or exemptions from visa or documentary requirements for seafarers,



En la declaración conjunta también se reconoce la importancia de considerar la posibilidad de exenciones de los requisitos de visado o documentación para la gente de mar, y de contribuir a aumentar el acceso a los vuelos comerciales hacia y desde los principales países de origen de la gente de mar.

En la apertura de la cumbre, Lim destacó la importancia de aplicar los protocolos destinados a garantizar la seguridad de los cambios de tripulación y pidió que se adoptaran medidas concretas para la gente de mar. "Es hora de tomar medidas. La seguridad de las operaciones de la nave y el bienestar de la tripulación no deben verse comprometidos. La crisis humanitaria a la que se enfrenta la gente de mar tiene repercusiones para todos nosotros, para la economía mundial y para la seguridad de la vida en el mar y el medio ambiente", afirmó Lim.

La declaración conjunta fue firmada por los representantes de los siguientes países: Alemania, Arabia Saudita, Dinamarca, Emiratos Árabes Unidos, Estados Unidos de América, Francia, Filipinas, Grecia, Indonesia, Noruega, Países Bajos y Reino Unido. El Gobierno del Reino Unido acogió la Cumbre marítima internacional sobre cambios de tripulación, a la que también asistieron representantes de la Organización Marítima Internacional (OMI), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Cámara Naviera Internacional (ICS), la Federación Internacional de Trabajadores del Transporte (ITF), la Cámara Naviera del Reino Unido, Nautilus International y Maritime UK. ■

and to help increase access to commercial flights to and from the principal countries of origin of seafarers.

Opening the summit, Mr. Lim highlighted the importance of implementing the Protocols designed to ensure safe crew changes and called for concrete action for seafarers. "It is time to act for seafarers. Safe ship operations and crew wellbeing should not be compromised. The humanitarian crisis seafarers face has implications for all of us, for the world economy and for the safety of life at sea and the environment," Mr. Lim said.

The joint statement was signed by representatives from the following countries: Denmark, France, Germany, Greece, Indonesia, Netherlands, Norway, Philippines, Saudi Arabia, Singapore, United Arab Emirates, United Kingdom and United States of America.

The International Maritime Summit on Crew Changes was hosted by the United Kingdom Government and was also attended by representatives from the International Maritime Organization (IMO), the International Labour Organization (ILO), the International Chamber of Shipping (ICS), the International Transport Workers' Federation (ITF), the UK Chamber of Shipping, Nautilus International and Maritime UK. ■

Navantia San Fernando corta la primera chapa de la quinta corbeta del programa de Arabia



Navantia San Fernando ha procedido en la mañana del miércoles 15 de julio al corte de la primera chapa de la quinta corbeta del programa para la Marina de Arabia Saudí (RSNF), cuyo nombre será *Unayzah*, y que será la construcción 550 del astillero de San Fernando.

El primer bloque en cortarse ha correspondido al bloque 401 de la cámara de máquinas. Han estado presentes en este acto la Project Control Office (PCO) de la RSNF, liderada por el capitán Abdullah Salem Alshehri; el commander Abdullah Saad AlAhmadi y todo su equipo.

Además, han asistido representantes de la Inspección de Construcciones (ICODIZ), además de buena parte del equipo del programa AVT2200, encabezado por Vicente Martínez, representando a Navantia.

Este corte de chapa supone la continuidad del programa de construcción de las corbetas para Arabia Saudí en los plazos programados tras el impacto que ha tenido la pandemia del Covid-19 en toda la actividad.

Se trata, además, de un hito importante previo al acto de botadura de la construcción 546 y con la 547 muy avanzada ya en la grada del astillero. ■

Nuestros compañeros José María Sánchez Carrión y Pablo Peiro reciben la Cruz del Mérito Naval con distintivo blanco

El pasado 30 de junio de 2020 nuestros compañeros José María Sánchez Carrión y Pablo Peiro recibieron la Cruz del Mérito Naval con distintivo blanco. La Cruz del Mérito Naval tiene por objeto recompensar y distinguir individualmente al personal civil por sus actividades meritorias relacionadas con la Defensa Nacional.

Pablo Peiro ha estado durante los últimos 10 años colaborando desde el Clúster Marítimo Español (CME) con la Armada Española en el desarrollo de los Acuerdos de Colaboración firmados entre ambas instituciones (Ministerio Defensa-Armada y el CME) básicamente para la promoción de los intereses marítimos nacionales con todo lo que ello conlleva.

El galardón ha sido otorgado a José M^a. Sánchez Carrión por su interés en averiguar sobre los orígenes del Cuerpo de ingenieros de la Armada, no sólo por su tesis, sino por su demostrado y clarividente interés en sacar a la luz aspectos inéditos de la historia de la Armada y por su impulso en la celebración del 250 aniversario del Cuerpo de ingenieros de la Armada y de la profesión de ingenieros civil. ■



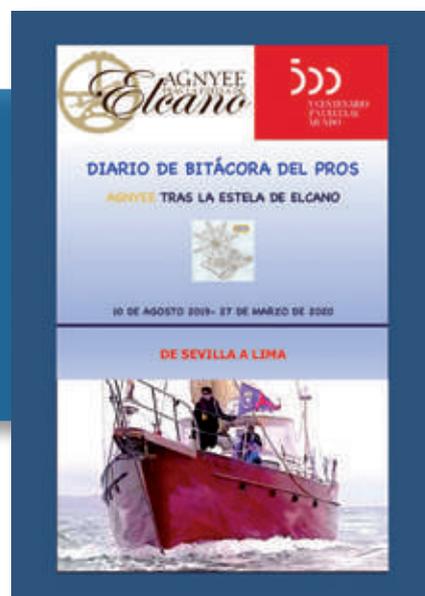
Publicaciones

El Diario de Bitácora del Pros

La Asociación de Amigos de los Grandes Navegantes y Exploradores Españoles (AGNYEE) acaba de publicar el "Diario de Bitácora del Pros", donde se describe de modo sistemático y ordenado las derrotas de las diferentes etapas junto con sus vicisitudes náuticas, las emociones vividas y las sensaciones de los tripulantes. Todo ello a través de las plumas de distintos partícipes de la Expedición. La publicación se completa con los partes e informes periódicos de la situación de navegación del Pros que, publicados inicialmente bajo el rótulo de Noticias desde el Pros en un estilo des-

enfadado y ligero, trasladan al lector al medio del mar, entre las olas y el viento, para unirse a la vida cotidiana de los navegantes.

Puede adquirirse esta edición limitada en la tienda online de la web de la AGNYEE: <https://agnyee.com/tienda/> por 30€ (IVA y gastos de envío incluidos en el precio). El importe de la recaudación por la venta del libro contribuirá a financiar la Expedición de AGNYEE, tan pronto como pueda reemprenderse, una vez superada la crisis generada por la pandemia del Covid-19.



La publicación, precedida de un Prologo de José Solá, presidente de AGNYEE, recoge a lo largo de 198 páginas y numerosas ilustraciones todos los textos contenidos hasta ahora en los Diarios de Bitácora del velero Pros desde su salida de Sevilla el día 10 de agosto de 2019 hasta su atraque en Lima el 23 de marzo de 2020. ■

Los Ingenieros Navales se reunieron en una solemne misa en memoria de los fallecidos por el COVID-19 en la festividad de la Virgen del Carmen

Con la presencia del Almirante Director de Ingeniería de la Armada y el Presidente del Instituto de Ingeniería de España, entre otras autoridades, la Asociación y el Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos de España celebró la festividad de la Patrona, la Virgen del Carmen, con una misa solemne en memoria de los fallecidos por el COVID-19. En especial, en honor de nuestros compañeros ingenieros navales y sus familiares, y también marinos, marineros, pescadores y gente de la mar y las industrias marítimas.

Durante muchos años lucharon por nuestro sector y sentaron las bases y contribuyeron a su progreso dejando un gran legado cuyos frutos ahora disfrutamos.

En el año de la celebración del 250 aniversario de nuestra profesión, el Decano del COIN y Presidente de AINE expresó en la moción

inicial, en nombre de los Ingenieros Navales, el reconocimiento y recuerdo, además de por los fallecidos por el COVID-19, a todas las promociones y todos nuestros compañeros y gran familia.

También se rindió un modesto homenaje a todos los trabajadores que durante estos meses antepusieron su salud y, día a día, estuvieron cerca de los que más lo necesitaban prestando un gran servicio que ha permitido hacer frente a la difícil situación atravesada y que pudiéramos disponer de servicios sanitarios y de los recursos básicos imprescindibles para la vida y tranquilidad de nuestras familias.

Se expresó el agradecimiento a sanitarios y servicios médicos, fuerzas armadas y cuerpos de seguridad, en especial a la Armada Española que también celebraba la festividad de su

Patrona, y en general trabajadores de todos los sectores y actividades esenciales activas durante estos meses. Nuestro máximo reconocimiento y agradecimiento a todos ellos.

El Grupo Laudes nos acompañó durante este emotivo acto interpretando un emotivo repertorio durante toda la eucaristía. ■

Podéis ver la misa en nuestro canal de Youtube:



<https://youtu.be/Azg6IFg0a70>

Mesa redonda: 250 Años de Ingeniería Naval. De Carlos III a Felipe VI



Como antesala del próximo 59º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima que tendrá lugar en octubre en A Coruña y de los actos de celebración del 250 aniversario de la creación del Cuerpo de Ingenieros en España, el COIN ha organizado dos mesas redondas en las que se dará una visión del desarrollo de la figura del ingeniero naval desde su creación en 1770 hasta nuestros días, incidiendo en el papel que desarrollan tanto dentro de la actual Armada como en su influencia en el desarrollo de las industrias marítimas españolas.

El decano del COIN y presidente de AINE, José de Lara Rey y de agradecimiento a los ponentes y a Rodrigo Pérez Fernández por la organización de cada una de estas mesas redondas celebradas los pasados 25 de junio y 2 de julio, respectivamente.

“250 Años de Ingeniería Naval en España”, por Diego Fernández Casado.

“El desarrollo y el liderazgo de la tecnología naval permitió a España el control y dominio de mares y océanos. Los mares se convirtieron en una fuente de oportunidades que España aprovechó. Surcar mares, que durante muchos años fueron las fronteras que se anteponían para conocer el mundo, permitió a la humanidad evolucionar desde la Edad Media hasta el Renacimiento. Esta frontera pudo ser superada gracias a la Armada, a las marinas, a sus hombres, a su tecnología y a las técnicas de navegación. El desarrollo de instrumentos para conocer la posición de los buques y las exploraciones para el desarrollo de la cartografía de nuestro planeta fueron clave en ello”. Estas fueron las palabras de

introducción de Diego al inicio de su intervención para a continuación ir desarrollando la línea temporal de los hechos más relevantes de la historia de la ingeniería naval hasta nuestros días.

“Misiones actuales del Ingeniero Naval en la Armada”, por Raúl Villa Caro.

Comenzó con la Unificación de los Cuerpos de Ingenieros Navales, de Armas Navales y de Electricidad del Cuerpo General de Máquinas, (según la ley 61/1967), que perseguía por necesidad la cooperación a través de la agrupación de las distintas ramas de la ingeniería técnico industrial de la Armada. Los empleos abarcaban desde el vicealmirante ingeniero hasta, inicialmente, teniente navío ingeniero, y después hasta alférez navío/fragata.

El primer cambio se produjo con el Real Decreto de 1997 y el siguiente treinta años después se aprobaría el reglamento de Cuerpo, Escalas y especialidades fundamentales de los militares de carrera (escala superior y escala técnica) con cometidos de asesoramiento, aplicación, estudio e investigación de materias técnicas específicas de sus especialidades. Y de aquí en adelante, abarcando la línea temporal de los últimos 50 años fue desarrollando su ponencia.

“La influencia de los ingenieros navales en el desarrollo de las industrias marítimas en España”, por Mauricio Álvarez Ortiz.

Mauricio realizó un repaso a los cinco periodos fundamentales de estos 250 años de la creación del Cuerpo y centrado en la figura

del Ingeniero Naval. Metodológicamente se distinguen varios periodos y subperiodos, a saber; entre 1770 - 1918, en el que los ingenieros navales pertenecen exclusivamente a la Armada; y el otro que comprende entre

1918 - 2020, en el que los ingenieros navales no pertenecen exclusivamente a la Armada. Dentro de ellos se distinguen: entre 1770 y 1825 con la creación del cuerpo a su extinción; entre 1825 hasta 1848 desde su extinción hasta su restauración; entre 1848 y 1908 con su restauración por la Real Orden del 30/10/1848 hasta la ley Maura; entre 1908 hasta 1933 con la creación en 1914 de la Academia de Ingenieros y Maquinistas en Ferrol; y finalmente, entre 1933 hasta la actualidad con la creación de la Escuela Especial de Ingenieros Navales en Madrid.

Mesa redonda: Los retos de la Ingeniería Naval en el s. XVIII

“Transferencia de la tecnología naval y la derrota de la Royal Navy durante la Guerra de la Independencia de Estados Unidos”, por Larrie Ferreiro.

El ponente nos situó primero en el periodo de colaboración entre España y Francia (Carlos III y Luis XVI) entre 1701 y 1792 para defenderse de los británicos, distinguiéndose en este periodo varios acontecimientos destacados como son: entre 1715-1746 (con los hitos históricos de dicha transferencia tecnológica francesa); entre 1748 - 1754 (destacando los aspectos más destacados de esta época transferencia tecnológica británica); entre 1754 - 1763 (período de la Guerra de los 7 años); entre 1765 - 1778 (periodo de transferencia tecnológica de Francia hacia España con fines políticos y militares); entre 1779 - 1783 (marcada por la entrada de España en la Guerra de la Independencia de los EE. UU.); y 1805 (Batalla de Trafalgar).

“De qué hablamos cuando hablamos de ingeniería naval en el siglo XVIII”, por José María de Juan García Aguado.

¿A qué problemas “reincidentes” se enfrentaron Pierre Bouguer, Leonhard Euler y Jorge Juan? ¿Por qué recordamos a D’Alembert? ¿Quién fue y qué procedimiento práctico desarrolló Duhamel du Monceau? ¿Qué tipos de trazados de formas existían en el siglo XVIII y cuáles eran sus diferencias? Dando respuesta a estas preguntas formó la primera parte de la intervención de José María de Juan.



tencia del agua; la velocidad; la flotabilidad y la estabilidad; la resistencia estructural; la maniobrabilidad; las oscilaciones; cómo protegían la obra viva; qué materiales se usaban, etc.

“Razones por las que Carlos III decidió profesionalizar la construcción naval: Cuerpo de Ingenieros de Marina”, por José María Sánchez Carrión.

¿Por qué se llegó a la creación del Cuerpo de Ingenieros de Marina? ¿Qué hechos históricos ocurrieron para tecnificar la construcción naval en aquella época? Nos remontamos a la reforma de la milicia de Felipe V mediante un sistema educativo en el que se conjugan los valores militares y el dominio de las ciencias, estructuras, ciudades, control de rutas marítimas, fortificaciones o construcción naval. ■

A continuación, fue explicando cómo resolvían los expertos de la ingeniería naval del siglo dieciocho algunos de los siguientes problemas: el impulso del viento y la resis-

La Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil presidirá el Instituto de la Ingeniería de España durante los próximos 4 años



D. José Trigueros, nuevo Presidente del IIE posa en la foto con D. Carlos del Álamo, anterior Presidente del IIE (2016-2020)

nismo y Estrategia Territorial en la Comunidad Autónoma de Madrid, y de Calidad y Evaluación Ambiental, y de Costas en el Ministerio de Medioambiente de la AGE. El Sr. Trigueros cuenta con la Medalla al Mérito Profesional otorgada por el Colegio Nacional de ICCP y con la Medalla de honor de la carretera con mención especial concedida por la A.T.C. (Asociación Técnica de la Carretera). Es Presidente de la AICCyP e IC, y vocal de la Junta de Gobierno de la Demarcación del Colegio de ICCP de Madrid.

El lema de la Asociación de ingenieros de Caminos e Ingenieros civiles para estas elecciones ha sido “Por un Instituto que integra, suma y multiplica”. El objetivo para los próximos 4 años es el de reforzar la presencia de los ingenieros en la sociedad civil española, defender las titulaciones de ingeniero superior (pre-Bolonia) y las equivalentes de Grado+Máster como garantes de la excelencia de nuestros profesionales. Reforzar la presencia de la mujer ingeniera en puestos directivos y conectar con los jóvenes, promoviendo el conocimiento y evolución de la empleabilidad de los ingenieros.

Aprovechamos para transmitirle nuestros mejores deseos en esta nueva etapa. ■

La Asociación de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos y de la Ingeniería Civil, representada por su Presidente, D. José Trigueros Rodrigo, presidirá el Instituto de la Ingeniería de España los próximos 4 años, tras la votación de la Asamblea General Extraordinaria que se celebró ayer, en la sede del Instituto.

D. José Trigueros Rodrigo es Ingeniero de Caminos por la UPM. MBA en Dirección de Ad-

món. de Empresas realizado en el I.E. de Madrid, y Diplomado en Inversiones Públicas por el INAP. Actualmente y desde el año 2017 es el dtor. del CEDEX (Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas) Ministerio de Transportes Movilidad y Agenda Urbana.

A lo largo de su vida profesional ha ocupado las Direcciones Generales de: Carreteras e Infraestructuras, Evaluación Ambiental, Urba-

Un "MAL" a bordo de los buques: la "MAMPARITIS"

Por R. Villa, Dr. I. N. n° 2943



Si acudimos a la RAE, nos define el "mamparo" como un término marítimo utilizado para denominar a las planchas de hierro con que se divide en compartimentos el interior de un barco. Con esta definición ya nos podemos imaginar que los mamparos son como las "paredes" de un barco, explicándolo de una forma coloquial. Sin embargo, y aunque no me gusta usar términos que no aparecen en el diccionario de la RAE, me gustaría destacar que existe un mal a bordo de los buques, que casi todo marino ha padecido, y que se conoce coloquialmente con el nombre de "mamparitis". Este fenómeno, más cercano a un estado de ánimo que a una enfermedad, se produce como resultado de tener que trabajar, vivir y convivir en un espacio reducido y confinado, el buque, durante un intervalo de tiempo muy prolongado.

INTRODUCCIÓN:

El mal de la "mamparitis" es un fenómeno que no existe oficialmente con ese nombre, pero que todo marino conoce, y que se produce como resultado de estar varios meses embarcado sin ver tierra. Entre las razones que ayudan al nacimiento de este fenómeno indeseable, que puede convertir en un ser irascible al más tranquilo de los humanos, se pueden encontrar algunas de las siguientes causas:

- Confinamiento y aislamiento a bordo.
- Convivencia con escasas personas, y a veces de múltiples nacionalidades.
- Miedo a los accidentes y a las enfermedades (salvo excepciones, no existen médicos a bordo).
- Exceso de trabajo por existencia de tripulaciones reducidas.

- Instalaciones portuarias avanzadas (que cada vez "dificultan" más el que los marinos puedan desembarcar y pisar el muelle de los puertos).
- El contrato (ya que a veces no se sabe con certeza cuando se va a desembarcar, ni dónde).
- Extensiones del tiempo de campaña (anunciadas en el último momento).
- Condiciones meteorológicas adversas (temporales, mar gruesa, etcétera).
- Problemas familiares (ante los que poco se puede hacer desde la distancia).
- Averías a bordo que empeoren la calidad de vida (por ejemplo, una avería del aire acondicionado en una zona de navegación con temperaturas extremas).

El periodo de embarque de los marinos, se ha reducido respecto a lo que era antiguamente,

pero todavía supone un intervalo de tiempo que generalmente suele superar los tres meses. Ante estos periodos tan largos, una vez superado el ecuador del embarque, puede aparecer el temido mal que nos vuelve seres irascibles ante situaciones en las cuales, en otro momento de la vida, o con anterioridad en ese mismo embarque, se hubiera actuado de manera diferente.

Entre los síntomas de la aparición de la "mamparitis", que obviamente dependerán de cada persona, se podrían destacar los siguientes: susceptibilidad, negatividad, ansiedad, actuaciones depresivas, agresividad o incluso estados de ira. En general aparecerán una serie de factores conflictivos, que, en otros momentos no se hubieran manifestado de una manera tan virulenta. A veces estos compartimentos incluso se acentúan según se va acercando la ansiada fecha del desembarque.

En cualquier caso, los resultados negativos de este fenómeno, se han modificado a lo largo de los años, de la misma manera que ha avanzado el transporte marítimo. Obviamente los periodos de embarque son muy diferentes a los que vivieron Magallanes y Elcano hace 500 años, pero, aun así, si preguntamos a marinos vivos sobre sus experiencias, muy diferentes serán las respuestas de los octogenarios, respecto a las de los marinos actuales.

La principal diferencia radica en los tiempos de los periodos de embarque. Recuerdo que, en los tiempos de mi padre, embarcaban once meses al año, y descansaban uno de vacaciones. De aquella "crueldad" se fue mejorando a unos periodos de embarque más razonables, en los que a fecha actual lo normal es embar-



Figura 1. Simulación camarote en EXPONAV



Figura 2. Comedor de Marinería del buque Juan Carlos I



Figura 4. Sollado de Marinería del buque BPE Juan Carlos I



Figura 3. Simulación de un aseo de una fragata moderna en EXPONAV

car unos cuatro meses, aunque como siempre, existen excepciones.

Evidentemente la vida a bordo de los buques, es muy diferente dependiendo del tipo de barco, y de las condiciones en que en ellos se navegue. Esto hará que las opiniones de las personas sean muy diferentes dependiendo de la categoría del encuestado, del tipo de contrato que tenga, del tipo de buque (y compañía) en el que navegue, de la clase de marina a la que pertenezca (mercante, pesca, recreo, de guerra) y del tipo de navegaciones que realice.

¿Por qué afecta esto? Pues porque esto nos supondrá que podamos saber con anticipación detalles tan importantes como cuánto tiempo durará el embarque, en qué fecha y lugar desembarcaremos, quién será nuestro relevo, o cuánto tiempo tendremos de vacaciones hasta el siguiente embarque.

Otro gran problema a bordo, es el llevarse mal con otra persona embarcada. Hay que pensar que probablemente se tenga que desayunar,

comer y cenar con ella, por lo que lo mejor será intentar llevarse bien con todo el personal a bordo. Aunque por otro lado también es verdad que a veces, con tantas horas de guardia (de ocho a doce diarias), y con tan poca tripulación, puede que hasta sea difícil el poder relacionarse con el resto de personal embarcado, en el caso de los grandes buques. Hay casos de tripulantes, que aun estando en el mismo buque, pueden estar muchísimos días sin verse, por estar en guardias diferentes, y trabajar en zonas diferentes del barco.

LA SOLEDAD DEL MARINO:

El tema de la soledad varía mucho con las personas y con los distintos tipos de buques. Existen marinos que llevan muy mal el confinamiento, y lo que aún es peor, transmiten ese malestar. Aunque navegar parezca que sirve para conocer mucho mundo, hay que tener en cuenta que se trata de una actividad que implica una serie de dificultades que se deben conocer antes de apostar por esta vida.

La vida en aislamiento, que se convertirá durante unos meses en pura rutina, nos alejará de los problemas familiares cotidianos que se estén produciendo en tierra, y de alguna forma hará que estemos menos preocupados por esos problemas, ya que en realidad poco podremos hacer por solucionarlos desde el buque. Eso sí, a veces serán de tal impacto, que será muy difícil no venirse abajo (la pérdida de la pareja, el fallecimiento de un familiar, notificación de un accidente o enfermedad de alguien cercano, etcétera).

En el buque, la mayor parte de la tripulación conoce perfectamente sus tareas, ya que estas suelen estar desarrolladas en procedimientos. Esto ayuda a la planificación, y a la búsqueda de la rutina diaria. El buque es lo que en Derecho se conoce como una "institución total", lugar donde un grupo de hombres y mujeres viven y trabajan, sometidos a una jerarquía, aislados de la sociedad, y durante un prolongado periodo de tiempo en el cual estarán apartados de la vida exterior. El que ese grupo de personas encuentre esa rutina, puede significar el éxito durante el tiempo de embarque. A veces he llegado a encontrar un paralelismo entre el día a día en un buque, y el que vivió Bil Murray en 1993 cuando rodaba la película "Atrapado en el tiempo", famosa porque el protagonista, meteorólogo de televisión, no conseguía escapar del "Día de la marmota" en el que había quedado atrapado, y que se repetía cada veinticuatro horas.

Siempre existen personas que nunca se vienen abajo, igual que existen otras que nunca se marean, pero lo normal es que la mayoría terminen sufriendo por los largos meses de embarque. Y como ya he citado, uno de los factores que influirá en ese grado de soledad, será el tipo de barco en que se navegue. No es

comparable la vida en un gran buque de pasaje, con la vivida en un gran barco petrolero, en un portacontenedores, en un buque de pesca o en un buque de guerra.

En los buques de pasaje, la diferencia es obvia. Aunque el periodo de embarque pueda ser similar al que se realiza en otros buques, la vida a bordo cambiará mucho, al igual que aumentará el número de visitas a puertos, y en general la posibilidad de poder relacionarse. Pero pensando en la típica vida en un barco conviviendo con una tripulación de unas quince personas, la cosa cambia. Un buque petrolero, o portacontenedores, podría estar dotado de esa tripulación. En esos buques hay que buscar las rutinas. Por el contrario, la vida en los buques de guerra, en cuanto al número de tripulantes, también es muy diferente a la de los buques mercantes, ya que los fines de las misiones y sus sistemas, exigen mayor número de personal embarcado.

LOS MOMENTOS DE OCIO:

Hace poco tiempo me preguntaron que, si en los buques existían sábados, domingos y festivos. A lo que yo contesté que no, pero que se trataba de que lo pareciesen. Me explico. Obviamente el trabajo principal de los marinos a bordo es la realización de guardias y trabajos, y esas tareas hay que realizarlas obligatoriamente a diario, aunque siempre, dependiendo del tipo de buque, se tiende a intentar realizar algo especial los domingos, para que lo parezcan. Uno de esos intentos es el de procurar relajar ese día el número de trabajos, independientes de las guardias, para que el personal pueda estar un poco más descansado, y poder hacer así algún juego especial o simplemente poder disfrutar de un momento de ocio diferente.

Y otro buen intento se suele realizar en el momento de la comida. Ese encuentro tan especial del día, se puede convertir en el referente del domingo. El otro día me recordaba Mercedes Marrero, la primera mujer capitán de la marina mercante de nuestro país, que navegando nos acordábamos de que era domingo, cuando a la hora de la comida veíamos la paella.

¿Qué se puede hacer a bordo en el tiempo libre? Vamos a pensar que estamos navegando en ese gran petrolero o portacontenedores. Si las condiciones meteorológicas lo permiten, podremos pasear. Tendremos varios cientos de metros de cubierta, en donde podremos trazar una ruta por la que dar vueltas alrededor del petrolero, o por la que avanzar por debajo de los contenedores. De todas formas, me gustaría destacar tristemente, que estos paseos vistos desde lo alto del puente de gobierno, se asemejan a los que realizan los presos en las cárceles.

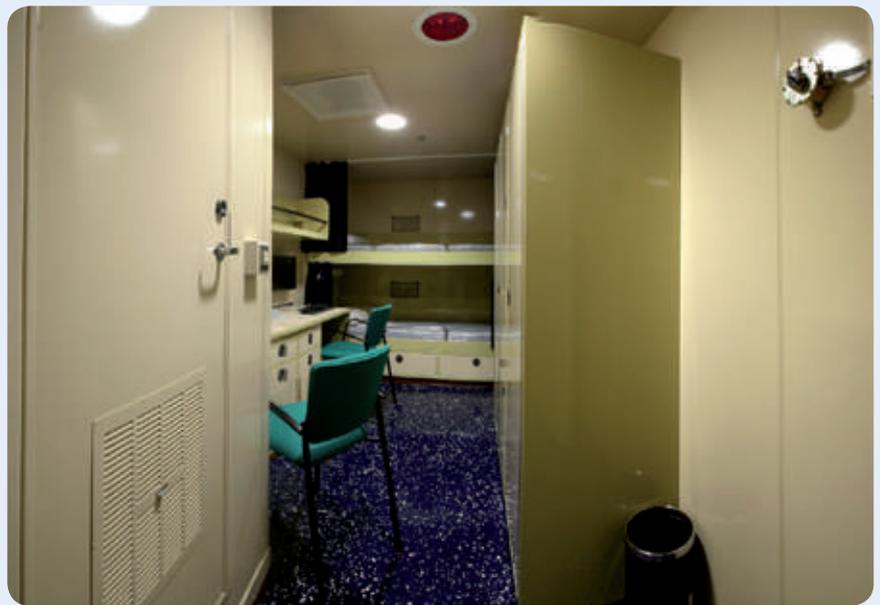


Figura 5. Camarote de Oficiales del BPE Juan Carlos I



Figura 6. Comida de "domingo" en pruebas de mar del BPE Juan Carlos I



Figura 7. Un servidor exhibiendo su captura de pesca en el año 2002



Figura 8. Sala de Estar del BPE Juan Carlos I



Figura 9. Jaime Oliver trabajando en su estudio (Fuente: Oliver Design)



Figura 10. Las tres generaciones de "Oliver" con su equipo (Fuente: Oliver Design)

¿Y qué más podremos hacer? Pues de nuevo, si la meteorología acompaña, se podría tomar el sol en alguna cubierta. No es raro tener oportunidad de encontrar algún momento de asueto para realizar estos menesteres.

¿Y nos podremos dar un baño? En los tiempos de Magallanes y Elcano, los marinos de la época se bañaban en el mar, aunque eso hoy en día es impensable, salvo en el caso de algún buque fondeado. Pero en la actualidad, si los marinos tienen suerte, todavía podrán darse ese baño. Existen petroleros que por ejemplo tienen una pequeña piscina en popa (al aire libre), donde pueden bañarse a la vez cinco o seis personas (buen plan para un domingo), y recuerdo algún portacontenedores donde existía una pequeña piscina interior, cubierta, con el agua a 27 grados de temperatura. De nuevo, e insisto, los barcos de pasaje con sus piscinas, bares y discotecas, son otro mundo, aunque hay que resaltar que tampoco esos locales están pensados para uso y disfrute de la tripulación.

¿Y aparte de los paseos y baños podremos hacer más deporte? Pues también hay barcos

que disponen de un pequeño gimnasio. Recuerdo un buque portacontenedores en el que había uno que tenía una bicicleta estática (eso sí, con un portillo con vistas al mar), un saco de boxeo y una mesa de pingpong. Además, junto a él había una pequeña piscina climatizada, pero suficiente para darse un chapuzón. Incluso si tenemos mucha suerte, y somos aficionados a la pesca, aprovechando alguno de los fondeos que lleve a cabo nuestro buque, podremos hacernos con alguna buena pieza.

¿Y cómo es la vida social en las cámaras y lugares de descanso? Hace 25 años, en la época de las cintas de vídeo de VHS, las cámaras eran muy frecuentadas a las horas que se emitían las películas. Pero hoy en día todo ha cambiado. La mayoría de los tripulantes se encierran en sus camarotes con sus ordenadores y cada uno tiene sus propios entretenimientos (películas, música, juegos, etcétera).

LA HABILITACIÓN DE LOS BUQUES:

Uno de los condicionantes que más afecta a la construcción de los buques es el de la seguridad en la mar (SOLAS). Cumplir con los requisitos del

SOLAS ha sido siempre una de las razones por la que los buques se construían seguros, pero a veces poco pensados para el disfrute de sus pocos tripulantes. La habilitación de los buques, obviamente va a ser muy dependiente del tipo de buque, y de su tamaño, pero siempre se debe hacer un esfuerzo en su mejora, pensando en los futuros moradores del buque, a pesar de que no sean los que lo encarguen y paguen. Ya sabemos que no se podrá hacer lo mismo en un petrolero que en un pesquero, pero esto no debe ser óbice para que no nos preocupemos por su bienestar, por el ruido que padecerán, por sus cocinas, etcétera.

En este sentido me gustaría destacar a un ingeniero naval vasco llamado **Jaime Oliver Pérez, quien un día pensó que**, si la seguridad de los buques ya estaba garantizada, por qué no dar un paso adelante en la búsqueda de la calidad de la vida en la mar. La idea surgió, entre otros motivos, porque un día en una visita a un buque observó a un marinero en albornoz que tenía que recorrer la cubierta exterior de un buque para poder acceder a los aseos.

Oliver, en su búsqueda de la mejora de la habitabilidad de los buques, se centra en escenarios y entornos más ergonómicos, donde se pueda combinar trabajo, ocio y descanso. Son muchos sus proyectos, con más de cincuenta años de experiencia en diseño y arquitectura naval en todo tipo de buques, y muchos de ellos innovadores.

En la actualidad, Oliver Design, con tres generaciones de "Oliver" trabajando juntos (Jaime, su hijo Iñigo, y su nieto Iñi), siguen luchando por mejorar la habilitación de interiores, e incluso abarcando la gestión integral de un proyecto, pero siempre trabajando con un alto grado de imaginación y creatividad, algo no

muy habitual en los ingenieros navales de hoy en día. Hace poco más de cuatro meses Jaime Oliver disfrutaba transmitiendo su "energía de arquitecto naval" en sus dependencias en Bizkaia, a los futuros ingenieros navales que surgirán de Ferrol.

EXPRESIONES MARINAS COLOQUIALES:

Siempre me ha resultado curioso observar la gran atracción que los temas del mar suelen ejercer en las gentes de tierra adentro, y escuchar cómo nacen metáforas marineras referidas a episodios de la vida ordinaria. Por ello existen muchas expresiones marineras, o relacionadas con la mar, que se han trasladado al lenguaje coloquial, con un significado diferente. Algunas están recogidas en la RAE con ese segundo significado, y otras no. Así se podrían destacar algunas muy usuales tales como: "abordar", "cada palo que aguante su vela", "caer en las redes", "como pez en el agua", "contra viento y marea", "cortar el bacalao", "donde hay patrón no manda marinero", "enrolarse", "existe marejada", "hacer aguas", "indicar el rumbo", "irse a pique", "mar de fondo", "naufragar", "navegar contra corriente", "pelillos a la mar", "perder el norte", "poner la proa a alguien", "salir a flote", "tener agallas", "tirar por la borda", "tocar fondo", "viento en popa", y "zozobrar".

Ahora me gustaría destacar alguna expresión marinera relacionada con el confinamiento, pero que no ha sido trasladada al lenguaje coloquial, y que por lo tanto no es tan internacionalmente reconocida. Ya hemos visto que la "mamparitis" es una de esas expresiones, pero no es la única. En los buques, tal como nos está ocurriendo ahora en el confinamiento que acabamos de vivir, se tiende mucho a la creación de bulos y a la propagación de la rumorología. Por ello, en un buque, cuando "interceptamos una milonga", se tiende a preguntar que, si ese rumor ha surgido de "radio mamparo", o "radio escobén" (el escobén es el orificio en la roda del buque por el que sale el ancla y la cadena en el fondeo). En tierra para este tipo de hechos solemos utilizar la expresión "radio macuto". Un rumor muy típico a bordo suele estar relacionado con cuál será el siguiente puerto de escala, en aquellos buques donde este dato se desconoce. En nuestro confinamiento actual las redes sociales están siendo las grandes precursoras de los bulos.

Otra expresión muy curiosa a bordo, y también conocida internacionalmente (aunque no es específica del confinamiento), es la manera en la que la tripulación denomina al capitán del barco. Este suele ser conocido como "el viejo". Expresión curiosa que no sé si estará relacionada con el dicho "A barco nuevo, capitán viejo".



Figura 5. Camarote de Oficiales del BPE Juan Carlos I

Por otro lado, en España también existen expresiones en tierra, relacionadas con la mar, pero que solo se conocen en determinadas provincias marineras. Por ejemplo, en Cádiz, cuando los chavales juegan al fútbol y chutan el balón muy alto y este cae a un tejado inaccesible, utilizan la expresión "el balón se ha embarcado", en referencia a que el balón ha quedado aislado, tal como quedan los marineros embarcados.

CONCLUSIONES:

Después de leer este artículo, seguramente habrá quien se esté preguntando que cómo se puede saber si un tripulante está padeciendo la fatídica "mamparitis", o lo que aún es más difícil, cómo se podría luchar contra ella para vencerla. Respecto a esto último, siendo consciente de que se trata de una pregunta más bien para un psicólogo, diría que habría que luchar contra ella a base de sufrimiento, y muchas veces escuchando los consejos de los más sabios, los marinos veteranos. Pero respecto a la primera cuestión, la de saber si una persona padece el mal, puedo dar unas ligeras indicaciones fruto de la experiencia. Podremos detectar que una persona está siendo absorbida por el mal de los buques, cuando empiece a gritar más de lo normal, cuando ante nimiedades actúe de manera desproporcionada, cuando no pare de criticar a todo aquel que se cruce en su camino, cuando padezca una enfermedad "fantasma" que le aparezca en todos los embarques de forma repetitiva, o en los casos más extremos, cuando comience a hablar sola o aparezcan en ella síntomas de ira. A veces, vistos desde la distancia, algunos de estos casos se podrían encasillar como graciosos, aunque vividos de cerca, les aseguro que no lo son tanto.

Hay causas que pueden ayudar a acelerar este mal a bordo. Momentos del día tan queridos como el de la comida, pueden convertirse en el detonador de la aparición del mal,

si esta no cumple las expectativas generadas (a veces la escasez de los alimentos puede hacer que las comidas bajen de calidad por reducción de los mismos, o porque se repitan con asiduidad). También el estado de la mar es otro factor que afecta en el carácter a bordo. Vivir sometido a fuertes golpes de mar (pantocazos), es muy diferente a navegar con la mar como un plato. Esta última permite que el personal descansa mejor, y que afronte el día posterior con mejor ánimo, y con más posibilidades de ser menos susceptible ante los hechos del día a día en el buque.

Como conclusión final, me gustaría destacar que la única forma real que existe de anteponerse a la aparición del mal de los buques, o de conseguir que desaparezca una vez que ya se haya materializado, es con capacidad de sufrimiento. Y por supuesto esta capacidad dependerá de cada persona, ya que cada tripulante tendrá sus propios límites, y obviamente los tripulantes nerviosos siempre lo pasarán peor que los más tranquilos. La "mamparitis" no deja de ser un reflejo de la personalidad de cada persona, y de su comportamiento ante la vida en aislamiento y confinamiento. Probablemente el tipo de personas que sufren más en los barcos, será el tipo de personas que más sufran en confinamientos como el que hemos vivido este año en nuestros hogares, provocado por la aparición del temido coronavirus, que ha intentado, y a veces logrado, minar nuestra salud psicológica. Probablemente las redes sociales, tan positivas para muchas cosas, también hayan tenido su parte de culpa en la aparición de la "mamparitis" en casa, debido al gran volumen de información transmitida, no siempre dotada de información veraz y positiva.

Por todo ello nunca olvidemos este refrán marinero: "Penas y olas, nunca vienen solas". Y entendamos el respeto al mar de los marinos porque: "El que ha naufragado, teme al mar aún calmado". Y siempre recordemos que: "No existe persona de mar, que no se pueda ahogar". ■

“Propulsión a chorro en Proa: Eficiencia y Energía Renovable”. Eficiencia Energética en Buques

Proyecto de Investigación

Gerardo García Lage¹ y Raúl Villa Caro²

¹ Arquitecto Naval (I.T. Naval), MSc (Energía). Traxanko Ingeniería Naval.

² Dr. Ingeniero Naval. Universidad de la Coruña.

Trabajo presentado en el 58º Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima, celebrado en San Fernando del 24 al 25 de octubre de 2019.

Índice

Resumen / Abstract

1. Introducción
2. Objetivo
3. Hipótesis planteadas
4. Método de diseño
5. Maniobra y eficiencia
6. Conclusiones
7. Bibliografía

Resumen

En la búsqueda de incrementar la Eficiencia en buques, se presenta un sistema en Proa mediante propulsores a chorro (Waterjet) que mejoran la maniobrabilidad y generan electricidad limpia. Abordar estas ventajas implica el análisis de diferentes hipótesis, por su interés técnico y teórico, al reducir costes, tiempos y distancias en las curvas de evolución, en las maniobras de atraque-desatraque o minimizar riesgos de colisión contra estructuras marinas, portuarias u otros buques.

El estudio parte de dos perspectivas clave para incrementar la eficiencia;

- La función principal, donde los nuevos propulsores a chorro en la proa desarrollan su función tradicional, auxiliando al buque, y
- Una función secundaria, reutilizándose el propulsor a chorro instalado en la proa como un sistema de recuperación de energía cinética. Es decir, como un generador, aportando electricidad limpia distribuyéndose a diferentes sistemas del buque.

En este diseño disruptivo, la Inercia del Buque generada por los grandes desplazamientos sumada a la presencia de viento facilita generar electricidad limpia, incluso a altas velocidades, sosteniendo la potencia eólica las pérdidas por Resistencia al Avance. Se pretende con este trabajo proporcionar una alternativa diferenciadora en la Industria Naval capaz de generar empleo de alto valor añadido y multitud de sinergias.

Abstract

In the search to increase Efficiency in ships, a bow system is presented by means of jet propulsion that improve maneuverability and generate clean electricity. Addressing these advantages involves the analysis of different hypotheses - for its technical and theoretical interest- by reducing costs, times and distances in the evolution curves, in docking-undocking maneuvers or minimizing collision risks against marine structures, ports or other vessels.

The study starts from two key perspectives to increase efficiency:

- The main function, where the new jet thrusters in the bow develop their traditional function, helping the ship, and
- A secondary function, reusing the jet propulsion installed in the bow as a system of kinetic energy recovery. That is, as a generator, providing clean electricity distributed to different ship systems.

In this disruptive design, the Inertia of the ship generated by the great displacements added to the presence of wind facilitates the generation of clean electricity -even at high speeds- thus the losses produced by the Resistance to the Advance are sustained by the wind energy. The aim of this work is to provide a differentiating alternative in the Naval Industry capable of generating high added value employment and a multitude of synergies.

1. Introducción

Actualmente, en el mundo globalizado, independientemente el sector a tratar se está produciendo un cambio de paradigma en diferentes áreas de la industria, comercio o sociedad. Esta nueva visión de la realidad está enfocada, sobre todo, en el incremento de la Eficiencia Energética en todos los procesos u operaciones diarias desarrolladas en torno a la actividad humana. El buen uso y aprovechamiento de la energía se convierte en uno de los pilares para alcanzar cotas más altas de eficiencia.

Por todo ello, conceptos como "Smartcity", "Smartport" o "Smartship" están cada vez más presentes en las agendas políticas del panorama internacional con el objeto de legislar favoreciendo su impulso. Estos conceptos, comunes entre sí, precisan de un despliegue tecnológico alto al interactuar sobre los procesos conectados a la misma red de comunicación o energía.

En este sentido, la incorporación de Tecnologías de la Información y Control (TIC) serán imprescindibles para una buena gestión de los datos facilitando, así, la toma de decisiones de la organización donde aplica. Se establece, por tanto, un nuevo paradigma focalizando desde una visión global, o única, al integrar todas las variables posibles en la configuración de una nueva ciudad, puerto o buque con capacidad de interactuar entre ellos. Hoy en día, las redes de distribución de energía se orientan a la descentralización de la red general eléctrica buscando mayor autosuficiencia energética en el consumidor final al generar su propia energía de origen renovable, esto conlleva dos escenarios beneficiosos:

- Abarata la factura energética.
- Reduce la carga en la red general.



Figura 1. Imagen didáctica sobre el concepto Smart al implementar un sistema de la información TIC donde la información es volcada a una Nube (cloud) común disponible para los operadores integrados en el sistema. Puede observarse a modo orientativo los sistemas están conectados entre sí y serán dirigidos desde un Centro de Control encargado de la gestión de datos. Fuente: Google Images.



Figura 2. Plataforma digital "Port Community System" desarrollado por la empresa Belike específicamente para el Puerto de Valencia con la finalidad de mejorar los procesos y aumentar competitividad en la gestión de los tráficos marítimos y stock de mercancías. Modelo de gestión a través de las nuevas tecnologías de la información mejorando la conectividad entre todos los agentes implicados en un servicio de transporte "puerta a puerta" permitiendo a todos los operadores contar con información real en todo momento, e interactuar en el mismo instante, mejorando la velocidad de los tránsitos. Plan maestro diseñado para implementar en el Puerto de Valencia en la búsqueda de aumentar la competitividad y reducir costes. Fuente: <https://www.valenciaport.com/>

Una de las claves para una buena distribución de esta energía renovable y gestión de datos se basa en la incorporación de las mencionadas tecnologías TIC al facilitar la monitorización, análisis y gestión de los datos volcados a una nube común a todos los operadores de esa microrred, véase **Figura 1**, con el fin de agilizar los tránsitos de mercancías, planificar mantenimientos o resolver incidencias en tiempo real.

Según lo explicado, los Puertos internacionales están transitando hacia el concepto Smartport y "Puerto Verde" produciéndose una transformación en el sector. Todas estas nuevas realidades nacen de diferentes acuerdos, pactos y legislaciones desarrolladas específicamente por diferentes organismos y países con el objeto de reducir las emisiones de CO₂ y bajar la presión, en definitiva, ejercida sobre el planeta.

Esta digitalización de los procesos repercute en el conjunto de la organización por sinergias, fortaleciendo todas las áreas implicadas. La relación ciudad-puerto se incrementa al interactuar entre ambos de una manera más estrecha redirigiendo todo tipo de recursos dentro de la red de distribución común evitando gastos o costes innecesarios en las distintas operaciones diarias.

A mayor abundamiento, en el Puerto de Valencia se desarrolló un Plan Director Tecnológico encaminado a facilitar la integración de las nuevas tecnologías con el objetivo de mejorar su arquitectura de la red de información y energía en la búsqueda de aumentar la eficiencia en su red de transporte marítimo y por carretera. Esto repercute en el conjunto de la organización al disminuir tiempo en los procesos o costes de consumo en las activi-

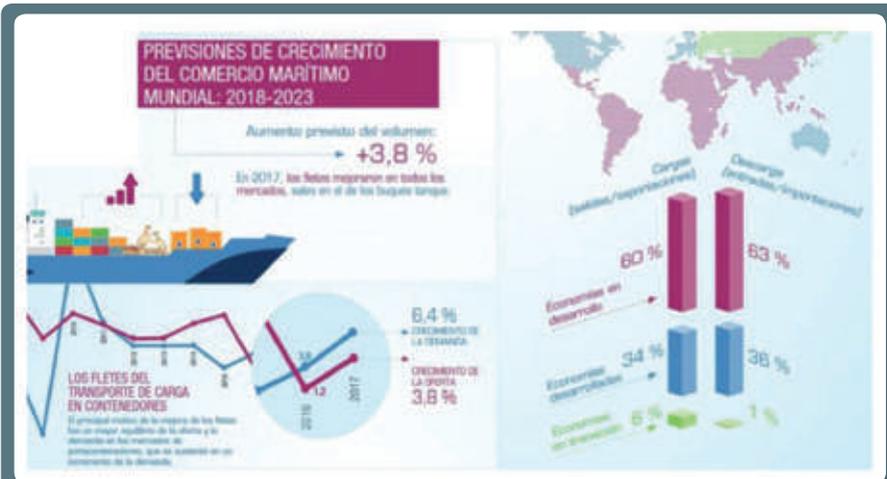


Figura 3. Previsión de incremento en el transporte marítimo y su incidencia sobre los países en desarrollo. Fuente: UNCTAD. https://unctad.org/es/PublicationsLibrary/rmt2018_es.pdf

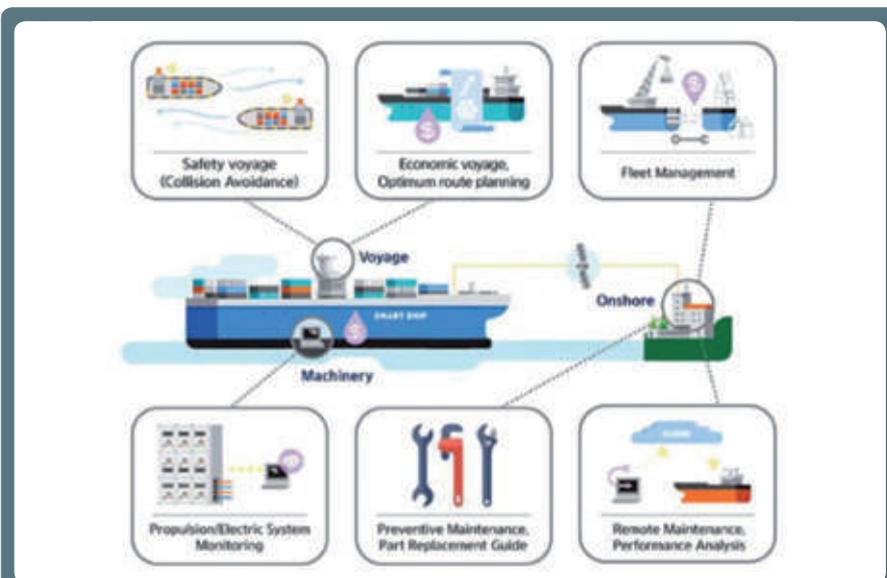


Figura 4. Sistema de gestión aplicado a los nuevos buques y basado en las nuevas tecnologías de la información. Esto incrementa la conectividad y autonomía de los buques mejorando su eficiencia, también facilita una perfecta coordinación con la Autoridad Portuaria al advertir con mucho tiempo de antelación los servicios específicos que precisa tras la navegación. Sistema denominado Integrated Smart Ship Solution (ISSS) y desarrollado por la empresa Hyundai Heavy Industries (HHI). Fuente: Lloyd's Register. Enlace: <https://www.lr.org/en/latest-news/hyundai-heavy-industries-announces-integrated-smart-ship-solution/>

dades del puerto en la gestión de mercancías, esto tiene una vital importancia en los nuevos escenarios de transporte intermodal que se avecinan en el futuro inmediato. En la **Figura 2**, se indica en qué consiste la plataforma digital implementada en el Puerto de Valencia.

Esta transformación tecnológica y energética está recogida en diferentes planes, acuerdos o legislación con el fin de ser implementados lo antes posible. Todas estas iniciativas, y acuerdos, buscan un descenso de porcentajes significativos de CO₂ -entorno al 20-30%- en las instalaciones portuarias y recogidas en el Documento EU COM (2013) Final la "Integración de las emisiones procedentes del transporte marítimo en las políticas de reducción de gases de efecto invernadero de la UE", estando asociadas a los planes europeos contra el cambio climático recogidos en sus directivas de Transición

Energética (Directiva 2010/31/UE y Directiva 2012/27/UE), entre otras resoluciones.

Según la UNCTAD (*Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo*) en su último informe¹ los puertos deben replantear su papel en la logística marítima mundial acometiendo una transición tecnológica y digital, tras reconocer el propio sector marítimo el incremento de la eficiencia de los puertos es crucial, para una buena planificación y el liderazgo portuario bajo los parámetros establecidos a nivel mundial con el Desarrollo Sostenible. Este organismo de vigilancia también prevé un crecimiento sostenido para los próximos años entorno al 4% en el comercio marítimo internacional como indica la **Figura 3**.

La Unión Europea contempla en sus planes de desarrollo sostenible incrementar el uso

del transporte por ferrocarril estableciendo un sistema con nodos logísticos de mercancías, relegando, poco a poco, al tráfico por carretera a un segundo plano allí donde sea posible. Ante el aumento del tráfico de contenedores y una mayor especialización de los puertos junto a la aparición de un nuevo concepto de "Smart Ship" o Buques inteligentes, más eficientes y autónomos, la UNCTAD aconseja a los operadores portuarios se anticipen a los cambios para atender la creciente demanda ofreciendo una gama alternativa de servicios aún por explotar, o poco consolidados, posibilitando el aumento del *Hinterland* portuario.

A medida que pasa el tiempo y mejora la tecnología los grandes buques pasan menos tiempo en puerto pues se reducen las operaciones gracias a los procesos automatizados y los sistemas (TIC), ya mencionados, del "internet de las cosas" que facilitan mucho las tareas al proporcionar una información real permitiendo interactuar de inmediato dando solución a los posibles imprevistos.

Según lo explicado, la relación ciudad-puerto se ve incrementada, de igual modo la relación "puerto-buque" adopta otra dimensión en su manera de interactuar anticipando con mucho tiempo la entrega de información. Hoy en día, la Industria Naval, está desarrollando toda una nueva gama de procedimientos con el fin de reducir consumos y emisiones, esto se debe, en gran medida, al Índice IMO de Eficiencia Energética de los Diseños (EEDI) y el Plan de Gestión de la Eficiencia Energética de los Barcos (SEEMP) que establece una serie de regulaciones en referencia a la eficiencia en las nuevas construcciones.

Por ello, todos estos esfuerzos facilitarán una dinamización sectorial en los puertos con el objetivo de resultar atractivo al nuevo modelo de buques inteligentes (Smartship) -con alta autonomía- que demandarán determinados servicios (véase **Figura 4**) hasta ahora no explorados por las Autoridades Portuarias. En 2019, y en línea con esta introducción, la OMI (*Organización Marítima Internacional*) introduce el concepto para un nuevo sistema de buques designado bajo el nombre **e-Navigation** con el objetivo de incrementar la seguridad de la navegación en los buques comerciales a través de una mejor organización con tecnologías TIC y mejorar la gestión de todo tipo de datos generados en las operaciones de los buques.

Llegados a este punto de la introducción, cabe mencionar, en los puertos del futuro el operador del buque, diferentes navieras, etc. están impulsando esta transformación con la implementación en sus buques de multitud de sistemas basados en aplicaciones digitales, energías renovables o sistemas de almacenamiento de energía con la intención de cumplir

con los objetivos fijados en los acuerdos internacionales (*Libro Blanco, Cumbre de Malta, Acuerdo de París, etc.*). En este sentido, la Comisión Europea, sitúa al Transporte Marítimo en uno de los pilares fundamentales de sus políticas e insta, a los Estados miembros, a seguir el plan marco Blue-Growth con el fin de reducir la contaminación en los océanos y los gases de combustión del transporte marítimo.

El Programa Marco -Our Ocean- emitido por la Unión Europea está siendo implementado por diferentes organismos y Autoridades Portuarias con la intención de adecuar sus instalaciones a las medidas establecidas para una gestión sostenible de los recursos y espacios, en paralelo, a la reducción de emisiones CO₂, NOx y SOX, entre ellos, puede destacarse, el Puerto de Vigo o la *Cámara de Navegación Internacional* al declarar su compromiso² formal de implementar medidas correctivas reduciendo en más de un 20% sus emisiones contaminantes, entre otras medidas en la misma línea de incrementar la eficiencia.

Por tanto, y a la vista de lo expuesto, diferentes Administraciones y entidades privadas se están viendo obligadas a una reestructuración rápida, a corto plazo, con la intención de no perder competitividad pudiéndose ver comprometida al no disponer de las herramientas necesarias, exigidas en el futuro inmediato, por conllevar el riesgo de aumentar el número de procesos diarios. Esto tiene su importancia a la hora de perder tráficos por no disponer de servicios de operación, por ejemplo, el sistema OPS -Onshore Power Supply- (véase **Figura 5**), sistemas de mantenimiento o avituallamiento adecuados, que serán clave y ya están siendo demandados por diferentes navieras al dotar a sus buques con tecnología de última generación en almacenamiento de energía, gestión eficaz de desperdicios o control remoto, entre otros. Exigiendo, además, una alta capacitación en el personal portuario pues deberá enfrentarse a operaciones, o trabajos, en muchas ocasiones aún no explorados en la industria.

En la **Figura 6** siguiente, se indica un prototipo basado en una nueva generación de buques por control remoto donde la tecnología digital de la información y la gestión de la energía a bordo serán clave para su desarrollo. Es por ello, la Industria Naval y las Autoridades Portuarias, junto a operadores privados, deben planificar códigos, pautas e integrar softwares con la capacidad de comunicarse entre ellos, mediante protocolos internacionales de comunicación SCADA, ICCP, CIM, OCPP, etc. regulados por la IEC TC 57 (*International Electro Technical Committee*).

Es preciso entonces, reorientar los diseños navales en la búsqueda de nuevas eficiencias no exploradas todavía por no disponer de la

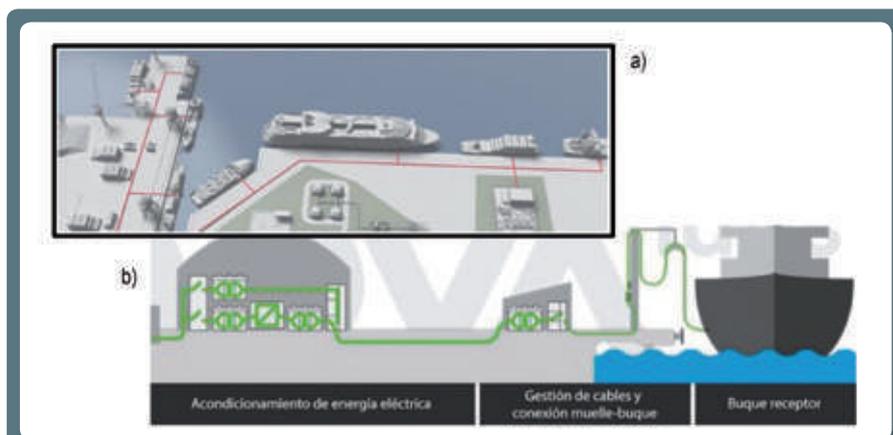


Figura 5. En la figura superior a) puede observarse diferentes tipos de buques conectados a una red de distribución eléctrica en una solución presentada por ABB. En la figura inferior b) se indica en qué consiste el sistema OPS donde el buque atracado a muelle se conecta al suministro eléctrico del puerto pudiendo apagar máquinas mientras esté en las instalaciones evitando la emisión de gases de los motores. Fuente: ABB y Google Images



Figura 6. Prototipo de un buque "Smart" de mercancías autónomo dirigido a control remoto desde una Estación de Operaciones en tierra. Se indica también una ilustración con el volcado de datos de esta nueva generación de buques a una nube, siendo supervisada por la Autoridad Portuaria y gestionada, entre otros, por diferentes operadores privados implicados en el trasiego de la mercancía. Fuente: Rolls Royce. Enlace: <https://www.rolls-royce.com/products-and-services/defence/naval.aspx> Fuente: ABB y Google Images

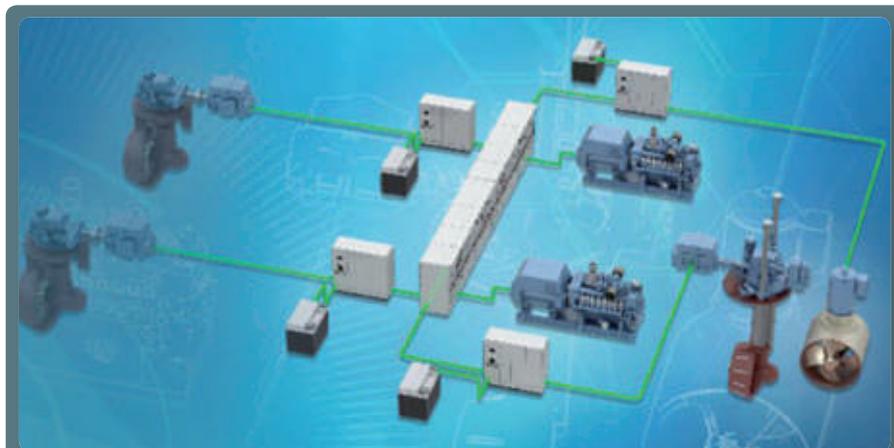


Figura 7. Esquema sistema propulsivo híbrido diésel-eléctrico propuesto por Rolls Royce con capacidad de almacenar energía al integrar un sistema de baterías de la familia Li-Ion. Este sistema permite ahorrar consumos de hasta un 30%. Fuente: Rolls Royce

tecnología, o no contempladas en toda su dimensión. Ante esto, diferentes Ingenieros y Arquitectos navales están diseñando buques innovadores integrando sistemas que permitan mayor autonomía o generar su propia energía a partir de fuentes renovables.

En esta transición, y entrando en el fondo de este artículo, la nueva generación de buques irá dotado con sistemas altamente eficientes

en el aprovechamiento de la energía, acondicionando espacios para equipos de distribución de energía y sistemas de almacenamiento acoplados. La empresa Rolls Royce, por ejemplo, presenta una serie de esquemas eléctricos y configuraciones dotando a los buques con baterías junto a un sistema de propulsión híbrido Diésel-Eléctrico (véase **Figura 7**), que reduce significativamente los excesos de potencia reduciendo los consumos.

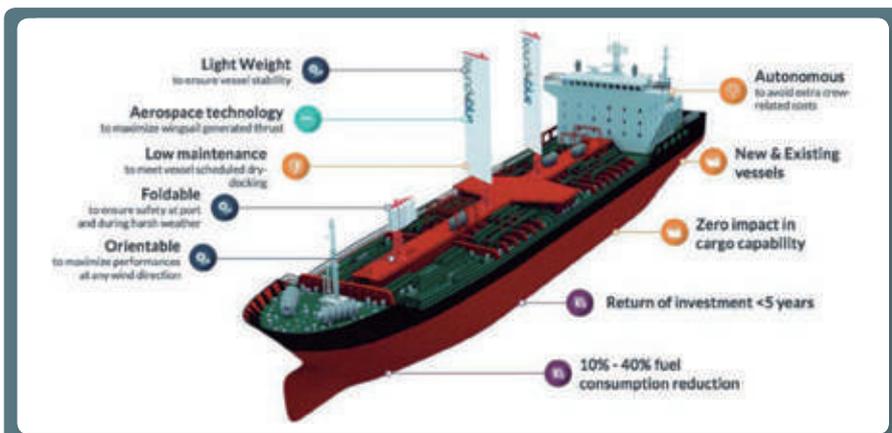


Figura 8. Buque propuesto por la empresa Bound4blue dotado con dos velas rígidas, un sistema de turbinas en la quilla y sistema de almacenamiento de gases capaz de reducir el consumo hasta un 40% según ensayos. Fuente: Bound4Blue Enlace: <https://bound4blue.com/es/>



Figura 9. Dos tipos de propulsor auxiliar en proa. En la figura de la izquierda se encuentra un propulsor en túnel cuya instalación es fija en el bulbo de proa. En la derecha puede observarse un propulsor en proceso de situarse verticalmente tras desplegarse hidráulicamente de su ubicación en el interior de un recinto acondicionado para él. Fuente: Google Images.

Otras alternativas disruptivas se están imponiendo en una industria tan conservadora como la Naval pero que debe mantenerse abierta y flexible a los nuevos cambios. Multitud de sinergias entre diferentes disciplinas, procedimientos o sistemas están surgiendo gracias al desarrollo de la tecnología que impedía hasta ahora ciertas configuraciones por su excesivo tamaño, complejidad o coste.

Llegados a este punto, es necesario comprender, una multitud de opciones se abren ante la industria Naval con el objeto de reconfigurar los procedimientos de navegación, carga y descarga o maniobras del buque. Por ello, y a la vista de todo lo indicado, se expondrá en los siguientes apartados de este trabajo un nuevo sistema capaz de operar en sinergia con multitud de sistemas en el buque. A partir de la información disponible, y tras una serie de análisis, se considera preciso iniciar un trabajo de investigación riguroso basado en el incremento de la Eficiencia del buque en diferentes maniobras a partir del estudio de los propulsores auxiliares de proa.

Profundizando un poco más, con el fin de justificar este novedoso sistema, se aportarán una serie de indicaciones, recomendaciones y alternativas con la finalidad de sustituir los Bow Thrusters (hélice de maniobra) actuales en diferentes buques, siendo idóneos para

ello, por un sistema de Propulsión a chorro *-Waterjet-* en la proa del buque. Mejorando así la maniobrabilidad del buque en las operaciones portuarias, o incluso en navegación, al reducir las curvas de evolución, evitar accidentes o colisiones. Todo ello sumado a un sistema de generación eléctrica que entrará en funcionamiento en maniobras programadas tras un estudio riguroso de la incidencia del nuevo sistema en navegación.

Estos sistemas *Waterjet*, con alto rendimiento a altas velocidades, también ofrecen altísimas prestaciones de empuje a bajas velocidades, o con el buque parado, proporcionando una serie de ventajas de operación muy beneficiosas en comparación con las hélices de maniobras actuales de proa, muy limitadas por esfuerzos estructurales, velocidad del buque o calado. Es importante indicar, el coste de la instalación, en determinados buques de gran eslora, se ve reducido considerablemente al sustituir dos hélices actuales, una con orientación babor y otra orientación estribor, por una sola unidad de *Waterjet* convenientemente dimensionado para ejercer el empuje suficiente demandado por el buque.

2. Objetivo

En este trabajo se pretende mejorar la eficiencia del buque al sustituir los actuales pro-

pulsores de proa por un sistema de propulsión a chorro. Con la peculiaridad de trabajar en dos condiciones:

- Auxiliando al buque en maniobras de todo tipo factibles para su activación.
- Produciendo electricidad en determinados momentos favorables de navegación.

El objetivo principal se enmarca en el incremento de la Eficiencia del buque al mejorar su maniobrabilidad y repercutir directamente en otros sistemas implicados en la navegación con una reducción de consumo asociada. La principal ventaja, a destacar, sobre los sistemas actuales es su función de apoyo al timón principal en popa evitando, así, un excesivo deterioro de éste por vibraciones excesivas o sobrepresión tras esfuerzos. Y esto tendrá su importancia en los mantenimientos futuros.

Se hará una propuesta integrando una doble configuración, atractiva desde un punto de vista económico, y que permitirá incrementar de manera notable la funcionalidad del buque al generar electricidad en condiciones favorables para el diseño propuesto. Atendiendo a los sistemas de vela rígida planteado en la introducción se hace necesaria su inclusión en esta investigación por su capacidad de multiplicar los beneficios de la nueva propulsión propuesta para proa.

En la **Figura 9**, aparecen indicados sistemas auxiliares de propulsión en proa instalados actualmente en multitud de buques.

Esta funcionalidad captador-propulsor no está presente en ningún equipo en proa actual desperdiciándose multitud de energía en la navegación, sobre todo, por inercia y viento favorable de popa. Los actuales propulsores auxiliares de proa, como se comentó, tienen diferentes restricciones siendo una de las más importantes la velocidad de trabajo, no pudiendo superar en muchas ocasiones los 5 nudos por ser ineficaces. Esto limita considerablemente la capacidad de maniobra del buque.

En muchas ocasiones, estos propulsores auxiliares, no están fijados en la proa, sino que se encuentran escondidos en la estructura y son desplegados según necesidad, aunque también presentan diferentes problemas, entre otros, relativos al calado quedando limitada su operación a la profundidad de trabajo óptima. Por todo ello, es conveniente presentar alternativas que pueden ser muy beneficiosas para la industria si se desarrollan de una manera profesional con todas las garantías para alcanzar los más altos estándares en su diseño e integración en el buque.

Para una mayor comprensión del concepto planteado se indica, en la **Figura 10**, su dispo-

sición en el buque al ser relevante para apartados siguientes.

Presentado este actual sistema que será sometido a estudio, y que servirá de referencia para iniciar la hipótesis, en la **Figura 11**, se indica la función a desempeñar en el buque.

Sirviendo estas capacidades actuales del propulsor auxiliar, como referencia, es preciso explicar en qué consiste el Waterjet brevemente y cómo está instalado en el buque actualmente.

En la **Figura 12** se muestra un ejemplo del sistema donde una entrada en el fondo del barco aspira agua del mar dirigiéndola por un conducto hasta una hélice situada en una sección de la tubería más estrecha con el objetivo de impulsar el agua a presión en forma de chorro.

Es interesante mencionar, este sistema, es adaptable a equipos propuestos en trabajos propios anteriores trabajando en sinergia con las hélices de proa modificadas para trabajar en modo de recuperación de energía cinética generando electricidad, según se explicó al implementar un sistema KERS en las hélices actuales junto a una tubería específica desarrollada para buques de grandes inercias. En una integración paulatina, el Waterjet, también puede trabajar de manera conjunta con este sistema KERS incrementando la eficiencia.

Otro de los sistemas de interés para este estudio es el sistema de Schottel, representado en la **Figura 13**, con características similares, aunque siendo un concepto diferente.

Para una mayor aproximación del objetivo que se pretende alcanzar en este trabajo se presenta el mismo sistema Waterjet, pero reubicado en la proa del buque siendo en la actualidad el único sistema a chorro instalado en las proas de los buques y denominado Omni Thrusters. En base a este sistema, indicado en la **Figura 14**, comenzará el desarrollo de la nueva propuesta con diferentes ventajas operativas.

Tras esta recopilación de datos se pretende por tanto adaptar el Waterjet a la proa utilizando un concepto diferente y disruptivo que permita, además propulsar el buque, generar electricidad en diferentes momentos favorables.

Principalmente, y tras diferentes modificaciones para su adaptación, se pretende con este sistema novedoso evitar consumos innecesarios, mejorar la arrancada y freno del buque, reducir el número de colisiones minimizando el riesgo de accidentes por falta de maniobrabilidad en proa, entre diferentes ventajas que serán explicadas a lo largo de los siguientes



Figura 10. Diferentes disposiciones de propulsores auxiliares en proa utilizados en trasatlánticos de gran eslora. Es importante para este trabajo el número y disposición de los propulsores, se puede observar cada buque está acondicionado con diferente número de hélices auxiliares, apareciendo 4 en la imagen superior izquierda, 3 en la derecha y 2 en la imagen inferior. Fuente: Google Images. Fuente: ABB y Google Images

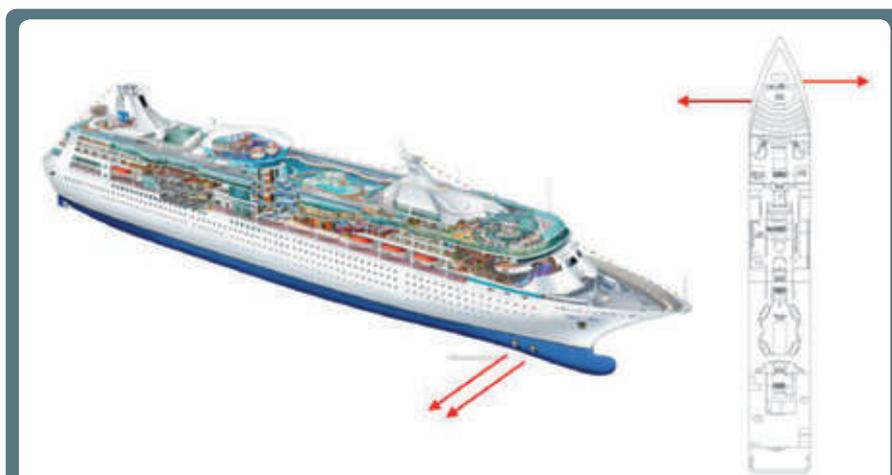


Figura 11. Buque en perspectiva con flechas indicando la dirección del vector que representa la fuerza de empuje del propulsor de proa. En el plano en planta se indica las opciones de empuje de la configuración actual del buque, con un propulsor empujando a babor y el otro a estribor. En ambos casos la fuerza de empuje es perpendicular al buque. Fuente: Google Images y elaboración propia.

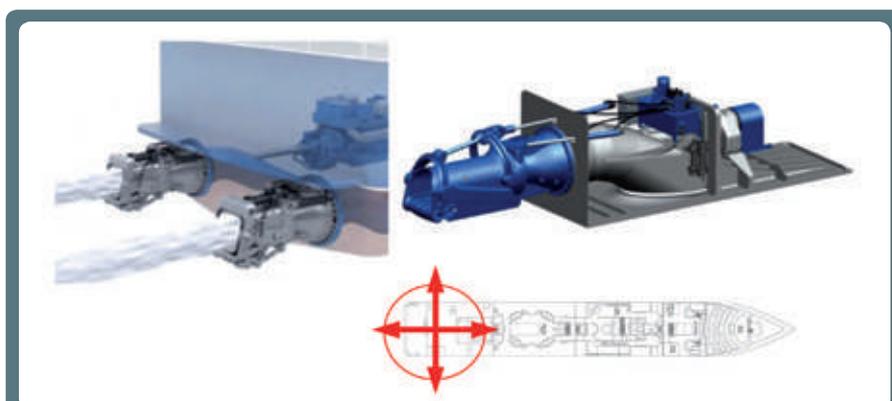


Figura 12. Sistema Waterjet instalado en popa. Este sistema ofrece diferentes ventajas a altas velocidades respecto a las hélices de popa convencionales como menor resistencia por apéndices. La maniobrabilidad permite giros de 360° al dirigir el chorro en cualquier dirección mediante unas salidas que recirculan el chorro según convenga. Fuente: Google images y elaboración propia.

apartados. Teniendo presente el propulsor a chorro es compatible con la producción eléctrica tras rediseño de su funcionalidad actual en popa y tras su reubicación en proa con el objetivo de potenciar su operatividad, según esto, y tras el citado sistema KERS se proyectan las modificaciones pertinentes para posibilitar la doble función de captador-propulsor,

siendo el Alcance de este trabajo el planteamiento de una serie de propuestas encaminadas a mejorar el rendimiento del buque, en general, desde un punto de vista energético y operativo.

En base a lo expuesto en este apartado, en la **Figura 15**, se expone una comparativa de ren-

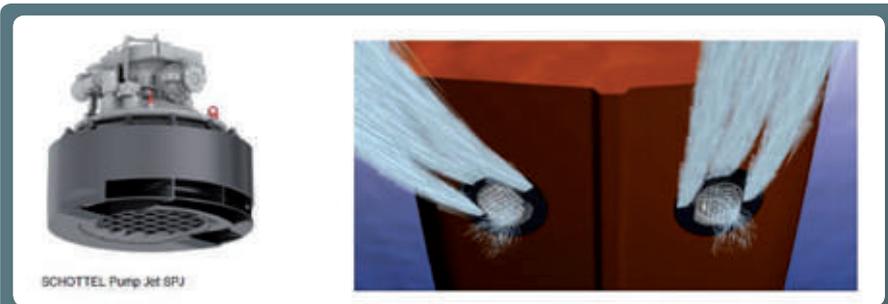


Figura 13. Sistema Waterjet en popa de Schottel con opción independiente de dirección en cada propulsor. Una bomba succiona el agua que es expulsada a chorro por unos conductos situados en la misma entrada de agua siendo un diseño más compacto. Fuente: Schottel. <https://www.schottel.de/marine-propulsion/spj-pump-jet/>

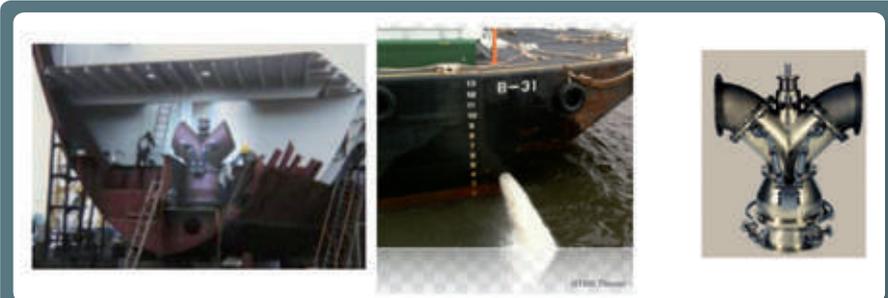


Figura 14. Sistema Waterjet desarrollado por Omnithruster JT. La aspiración se encuentra como el sistema de Schottel en el fondo del barco y las salidas están orientadas a los costados. Fuente: Omnithruster. <http://www.omnithruster.com/jtbrochure.pdf>

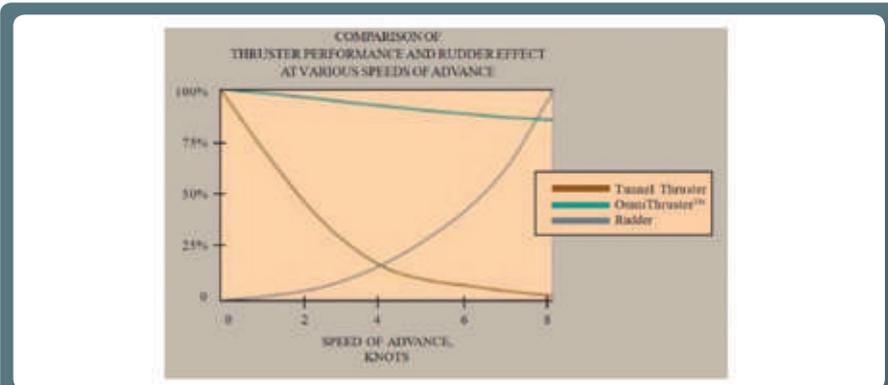


Figura 15. Comparativa entre sistema a chorro y convencional respecto al porcentaje de potencia y la velocidad. Se muestra también el efecto timón respecto a ambos propulsores. Fuente: Omnithruster. <http://www.omnithruster.com/jtbrochure.pdf>

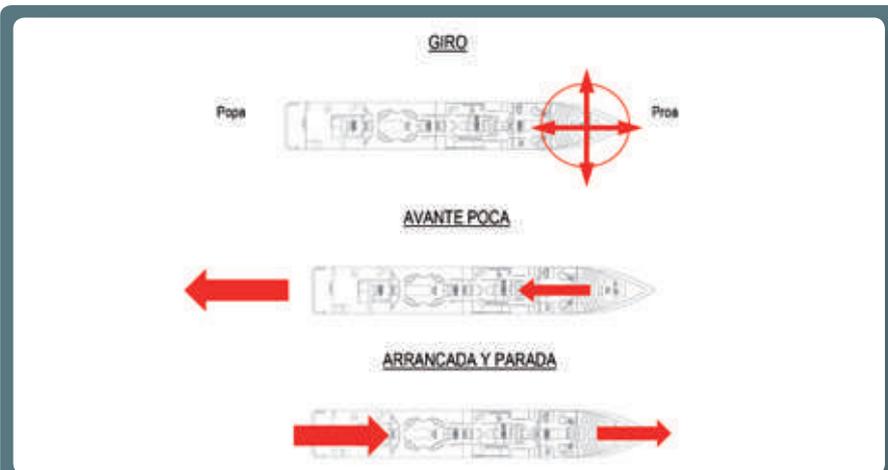


Figura 16. Representación de las fuerzas que actúan en el buque en las 3 condiciones planteadas. Las fuerzas en proa permiten un giro total, mientras en el inicio de la marcha con avance poco el motor principal dispone de una fuerza extra en proa en el mismo sentido que la propulsión principal. En la maniobra de arrancada y parada se produce el mismo efecto que en la Avante, en sentido contrario al avance, sumándose ambos vectores. Esto puede suponer una reducción del combustible en cada maniobra al precisar menor potencia en popa. Se supone en popa hay una hélice convencional. Fuente: Elaboración propia.

dimientos entre el sistema con bow thruster y Waterjet.

3. Hipótesis planteadas

En un contexto realizable, sujeto a crítica, se presentan una serie de hipótesis que necesitan ser verificadas lo antes posible por el método científico, es decir, tras su validación en diferentes ensayos de laboratorio e hidrodinámicos. Es conveniente, por tanto, introducir al lector en este apartado y disponga de la máxima información, con la exposición de los sistemas a tratar enfrentándolos a su nueva disposición tras incrementar su funcionalidad.

Hipótesis 1

Planteando la primera hipótesis desde un punto de vista funcional, un Waterjet en proa asegura unas ventajas de inicio que deben ser consideradas en profundidad. Es evidente, una de ellas, es la operatividad al disponer de un giro del propulsor de 360° aumentando considerablemente la capacidad de maniobra en la proa. En línea con este planteamiento el timón de popa tendrá una ayuda extra en multitud de instantes a diferencia de los actuales propulsores al no disponer de opción de variar la dirección. También, se advierte una mejora evidente en la arrancada al oponerse al avance, de igual modo, en avance poca o frenada ayudando a la máquina principal, esto entra en relación con el aumento de eficiencia al reducir el consumo del motor principal.

En la **Figura 16**, se plantea esquemáticamente estas aportaciones restringidas para los actuales propulsores de proa con empuje vertical al buque, en contraposición, el nuevo sistema está constantemente dando servicio a la máquina principal, trabajando en conjunto. Esto puede regularse mediante software respondiendo ambos propulsores a golpe de timón.

Siguiendo con el planteamiento de estas maniobras auxiliando al buque, y dentro de la primera hipótesis, el nuevo dispositivo permite otra posibilidad inalcanzable para los bow thrusters convencionales por su ineficacia, o en el caso de los desplegados por estar expuestos a grandes presiones. En esta nueva configuración el Waterjet trabaja en condiciones óptimas a altas velocidades, permitiendo controlar la cavitación y otros problemas asociados a las hélices típicas de manera más eficaz con mantenimientos menos costosos. En la **Figura 17** puede observarse el efecto que se produciría al evolucionar el buque sobre sí mismo y con máquina avante, el Waterjet funciona de segundo timón aliviando los esfuerzos en el principal.

Hipótesis 2

Desde un punto de vista de la seguridad en navegación, los buques, están bajo la influencia de multitud de riesgos que pueden propiciar un accidente. En la mayoría de los casos, y en relación con esta segunda hipótesis planteada, la inercia del buque es un factor fundamental en la mayoría de las colisiones contra diferentes estructuras u otros buques.

He aquí donde situamos el planteamiento de la nueva hipótesis, como elemento de auxilio del buque, incrementando cualitativamente la seguridad y minimizando riesgos, en la secuencia mostrada en la **Figura 18**, se indican las trayectorias con deriva a colisión, sin o con propulsión a chorro, vislumbrando el posible aporte del chorro a presión en proa.

En los grandes desplazamientos, los bow thrusters convencionales, no tienen operatividad para minimizar riesgos a velocidades superiores a 5 nudos, así, el efecto tractor del empuje queda limitado por la dirección del vector sin poder acomodar la trayectoria a la demandada por el timón en popa. La ventaja del sistema planteado en esta hipótesis versa sobre esa capacidad de ofrecer una componente en el ángulo preciso para minimizar lo máximo el consumo de combustible desarrollando unas nuevas curvas de evolución, bien estudiadas, adecuadas a la potencia del chorro en proa y la influencia en la metida del timón en popa. Incluso, si fuera preciso, disponer de una componente de la fuerza de empuje en dirección opuesta a la trayectoria del buque. Estas fuerzas propiciadas por la inercia de un gran buque originan las derivas hasta el impacto por malas decisiones del Capitán, o en último escenario, por entrada en avería con pérdida de motor o timón, según se representó en la hipótesis 2.

Si a partir de aquí, realizamos la misma metodología para las maniobras de atraque y desatraque, el buque gana en prestaciones con extra de potencia ganando velocidad más rápido y en su operatividad al reducir las curvas de evolución y las distancias de la parada total. Siendo importante en el análisis tanto el consumo por potencia entregada con o sin chorro de la máquina principal y el coste adicional por la presencia o no de remolcadores en las maniobras para situarlo en el muelle, pues un propulsor a chorro podría evitar menor número y tiempo de servicios de remolque.

Hipótesis 3

En este tercer planteamiento, se utilizará una propuesta basada en varias hipótesis conectadas entre sí en torno a la función secundaria, donde la generación de energía, inercia y la influencia de la resistencia al avance corregida

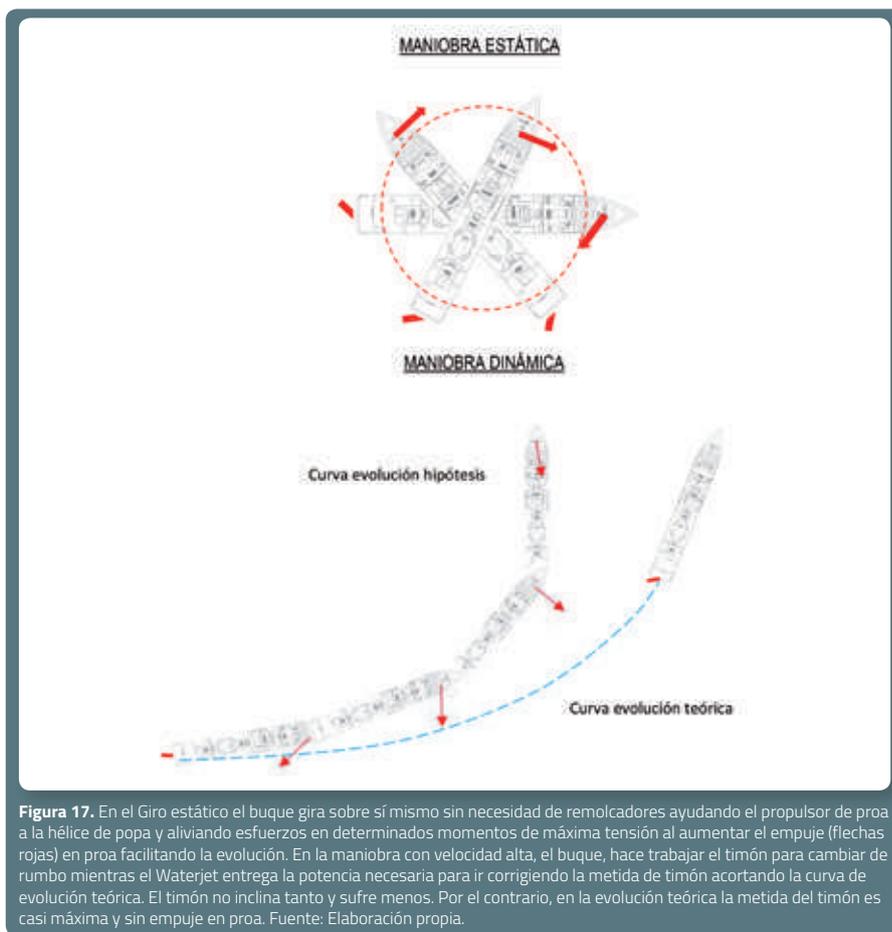


Figura 17. En el Giro estático el buque gira sobre sí mismo sin necesidad de remolcadores ayudando el propulsor de proa a la hélice de popa y aliviando esfuerzos en determinados momentos de máxima tensión al aumentar el empuje (flechas rojas) en proa facilitando la evolución. En la maniobra con velocidad alta, el buque, hace trabajar el timón para cambiar de rumbo mientras el Waterjet entrega la potencia necesaria para ir corrigiendo la metida de timón acortando la curva de evolución teórica. El timón no inclina tanto y sufre menos. Por el contrario, en la evolución teórica la metida del timón es casi máxima y sin empuje en proa. Fuente: Elaboración propia.

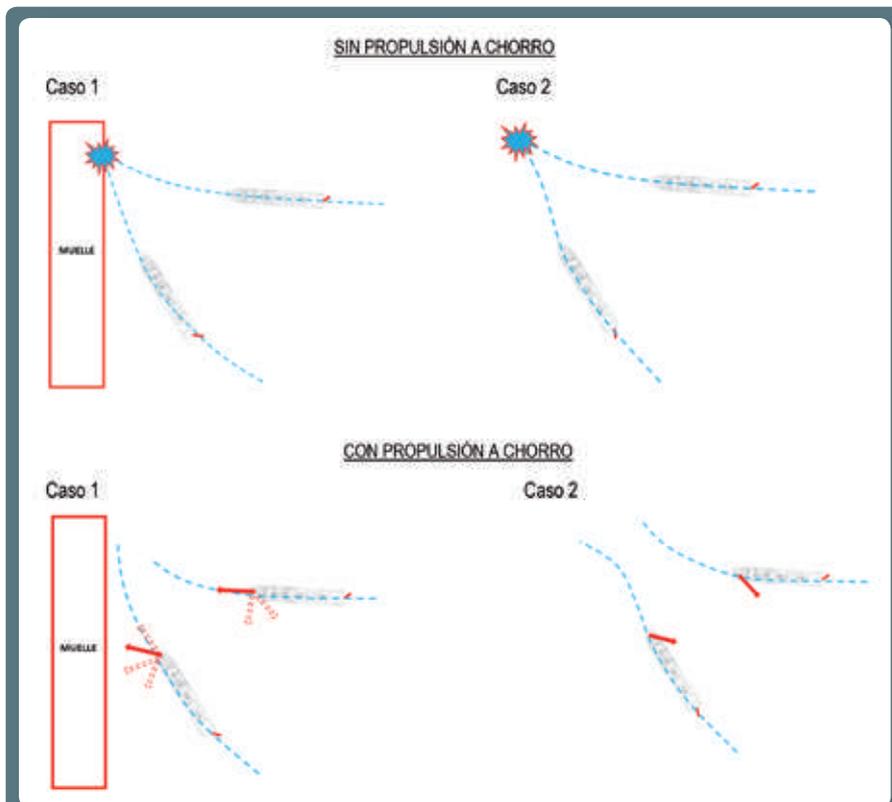


Figura 18. Representación esquemática de deriva del buque con o sin propulsor a chorro en proa. En la actualidad, existen diferentes ejemplos sobre colisiones como las detalladas en la explicación sin chorro. Sin embargo, la teoría física indica la evolución de la curva del buque con un chorro de alta potencia en proa interfiere en la trayectoria lógica modificando la deriva al dirigir el chorro en el ángulo preciso para cada tramo, incluso, enfrentándose al avance apoyando a la máquina principal al freno reduciendo cuantitativamente la distancia de parada. Por ello, se propone una investigación profunda y rigurosa capaz de despejar cualquier duda como la planteada en estas hipótesis. Fuente: Elaboración propia.



Figura 19A. El buque está sometido a diferentes fuerzas en esta hipótesis, la Resistencia al Avance indicada en color azul marino, opuesta a las potencias entregadas por la máquina principal y el chorro de proa, indicadas con flechas rojas. La flecha azul cian indica la dirección del agua en la entrada hacia el Waterjet. En la figura inferior, se indica la trayectoria que sigue el agua tras pasar por el water jet transcurriendo por debajo de la quilla y empujando al buque (indicado con flechas negras) hacia arriba reduciendo posiblemente el consumo al exponer menos casco al rozamiento bajo el agua. Fuente: Elaboración propia.



Figura 19B. En esta representación se indica cómo trabajaría el water jet produciendo electricidad, esta cualidad no está disponible en ningún propulsor a chorro o hélice de proa del mercado. Tras modificación de la caja de cambios y liberar la hélice, se distribuye la energía mecánica mediante engranajes hasta el motor eléctrico que podrá generar electricidad al funcionar como un generador. Esta representación indica el viento (flecha violeta) empuja de popa aportando unos nudos extra, esos nudos servirán a grandes velocidades para abrir el dispositivo en proa y generar electricidad aprovechando la alta velocidad del buque. En esta hipótesis, por tanto, se plantea una incidencia positiva de este sistema en presencia de viento con dos ventajas que pueden permitir su activación:

1. Una fuerza de viento capaz de sostener la resistencia generada a mayores por la apertura del sistema para generar electricidad.
2. Una fuerza de componente vertical y ascendente que levanta el buque mientras genera electricidad al desalojar el agua por la quilla.

Fuente: Elaboración propia



Figura 20. El buque está dotado con velas rígidas para aprovechar los vientos favorables, en esta condición, el sistema se vuelve muy favorable para la producción eléctrica sin apenas pérdidas que serán sostenidas por el viento en su totalidad al incrementar la superficie de incidencia. Esto sumado a la sustentación del buque por las fuerzas ascendentes generadas bajo el buque permitiendo ofrecer menos superficie mojada a la Resistencia al Avance parece indicar un efecto positivo en el incremento de la eficiencia durante la navegación, pudiendo incluso derivar la energía generada a la máquina principal quemándola directamente reduciendo en un % elevado la quema de combustible. Teniendo presente la frecuencia de vientos en rutas largas, la hipótesis planteada se vislumbra de alto rendimiento. Basado en concepto de Oliver Design y Bound4Blue. Fuente: Elaboración propia.

Si en estas circunstancias favorables existe una ganancia capaz de generar electricidad en presencia de viento, y levantando el buque, es evidente, si el buque está preparado con sistemas de velas rígidas incrementará su eficacia reduciendo aún más los consumos y sosteniendo la generación eléctrica sin pérdidas por apertura del casco para entrada de agua hacia el water jet, y que se entenderá mejor en el apartado referente al Diseño. En la **Figura 20**, se introduce esta nueva hipótesis.

4. Método y diseño

Tras los planteamientos realizados en las hipótesis del apartado anterior se comienza en este punto la exposición de la metodología y el diseño asociado para conseguir un alto rendimiento. Antes de comenzar, será preciso recordar, la propuesta realizada para la conversión de los bow thrusters convencionales en generadores eléctricos y detallado en la investigación presentada en el Congreso de Ingeniería Naval en Barcelona (2017) titulado, "Método y sistema de generación eléctrica en un buque" fundamentándose en la recuperación de energía cinética en diferentes maniobras de aproximación a costa, o reducciones de velocidad donde las altas inercias están presentes.

En la **Figura 21**, se introduce a este sistema que estará relacionado directamente con la Hipótesis 3 del apartado anterior en presencia de viento o al programar las aproximaciones según la inercia generada por el desplazamiento del buque y la velocidad de navegación.

Atendiendo a esta metodología se plantea el nuevo diseño a partir del wáter jet y basándose en el mismo concepto de la figura anterior, con la salvedad de la evacuación del agua, que no será por los costados, sino que será dirigido al fondo del barco por la línea de crujía. Esto tiene sus ventajas como se explicó en las hipótesis desarrolladas en el apartado anterior al levantar el buque sobre el agua, mejorando, además, la maniobrabilidad en su conjunto. Se dispone por tanto una nueva configuración con el objeto de presentar alternativas capaces de incrementar la eficiencia del buque, no sólo desde un punto de vista de mejorar la maniobra sino ofreciendo una visión competitiva, realista y con gran potencial de producir electricidad tras mínimas modificaciones, sumando todo esto, al alto valor añadido generado en todas las etapas de su desarrollo y fabricación.

Llegados a este punto, y tras explicar la metodología, consistente en principios ya abordados se expone a continuación el nuevo prototipo proyectado para sustituir los

por el propulsor a chorro en proa, con o sin presencia de viento, tendrá una influencia importante en el comportamiento del buque en determinadas circunstancias óptimas al ayudar a la máquina principal a reducir potencia. Esto tiene una importancia vital para el buen funcionamiento de la tecnología en lo relativo a la generación eléctrica y la reducción de consumos con presencia de viento, puesto que la

propuesta contemplada por Omni Thruster será incapaz de igualar con su actual diseño. Se plantea en la **Figura 19**, y basándose en estudios de José Ramón Larburu, la influencia positiva en la Resistencia al Avance al exponer menos obra viva bajo el agua. Este fenómeno se produce por empuje positivo del agua al ser desalojada bajo la quilla "levantando" el casco y ofreciendo menos resistencia al Avance.

actuales Bow Thrusters por propulsores a chorro, debido a ciertas ventajas asociadas a una buena adaptación del water jet a la proa del buque para obtener todas las capacidades planteadas en este documento, y justificar, desde una perspectiva de la eficiencia su instalación, sin olvidar, el ahorro asociado en coste de todo tipo que conllevaría sustituir dos Bow Thrusters por un solo water jet que será capaz de realizar la misma función que los dos anteriores.

El nuevo Diseño adaptado con water jet y objeto de este trabajo, se presenta a continuación.

En la **Figura 22**, se presenta la nueva disposición del propulsor a chorro en proa realizando una integración similar a su disposición en popa.

En la **Figura 23**, se detalla un poco más este sistema por secciones.

Por terminar con este apartado, se expone ahora la modificación para calados bajos, indicado en la **Figura 25**.

5. Maniobra y eficiencia

Tras las diferentes hipótesis quedan muchas incógnitas por despejar, en esta investigación, aunque se propusieron soluciones para un alto rendimiento del dispositivo en diferentes maniobras en situación estática y dinámica. Se hace preciso profundizar en todas las condiciones de maniobra planteadas u otras que puedan surgir.

El papel de este artefacto en presencia de viento se vislumbra altamente competitivo si el buque está dotado de elementos de captación de vientos favorables de popa, favoreciendo la producción eléctrica a alta velocidad. Esto quedará mejor explicado con la aportación a esta investigación del compañero y Doctor Ingeniero Naval, Raúl Villa, al presentar un estudio sobre la influencia de los vientos en las popas de los buques mercantes en situación favorable. Por introducir en este estudio, solamente con las superficies de popa expuestas al viento ya se generan ganancias en la velocidad incrementando algunos nudos en la navegación que pueden ser clave en los grandes trasatlánticos con áreas en su superficie de popa muy amplias.

Esto tiene sus beneficios desde el punto de vista de la eficiencia pues esa ganancia aportada por el viento puede ofrecer dos escenarios favorables para el buque, siendo:

- Reduciendo las revoluciones del motor principal, y con ellos los consumos, dejando el viento sustituya esa entrega de potencia del motor mientras esté presente.

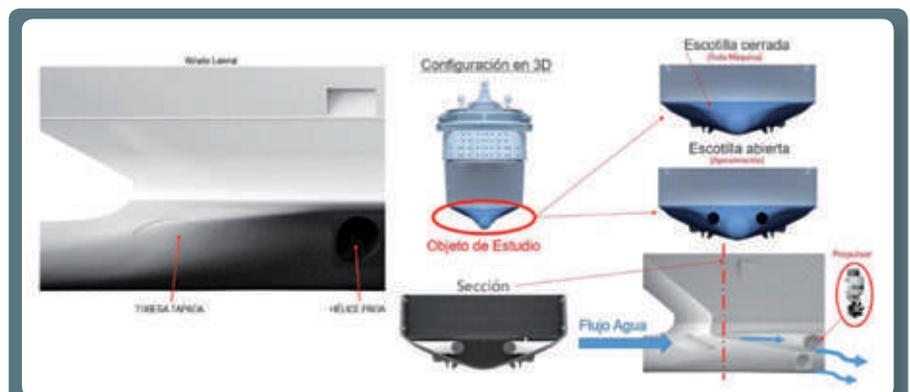


Figura 21. Investigación sobre el sistema KERS aplicado a las hélices de proa. La hélice de proa se reubica para permitir la instalación de una tubería que será abierta en diferentes maniobras favorables con el objeto de producir grandes cantidades de energía eléctrica, sobre los 3,3 MW a velocidad de 16 nudos por costado. Pudiendo aprovechar las aproximaciones a costa para su explotación. Fuente: Elaboración propia.

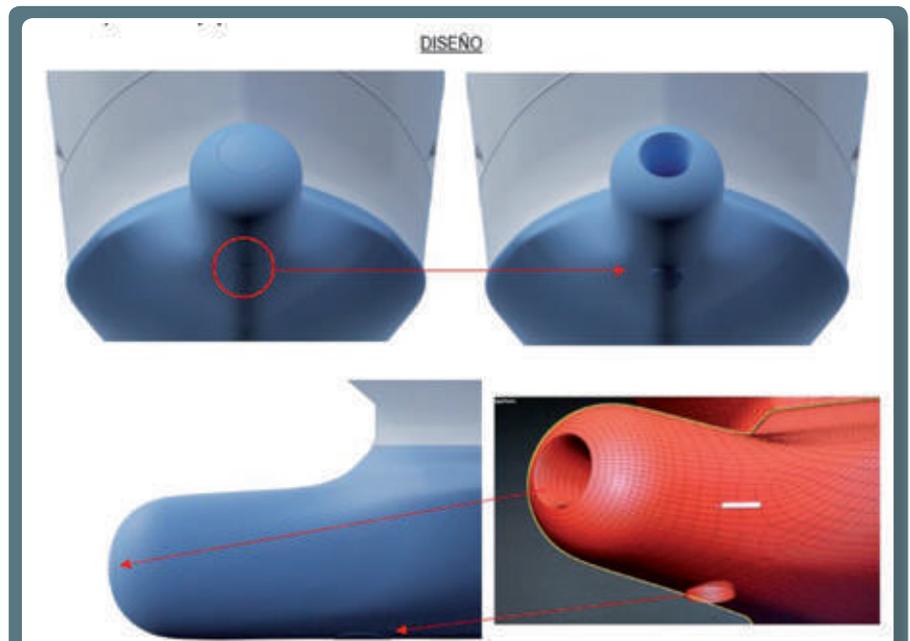


Figura 22. Vista frontal y desde abajo con el sistema abierto y cerrado. La entrada es diseñada para buques con calados constantes donde el bulbo siempre está en condición sumergida permitiendo trabajar perfectamente al wáter jet. En buques donde no existe esa posibilidad se desarrolla un sistema doble que será explicado a continuación. Fuente: Elaboración propia con Eduardo Araujo.

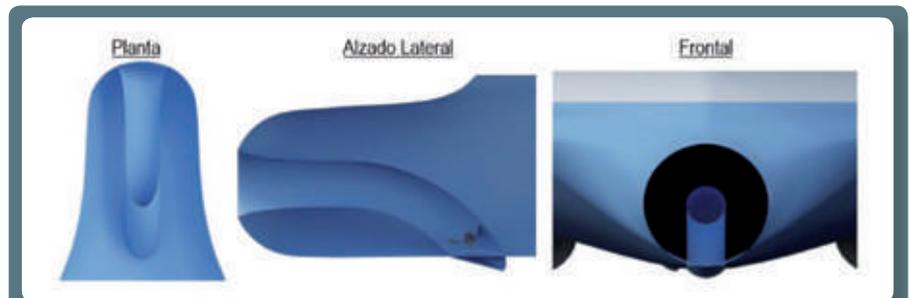


Figura 23. Secciones del sistema wáter jet en proa. Se indica sección en planta, sección del bulbo lateral y frontal mostrando la trayectoria de la tubería. Fuente: Elaboración propia con Eduardo Araujo.

- Aprovechando ese viento para empujar al buque, sosteniendo las pérdidas, mientras se abre el conducto del wáter jet permitiendo a la hélice girar libremente, tras el paso del agua, que a su vez moverá un eje conectado al motor eléctrico del propulsor que, en esta ocasión, funcionará como generador eléctrico.

Desde el punto de vista de la Eficiencia Energética el sistema propuesto sugiere una reducción de los consumos al incrementar la maniobrabilidad del buque, por ejemplo, reduciendo las curvas de evolución. En presencia de viento favorable es aprovechable para generación eléctrica a altas velocidades e incorporando un sistema de almacenamien-

Detalle de la salida (Figura 24)

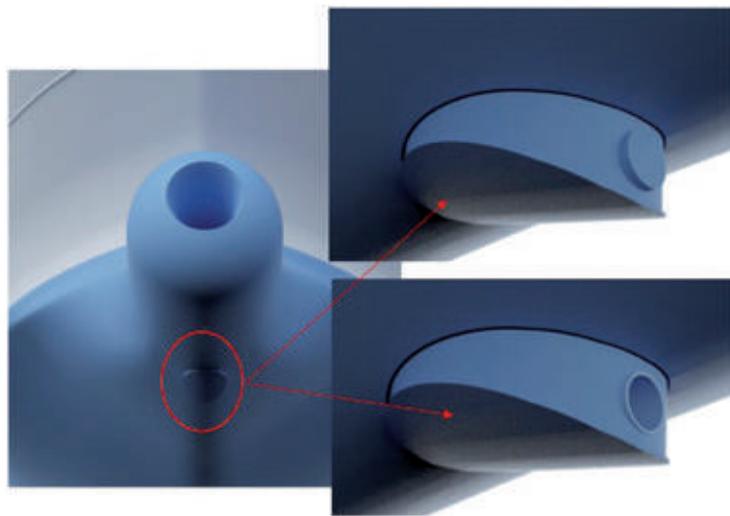


Figura 24. En esta figura se expone en detalle la salida del wáter jet. Se presenta desplegada y con el orificio de propulsión cerrado en la figura superior derecha, y abierto, en la figura inferior derecha. Este elemento puede abrirse por gravedad ante la presión del agua, o de manera automática en coordinación con la tapa de entrada del bulbo. La salida tiene la capacidad de girar sobre sí misma 360°, evacuando el chorro de agua en cualquier dirección. Fuente: Elaboración propia con Eduardo Araujo.

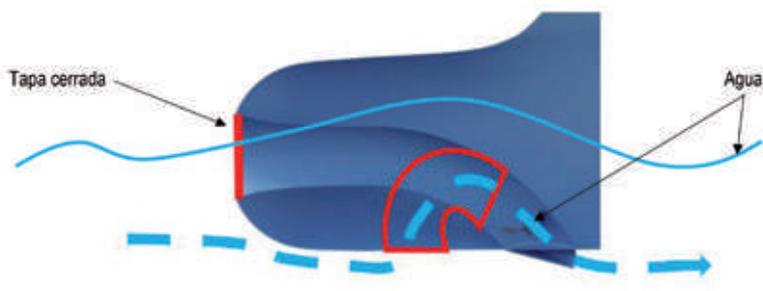


Figura 25. Sección lateral proa. Sistema Water jet con doble configuración para calados bajos. Se presenta tubería de aspiración en color rojo. No puede producir electricidad, pero sí ofrece las prestaciones en maniobras con bajos calados donde la tapa frontal no queda totalmente cubierta por el agua. Otra opción contemplada es bajar la entrada en el frontal quedando para investigaciones futuras. Fuente: Elaboración propia.

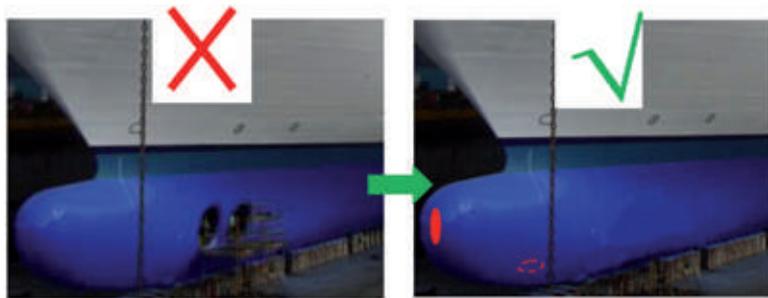


Figura 26. En esta secuencia de imágenes se muestra una posible justificación para instalar el water jet. En la figura de la izquierda se presentan dos hélices de proa convencionales, en la figura de la derecha se instala una única unidad de propulsor a chorro. Desde un punto de vista económico, un único propulsor realiza las mismas funciones que los convencionales con la importante reducción de coste en la compra y mantenimiento de las dos unidades Bow Thruster. Se incide en el apartado económico para demostrar el beneficio, y su rápida amortización, con la instalación de este sistema. Fuente: Elaboración propia.

Propulsión a Vela y viento de popa en buques.

La mayor parte de las mejoras en la eficiencia del consumo de combustible en los buques se han llevado a cabo a través de cambios en su forma de operar, mediante una navegación más lenta, o la reducción de la potencia instalada, en ambos casos respetando las exigencias del Índice de Diseño de Eficiencia Energética (EEDI). En cualquier caso, los buques de carga de línea regular todavía tienen que dar un salto tecnológico importante en aras de mejorar esa eficiencia.

Por todo ello han surgido un gran número de ideas tecnológicas de ahorro de energía, unas más innovadoras que otras, que persiguen la finalidad de poder obtener beneficios energéticos. Entre estas ideas, destacan las relacionadas con la propulsión asistida por el viento. El interés por este tipo de ideas nació en la década de 1980, motivado por la aparición de la crisis del petróleo de los años setenta. Actualmente la propulsión asistida por el viento ofrece la posibilidad de poder introducir las energías renovables en el transporte marítimo. Y por ello, varias empresas han comenzado a desarrollar diseños de velas rígidas que, además de aprovechar la fuerza del viento, sean capaces también de utilizar la energía solar. Para alcanzar este fin, las velas se recubren con paneles solares, que proporcionan un empuje propulsivo extra, y suponen una fuente útil de energía auxiliar, de modo que puedan ser utilizadas tanto durante la navegación, como en las estancias en puerto.

La propulsión asistida por el viento se basa en la utilización de un dispositivo para capturar la energía del viento y generar un empuje [1]. El empuje requerido para propulsar el buque a través del agua se obtiene de la combinación de este dispositivo con el motor del buque. Esto reduce la cantidad de energía propulsora efectiva necesaria para conseguir una velocidad dada. La propulsión asistida por el viento puede funcionar de dos formas. Bien para mantener la misma velocidad del buque para una potencia reducida del motor, lo que implica una reducción en el consumo de combustible, en los costes y en las emisiones de CO₂; o bien para incrementar la velocidad del buque para la misma potencia del motor, lo que supone reducir la duración de las travesías y, potencialmente, incrementar la rentabilidad del buque.

A diferencia de las velas flexibles tradicionales, las rígidas modernas son perfiles aerodinámicos (tipo NACA0030 en [2], NACA0021 y EPPLER420 en [3]) de placas metálicas o materiales compuestos, con diferentes geometrías y configuraciones. Además, dependiendo del tamaño del buque, del espacio disponible en cubierta y de otras restricciones, se pue-

to de energía este incremento de eficiencia podría elevarse un 40% más. Se explicó, detalladamente, los posibles beneficios a expensas de investigaciones más profundas, en la mejora de las maniobras y reducción de consumos asociados, pero también se presentó una serie de alternativas donde este

sistema puede ayudar a tener buques más seguros ante colisiones contra diferentes estructuras.

Por todo ello, y recapitulando, se indica en la **Figura 26** una justificación para acometer su desarrollo.



Figura 27. Modelo a escala de la vela del proyecto "UT Wind Challenger".[4][5].

den disponer de variados juegos de velas. En cualquier caso, se basan en el mismo principio operativo que cualquier perfil aerodinámico, consistente en que la vela se mueve a través de un fluido que produce una fuerza aerodinámica que conlleva una sustentación y un arrastre.

Un requerimiento fundamental que se debe cumplir para que los sistemas de velas rígidas puedan ser implantados en los buques, es la de que los mástiles deben poseer la capacidad suficiente para que las velas puedan rotar sobre los mismos. De este punto dependerá el que la rotación del perfil se lleve a cabo de manera óptima para poder alcanzar el ángulo de ataque óptimo, que maximizará la sustentación.

El mecanismo de rotación debe estar totalmente automatizado, de modo que el sistema se ajuste en tiempo real con el viento actuante, siendo además dotado de un control desde el puente que le permita adoptar decisiones manualmente. En situaciones de fuertes vientos que puedan comprometer la integridad de la estructura, las velas deben ser orientadas hasta que opongán la mínima resistencia al viento. Una vela rígida puede producir empuje hasta un ángulo de ataque ligeramente superior a 30° , lo que significa que las velas podrían desarrollar empuje útil en la mayoría de las condiciones.

Otra característica clave para el éxito de los sistemas de propulsión asistidos por el viento, mediante el uso de velas rígidas, radica en que posean la capacidad de que sus velas puedan

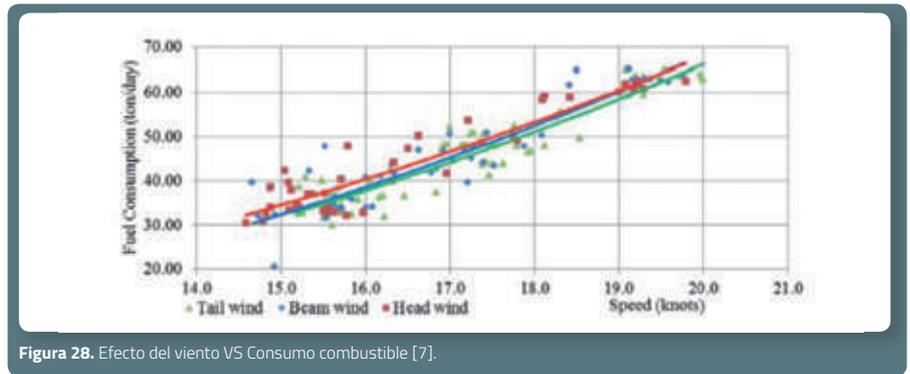


Figura 28. Efecto del viento VS Consumo combustible [7].

ser arriadas. Esta maniobra se podría llevar a cabo mediante un mecanismo telescópico vertical, con un diseño cuyas secciones fueran crecientes en sentido vertical, de manera que las piezas superiores envolvieran a las inferiores al arriarse, reduciendo notablemente el área expuesta y la altura de las velas. Esta característica es fundamental en condiciones de vientos muy fuertes, cuando la estructura puede estar en riesgo; durante las maniobras en puerto, facilitando las tareas de carga y descarga; y en canales con restricciones al tráfico aéreo, permitiendo al buque navegar evitando obstáculos, tales como puentes. Por el contrario, la solución retráctil incluye una complejidad añadida, motivada por la mecánica del dispositivo y, por el posible espacio invadido por las velas. Esta problemática podría interferir con las labores de carga y descarga, que al final perjudicarían a la rentabilidad del buque.

La efectividad de la propulsión asistida por el viento mediante velas rígidas estará fijada por la capacidad para aprovechar la máxima energía eólica posible y así poder evitar situaciones desfavorables. Un factor importante para tener en cuenta lo fijará el gradiente vertical del viento, ya que la velocidad del viento atmosférico disminuye al acercarse a la superficie, tanto en la mar como en tierra. Por lo tanto, el disponer una superficie vélica mayor en la parte superior de las velas, donde la velocidad del viento es más alta, supondrá mayor aprovechamiento de la energía.

Adicionalmente a la disposición de mayor superficie vélica, para poder obtener beneficio de la velocidad del viento atmosférico reinante en esa zona, el buque deberá ofrecer toda esa superficie vélica de una manera óptima. Esta situación óptima se consigue cuando un barco navega adrizado. Por el contrario, cuanto más escora presente el buque, más se reducirá la superficie útil, y menos cantidad de viento podrán aprovechar las velas, por lo que se reducirá la fuerza vélica, y, en consecuencia, el empuje. Este efecto es muy significativo en pequeñas embarcaciones de vela, mientras que se presenta de manera más tenue en buques de mayor porte.

VIENTO DE POPA

Llevada a cabo la introducción anterior, el siguiente paso consistiría en preguntarse si un buque podría aprovechar los vientos que impulsan su popa, para mejorar su eficiencia energética. Y para poder llevar a cabo un cálculo aproximado al respecto, una vez conocidos los valores de la velocidad de viento aparente $\square\square$, el siguiente paso consistiría en calcular el empuje que dicho viento podría generar sobre la superficie de la vela de popa de la superestructura. Según [4][5], el empuje T generado por las velas rígidas se puede expresar como:

$$T = 0,5 * \rho_a * V_A^2 * A * C_x \quad [\text{kgf}]$$

Donde "pa" es la densidad del aire, "A" es superficie vélica total y " $\square\square$ " es el coeficiente de empuje (parámetro variable de acuerdo con el ángulo de viento aparente β). Empleando la fórmula anterior para tres diseños de velas y nueve alternativas de viento aparente diferentes, junto con una predicción de la resistencia al avance y la potencia necesaria para un buque granelero tipo, se obtuvieron velocidades adicionales gracias al empuje, de entre 4 y 6 nudos, para los diseños más tradicionales, y de hasta 11 nudos para los diseños más aerodinámicos. [6]

Por ello, sustituyendo "A" por la parte de popa del buque expuesta al viento (su superficie vélica en popa), se podrían obtener al menos 4 nudos adicionales, si la popa dispusiera de un área similar a la de las velas tratadas, que en este caso alcanzaban aproximadamente 300 metros cuadrados. La propulsión asistida por el viento mediante velas rígidas para proporcionar empuje al buque es una opción prometedora, que podría presentar resultados muy interesantes. A modo de ejemplo, tras estimar el empuje producido por las velas y aplicar los resultados a una predicción de la resistencia al avance y de la potencia propulsiva de un buque granelero de tamaño medio, se obtuvieron buenos resultados.

Por ello, aunque la aplicación de estos sistemas a un buque mercante todavía tendrá que

recorrer un largo camino, tal vez los buques podrían aprovechar sus formas de popa, es decir, su superficie vélica en popa, para por ejemplo navegar con arrancada avante, aprovechando el viento, y así poder mejorar su eficiencia energética. Se debe tener en cuenta que a este respecto ya existen investigadores que han destacado la importancia que posee el viento cuando actúa con estos ángulos desde popa (tail wind), en referencia a la reducción de consumo de combustible que provocan. [7]

Y todo esto sin olvidar que la resolución MEPC.213(63), adoptada el 2 marzo de 2012, "Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP)", ya indicaba que se debía valorar la posibilidad de que los buques se aprovecharán del viento para su propulsión. [8]

6. Conclusiones

- La eficiencia en buques está cada vez más presente en los diseños de los buques, integrando toda una variedad de medios tecnológicos y digitales con la finalidad de mejorar el trasiego de mercancías y las operaciones diarias en las instalaciones portuarias o en navegación. La relación puerto-buque se ve modificada a entrar en una estrecha comunicación bidireccional volcando a una nube una ingente cantidad de datos que permitirá imprimir mayor competitividad al tráfico marítimo.
- Desde esta perspectiva multitud de armadores y navieras están disponiendo en sus buques sistemas basados en energías renovables o almacenamiento de energía con la intención de reducir consumos fósiles y emisiones de gases efecto invernadero.
- Diferentes sistemas son hoy utilizados en las proas de los buques para su auxilio en determinadas maniobras, caracterizados por sus limitaciones a altas velocidad, o incluso, a bajas velocidades en lo que se refiere a capacidad de maniobra. Por tanto, se presentó en este artículo un nuevo dispositivo basado en el water jet que incrementa la eficiencia desde diferentes puntos de vista, con la diferenciación de producir electricidad según órdenes del Capitán y las condiciones sean favorables.
- Los sistemas propulsivos actuales situados en proa no son capaces de minimizar los riesgos de accidente o colisión de los buques, debido a sus grandes inercias y escasa capacidad de maniobra, por ello, se exponen una serie de hipótesis sostenidas en los beneficios de un sistema propulsor con la libertad de giro de 360° en la fuerza de empuje, pudiendo significar una reducción importante de los riesgos por colisión.
- La propulsión a vela presente desde prácticamente los inicios de la navegación está siendo ahora utilizada para reducir consumos en los buques de gran porte, utilizando dispositivos rígidos, y en muchas ocasiones en sinergia tras adaptar a ellos paneles solares. Todo ello beneficia al diseño aquí planteado a altas velocidades, pudiendo el viento fuerte en intensidad permitir abrir escotilla y generar electricidad a velocidades superiores a los 15 nudos, sin prácticamente pérdidas. Salvo las sostenidas por el viento.
- El coste de dos propulsores convencionales, Bow Thruster, puede ser sustituido por el de un solo propulsor water jet, sirviendo de justificación para atraer a posibles armadores interesados en nuevas alternativas disruptivas con los sistemas actuales.
- De igual modo, las características técnicas de los propulsores a chorro son altamente eficientes a altas y bajas velocidades, con mantenimientos más bajos. Se presenta, por tanto, en este artículo, una gama de configuraciones posibles fomentando la sinergia entre equipos e instalaciones con el objetivo de inyectar en la red eléctrica del buque energía renovable, según planificación, puede ser quemada directamente por la máquina principal, derivada a otras instalaciones o almacenada en baterías potenciando todo el sistema en su conjunto. Se contempla, además, una doble instalación.
- Se dejan sin resolver diferentes cuestiones que tendrán que ser resueltas en laboratorios y canales hidrodinámicos para descartar, o confirmar, las diferentes hipótesis aquí planteadas.

7. Bibliografía

- [1] Lloyd's Register Marine, "Wind-Powered Shipping," 2015.
- [2] T. Fujiwara, K. Hirata, M. Ueno, and T. Ni-mura, "On Aerodynamic Characteristics of a Hybrid-Sail with Square Soft Sail," Int. Offshore Polar Eng. Conf., vol. 5, pp. 326–333, 2003.
- [3] L. Qiao, N. Yasunori, and I. Yoshiho, "A Study on Performance of Cascade of Wing Sails for Sail-equipped Vessels - Considering Their Aerodynamic Interaction," Isope, 2012.
- [4] K. Ouchi, K. Uzawa, and A. Kanai, "Huge Hard Wing Sails for the Propulsor of Next Generation Sailing Vessel *," no. June, pp. 1–5, 2011.
- [5] K. Ouchi, K. Uzawa, A. Kanai, and M. Katori, "' Wind Challenger ' the Next Generation Hybrid Sailing Vessel," no. May, pp. 562–567, 2013.
- [6] L. Cachaza, G. Pérez, R. Villa, J. Fraguera, "Reducción del consumo de combustible mediante velas rígidas y paneles solares". Uruguay. COPINAVAL 2015.
- [7] N. Bialystocki, D. Konovessis, "On the estimation of ship's fuel consumption and speed curve: A statistical approach", Journal of Ocean Engineering and Science, p.162, 2016.
- [8] Resolution MEPC.213(63), "Guidelines for the development of a ship energy efficiency management plan (SEEMP)", Annex 9- page 11, 2012.
- [9] Schottel.com
- [10] ABB.com
- [11] Omnitrusters.com
- [12] UNTACD (Naciones Unidas).2018. Capítulo: Puertos. Página 85. "Informe sobre el Transporte Marítimo".
- [13] Our Ocean, Compromisos "OUR OCEAN 2017", página 76.
- [14] RollsRoyce.com
- [15] Bound4blue.com

¹ Informe: UNTACD (Naciones Unidas).2018. Capítulo: Puertos. Página 85. "Informe sobre el Transporte Marítimo".

² compromiso: objetivo fijado por las instituciones citadas en la Cumbre de Malta en 2017, datos extraídos del documento original "Compromisos OUR OCEAN 2017", página 76. Fuente: https://ocean2017.org/sites/default/files/ooc-2017-list-of-commitments_es.pdf ■

Sistema de ciberseguridad gestionada embarcada

Jose Manuel Cejudo Gausí. Experto en Ciberseguridad, BeOneSec
Sergio Vilaseco Romero. Experto en Ciberseguridad, BeOneSec
Antonia Fierro Vaz. Ingeniera Técnica Industrial. Ghenova.
M^a Ángeles Acosta del Pino. Ingeniera Industrial. Ghenova.
Rafael Calderón Álvarez. Ingeniero Naval. Ghenova.

Índice

Resumen / Abstract

Introducción

Estado del arte

Realidad y actualidad

Prueba de concepto teórica (POC)

POC 1: "Low-hanging-fruit" o cómo no completar los pasos básicos de seguridad

Vector de ataque para POC 2

POC 2: Ransomware luego blackout

Solución propuesta

Conclusiones

Referencias

Resumen

Automatización de la Ciberseguridad en buques mediante un SOC inteligente embarcado. Un SOC (Security Operation Centre) es una unidad centralizada que gestiona información e incidentes de ciberseguridad en tiempo real y 24x7. En los SOC operan técnicos especialistas analizando las alertas e interpretando toda la información disponible. Un SOC en tierra podría gestionar la ciberseguridad de un buque siempre que entre ambos se pueda establecer una comunicación de datos estable y fiable, algo que no siempre se puede garantizar.

Nuestra solución consiste en la integración, dentro del propio buque, de un SOC embarcado e inteligente (sSOC), sin personal y compuesto únicamente de sistemas hardware y software. Desarrollado sobre tecnologías muy estables y testadas, el SOC embarcado incluye componentes de Inteligencia Artificial para suplir la falta de técnicos de ciberseguridad a bordo.

El sSOC embarcado puede operar de forma autónoma e inteligente, detectando amenazas y emitiendo alertas a la tripulación u otros sistemas. En los momentos que exista conexión a Internet, el sSOC embarcado conecta con un SOC central en tierra para intercambiar información y aumentar su inteligencia. En la ponencia se presentará una descripción del funcionamiento de este sistema, con ejemplos prácticos donde se evidenciará la mejora que aporta en la protección frente a ciberataques.

Abstract

Smart Security Operation Centre (sSOC) is an R&D project to automate cybersecurity on vessels. This project consists of the installation of a sSOC which manages the vessel's information and cybersecurity incidents in a real time manner. SOC's (Security Operation Centre) are normally operated by cybersecurity specialists who analyse and correlate the alarms based on the cyber-intelligence available. Handling this information from land is

not an optimum process in vessels. The sSOC consists of the installation of an onboard hardware equipped with Artificial Intelligence and developed using really stable and resilient technology. The sSOC works autonomously and it is able to perform its duties both online and offline, detect threats, send alerts to the staff and other systems and gain cyber-intelligence once it is back online.

Introducción

En la senda abierta por el código ISM¹ de cara a estandarizar la gestión de seguridad y operación de los buques, lentamente se ha ido aumentando el alcance de los aspectos cubiertos por dicha regulación, con la implementación de las diferentes enmiendas y guías. Esa continua adaptación es demandada también por el incremento de la complejidad tecnológica de los buques.

Los sistemas a bordo para control y monitorización de propulsión y generación son cotidianos desde hace tiempo. Los sistemas de navegación, cada vez más sofisticados e integrados, son otro aspecto rutinario de la operación a bordo. Además de lo anterior, los sistemas de entretenimiento de la tripulación, del pasaje, los servicios de mantenimiento *on-line*, etc., son indicadores del creciente impacto de la tecnología.

Durante los últimos años los barcos han ido evolucionando sus sistemas tanto de control como de información hasta el punto de que en la actualidad son sistemas IT y OT flotantes, con conexión permanente o semipermanente a internet. La infraestructura marítima, tanto puertos como buques, está considerada parte de la infraestructura crítica de un país. A pesar de esto, hasta hace unos años, la implantación de medidas de protección contra ciberataques no se había tenido en cuenta a la hora de evaluar los riesgos a los que están expuestos los barcos.

Los especialistas en ciberseguridad son conscientes de que un sistema siempre es vulnerable en mayor o menor medida y esto afecta desde servicios web o sistemas conectados a internet, hasta sistemas de acceso restringido que se encuentran aislados, como por ejemplo los sistemas SCADA de una central nuclear.²

BIMCO, CLIA, ICS, INTERCARGO, INTERTANKO, OCIMF y IUMI han proporcionado re-



Figura 1. Nivel de madurez

cientemente un estándar de ciberseguridad³ aplicada a navíos que pretende ayudar en la salvaguarda de las infraestructuras críticas de los barcos, no obstante, la implantación de dichos sistemas no se está realizando, o en el mejor de los casos, se está realizando de manera lenta e incompleta.

Estado del arte

Las normativas actuales, a medida que han ido evolucionando, han incorporado numerosas medidas para incrementar la seguridad de los buques. El código Internacional para la Gestión de la Seguridad (ISM)⁴ ha proporcionado un gran avance en seguridad, aunque este código no hace referencia a los ciberataques como una amenaza hasta su revisión en 2017, en la que se inserta el capítulo 9: *Guidelines on Maritime Cyber Risk Management*, con la resolución MSC-FAL.1/Circ.3,⁵ en la que hace una descripción a alto nivel de las posibles amenazas y refiere al estándar creado por BIMCO, CLIA, ICS, INTERCARGO, INTERTANKO, OCIMF y IUMI⁶ como guía para la implantación de las medidas oportunas.

Por otro lado, otros códigos como el código Internacional de Seguridad en Navíos y Puertos (ISPS code),⁷ no hace mención alguna a los riesgos que supone un ciberataque.

A pesar de esto, en el 2021, conforme a lo que establece la resolución MSC. 428(98) de junio de 2017, las administraciones tendrán que asegurar que los sistemas de gestión de seguridad incluirán aspectos de riesgos frente a ciberataques, debiendo desarrollarse los planes de contingencia correspondientes, es decir, las compañías navieras tendrán la responsabilidad y obligación de implementarlos.

Tras analizar lo anteriormente mencionado, es posible observar que el estado de madurez de la ciberseguridad en la industria marítima se encuentra en estados muy primitivos, llegando en gran número de casos a ser inexistente.

Para poder determinar el nivel de madurez que tiene una empresa en ciberseguridad, es necesario establecer unas referencias que permita medir este parámetro de manera objetiva. Este nivel de madurez viene determinado por las acciones y asunciones que la empresa tome. Esto se puede observar en la figura 1.

Realidad y actualidad

Tras analizar la situación actual, es comprensible que los ciberdelincuentes comiencen a tener como objetivo el sector marítimo. Al tratarse de una infraestructura crítica, lo expone a ataques tanto de *hackers* curiosos, de *hacktivistas* e incluso sitúa esta infraestructura crítica como un posible objetivo militar en la ciber-guerra.

Los daños, tanto personales como materiales, que un ciberataque puede causar a esta infraestructura son tan elevados, que la implantación de medidas tanto de protección, detección, como de respuesta a incidentes, debe ser una prioridad en el sector.

Recientemente, la USCG publicó dos avisos sobre un incidente producido en febrero de 2019, en el que un *malware* introducido en la red de un navío degradó el funcionamiento de la red de datos. A pesar de la intrusión, los controles esenciales del navío no se vieron afectados pero el hecho de que un *malware* pudiera ser introducido en la red, es una prue-

¹ IMO, 'ISM Code' <<https://www.dohle-yachts.com/wp-content/uploads/2019/04/ISM-Code-2018.pdf>> accessed 9 September 2019.

² Paul Mueller and Babak Yadegari, 'The Stuxnet Worm' 12.

³ 'Guidelines-on-Cyber-Security-Onboard-Ships.Pdf' <<https://www.ics-shipping.org/docs/default-source/resources/safety-security-and-operations/guidelines-on-cyber-security-onboard-ships.pdf?sfvrsn=16&sfvrsn=16>> accessed 9 September 2019.

⁴ IMO (n 1).

⁵ 'MSC-FAL.1-Circ.3 - Guidelines On Maritime Cyber Risk Management (Secretariat).Pdf' <[http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide_to_Maritime_Security/Documents/MS-C-FAL.1-Circ.3%20-%20Guidelines%20n%20Maritime%20Cyber%20Risk%20Management%20\(Secretariat\).pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide_to_Maritime_Security/Documents/MS-C-FAL.1-Circ.3%20-%20Guidelines%20n%20Maritime%20Cyber%20Risk%20Management%20(Secretariat).pdf)> accessed 9 September 2019.

⁶ 'Guidelines-on-Cyber-Security-Onboard-Ships.Pdf' (n 4).

⁷ IMO (n 1).

```

this.exportDataObject({
  cName: "myExploit.exe",
  nLaunch: 2,
});

```

Figura 2. Configuración básica de PyPDF2

ba de que gran número de barcos operan sin seguridad en sus sistemas IT/OT.⁸

La realidad es que a pesar que un elevado número de buques no disponen de medidas contra ciberataques, hay organismos que si comprenden la importancia de analizar, identificar y proteger a un barco de las amenazas digitales.

En febrero de 2017 la armada de los Estados Unidos organizó un evento llamado "Hack-Our-Ship" en los que los investigadores de ciberseguridad tuvieron que enfrentarse a una simulación de los sistemas usados para el control de las flotas llamado "Boat in box".⁹ Este tipo de eventos refuerzan tanto al sector marítimo como a los investigadores de ciberseguridad, ya que proporcionan un conocimiento base del sector y de los sistemas integrados en los buques.

Prueba de concepto teórica (POC)

Ante la situación actual, en la que los buques e infraestructuras marítimas ya están sufriendo ataques contra su integridad y su disponibilidad, es necesario realizar un análisis, al menos teórico, para verificar si los sistemas son tan vulnerables como el análisis de red indica.

Para la realización de las pruebas de concepto teóricas, se establecerán varias situaciones basadas en el documento redactado por BIMCO, CLIA, ICS, INTERCARGO, INTERTANKO, OCIMF y IUMI¹⁰, donde se recoge una serie de ejemplos en los que la seguridad se ha visto comprometida en cierta medida. Entre otros escenarios, este documento recoge la posibilidad de que un malware se propague vía USB o vía Email.

Ambas opciones son ideales para realizar un análisis teórico debido a la facilidad que tiene el personal, tanto de abordaje como en tierra, para acceder a dichos recursos.

Es necesario establecer la base de qué es un ransomware, el cual es la base de una de las pruebas de concepto.

Qué es un ransomware

El propósito de estos *malwares*, es el de bloquear el acceso a los datos de un sistema. Los *malwares* que "secuestran" los datos de uno o varios sistemas pueden ser catalogados de diversas maneras, pero fundamentalmente nos centraremos en dos tipos de *ransomware*: "Crypto malware", cifra los datos del sistema y "Lockers", bloquea el acceso al sistema. Estos dos tipos de *malware* son especialmente peligrosos en un sistema crítico por las consecuencias que supone un fallo en la infraestructura de datos.

El objetivo de este *malware* no es otro que el de pedir un rescate por la información, el cual debe abonarse en Bitcoins y sin garantías de que el "secuestrador" proporcione la clave de descifrado.

Cómo funciona este malware

Una vez un sistema está infectado con este tipo de *malware*, el programa malicioso comenzará a cifrar la información del disco. El proceso de cifrado de datos es un proceso costoso a nivel de cómputo lo que nos puede llevar al error de pensar que un *malware* como W@nnaCry (uno de los ransomware más conocidos y recientes) puede tardar horas o incluso días en cifrar discos que pueden llegar a tener Terabytes de datos.

Estas aplicaciones maliciosas están optimizadas para causar el mayor daño posible en el menor tiempo de exposición. Para ello, y debido a que el cifrado de datos es un proceso costoso a nivel de cómputo, no se realiza un cifrado completo de los archivos, sino que se cifran unos bytes de cada uno de ellos. Al realizarse el cifrado de unos bytes, el sistema que opera con esos datos ya no es capaz de reconocer la información como un archivo o un conjunto de datos válido.

Al tratarse de un cifrado mínimo de cada uno de los archivos, un *malware* como W@nnaCry puede inutilizar un sistema en poco más de 5

minutos. El proceso detallado de cifrado ha sido descrito por múltiples investigadores.¹¹

Tras realizar varias pruebas de concepto en un entorno controlado, se ha comprobado que una vez propagado, el ransomware "W@nnaCry" inutilizaría todos los sistemas infectados en un tiempo inferior a 10 minutos.

¿Es realmente tan simple introducir un ransomware?

En la actualidad es posible enmascarar archivos ejecutables como documentos Word, como una macro en un archivo de Excel o insertando un autoejecutable en un archivo PDF.

La baja complejidad que supone insertar el ejecutable de un malware en un archivo PDF permite que cualquier atacante con un mínimo de conocimientos pueda realizar esta acción. En la actualidad existen aplicaciones o librerías que permiten realizar esta operación y un ejemplo de una librería que permite realizar dicha operación es "PyPDF2".

Esta librería es un Script en Python que permitiría realizar la inclusión del malware en un archivo PDF con unas líneas de código (véase la figura 2). Asimismo, existen sitios webs, que a modo divulgativo proporcionan guías sobre cómo configurar este tipo de librerías.¹²

¿Cómo se soluciona una infracción por ransomware?

- Paso 1: es necesario identificar y aislar la infección. Esto implica realizar una revisión de todos los sistemas conectados. Una vez identificados dichos sistemas, es imperativo desconectarlos de la red para evitar que se siga propagando.
- Paso 2: identificar el origen de la infección. Es imprescindible identificar el tipo de ransomware y el origen de la infección (paciente cero). Esto proporcionará la información necesaria en el paso 4.
- Paso 3: notificar la infección a las autoridades competentes. La actual legislación obliga a notificar los incidentes de seguridad. Normalmente existe un plazo de entre 24 y 72 horas dependiendo del incidente.
- Paso 4: evaluar las opciones disponibles para recuperar los sistemas y sus datos.
 - Paga el rescate
 - Intenta eliminar el ransomware
 - Reinstala el sistema

⁸ Catalin Cimpanu, 'US Coast Guard Warns about Malware Designed to Disrupt Ships' Computer Systems' (ZDNet) <<https://www.zdnet.com/article/us-coast-guard-warns-about-malware-designed-to-disrupt-ships-computer-systems/>> accessed 11 September 2019.

⁹ By Katherine Owens and 2017 Mar 13, 'Navy Conducts "Hack-Our-Ship" Cybersecurity Event -' (Defense Systems) <<https://defensesystems.com/articles/2017/03/13/hacknavy.aspx>> accessed 11 September 2019.

¹⁰ 'Guidelines-on-Cyber-Security-Onboard-Ships.Pdf' (n 4).

¹¹ 'WannaCry Malware Profile' (FireEye) <<https://www.fireeye.com/blog/threat-research/2017/05/wannacry-malware-profile.html>> accessed 11 September 2019.

¹² Leonora Tindall, 'PDF Embedding Attacks' (4 August 2018) <<https://nora.codes/post/pdf-embedding-attacks/>> accessed 11 September 2019.

- Paso 5: recuperar la operatividad de los sistemas. Una vez decidida la acción a tomar, es necesario proceder con ella. A pesar de que existen varias opciones, la única 100% efectiva es la reinstalación de los sistemas desde cero.
- Paso 6: asumir que va a volver a pasar y crea un plan de respuesta a incidentes. Crea un plan director de ciberseguridad y de respuesta a incidente permite reducir el tiempo de exposición del sistema ante futuras amenazas e intrusiones. Es necesario mencionar que el número de incidentes reportados por el CEN-CERT (Centro Criptológico Nacional) aumentó un 43% respecto a 2017.¹³

Por último, remarcar que la media de tiempo que se necesita para recuperar el sistema de un ataque de *ransomware* es de 33 horas.¹⁴ Durante el tiempo de recuperación de los sistemas, el barco se encuentra sin uso productivo, con la consecuente pérdida económica que esto implica.

**** Nota:** Esta media se establece para sistemas en los que la complejidad no es excesivamente elevada. En el caso de un sistema de un barco, estos tiempos pueden verse incrementados.

POC 1: "Low-hanging-fruit" o cómo no completar los pasos básicos de seguridad

Uno de los fallos de seguridad más frecuente, es el que se conoce como "Low-hanging-fruit". Este término representa a los pasos más básicos de seguridad que todo sistema, conectado o no, debe cumplir. Esto engloba procesos como el cambio de contraseñas y configuraciones por defecto de los equipos, aplicar parches de seguridad para vulnerabilidades conocida, fortificar la red o hacer test de penetración entre otros.

Durante el curso de la investigación de este proyecto se han detectado numerosos vectores de ataque usando configuraciones por defecto. En esta primera prueba de concepto se han podido identificar sistemas conectados a internet de barcos, en los cuales, fue posible corroborar que no se han realizado algunas de las tareas básicas de seguridad.

Para esta prueba de concepto se ha hecho uso de un buscador de dispositivos conectados a internet llamado Shodan.

Paso 1: Localizar sistemas conectados.

A priori, identificar un sistema conectado, el cual no tiene un dominio asignado tal como

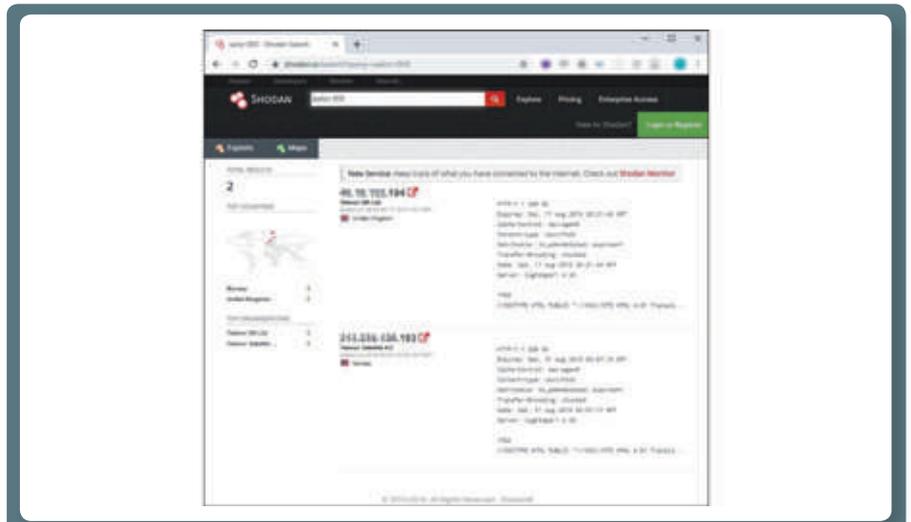


Figura 3. Búsqueda en Shodan: "Sailor 800"

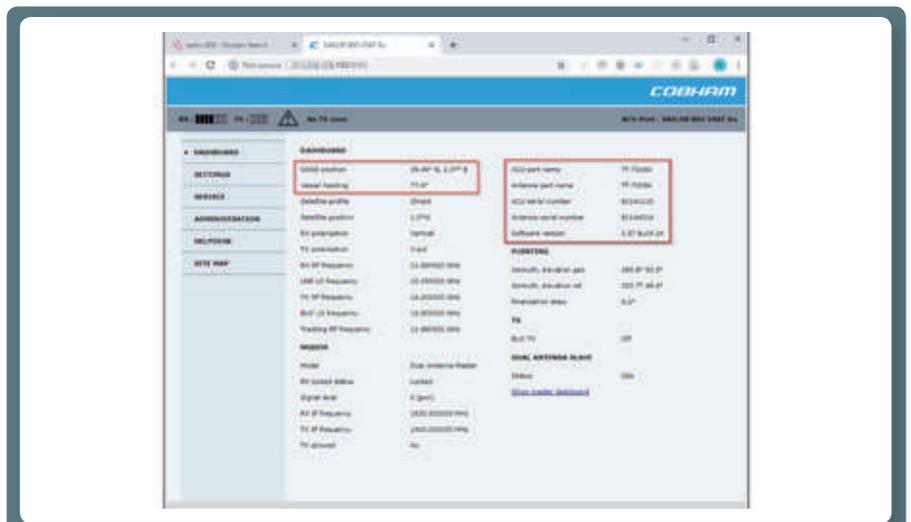


Figura 4. Panel de configuración del dispositivo "Sailor 800"

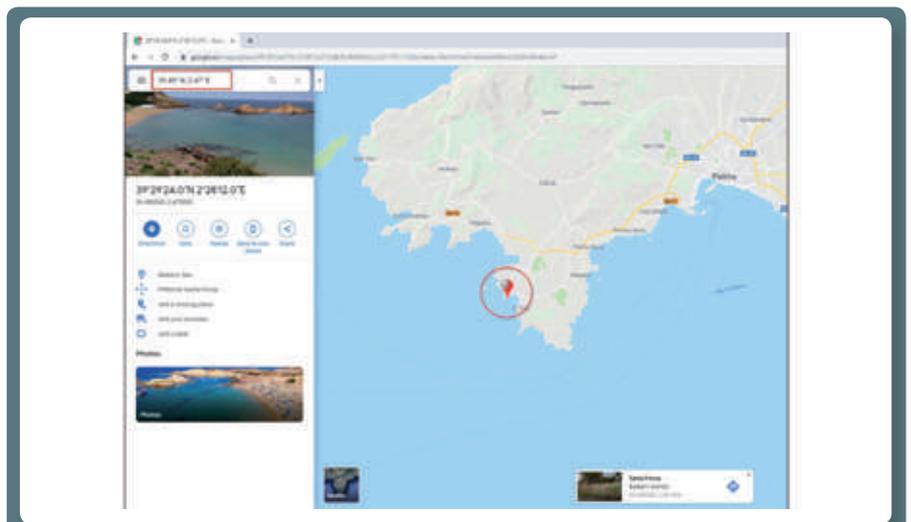


Figura 5. Coordenadas proporcionadas por el dispositivo "Sailor 800"

www.beonesec.com, puede parecer una tarea difícil, pero mediante el uso de Shodan y

conociendo los dispositivos que pueden estar conectados, se han realizado varias búsquedas

¹³ 'Principales incidentes de ciberseguridad en España durante 2018' (Willis Towers Watson Update, 8 May 2019) <<https://willistowerswatsonupdate.es/ciberseguridad/ciberataques-en-espana-2018/>> accessed 25 September 2019.

¹⁴ Stu Sjouerman, 'CyberheistNews Vol 6 #47 New Survey: It Takes 33 Hours To Recover From A Ransomware Infection' <<https://blog.knowbe4.com/cyberheistnews-vol-6-47-new-survey-it-takes-33-hours-to-recover-from-a-ransomware-infection>> accessed 11 September 2019.

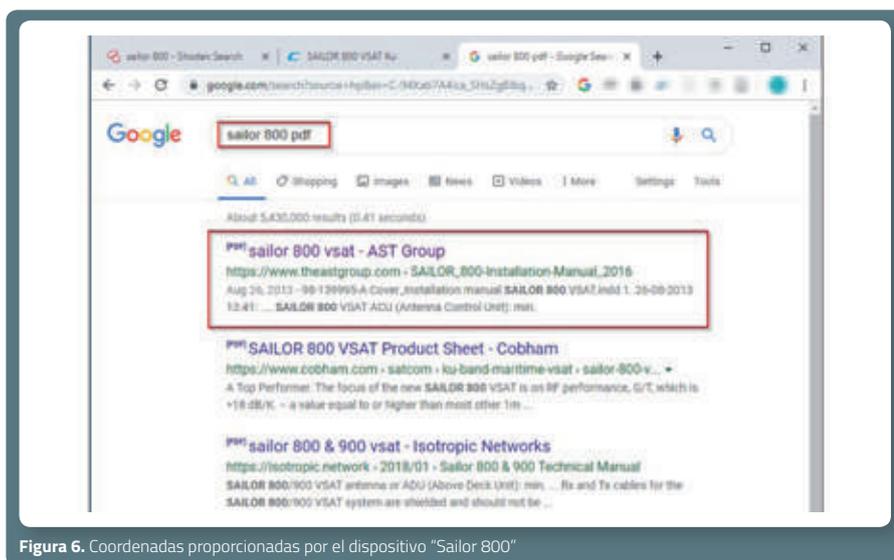


Figura 6. Coordenadas proporcionadas por el dispositivo "Sailor 800"

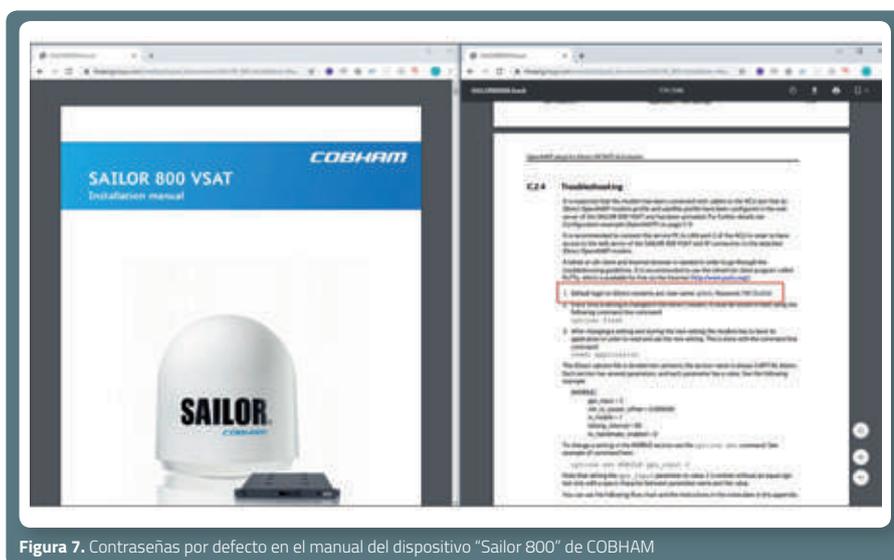


Figura 7. Contraseñas por defecto en el manual del dispositivo "Sailor 800" de COBHAM

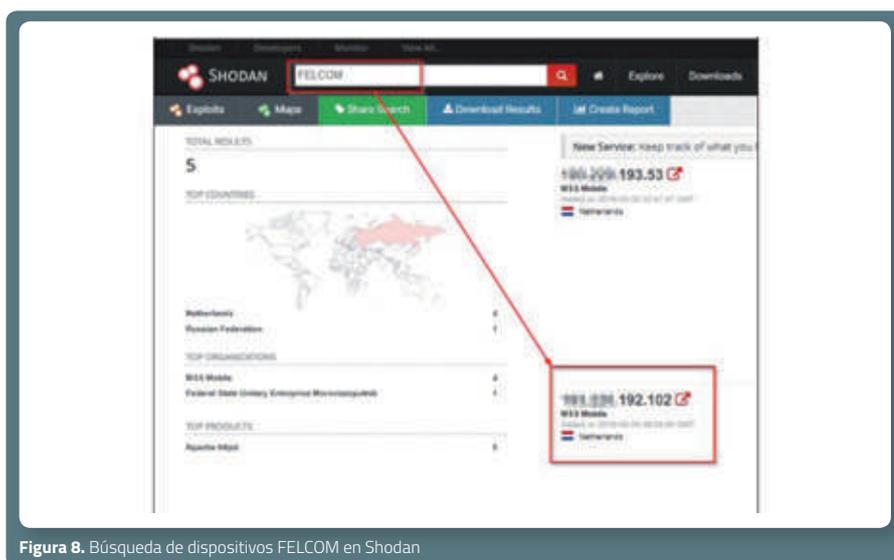


Figura 8. Búsqueda de dispositivos FELCOM en Shodan

de configuración del dispositivo y es posible comprobar en la figura 4 que efectivamente se trata de un sistema Sailor 800 VSAT producido por COBHAM.

Solo con la información que proporciona este panel de configuración, se puede geolocalizar el barco mediante Google Maps (figura 6):

Paso 3: Localizar información sobre el sistema Sailor 800 de COBHAM

Tras realizar una búsqueda en Google (figura 6), nos aparecen resultados sobre el manual de instalación y configuración del dispositivo Sailor 800 de COBHAM. En este manual se exponen algunas contraseñas por defecto (figura 7).

Paso 4: Acceso al sistema.

El último paso consiste en obtener acceso al sistema con permisos de administrador. Este último paso no se ha realizado, no porque no sea posible, sino debido a que el simple acceso con un usuario y contraseña por defecto supone una violación de las leyes actuales.

Sí que es posible confirmar que, con un grado de probabilidad muy alto, las contraseñas por defecto siguen vigentes en este sistema. Esta prueba de concepto, confirma que la configuración básica del sistema no se ha realizado correctamente.

****Nota:** Es importante remarcar que no se trata de un fallo de seguridad en los dispositivos Sailor 800 de COBHAM o de ningún otro dispositivo que proporcione estas opciones de configuración, sino de un error de instalación y configuración por parte del equipo de IT que ha instalado el sistema.

****Nota:** Esta misma prueba de concepto se ha realizado con dispositivos de otros proveedores como Felcom 500 obteniéndose los mismos resultados. Véase la figura 8.

Vector de ataque para POC 2

Se ha realizado un análisis pormenorizado de varias configuraciones de Sistemas Integrados de Control y Gestión de un buque (sistema gestor IT y OT de los sistemas principales del buque), en función del tipo y finalidad de la embarcación, así como su nivel de automatización.

El esquema de red de la figura 9 corresponde con un diagrama de bloques simplificado de un Sistema Integrado de Control típico.

Los sistemas fundamentales del buque, como el sistema de Generación Eléctrica, o el sistema de Propulsión, cuentan con una red de

de sistemas VSAT que proveen de conexión de datos a un barco. Como podemos comprobar en la figura 3, Shodan nos proporciona las direcciones IPs, puertos y protocolos de algunos servicios que, potencialmente, son sistemas VSAT.

Paso 2: Confirmar que el sistema es accesible.

Accediendo a la dirección IP por el puerto 8083 (puerto que sirve datos mediante TCP/IP y usa HTTP) obtenemos acceso al servicio

control y gestión independiente, que puede estar enlazada con el Sistema de Control Integrado para el monitoreo o posible gestión del mismo.

La integración de los sistemas en el Sistema Integrado de Control ofrece grandes ventajas, pero también algún posible inconveniente. En el análisis realizado se ha podido comprobar que, pese a que existen mecanismos que hacen que las redes de control y de datos para cada sistema se encuentren segmentados y en principio, no es posible saltar de una red a otra, todas están conectadas a la red “común integradora”.

Desde el punto de vista de la ciberseguridad que nos ocupa, es imprescindible asegurar que todos y cada uno de los sistemas de gestión y control definidos, tengan una configuración física de red adecuada y estén compuestos por equipos que sean suficientemente capaces de mantenerse libres de intrusión o posibles ataques externos.

A modo de ejemplo, podemos analizar la importancia de la correcta selección de un equipo común de las redes de control: los *switches* de comunicación. Dentro de los distintos tipos de *switches* disponibles en el mercado, se puede instalar un *switch* gestionado o un *switch* no gestionado (de entre otras muchas características). Se puede ver una comparativa entre ambos tipos de *switches* en la figura 10.

Los *switches* no gestionados se caracterizan por no introducir una capa de *software* en el enrutamiento (por ejemplo, dispositivos como los MOXA EDS-305/308/309/316 Series). Este tipo de dispositivos está diseñado para ser resilientes, pero como se ha indicado anteriormente, no disponen de ningún *software*. Esto implica que ante un esquema de red como el propuesto en la figura 9, no hay ningún *firewall* que bloquee el tráfico no autorizado de red.

Es recomendable el uso de un *switch* gestionado como dispositivo de interconexión de los equipos a la red, ya que permite implantar medidas de seguridad y segmentar la red de modo lógico y evita los no deseados saltos a la red del Sistema Integrado de Control: El objetivo es evitar es la posibilidad teórica de que un atacante salte entre redes y pueda tomar el control de todos los sistemas.

POC 2: Ransomware luego blackout

Este término hace referencia a un fallo generalizado de los sistemas del barco en el que se deja al buque sin el sistema de generación eléctrica principal, y es probablemente, una

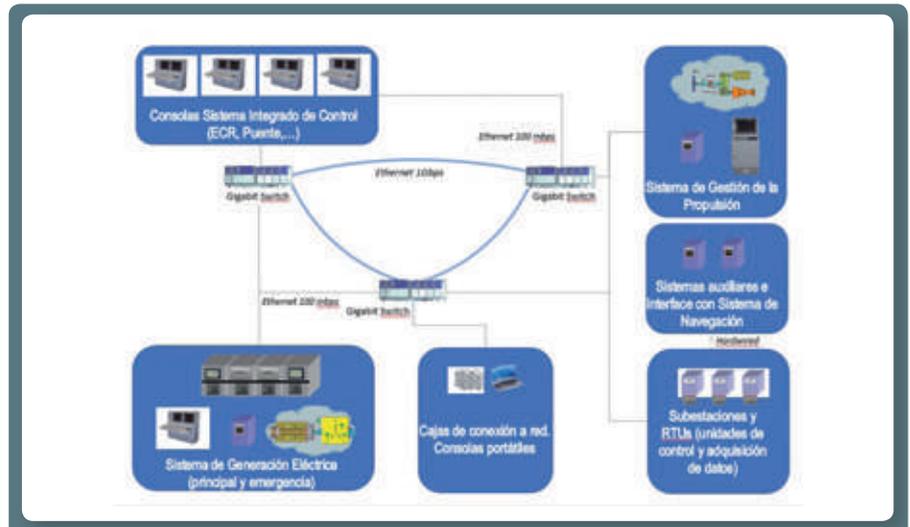


Figura 9. Diagrama de bloques simplificado de un Sistema Integrado de Control típico

	Managed Switches	Unmanaged Switches
Features	Dynamic ARP Inspection, IPv4 DHCP snooping, QoS, SNMP, VLAN, CLI, IP routing, port mirroring, redundancy, etc.	Fixed configuration—doesn't support any configuration interface or options
Performance	Switch can be configured Control over Access Control over LAN traffic—Priority SNMP—Allows for remote troubleshooting of the network.	Plug and play with limited configuration like default QoS settings
Security	Very good. Provide protection of the data plane, control plane and management plane	Not very good. No security other than accessories such as lockable port cover
Costs	Expensive	Less expensive
Application Places	Data center, large size enterprise networks	Small size business network, home, lab, conference rooms, etc.

Figura 10. Switch gestionado vs no gestionado¹⁵

de las peores situaciones en las que un barco puede verse.

Este tipo de eventos se deben a potenciales fallos en los sistemas de generación de energía que suelen ser propiciados por fallos mecánicos, problemas en los sistemas de redundancia, etc. Hasta ahora, no se había planteado la posibilidad de que debido a un fallo de seguridad en los sistemas IT/OT se pudiera producir esta situación.

Con el fin de realizar un análisis teórico de esta posibilidad, se expone la siguiente prueba de concepto, en la cual es necesario partir de un ejemplo en el que un atacante tiene fácil acceso a los recursos.

Ejemplo:

En un ferry de la empresa “FerrySuperSeguro SL” la tripulación tiene acceso al correo electrónico de manera libre. La tripulación recibe un correo de “Francisco.Nosoyunhacker@Ferry-SuperSeguro.es”, responsable de operaciones de la empresa. En el documento se felicita a

toda la tripulación por el trabajo desempeñado hasta ahora y les informa que:

“... debido al alto rendimiento del personal, la empresa quiere mostrar su satisfacción estableciendo un sistema de gratificación para todos sus empleados. Es importante que todos los empleados revisen el documento adjunto donde se detallan el sistema de bonificaciones.”

El documento adjunto en este correo se trata de un archivo PDF, el cual tiene incrustado un *malware* conocido como “ransomware”. En el momento que el empleado abra el archivo PDF, se iniciará la ejecución del *malware* y propagará un gusano en la red que provocará a su vez el cifrado de todos los sistemas infectados.

Si la configuración de red existente en el buque no es la adecuada tanto en sí misma como en la omisión de los medios de protección, el alcance de este gusano podría ser devastador, los sistemas de control locales e integrado podrían infectarse pudiendo llegar a inutilizados.

¹⁵ “Switch Administrado vs Switch No Administrado: ¿Cuál Puede Satisfacer Su Necesidad Real?” <<https://medium.com/@clopez.stark/switch-administrado-vs-switch-no-administrado-cu%C3%A1l-puede-satisfacer-su-necesidad-real-6353669b5b8>> accessed 12 September 2019.

Blackout

Como se ha mencionado anteriormente, la acción del gusano sobre el Sistema de Control Integrado del buque podría ser considerablemente dañina para el mismo. Simplemente la manipulación o falseamiento de señales de estado de elementos críticos de los sistemas fundamentales del buque pueden desembocar en un estado indeseado del mismo como el *blackout*.

A modo de ejemplo, un *malware* que ha alcanzado el Sistema de Control de la Generación Eléctrica, podría, por ejemplo, crear señales falsas sobre el estado de las válvulas de combustible de todos los generadores de la planta eléctrica, creando a su vez acciones de control erróneas sobre las mismas, con el consecuente conflicto y parada en el suministro de combustible que supone una detención de la planta de generación. Los grupos permanecerían detenidos hasta que se inspeccionen y analicen *in situ* el fallo en el monitoreo y control de las válvulas.

Tras la caída de los generadores principales, arrancarían el de emergencia, por lo que algunos sistemas a bordo seguirían en funcionamiento, pero el barco podría quedarse sin propulsión.

Solución propuesta

El proyecto sSOC

Gracias a la combinación del conocimiento y potencial técnico de BeOneSec y GHENOVA se ha implementado el proyecto sSOC, este desarrollo conjunto combina los mejores conocimientos de ingeniería, las técnicas más avanzadas de ciberseguridad y los mejores expertos en sus campos para crear un dispositivo capaz de identificar y neutralizar ciberamenazas antes de que se produzca un incidente de seguridad en los sistemas de un buque.

El proyecto sSOC aúna técnicas defensivas y reactivas aplicadas en la actualidad a los sistemas informáticos más avanzados, como son la implantación de firewalls, SIEMs, análisis de logs, EDR o UEBA entre otras. Estas técnicas, junto con los avances en Inteligencia Artificial y *Machine Learning* permiten que, mediante un dispositivo conectado a la red, se monitorice el tráfico de la misma y en caso de alertas notifique a la tripulación, a un SOC en tierra, en cuanto se disponga de conexión, e incluso tome las primeras medidas defensivas.

Cómo funciona el dispositivo sSOC

Las tecnologías SIEM (*Security Information and Event Management*) permiten la investigación

de alertas de seguridad en un tiempo mínimo. La visibilidad y la capacidad de detectar amenazas de esta tecnología, permite a un análisis o una IA (Inteligencia Artificial) saber cómo actuar prácticamente en tiempo real.

Adicionalmente, las tecnologías empleadas en un SIEM permiten mantener un registro de la actividad de los usuarios y sistemas en la red, tanto un histórico, como en tiempo real, detectando interacciones anómalas y signos de comportamiento malicioso.

Mediante el uso de dichas tecnologías, el dispositivo sSOC dispone de la capacidad para realizar un análisis de los datos que circulan por la red en tiempo real. Este análisis permite que, de manera inteligente, el dispositivo pueda aplicar una serie de reglas específicamente definidas para las redes embarcadas. La aplicación de dichas reglas junto con la provisión de inteligencia artificial, permiten al dispositivo no sólo determinar qué tráfico es legítimo, sino que además le permite aprender de él.

Mediante el uso de técnicas de *machine learning* el dispositivo sSOC adquiere un conocimiento específico del barco en el que se encuentra instalado. Gracias a este conocimiento adquirido, no solo aplica las acciones ya establecidas inicialmente, sino que además le permite tener un comportamiento evolutivo y adaptado a las necesidades específicas de cada buque.

La combinación del comportamiento adquirido mediante el aprendizaje y las reglas predefinidas para sistemas embarcados proporciona un valor único que permite el envío de alertas, tanto a otros dispositivos del barco como a el SOC en tierra cuando exista conexión. Asimismo, ambos métodos funcionando en conjunción, permite al sistema realizar intervenciones específicas en la red de datos de manera que pueda bloquear un comportamiento anómalo, evitando así una posible intrusión.

Al tratarse de un sistema autónomo con conexión al SOC principal, el mismo dispositivo dispone de la capacidad, gracias al intercambio de información que se produce durante dicha conexión, para mantenerse actualizado tanto a nivel de software como a nivel de inteligencia aplicada.

Cómo se integra

sSOC está diseñado para que sea un dispositivo "Plug&Play". Esto permite que el dispositivo se conecte a la red mediante uno de los switches instalados en el navío y con un mínimo de configuración por parte de nuestros expertos en ciberseguridad, comience a monitorizar la red.

Conclusiones.

En el mundo actual en el que las comunicaciones, el principio de la inmediatez y la sobreinformación prevalecen en la sociedad, parecería lógico entender e incluso asumir que la seguridad de las comunicaciones y los sistemas es algo intrínseco en las tecnologías que usamos a diario.

Asimismo, sería incluso más lógico asumir todo esto cuando hablamos de una infraestructura crítica para un país como puede ser el sistema de transporte marítimo.

Tras realizar un análisis en profundidad de la situación actual de la ciberseguridad en el sector del transporte marítimo, se hace obvio que lo que podríamos asumir como lógico, la seguridad en los sistemas IT/OT, es notablemente mejorable.

Este hecho junto con las pruebas de concepto de ataques, expuestas anteriormente en esta investigación, crean una sensación de indefensión que debe ser tratada con urgencia.

Medidas como las tomadas por BIMCO, CLIA, ICS, INTERCARGO, INTERTANKO, OCIMF y IUMI¹⁶ de creación de un estándar para la industria se tornan básicas y obligatorias para sentar las bases y promover la concienciación en el sector, pero es necesario llevarlas a la práctica.

Proyectos como el desarrollado por BeOneSec y GHENOVA proporcionan a la industria no solo una base para asegurar el sector, sino también una implantación tangible de los estándares de ciberseguridad, una muestra de implicación y responsabilidad para con el sector y una prueba del constante afán de innovación de esta asociación.

El dispositivo sSOC es la unificación de los estándares de la industria, del saber hacer de ingeniería y de los conocimientos en ciberseguridad más avanzados para aportar a la industria una fácil implantación de la seguridad IT/OT. ■

Referencias

Cimpanu C, 'US Coast Guard Warns about Malware Designed to Disrupt Ships' Computer Systems' (*ZDNet*) <<https://www.zdnet.com/article/us-coast-guard-warns-about-malware-designed-to-disrupt-ships-computer-systems/>> accessed 11 September 2019

'Guidelines-on-Cyber-Security-Onboard-Ships.Pdf' <<https://www.ics-shipping.org/docs/default-source/resources/>

¹⁶ Guidelines-on-Cyber-Security-Onboard-Ships.Pdf' (n 4).

safety-security-and-operations/guidelines-on-cyber-security-onboard-ships.pdf?sfvrsn=16&sfvrsn=16> accessed 9 September 2019

IMO, 'ISM Code' <<https://www.dohle-yachts.com/wp-content/uploads/2019/04/ISM-Code-2018.pdf>> accessed 9 September 2019

'MSC-FAL.1-Circ.3 - Guidelines On Maritime Cyber Risk Management (Secretariat).Pdf' <[http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide_to_Maritime_Security/Documents/MS-C-FAL.1-Circ.3%20-%20Guidelines%20On%20Maritime%20Cyber%20Risk%20Management%20\(Secretariat\).pdf](http://www.imo.org/en/OurWork/Security/Guide_to_Maritime_Security/Documents/MS-C-FAL.1-Circ.3%20-%20Guidelines%20On%20Maritime%20Cyber%20Risk%20Management%20(Secretariat).pdf)> accessed 9 September 2019

Mueller P and Yadegari B, 'The Stuxnet Worm' 12

Owens BK and Mar 13 2017, 'Navy Conducts "Hack-Our-Ship" Cybersecurity Event -' (Defense Systems) <<https://defensesystems.com/articles/2017/03/13/hacknavy.aspx>> accessed 11 September 2019

'Principales incidentes de ciberseguridad en España durante 2018' (Willis Towers Watson Update, 8 May 2019) <<https://willistowerswatsonupdate.es/ciberseguridad/ciberataques-en-espana-2018/>> accessed 25 September 2019

Sjouwerman S, 'CyberheistNews Vol 6 #47 New Survey: It Takes 33 Hours To Recover From A Ransomware Infection' <<https://blog.knowbe4.com/cyberheistnews-vol-6-47-new-survey-it-takes-33-hours-to-recover-from-a-ransomware-infection>> accessed 11 September 2019

'Switch Administrado vs Switch No Administrado: ¿Cuál Puede Satisfacer Su Necesidad Real?' <<https://medium.com/@clopez.stark/switch-administrado-vs-switch-no-administrado-cu%C3%A1l-puede-satisfacer-su-necesidad-real-6353669b5b8>> accessed 12 September 2019

Tindall L, 'PDF Embedding Attacks' (4 August 2018) <<https://nora.codes/post/pdf-embedding-attacks/>> accessed 11 September 2019

'WannaCry Malware Profile' (FireEye) <<https://www.fireeye.com/blog/threat-research/2017/05/wannacry-malware-profile.html>> accessed 11 September 2019

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 Acoplamientos 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

2. Planta de Propulsión

2.3 Motores Propulsores



Crta. de la Coruña, km 11,5
Calle Basauri 7-9 • 28023 Madrid-Spain
Tel. +34 91 372 78 00
e-mail: jose.luis.urresti@volvo.com

**Motores diesel marinos.
Propulsores y auxiliares.**



Pol. Zerradi, 4 - 20180 Oyarzun (GUIPÚZCOA)
Tel.: 943 49 12 84 (3 líneas)
Fax: 943 49 16 38 - E-mail: transmar@transmarsa.com

**Motores diesel Perkins y
Lombardini-Kohler hasta 200 Hp
Servicio Oficial Hamilton JET y Scania
hasta 1000Hp**

PASCH



Campo Volantín, 24 - 3º - 48007 BILBAO
Tel.: 94 413 26 60
Fax: 94 413 26 62
E-mail: infobilbao@pasch.es

**Motores diesel.
Propulsores y auxiliares 10 a 2.000 CV**

2.5 Reductores



**REDUCTORES MARINOS
DESDE 250 HASTA 30.000 KW**

REINTJES España. S.A.U.
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



IBERGESA
Desde 1977



Germar Ibérica, S.A.

Tomás A. Alonso, 154 - 36208 VIGO - SPAIN
Teléfono: +34 986 29 51 58 - Fax: +34 986 21 04 66
E-mail: ingyisin@ibergesa.com

**Reductores Inversores Marinos "KÖYSAN" mecánicos
e hidráulicos desde 10 a 750 HP y PTO de 300 a 550 kW.
GRAN ROBUSTEZ PARA PESCA Y RECREO**



ZF Services España, S.L.U.

Dpto. Marina:
Avda. Fuentemar, 11 - 28823 Coslada (MADRID)
Tel. +34 91 485 26 97
Aftermarket.zf.com/es - www.zf-marine.com
Email: Jorge.torre@zf.com

**Sistemas de control electrónicos, reductores, inversores
y equipos completos de transmisión y propulsión,
tanto de paso fijo como variable. Hasta 10.000 kW.
Hélices de maniobra. Hélices azimutales.**



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



C/ Newton, 1 Edificio 3 Nave 6
Polígono Neinor • 28914 LEGANES (Madrid)
centramar@centramar.com
www.centramar.com • +34 916 653 330

ESPECIALISTAS EN REDUCTORAS MARINAS



**Mekanord • Borg Warner • Velvet Drive
Walter V Drives • Deep Sea Seals • Felsted • Metalstik**

Productos

Mandos de Control y Sistemas de Gobierno, Sistemas de escape, Paneles insonorizantes, Sistemas de alineación para ejes de hélice, Inversores reductores, Embragues reductoras HPV, Cierres de bocina, Cajas de reenvío, Cables para mandos, Soportes elásticos, Tomas de fuerza, Asistencia técnica a talleres profesionales y náuticas.

2.6 Acoplamientos y embragues



VULKAN Española S.A.
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

**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.**

2.7 Líneas de ejes



VULKAN Española S.A.
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

**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.**

2.10 Hélices, hélices-tobera, hélices azimutales

**Aquí puede ir
su publicidad**

**Aquí puede ir
su publicidad**



WIRESA

Pinar, 6 - Bis 1º - 28006 MADRID
Tel.: 91 411 02 85 - Fax: 91 563 06 91
E-mail: industrial@wiresa.com

**Hélices Azimutales SCHOTTEL para Pro-
pulsión y Maniobra, SCHOTTEL Pump Jet.
Hélices de proa y Líneas de Ejes.**



ZF Services España, S.L.U.

Dpto. Marina:

Avda. Fuentemar, 11 - 28823 Coslada (MADRID)

Tel. +34 91 485 26 97

Aftermarket.zf.com/es - www.zf-marine.com

Email: Jorge.torre@zf.com

Reductores, Inversores hasta 10.000kW.
Equipos de propulsión azimutal, hélices de paso fijo o variable. Sistemas de control electrónico.



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

2.12 Otros elementos de la planta de propulsión



VULKAN Española S.A.

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

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.

2.13 Componentes de motores



COTERENA

Muelle de reparaciones de Bouzas, s/n

P.O. Box 2.056 - 36208-VIGO (Spain)

Tel + 34 986 23 87 67 // FAX + 34 986 23 87 19

Email: coterena@coterena.es

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



Aquí puede ir su publicidad

Aquí puede ir su publicidad



AENOR



Eurodivon, S.L.

C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid

Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71

www.divon.es

E-mail: eurodivon@eurodivon.com

Repuestos para motores MAN, B&W, SULZER, de DAMEN (DSMS) y para Separadoras Centrifugas WESTFALIA y ALFA LAVAL de KET MARINE



Agente para España de



Serrano Galvache, 5 bajo • 28033 MADRID (SPAIN)

Tel.: +34 91 768 03 95 - Fax: +34 91 768 03 96

E-mail: cascos@cascosnaval.com

www.cascosnaval.com

Válvulas de 2 y 4 tiempos, asientos, guías y dispositivos de giro de válvulas. Cuerpos de válvula nuevos y reparados.

Aquí puede ir su publicidad



Germa Ibérica, S.A.

Tomás A. Alonso, 154 - 36208 VIGO - SPAIN

Teléfono: +34 986 295 158 - Fax: +34 986 210 466

E-mail: ingyisin@ibergesa.com

AGENTES GENERALES PARA ESPAÑA Y PORTUGAL DE "AKO - REGELUNGSTECHNIK GMBH", FABRICANTE DE VÁLVULAS DE REGULACIÓN DE TEMPERATURA DE DOS Y TRES VÍAS. DESTINADAS A CIRCUITOS DE AGUA Y ACEITE EN CENTRALES EN GENERAL, MOTORES DIESEL Y ASTILLEROS A NIVEL MUNDIAL. SERVICIO TÉCNICO, PRIMEROS EQUIPOS Y RECAMBIOS.

Rolloy MARINE

Spare Parts

www.rolloymarine.com

C/García Camba 6, Oficina 403

36001 Pontevedra

☎ 692.549.549

info@rolloymarine.com



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

Aquí puede ir su publicidad

3.1 Sistemas de exhaustación



VULKAN Española S.A.

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

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.

4. Planta Eléctrica

4.1 Grupos electrógenos

**VOLVO
PENTA**

Crta. de la Coruña, km 11,5
Calle Basauri 7-9 • 28023 Madrid-Spain
Tel. +34 91 372 78 00
e-mail: jose.luis.urresti@volvo.com

Grupos electrógenos completos.

**Aquí puede ir
su publicidad**

4.7 Luces de navegación, proyectors de señales. Sirenas



DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
www.divon.es
E-mail: divon@divon.es

Sirenas de Niebla KOCKUM SONICS.
PROYECTORES DE BÚSQUEDA IMAX.
Luces de navegación con luminarias tipo
LED. ALMARLED. Iluminación de cubiertas
y habilitaciones: estanca, antideflagrante,
fluorescente, halógena, sodio de alta y baja
presión, diodos emisores LED.

4.8 Aparellaje eléctrico

BENDER

Parque empresarial La Marina
C/ Fuerteventura 4, 2ª planta, Oficina 4
28703 San Sebastián de los Reyes
Tel. +34 91 3751202 - www.bender.es



Seguridad eléctrica en instalaciones
nauales; vigilancia y localización de
fallos de aislamiento eléctrico

4.9 Proyectos "Llave en Mano"

Insteimed S.A.
Engineering & Electrical Systems

- Proyectos "Llave en Mano" de Instalaciones Eléctricas en Buques
- Consultoría y Asesoramiento
- Ingeniería Básica y de Detalle
- Suministro de Material y Equipos
- Montaje y Conexión
- Adaptaciones y Reparaciones
- Coordinación y Dirección Obra

C/ Segura Rocaerya, 3
46200 Pírcipm Valencia (Spain) insteimed@insteimed.com
TLE. 131 96 330 45 96 www.msteimed.com
FAX. +34 96 330 46 99

**Aquí puede ir
su publicidad**

5. Electrónica

5.1 Equipos de comunicación interiores



Eurodivon, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
www.divon.es
E-mail: eurodivon@eurodivon.com

Teléfono Automática y Megafonía.
Red Pública. Avisos y Ordenes,
Autogenerados.
Antenas receptoras TV/AM/FM y TV Satélite.
Sistemas integrados de telefonía y PA/GA,
con Protocolo Internet (IP).

**Aquí puede ir
su publicidad**

5.3 Equipos de vigilancia y navegación



DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
www.divon.es
E-mail: divon@divon.es

Luces de Señalización Marítima según
IALA (International Association of
Lighthouse Authorities).
Luces para Faros, balizas y boyas,
con tecnología LED.
Boyas de Señalización y de Amarre de
MOBILIS (FRANCIA).



DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
www.divon.es
E-mail: divon@divon.es

Telégrafos de Órdenes e Indicadores de Ángulo de Timón de KWANT CONTROLS: Palanca, pulsador, conmutador, dobles, incluyendo controles. Controles remotos para propulsión Diésel y Eléctrica.



Aquí puede ir su publicidad

5.5 Ordenador de Carga



DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
www.divon.es
E-mail: divon@divon.es

Sistemas CCTV marinizados. Cámaras motorizadas con enfoque remoto. Monitores con presentación programada automática (QUADS).




DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
www.divon.es
E-mail: divon@divon.es

Calculador de Esfuerzos y Estabilidad, LOADMASTER. Indicación a distancia de NIVEL, TEMPERATURA, ALARMAS en tanques, y CALADOS. Presión directa tipo burbuja, KOCKUMATION. Cálculo de estabilidad según IACS 2004 rev.3.

6. Equipos Auxiliares de Casco

6.3 Sistema de ventilación, calefacción y aire acondicionado



SAJA INDYNA S.A.
Desde 1975 especialistas en habilitación naval

**Habilitación Naval "llave en mano".
Ingeniería de Habilitaciones.
Instalaciones de Aire Acondicionado.
Tubería.
Tubería Hidráulica.
Canalización Eléctrica.
Calderería.
Pisos de Luces.
Equipos Metálicos.
Ventilaciones de Cámara de Miquinas.**



SAJA INDYNA S.A.
N.º 10 Calles de San Juan de los Rios (CANTABRIA)
TEL.: 942 57 92 12 FAX: 942 57 61 64
Email: sajanavy@sajoindyna.es - Web: www.sajoindyna.es

7. Equipos de Cubierta




C/ TERUEL, 3 - 28231 LAS ROZAS DE MADRID
Tfno. 917 103 710 - Fax: 917 103 591
E-mail: info@elapsa.com -
<http://www.elapsa.com>



-Sistema Control de carga. MasterLOAD.
-TGD Sonda Nivel multifunción, temperatura, G.I.
-Transmisores de nivel, S. burbujeo, Alarmas.



-Actuadores hidráulicos simple y doble efecto.
-Centrales y bombas hidráulicas.
-Sistemas control Válvulas. Panel solenoides.



-Pescantes para Botes, Marina y Offshore.
-Pivotantes, Telescópicos.
-PAP, Shock Absorber, Ganchos seguridad.



-Sistema de Detección de Gases (GDS).
-Equipos Calibración y Pruebas.
-Control consumos. Antipiratería.



-Gas Inerte -Generadores de Nitrógeno.
-Generadores de Oxígeno.
-Generadores Industriales PSA.



-Motores Auxiliares SCANIA / SISU.
-Generadores de Emergencia.
-Planta propulsora y Generadores Portátiles.



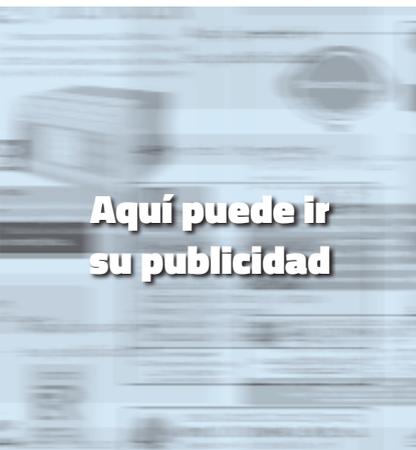
-STP Trat. de Aguas Residuales - ECOmar.
-Desalinizador Osmosis Inversa-RO Watermakers.
-U.V. Esterilizador / Purificador / Filtros.

7.1 Equipos de fondeo y amarre



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

Molinetes. Chigres. Cabrestantes.



Aquí puede ir su publicidad

TRILLO
anclas & cadenas

Parque Empresarial de Coirós
Parcela 10
15316 COIRÓS (A Coruña)
Telf.: 981 17 34 78 - Fax: 981 29 87 05
Web: <http://www.trillo.com> • E-mail: info@trillo.com

Anclas y cadenas para buques
Estachas y cables

GRAN STOCK PERMANENTE

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

SERVO SHIP, S.L.

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

Sistemas de evacuación.
Pescantes de botes.

**VIKING LIFE-SAVING
EQUIPMENT Iberica S.A.**



Oficina Principal
Camino Raposeira, 34, Nave 2
Sardona 36214 Vigo (Pontevedra)
Telf.: +34 986 42 14 45 • Fax: +34 986 41 92 86
E-mail: viking-e@viking-life.com • www.viking-life.com

Balsas Salvavidas, Botes de Rescate,
Sistemas de Evacuación, Equipos de
Seguridad, Salvamento y Contra Incendios

8. Estabilización,
Gobierno y Maniobra

8.2 Timón, Servomotor

SERVO SHIP, S.L.

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

Servotimones.

8.3 Hélices transversales
de maniobra

SERVO SHIP, S.L.

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

Hélices de maniobra.

9. Equipamiento
y Habilitación

NSL
N.S. LOURDES, S.L.
NAVAL - OFF SHORE - YACHTS - HOTELS
Polígono Río San Pedro 2628 - 11519 Puerto Real (CÁDIZ)
956 47 82 64 - 956 47 83 43 - Fax: 956 47 82 79
nsi@nslourdes.es - Web: www.nslourdes.es

Habilitación "Llave en mano".
Suministro de mobiliario y elementos
de habitación para buques y hoteles.

OLIVER DESIGN

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>

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



ACCO-TRADE

C/ Miguel Fleita, 9 - 2º 2
28037 - MADRID
Tfno.: 917 103 960
e-mail: info@acco-trade.com
www.acco-trade.com

Subpavimentos	SIKAFLOOR MARINE
Paneles, techos, puertas Módulos aseo	NORAC
Techos decorativos	DANACOUSTIC
Pavimentos vinílicos	POLYFLOR
Cortinas puente y black-outs	BERGAFLEX
Losetas exteriores	BERGO FLOORING
Sillones piloto	ALU-DESIGN
Colchones certificados	COLCHÓN STAR
Tejidos certificados	TUSSY XXI
Ventanas	IDE MARINE - C.C. JENSEN
Molduras y revestimientos	FORMGLAS
Paneles de vermiculita	FIPRO
Equipos de cocina	BEHA-HEDO
DISEÑO Y CREACIÓN DE IMÁGENES Y VIDEOS 3D	
Todos los materiales con certificados s/IMO	

Aquí puede ir
su publicidad

9.3 Puertas, portillos, ventanas,
limpiaparabrisas y vistaclaras



DIVÓN, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
www.divon.es
E-mail: divon@divon.es

Limpiaparabrisas barrido recto,
pantógrafo pendular de SPEICH.
Vistaclaras de KREIPKE MARINE.
Pantallas antideslumbrantes y
atenuadoras de SOLAR SOLVE.

Aquí puede ir
su publicidad

9.5 Recubrimientos, pintura. Tratamiento de superficies



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



Pinturas marinas de alta tecnología para la protección de superficies. Antifoulings autopulimentables, hidrolizables químicamente (acrilato de sililo) para 60/90 meses de navegación, ahorran combustible y mejoran la velocidad de navegación. Epoxy alto espesor para superficies tratadas deficientemente Smart Pack System (surface tolerant).



Ctra. de Fuencarral, 72, Pol. Ind. Alcobendas
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel.: 916 572 375 - Fax: 916 616 980
E-mail: info@es.sika.com
Web: www.sika.es

Productos adhesivos para la Industria Naval

**Aquí puede ir
su publicidad**

9.6 Protección catódica



Rúa Tomada, 74 Navia - 36212 Vigo (PONTEVEDRA)
Tel.: 986 24 03 37 - Fax: 986 24 18 35
E-mail: cingal@cingal.net - http://www.cingal.net

**Protección catódica
Anodos de sacrificio**

**Aquí puede ir
su publicidad**

9.13 Habilitación, llave en mano



SAJA INDYNA S.A.
Desde 1975 especialistas en habilitación naval

**Habilitación Naval "llave en mano".
Ingeniería de Habilitaciones.
Instalaciones de Aire Acondicionado.
Tubería.
Tubería Hidráulica.
Canalización Eléctrica.
Calderería.
Palos de Luces.
Equipos Metálicos.
Ventilaciones de Cámara de Máquinas.**



SAJA INDYNA S.A.
Nº La Catedral, s/n - 39418 Comillas (CANTABRIA)
TEL: 942 57 92 12 - FAX: 942 57 61 66
Email: sjaind@sjaindyna.com - Web: www.sjaindyna.com



N.S. LOURDES, S.L.
NAVAL - OFF SHORE - YACHTS - HOTELS

Polígono Río San Pedro 2028 - 11519 Puerto Real (CÁDIZ)
956 47 82 64 - 956 47 83 43 - Fax: 956 47 82 79
nsl@nslourdes.es - Web: www.nslourdes.es

Habilitación "llave en mano".
Suministro de mobiliario y elementos
de habitación para buques y hoteles.



10. Pesca

10.5 Embarcaciones auxiliares



TALLERES LÓPEZ VILAR, S.L.

- Embarcaciones de aluminio.
- Speed-Boats para atuneros.
- Botes de trabajo.

Polígono A Tomada, parcela nº 62
15940 Pobra de Caraminal (A Coruña)
Tel.: 981 870 758 • Móvil: 696277909
e-mail: america@lopezvilar.es



**Aquí puede ir
su publicidad**

11. Equipos para astilleros

11.6 Equipos para puertos y plataformas



DIVON, S.L.
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71
www.divon.es
E-mail: divon@divon.es

**Equipos para Puertos y Plataformas:
Defensas, Bolardos, Boyas y
Balizas de IRM.
OFFSHORE AND MARINE ENGINEERS**

12. Empresas de Ingeniería y Servicios

12.1 Oficinas técnicas



F. CARCELLER
Ingenieros Navales - Consultores

Montero Ríos 30, 1º - 36201 Vigo (Pontevedra)
Tel.: 986 430560 Fax: 986 430785
e-mail: fcarceller@carceller.com

- Proyectos
- Cálculos y mediciones
- Direcciones de obra
- Inspecciones
- Trazados y valoraciones
- Arbitrajes

www.carceller.com



ISONAVAL
INGENIEROS NAVALES
NAVAL ARCHITECTS

PASEO JUAN DE BORBÓN, 92 - 4ª PLANTA
08003 BARCELONA

tel: +34 93 221 21 66
fax: +34 93 221 53 06
email: info@isonaval.net
web: www.isonaval.net

- Oficina Técnica de Ingeniería Naval
- Proyectos de nueva construcción
- Proyectos de modificaciones
- Cálculos de Arquitectura Naval
- Homologaciones
- Peritaciones

OLIVER DESIGN

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

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



CONSULTORÍA

Estudios de mercado.
Estudios de viabilidad técnico-económico
Análisis y mejora de procesos
Creación nuevos procesos
Planes y programas de investigación, desarrollo e innovación

DISEÑO

Proyectos conceptuales
Estudios de arquitectura naval
Ingeniería básica, estructuras e instalaciones
Diseño de elementos especiales para obras marítimas y portuarios

INSPECCIÓN Y DIRECCIÓN DE OBRA

Supervisión y control de documentación
Supervisión y dirección de obra
Colaboración con grupos de dirección de proyecto

Socio Fundador de GASNAM

C/ Andrés Mancebo, nº42, 1º
46023 Valencia (Spain)
Telf: 963 391 628 cotenaval@cotenaval.es
www.cotenaval.es

12.6 Empresas de servicios



VIBRAL, S.L.

Rectificado y Ajuste de Motores
MECANIZADOS

Camino del Fragoño, 2 - Apartado 919
36214 VIGO (Pontevedra) España
Teléfonos: 00.34.986 42 47 33 - 00.34.986 42 49 77
Telefax: 00.34.986 42 44 88
E-mail: rectyamot@vibrat.net

- Reparación de motores.
- Rectificado de cigüeñales hasta longitud máx. 4.600 mm, volteo máx. 960 mm, carrera 400 mm y peso 3.000 kg.
- Restauración de bloques, camisas, culatas, bielas, pistones, válvulas, árboles de levas, etc.
- Fabricación de toda clase de tornillería y bulonería en acero de alta resistencia.
- Roscado por laminación hasta 220 mm long. rosca y 75 mm diámetro.
- Metrología y Control de Calidad, Ensayos no destructivos.



TÉCNICAS Y SERVICIOS DE INGENIERÍA S.L.

Pruebas de Mar.
Ingeniería y Cálculo
BUQUES SILENCIOSOS
Gestión Integral de Vibraciones y Ruido.
Análisis Dinámico.
CBM - Mantenimiento basado en Condición.
Sistemas de Monitorización de Condición.
Consultores de Averías.
Arbitrajes.
Ensayos y Pruebas Especiales.
FORMACIÓN ESPECIALIZADA

www.tsisl.es

Edificio Pyomar Torre 2, Avda. Pío XII, 44, Bajo Ida.
28016 MADRID. Tlf: +34 91 345 97 30 Fax: +34 345 81 51



c/ BOLIVIA, 5 - 28016 MADRID
Tel.: +34 91 458 51 19 / Fax: +34 91 344 15 65
E-mail: seaplace@seaplace.es • web: www.seaplace.es

INGENIERÍA NAVAL Y OFFSHORE

- Ingeniería Conceptual, Básica y de Aprobación de Buques y Unidades Offshore
 - Ingeniería de Detalle: Acero y Armamento
 - Soporte Técnico Armadores: Inspección y Varada.
 - eGMID (Inspectores Acreditados IMCA)
 - Gestión técnica compras
 - Integración en equipos de proyecto
 - Gestión y dirección de proyectos
 - Análisis Elementos Finitos, Estudios de Seguridad, Transportes, Fondos, Remolques, Estudios de Riesgos, DP FMEA, Comportamiento en la Mar
 - Consultoría Técnica
- FORAN - ANSYS - RHINOCEROS - SOLIDWORKS - SEADP

BAU PRESS

Agencia Gestora de Medios, S.L.

Corazón de María, 25, 1º A - 28002 Madrid
Tel.: 91 510 20 59 - Fax: 91 510 22 79

**Publicidad, Catálogos, Ferias,
Congresos, Libros, etc.**



**CONSULTA
OFERTAS**

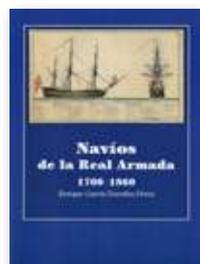
Suscríbete ya en: www.sectormaritimo.es

INGENIERIA NAVAL

Fondo Editorial de Ingeniería Naval (FEIN)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS NAVALES Y OCEÁNICOS

¡Los más vendidos!



45,00 €

NAVÍOS DE LA REAL ARMADA 1700-1860
Enrique García-Torralba Pérez



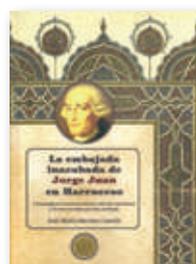
12,00 €

CUATRO ENFOQUES DEL SINIESTRO MARÍTIMO. PRINCIPIOS DE INGENIERÍA NAVAL FORENSE
Carlos Bienes Pesqui de Gemini



30,00 €

BUQUES INTERNADOS EN ESPAÑA EN LAS DOS GUERRAS MUNDIALES
Francisco Javier Álvarez Iaita
María Luisa Medina Arnáiz



25,00 €

LA EMBAJADA INACABADA DE JORGE JUAN EN MARRUECOS
José M^a. Sánchez Carrión



55,00 €

BUQUES MENORES Y FUERZAS SUTILES ESPAÑOLAS 1700-1850
Enrique García-Torralba Pérez

¡Ofertas!

BREVE HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN Y EL COMERCIO DESDE LA ANTIGÜEDAD HASTA NUESTROS DÍAS. Cecilio Sanz

20,00 €

EVOLUCIÓN DE LA PROPULSIÓN NAVAL MECÁNICA. Luis de Mazarredo y Beutel

REPRESENTACIÓN DE CURVAS Y SUPERFICIES. Víctor Villoria San Miguel

15,00 €



Otros Títulos

- **LA FÁBRICA DE ACORAZADOS. LA SOCIEDAD ESPAÑOLA DE CONSTRUCCIÓN NAVAL EN FERROL (1909-1936).** José María de Juan-García 20,00 €
- **CONSTRUCCIÓN DE BUQUES DE PESCA EN POLIÉSTER REFORZADO CON FIBRA DE VIDRIO.** Jorge Tegedor del Valle 18,00 €
- **DE LA INVENCIBLE A GUADALCANAL.** Álvaro Akerman Trecu, Alvaro González de Aledo 25,00 €
- **DETAILED DESIGN OF SHIP PROPELLERS.** Gonzalo Pérez Gómez y Juan González-Adalid García-Zozaya 65,63 €
- **EL BUQUE DE GUERRA COMO APLICACIÓN MÁS AVANZADA DE LA TECNOLOGÍA NAVAL.** Enrique Casanova Rivas (2ª edición) 25,00 €
- **FUNDAMENTOS DE PESCA.** Luis Santos Rodríguez y José F. Núñez Basáñez 30,00 €
- **LAS TENSIONES TANGENCIALES EN LA FLEXIÓN.** José M^a Sáez de Benito Espada 27,05 €
- **MATERIALES COMPUESTOS. TECNOLOGÍA DE LOS PLÁSTICOS REFORZADOS.** José Luis González Díez 30,06 €
- **MÁQUINAS Y ACCIONAMIENTOS ELÉCTRICOS.** Roberto Faure Benito 45,08 €
- **TRÁFICO MARÍTIMO.** Javier Pinacho y Bolaño-Rivadeneira 20,00 €
- **UN INGENIERO NAVAL POR ESOS MUNDOS. HISTORIAS Y FOTOS.** Eduardo Martínez-Abarca Unturbe 25,00 €

PEDIDOS A:

C/Castelló, 66 - 6ª • (28001) MADRID • 91 575 10 24
tienda@ingenierosnavales.com • www.ingenierosnavales.com

* En los precios no está incluidos los gastos de envío

¡20% de descuento a colegiados!

Programa editorial 2020 - Editorial Program 2020

ENERO

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



JANUARY

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

FEBRERO

Reparaciones y transformaciones
Astilleros de reparación
Pinturas y protección de superficies



FEBRUARY

*Repairs & Conversions. Repair yards
Paint and surface protection*

MARZO

Pesca. Acuicultura
Política pesquera



MARCH

*Fishing. Aquaculture
Fishing legislation*

ABRIL

Seguridad marítima
Flota de remolcadores. LNG
Avance Navalia



APRIL

*Maritime Security & Safety
Tugboats fleet. LNG
Navalia Advance*

MAYO

Industria auxiliar
Gobierno y maniobra



MAY

*Auxiliary industry.
Steering and manoeuvre*

JUNIO

Construcción naval
Tendencias



JUNE

*Shipbuilding
Trends*

JULIO-AGOSTO

Ingeniería. Formación
Sociedades de clasificación
Avance SMM



JULY-AUGUST

*Engineering. Training
Classification Societies
SMM Advance*

SEPTIEMBRE

Marina Mercante. Puertos. Náutica
Habilitación. Ferries. Cruceros
Avance 59 Congreso de Ingeniería Naval



SEPTEMBER

*Merchant ships. Harbours. Pleasure crafts
Accommodation. Ferries. Cruiseships
59th Naval Architecture Congress Advance*

OCTUBRE

Sector naval militar
Electrónica y Automación



OCTOBER

*Naval sector
Electronics and Automation*

NOVIEMBRE

Offshore



NOVEMBER

Offshore

DICIEMBRE

Energías renovables y Medio ambiente
Resumen del Sector Marítimo 2020



DECEMBER

*Renewable energy and environment
Maritime Summary 2020*

INGENIERIA NAVAL

Cada número contiene además:
Artículos técnicos.
Descripciones de buques.
Noticias nacionales e internacionales
Artículos sobre legislación, economía,
fiscalidad y normativa.

*Each issue also includes:
Technical articles
Ship descriptions
International and national news
Articles above legislation,
economy, taxes and regulations.*

www.sectormaritimo.es

CURSOS SEPTIEMBRE 2020

02	MARCADO CE MÓDULO VII	03	SISTEMAS ELÉCTRICOS A BORDO
04	ESCANTILLONADO DE EMBARCACIONES	07	COMPORTAMIENTO EN LA MAR
08	CLIMATIZACIÓN NAVAL	09	FINANCIACIÓN EUROPEA EN EL ENTORNO MARÍTIMO
10	LEAN MANUFACTURING	11	DISEÑO DE EMBARCACIONES CON RHINOCEROS
14	TECNOLOGÍA DE LOS REVESTIMIENTOS PROTECTORES	16	INICIACIÓN AL CONTROL DE PESOS
17	5S - MÉTODO JAPONÉS PARA MEJORAR EL PUESTO DE TRABAJO	18	DISEÑO DE LÍNEA DE EJES
21	VALORACIÓN DE EMBARCACIONES DE SEGUNDA MANO	22	BUQUES PROPULSADOS POR GAS
23	SISTEMAS DE GOBIERNO	29	INGENIERÍA DE DETALLE EN BUQUES

SERVICIO INTEGRAL DE PRUEBAS DE MAR

Por un Único Suministrador de
Servicios Certificados

» Evaluación de Confort

- Medida aislamiento acústico. Medida aislamiento a ruido de impacto
- Ruido y Vibraciones de acuerdo a Estándares y Clase
- Aceleraciones de movimientos del buque
- Habitabilidad

» Rendimiento de Operación

- Ensayos de Maniobrabilidad: Circulo de Evolución, Zig-Zag, Crash-Stop, Hombre al agua
- Ensayos de Potencia y de Velocidad

» Integridad de Maquinaria

- Vibraciones en la Maquinaria Principal y Equipos Auxiliares
- Medida de Reacciones en cojinetes de Líneas de Ejes
- Vibraciones Torsionales / Laterales / Axiales

» Monitorización de Buque

- Evaluación del estado vibratorio de la maquinaria a la entrega del buque (Base Line)
- Instalación de Red de Sensores y Obtención de Datos para Gemelos Digitales
- Mantenimiento Basado en Condición (CBM) y Predictivo (PDM) de activos
- Condición de estructura y SHM en continuo (arrufo y quebranto)
- Condición de Maquinaria a bordo

» Ensayos No-Intrusivos de Detección de Cavitación

- Verificación y Análisis de perfiles de operación con cavitación de helices
- Ni-CDS - Non intrusive Cavitation Detection System

» Ruido Radiado por el Buque

- Evaluación de perfiles de operación no silenciosos de acuerdo a Estándares y Clase
- Asesoramiento para reducción de firma acústica de buque
- Medidas de ruido aéreo radiado a puerto
- Medidas de ruido radiado al agua



Técnicas y Servicios de Ingeniería S.L.

+34 913 459 730 / tsi@tsisl.es

www.tsisl.es

