



YOUR PROPULSION EXPERTS

THE DRIVE YOU  
DESERVE



**WIRESA**  
Wilmer Representaciones, S.A.  
Pinar, 6 BIS 1º  
28006 Madrid  
Spain  
Phone: +34 91 4 11 02 85  
Fax: +34 91 5 63 06 91  
E-Mail: [ecostoso@wiresa.com](mailto:ecostoso@wiresa.com)

[www.schottel.com](http://www.schottel.com)



**CERNAIVAL GROUP  
SHIPYARDS®**



Algeciras Port Bay



Málaga Port

## SHIP REPAIR & SERVICES YOUR SHIPYARDS BETWEEN TWO SEAS

[www.cernaival.com](http://www.cernaival.com)





**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](mailto:esp_cma@des.bureauveritas.com)

[www.bureauveritas.es](http://www.bureauveritas.es)



**ASTILLEROS**  
**BALENCIAGA S.A.**  
**SHIPYARD**

# BUILDING VESSELS FOR THE FUTURE

[www.astillerosbalenciaga.com](http://www.astillerosbalenciaga.com)



**PELAGIC TRAWLERS**



**RESEARCH VESSELS**



**SALMON TRANSPORT  
VESSELS**



**LIFE FISH CARRIERS**

**7** editorial / *editorial comment*

**8** coyuntura del sector naval  
*shipping and shipbuilding news*



"Pandemias. Navigare necesse est, vivere est non necesse", por José-Esteban Pérez García

**17** observatorio / *observatory*



"Otra vez a vueltas con el precio del combustible", por G. Polo y D. Díaz

**24** construcción naval / *shipbuilding*

**28** gobierno y maniobra / *steering and manoeuvre*

**31** medio ambiente / *environment*

**36** buques 4.0 / *vessels 4.0*

**38** enermar / *renewable energy*

**41** náutica / *nautical*

**43** oil&gas / *oil&gas*

**45** noticias / *news*

**62** nuestras instituciones / *our institutions*

Mi visión particular de la profesión.  
"El ingeniero naval como creador del hábitat abordo"



**79** Blog de Exponav: de Nereidas a Buques



"Los "BUQUES": la convivencia y la "VIDA A BORDO", por R. Villa.  
"CONVERSIONES" de "BUQUES", por R. Villa

**89** artículo técnico / *technical article*

"Claves para la mudanza tecnológica del sector naval español ante los retos de la industria 4.0" por Fernando Miguélez García  
"Diseño orientado a la operatividad y el ciclo de vida. Safety y Sostenimiento", por J. Arcusa Miranda y Mª T. Llorente Moreno

**113** clasificados / *directory*



## PRÓXIMO NÚMERO / COMING ISSUE

Ingeniería. Formación. Sociedades de clasificación  
*Engineering. Training. Classification Societies*

### 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

## Galería de imágenes

### Botadura del crucero de expedición polar *Ultramarine* de Quark Expeditions

Se trata del Ultramarine de Quark Expeditions que está siendo construido en el astillero de Brodosplit (Split, Croacia). La botadura tuvo lugar el pasado 16 de mayo de 2020.

<https://bit.ly/36xgbfW>



### El buque grúa a GNL Sleipnir completa el desmantelamiento de Ekofisk 2/4A

A principios de mayo de 2020, el buque grúa semisumergible a GNL Sleipnir de Heerema Marine Contractors completó el desmantelamiento de la plataforma Ekofisk 2/4A.

<https://bit.ly/2A8vLCK>

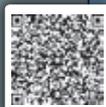


## Noticias

### Nueva embarcación para acuicultura de Damen

Las tareas para las que se ha diseñado esta embarcación son las de limpieza de jaulas, apoyo a buceadores, de recolección y hasta el procesado del pescado.

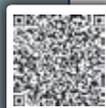
<https://bit.ly/36tE1YM>



### Corea del Sur comienza la construcción de un buque de suministro de GNL

Corea del Sur ha comenzado a construir el que será su primer buque íntegramente nacional de suministro (bunkering) de gas natural licuado como parte del proyecto respaldado por el ministerio de océanos y pesca.

<https://bit.ly/350FDNU>



## Enermar

### China instala su primer aerogenerador offshore de 8 MW de fabricación 100% nacional

China avanza rápidamente en el desarrollo de sus propios aerogeneradores para el sector eólico offshore.

<https://bit.ly/2zkvJIS>



### Borssele 1 y 2 entrega sus primeros megavatios

Borssele 1 y 2 estará operativo a finales de este año. Tendrá 94 aerogeneradores Siemens Gamesa de 8 MW y suministrará energía renovable equivalente al consumo anual de un millón de hogares.

<https://bit.ly/2SWrBEC>



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

http://linkd.in/13n4zo5

http://twitter.com/ingnaval

año LXXXIV - N.º 991

**INGENIERIA NAVAL**  
mayo/junio 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



## El camino de la descarbonización no se detiene

A pesar del parón mundial al que nos hemos visto obligados por la pandemia del Covid-19 en los últimos meses, la vuelta a la llamada “nueva normalidad” ha comenzado en prácticamente todos los lugares del Planeta. La OMI respalda los nuevos protocolos diseñados para levantar las barreras a los cambios de la tripulación, los astilleros siguen trabajando para sacar adelante sus pedidos y cumplir con los plazos de entrega, las noticias del sector eólico offshore demuestran que se sigue hacia delante con la instalación de nuevos parques, nuevas conexiones a tierra y la generación de más potencia para alimentar a millones de hogares.

Asimismo, algunas navieras de cruceros retomarán su actividad a mediados de julio tras el anuncio de muchos países de la apertura de su fronteras a los turistas y, la náutica de recreo se presenta como una alternativa viable para nuestras próximas vacaciones. Y todo ello para recuperarse de los malos datos que estamos empezando a conocer, como por ejemplo los publicados por Puertos del Estado en relación al tráfico portuario del primer trimestre de año. El mismo ha descendido un

4,7% con respecto al mismo período del año anterior. Los 46 puertos de interés general del Estado movieron en total 133,2 Mt.

El número de buques con scrubbers instalados alcanzó en abril las 4.047 unidades, según los datos del observatorio de combustibles alternativos de DNV GL. Una cifra buena aunque para satisfacer las demandas de descarbonización en el transporte marítimo la misma debe aumentar y además no olvidar la posibilidad que ofrecen los nuevos combustibles. Es precisamente DNV GL la que además se pregunta ¿qué combustibles pueden ser lo suficientemente ecológicos y estar disponibles a corto plazo como para satisfacer las regulaciones más estrictas sobre emisiones? Sin dejar de lado el trabajo que se está llevando a cabo con el GNL y que seguro que servirá de base para utilizar otros combustibles en el futuro. Hasta encontrar una solución por la que apostar de manera segura, y que estiman no estar disponible hasta 2035 o 2045, es mejor no abandonar el uso del petróleo y otros combustibles puente a medida que se sigue trabajando con lo que tenemos y

concentrarse en construir una infraestructura atemporal.

La sociedad de clasificación ABS acaba de publicar un informe sobre las consideraciones prácticas a la hora de instalar scrubbers (sistemas de limpieza de gases de escape). Quieren con ello, ofrecer a la industria marítima una guía orientativa sobre los desafíos clave en la instalación de estos sistemas y su mantenimiento. Para ello, ha recopilado todo lo aprendido en este campo, desde la instalación y puesta en marcha, hasta los fallos de hardware más comunes de los sistemas operativos y el tipo de combustible necesario.

Destacan como imprescindible el periodo de prueba de estos sistemas, como actividad previa a la puesta en marcha para que evitar problemas posteriores. Uno de los problemas recurrentes que están observando se da durante el transporte del agua “sucio”, consecuencia de rutas de flujo inadecuadas o ineficientes y que se resuelve optimizando dichas rutas y/o modificando el diseño del desnebulizador, que elimina las gotas de líquido de la corriente de vapor. ■

# Pandemias. Navigare necesse est, vivere est non necesse



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 this month turn around some topics related different as well as possible behaviours to go out from de covid-19 pandemic problems from the point of view of the recovery the global economic and social rate. There are different perceptions about this issue, always linked on how each one will perform the necessary policy.*

Cuando se está escribiendo este artículo, Europa y el resto del mundo están en lo que se ha dado en llamar “desescalada” respecto de la protección y medidas tomadas en unos y otros lugares para salir, en la medida de lo posible, del desastre causado por la pandemia del covid-19.

Al igual que en la lucha directa en la contención de los efectos sobre la salud en primer lugar, y en segundo, los daños sociales y económicos derivados de los procesos de confinamiento y las paradas económicas, unos lo han gestionado mejor y otros peor. Quién quiera detalles, que entre en las múltiples estadísticas y curvas mejor o peor interpretadas, no siempre con la asepsia científica que debieran, y que circulan por todo el mundo, y a las que nos hemos referido en el número anterior de esta revista.

Antes de continuar, parece obligado que nos detengamos un momento para recordar, porque viene al caso, la frase que Plutarco atribuye a Cneo Pompeyo: “*Navigare necesse est, vivere non est necesse*”, que la utilizó para arengar a su marinería a embarcar, a lo que se resistían por el mal tiempo, en la vuelta a Roma con provisiones de trigo, desde Sicilia y el norte de África<sup>1</sup>.

Fernando Pessoa<sup>2</sup> le utilizó para escribir: “*Un barco parece ser un objeto cuyo fin es navegar, pero su fin no es navegar, sino llegar a un puer-*

**Tabla O. Indicadores significativos por países**

Países	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	-6	0,8	97,8	-2,5	-12,2	-0,7	0	0,89	14,5
Zona Euro	1,6	1,2	-6	1,6	85,9	-1	-1,9	0,4	0	0,89	7,4
Francia	1,4	1,3	-5	-1	99,2	-2,5	-17,3	0,4	0	0,89	8,4
Alemania	1,2	0,6	-6	5,2	57	1,9	-11,4	0,8	0	0,89	3,5
Italia	0,7	0,2	-7	1,3	133,4	-2,2	-2,4	0,6	0	0,89	8,4
R. Unido	1,5	1,3	-4,7	-2,2	85,6	-2,2	-2,8	1,5	0,45	0,81	4
Rusia	1,5	1,1	-5,2	1,7	51	2,9	0,4	2,5	5,73	74	4,7
EEUU	3	2,3	-3,5	-1,9	106,7	-5,7	-5,5	1,5	0,47	1	4,4
China	6,5	6,1	1	0,8	55,3	-4,8	-1,1	4,3	1,4	7,1	3,7
Japón	0,3	0,8	-5,2	3,4	237,5	-3,2	-5,2	0,4	0	106	2,5
India	7,1	4,9	0,3	-0,4	69	-6,4	4,5	5,9	3,55	75	23,5
Corea Sur	2	1,8	-1,8	6,1	40,5	0,8	7,1	0,1	1,01	1.222	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	2.063
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	11.222
Valor total S & P	23.123	18.460	13.070	20.400	25.600	23.050	12.316	10.058	17.846	15.173	432
S & P Valor/tpm	352	364	236	312	248	300	173	208	209	217	131,00
Petróleo Brent \$/Barril	97,71	107,06	111,35	109,01	49,2	36,7	55,2	68,7	62,7	69,30	31,83
Combust. IFO-380. \$/t	452	549	585	585	310	162	213	370	367	251,00	157,00
Comb MGO/VLSFO \$/t	667	848,6	920	920	570	335	383	593	544	567/502	254/206
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 <sub>2</sub> - % Mundo										2,20%	2,40%

Datos al fin de cada año. Ind. Prod. Industrial: Interanual. Tasa int: bonos gob 10 años. S & P = Compra & Venta (\*) Valor S&P valor febrero 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. 020 sobre emisiones mundiales.

to. Nosotros nos encontramos navegando sin la idea del puerto al que deberíamos arribar. Reproducimos así, en la especie dolorosa, la fórmula aventurera de los argonautas: navegar es preciso, vivir no es preciso” haciendo bueno lo que Enrique Rojas escribió<sup>3</sup>: “la vida es una carta náutica en donde aparecen los principales avisos

para navegantes”. Habría que añadir que hay navegantes que la saben leer y otros que no.

**Sirva esta entrada, a la que nos referiremos después, para rendir desde aquí un humilde homenaje a las gentes del mar, a los tripulantes de los buques mercantes que**

Tabla 1. Parámetros clave en nuevas construcciones

	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Contrat Mtpm	96,5	26,1	72,8	76,6	64,8	7
Contrat Mgt	59,7	18,1	46,9	53,5	45,5	4,7
Contrat Mcgt	33,8	10,1	22,1	27,1	24,1	2,3
Inversión \$ 10 <sup>9</sup>	69	33,5	58,7	64,7	72,4	5,5
Inversión \$ /tpm	715	1.223	806	845	1.117	786
Inversión \$ /gt	1.156	1.736	1.251	1.207	1.591	1.170
Inversión \$ /cgt	2.041	2.991	2.520	2.262	2.862	2.400
Entreg Mcgt	36,7	34,5	33,1	30,2	32,8	6,8
Entreg Mtpm	96,2	100	97	79,7	98,4	23
Cont/Entr tpm	1	0,27	0,75	0,95	0,66	0,3
Cont/Entr cgt	0,92	0,32	0,7	0,95	0,77	0,8
Cartera tpm	303	314,9	202,3	207,8	187,5	171,8
Cartera cgt	109,3	86,2	78,7	79,9	77,2	73,3
Desguace Mtpm	38,6	44,2	35,2	29,1	17	6,7
Edad media	27	24,1	26,1	27,1	28,1	28,5
Precio desguace \$/tpr **	220/250	220/350	420/500	430/450	350/400	350/400
Buques amarrados (Mtpm)***	(1,36)***	(0,92)***	(0,47)***	(0,41)***	(0,45)***	

tpr= ton. peso en rosca. (\*\*) En \$ por tpr. (\*\*\*) Portacontenedores. Fuente: LLP, Clarkson, Fearnley y elaboración propia. Cifras en rojo suponen "récords" mejores. En azul: récords peores. Corrección: Desde 2005, además de petroleros, bulkcarriers, gaseros y portacontenedores, se incluyen. Esta tabla muestra datos corregidos y actualizados de años anteriores al presente.

en muchos casos llevan meses sin poder desembarcar por las restricciones multilaterales fronterizas en sus países de origen y la imposibilidad de sus reemplazos por las mismas circunstancias.

### La globalización en medio de la tormenta

Es muy posible que el transporte marítimo sea una de las muestras más visibles de los efectos de la globalización, en lo que respecta a las tripulaciones de los buques y a su multinacionalidad, sin obviar todas las ventajas y desventajas que esto pueda tener según la óptica de quién mira.

Pero, en el "meollo" del asunto, subsiste la realidad de que el transporte marítimo es quién hace subsistir al mundo y le proporciona lo que necesita para resistir aquí y allá. Por eso es muy importante la comprensión de su necesidad estratégica, ligada a lo que podríamos llamar "soberanía marítima".

Da la impresión de que muchos países, entre los que se encuentra el nuestro, piensan que pase lo que pase siempre habrá barcos de quién sea que nos mantengas "vivos". La ignorancia, en un país periférico como es el Reino de España, de la dependencia vital del mar y el menosprecio de su importancia, constituyen algunas de sus debilidades sociales y económicas más relevantes, que además incrementan su dependencia en el ámbito de la estrategia internacional. Tendría menos importancia si España no fuera la cuarta economía de la zona euro de la UE, posición que se pregonan todos los días, y cuya fragilidad se ha puesto de manifiesto

en este año 2020, cuyo primer trimestre se ha convertido en un maremoto en el mundo de la salud de la población, y amenaza con degenerar en un desastre mayor en los ámbitos sociales y económicos para una generación que ha creído que el progreso era imparable y que estábamos preparados para conseguirlo.

### Síntomas

Las cifras que se pueden ver en la Tabla 0, de indicadores económicos generales, y algunos marítimos, llama la atención porque acostumbrados desde hace algunos años a variaciones mínimas y una cierta continuidad, se aprecia de repente, con los datos de marzo, una llamativa fractura, que se acrecienta más cuando dichos datos, como se puede ver en la

Tabla, se comparan con los que aparecían en el número anterior de "la Coyuntura".

Hemos pasado de unos crecimientos de los PIB previstos como positivos para 2020, a una caída abrupta en la que todos son negativos, con excepciones mínimas que corresponden a China e India.

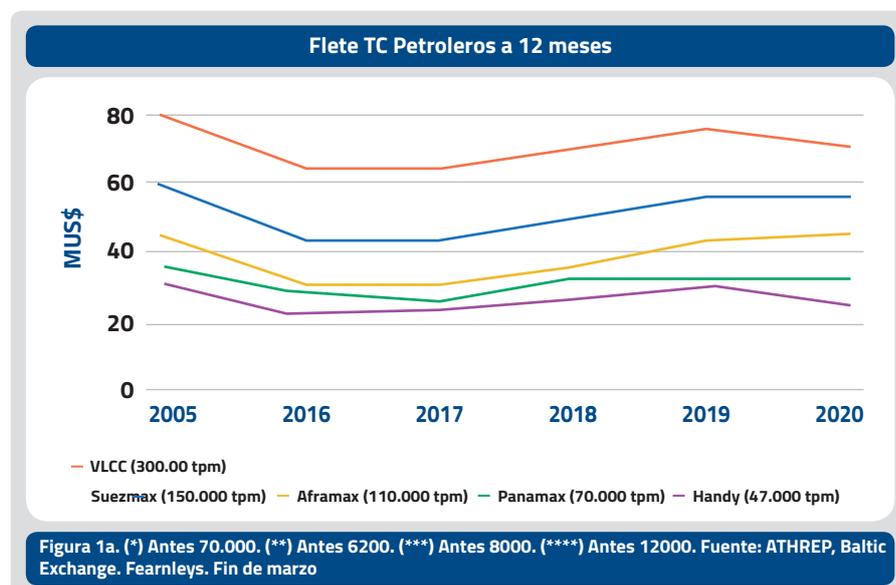
Aquí hay que hacer alguna precisión; China, cuya previsión era de 5,3 % en enero, ha caído en realidad 4,3 puntos, y la India, 4,2.

La Zona Euro, con esa misma comparación de previsiones, desciende 6,9 puntos, España 7,6 y Estados Unidos, 7,5. Tengamos en cuenta que el valor de estas previsiones, a la vista de lo recogido en el número anterior y cuya fuente principal es "The Economist", no están corregidas por los efectos macroeconómicos retardados de difícil pronóstico por el momento, pero que se presienten más negativos y variarán en función de la gestión que los diferentes países sean capaces de hacer en la llamada recuperación. Recuperación que es muy complicado que se produzca ni siquiera hacia 2022.

También resultan desalentadoras las cifras que miden el índice de producción industrial, en su mayor parte negativa en cómputo anual. Llama la atención la que corresponde a España, que daña más a uno de los sectores más deficitarios pero necesarios para la economía española, y en el que se integra gran parte del sector marítimo.

### Algo sobre la flota

Las previsiones para fin de año respecto de la flota mundial, y por ende la capacidad de transporte, se mantendrá en el nivel del año pasado, según Clarkson Research, en una situación de enorme volatilidad: baste decir que



en un mercado como el del petróleo se puede calcular que, a finales de abril, una cantidad equivalente a 160 millones de barriles, y creciendo están a bordo de buques VLCC fondeados haciendo de almacén.

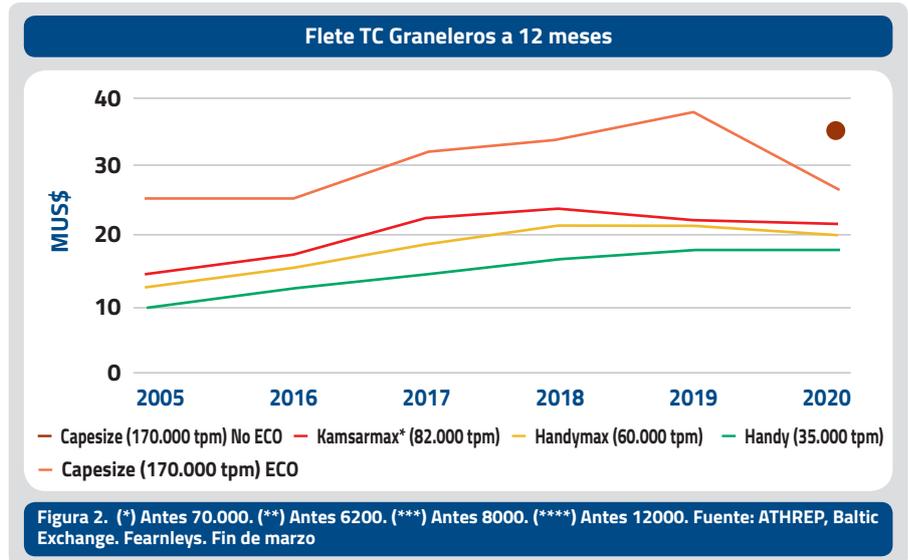
En el fondo, el negocio tiene cierto parecido a una "mezcla de poker y black Jack": Pongámonos en que el almacenamiento o "confinamiento" del crudo en VLCCs puede tener un coste de 15 US\$ por barril<sup>4</sup>. Los futuros para el petróleo Brent en junio se han cerrado a 21,44 US\$ / barril. El "spread" entre el precio spot en abril de 2021 se predice en 13,18 US\$ / barril, mientras que el coste de mantener en un VLCC un barril durante un año es una cifra conocida, de aproximadamente 15 US\$.

Queda claro que para que el tenedor de la carga en almacén pueda obtener un beneficio en un año, el precio del petróleo debería ser superior al menos a 36,44 US\$. Con la previsión mencionada antes, se perderá dinero. Es evidente que todo dependerá de la evolución de los precios del petróleo por diferencia con la previsión, y de sus variaciones en el tiempo. Es un "juego" interesante para los *brokers*.

**Uno de los parámetros de los que damos noticia en la tabla 0, y que está directamente relacionado con la industria de la construcción naval, es la evolución del precio del acero en plancha, que ha ido descendiendo desde 730 US\$ / t en 2010, hasta 510 en abril del presente año. Son las señas más evidentes de la caída de la actividad, no sólo en la construcción naval, sino también en la del automóvil y otras actividades industriales.**

El descenso de precios en los combustibles derivado de la caída de la demanda por la forzada inactividad económica en la mayor parte de los países del planeta, ha traído consigo una reducción de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> del orden de que la Agencia Internacional de la Energía calcula para este año 2020 en aproximadamente 2.600 millones de toneladas, es decir, un 8 % con relación a las emisiones de todo el planeta en el año 2019. Todo ello basado en la posible evolución de los impactos de la crisis del Covid-19 a finales de abril de este año, y que en todo caso dependerá, en su acierto, en la capacidad de los países más importantes para gestionar su recuperación.

Sin embargo, y debido a que la recuperación parece haber empezado en algunas zonas, las previsiones de la AIE pueden no acertar, por lo que parece difícil que al final del año en curso podamos llegar a la condición de reducir un 7,6 % anual durante la década presente para conseguir el anhelado límite de no sobrepasar 1,5 °C de aumento de la temperatura media del globo.



Por lo anterior, puede resultar chocante observar en la Tabla 1, que la participación de las emisiones del transporte marítimo haya crecido de 2,20 % en el año 2019, a 2,40 % en lo que llevamos de 2020.

Todo ello prueba dos cosas: que en las crisis más profundas que afectan además a la mayor parte de la humanidad y especialmente a la totalidad del mundo desarrollado, se acrecienta la necesidad del transporte marítimo para mantener las cadenas de suministro que hacen que la actividad de todo tipo que mantiene la "supervivencia social" de la humanidad y su progreso.

También sucede que la prevalencia de esa imprescindible en cualquier circunstancia requiera la profundización en nuevas fórmulas de propulsión de la flota mundial que reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero siguiendo como mínimo las directrices de la Organización Marítima Internacional.

### Tres desafíos: Pandemia, digitalización y cambio climático

Es necesario que no perdamos de vista, en medio de esta tormenta provocada por la pandemia del covid-19, que el plazo que tenemos para mejorar todo cuanto se refiere al medio ambiente no admite un "tiempo muerto" mientras tratamos de controlar y resolver la salida de la pandemia, y sopesar si realmente estamos abocados a un cambio radical en nuestra manera de vivir y entender el mundo que obligue a replantearse todo.

Viene a cuento todo esto, porque la Feria más importante del mundo en el sector marítimo, la SMM de Hamburgo, ha postpuesto su celebración de septiembre a febrero de 2021, pero ha celebrado una conferencia virtual de expertos, no sólo en los temas que marcaban el "meollo" de la Feria, que eran... "El transporte marítimo verde" y la "Digitalización" (*Green shipping & Digitalization*), sino en algo

Tabla 2. Precios de Nuevas construcciones en MUS\$

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Petroleros</b>						
VLCC (300.000 tpm)	93/94	84/85	81/82	92 / 93	92	92
Suezmax (150.000 tpm)	63/64	54/55	54/55	60 / 61	61	61
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	45
Handy (47.000 tpm)	34/35	32/33	33/34	36/37	36	36
<b>Graneleros</b>						
Capesize (170.000 tpm)	46/47	41/43	43/44	49 / 50	50	49
Kamsarmax*(82.000 tpm)	25/26	24/25	25/26	27 / 28	27	27
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
<b>Portacontenedores</b>						
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
<b>Gaseros</b>						
LNG 174.000 m <sup>3</sup> *)	199/205	192/193	181/182	182 / 182	186	186
LPG 82.000 m <sup>3</sup>	77/78	72/73	70/71	70/71	71	71
<b>Ro-Ro</b>						
3.500-4.000	49/50	46/47	50/51	60 / 61	59	59
2.300-1.700	59/60	58/59	62/63	49 / 50	48	48
<b>Multipropósitos</b>						
17.200 tpm				23 / 24	25	25

LNG: antes 160.000 m<sup>3</sup>. (\*\*) Antes 6.200. (\*\*\*) Antes 8.000. (\*\*\*\*) Antes 12.000 (\*) Antes Panamax 70.000 tpm. Datos de fin de marzo 2020. Fuente: ATHREP, Baltic Exchange, fearnleys. Sube mes. Baja mes. Igual mes anterior



que ni siquiera se vislumbraba cuando se planificó el evento: El impacto del Corona virus y el futuro.

Uno de los más ilustres participantes en la video-conferencia fue el DR. Martin Stopford, presidente de *Clarkson Research* y una de las personalidades más sobresalientes en el análisis del negocio marítimo en todas sus facetas, autor celebrado del libro *"Maritime*

*Economics"*, que en sus sucesivas ediciones ha sido libro de cabecera para muchos de los que hemos tenido que ver, desde uno u otro campo, con el sector marítimo.

**Stopford ha opinado que, si se tienen en cuenta los presentes desafíos: la digitalización, el cambio climático y ahora la crisis del covid-19, el sector se enfrenta a un cambio tan radical como el paso de la propulsión a**

**vela, al vapor, en la escala adecuada al momento.** Recordando que ya un tiempo antes del comienzo de la crisis del covid-19, el crecimiento del comercio mundial se estaba ralentizando, claro está, al ritmo al que lo hacía el del crecimiento económico.

En su opinión: *"Estamos entrando en una era en la que globalización ha dejado de ser la cuestión, veremos más navegación a corta distancia e industrias locales"*. Según el Dr. Stopford, podemos contemplar tres posibles escenarios tras la crisis del covid-19: en el mejor de los casos, el transporte marítimo retomaría su nivel anterior a la crisis en 2023 a un ritmo de crecimiento anual del 3,2 %. Su segundo escenario asume una recesión prolongada con una caída del comercio mundial del orden del 1 % anual entre 2020 y 2024, seguida de un crecimiento anual del 2,2 %. Su tercer escenario proyecta una larga recesión en la que el comercio marítimo declinará hasta un 17 % en 2024<sup>5</sup>.

Podemos recordar la crisis financiera de 2008, aunque es difícil o imposible hacer comparaciones plausibles por la distinta naturaleza de lo que pasaba entonces y lo que sucede ahora. La crisis de 2008 se desencadenó en otoño, y en 2009 el volumen del comercio marítimo se había desplomado un 4,1 %. En 2010, el crecimiento llegó al 9,8 % para descender después y estabilizarse a la baja entre 4 y 3 % hasta la llegada del covid-19. En la crisis de 2008, la relación entre la cartera de pedidos de buques de nueva construcción en términos de toneladas de peso muerto era del 55 %, y coincidió con una época de rápido crecimiento de China que la llevó al segundo puesto en la tabla de países económicamente más fuertes tras EEUU. En el momento de la eclosión del covid-19, la relación entre la cartera de pedidos a los astilleros y la flota existente es del 8,6 %. La más baja en lo que va de siglo XXI. El crecimiento de la economía china, además, se estaba ralentizando. No estamos pues, en esquemas que puedan ser comparables en el sentido de utilizar una para calcular el desarrollo de la otra.

Volviendo de nuevo a la Tabla 0, vemos el crecimiento indiscutible, aunque todavía contenido, del desempleo, que es la mayor lacra social y barrera al crecimiento, y que tiene su origen mayoritariamente en las políticas de educación y su concurrencia o no, con la previsión de "por donde van a ir las cosas" a medio y largo plazo, que es como plantearse: ¿por donde va a progresar el mundo, donde estamos nosotros, y qué debemos (podemos) hacer? **Esto es aún más crucial para los países no dotados de recursos naturales suficientes, como es el nuestro, y en cambio, infra-dotado de recursos industriales y tecnológicos de alto valor añadido tanto material como inmaterial.**

Flete TC Petroleros a 12 meses

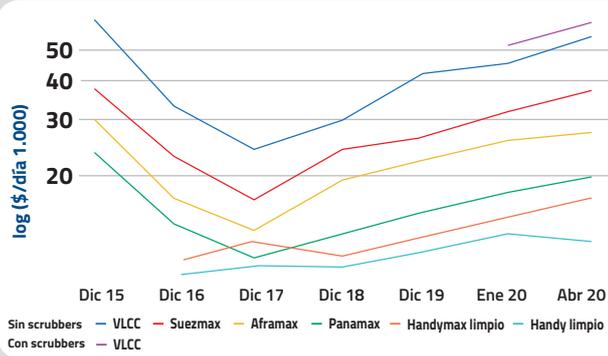


Figura 3a.  
2020: Fin de abril. Fuente: Fearnleys , ATH SB, Clarkson y elab propia, SB, Hellenic, ALIBRA SU, Clarkson R.

Flete TC Graneleros a 12 meses

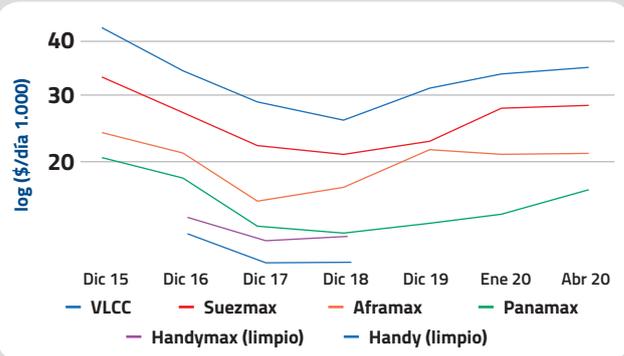


Figura 3b.  
2020: Fin de abril. Fuente: Fearnleys , ATH SB, Clarkson y elab propia, SB, Hellenic, ALIBRA SU, Clarkson R.

Flete TC Graneleros a 12 meses

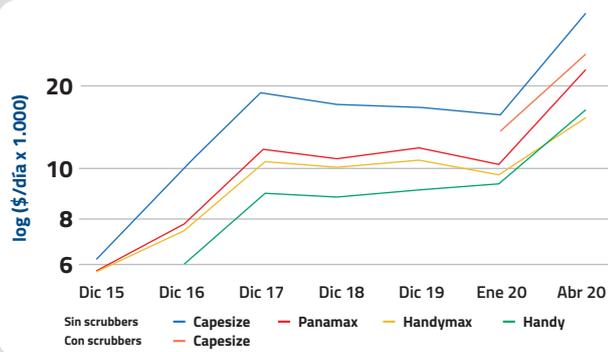


Figura 3c.  
2020: Fin de abril. Fuente: Fearnleys , ATH SB, Clarkson y elab propia, SB, Hellenic, ALIBRA SU, Clarkson R.

Flete TC Graneleros a 36 meses

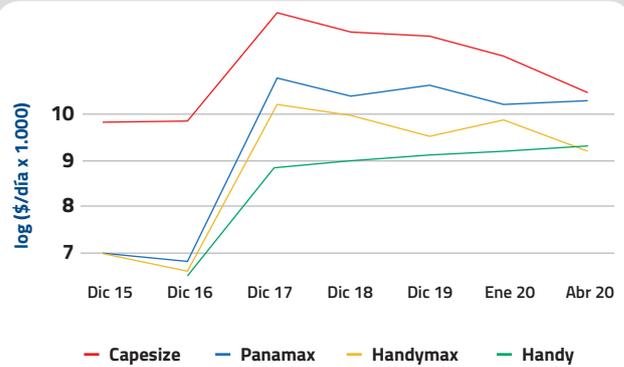


Figura 3d.  
2020: Fin de abril. Fuente: Fearnleys , ATH SB, Clarkson y elab propia, SB, Hellenic, ALIBRA SU, Clarkson R.

Flete sport petroleros

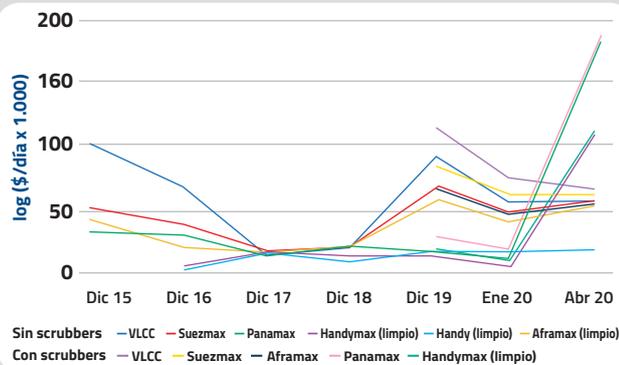


Figura 3e.  
2020: Fin de abril. Fuente: Fearnleys , ATH SB, Clarkson y elab propia, SB, Hellenic, ALIBRA SU, Clarkson R.

Flete Spot Graneleros

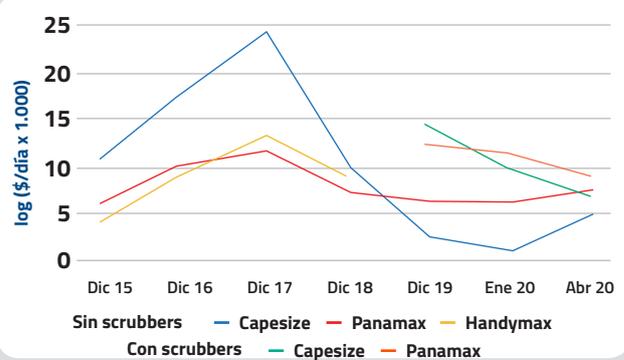


Figura 3f.  
2020: Fin de abril. Fuente: Fearnleys , ATH SB, Clarkson y elab propia, SB, Hellenic, ALIBRA SU, Clarkson R.

En la lista siguiente se puede ver el reparto del desempleo<sup>6</sup> en España al finalizar el mes de abril de este año 2020:

- Sector servicios..... 77,5 %
- Sector industrial..... 9,5 %
- Sector de la construcción..... 8,8 %
- Sector agrícola..... 1,4 %
- Otros..... 2,8 %

En el sector industrial, desde la crisis de 2008 que provocó que en mes de abril el año siguiente 2009, terminará con un aumento de 8.777 personas, aunque ya en 2010 se redujo en 6.046 personas. El paro se continuó reduciendo salvo un leve repunte en 2012, para llegar en 2019 con una caída de 81.074, una de las mayores de la década. En abril del presente año, 2020, el desempleo en el sector industrial en abril ha sido de 28.832. Esto sin contar los desenlaces finales de las regulaciones temporales de empleo que están en curso. El desempleo total español subió en abril en 282.891 personas.

**Uno de los problemas de mayor calado con el que se enfrenta de manera endémica nuestro país es estar atrapado en un nivel de educación general, bombardeado de manera permanente por cambios de planes de estudios en todos los niveles y el abandono paulatino de la exaltación, más bien la necesidad, de practicar el esfuerzo, el coraje, la tenacidad, la disciplina, y en general todas las virtudes que hacen que los países progresen.**

Otras de las Tablas que ilustran este artículo, y especialmente la nº 1 que se denomina "Parámetros clave en construcción naval", muestra también a las claras, la situación de esta industria en todo el mundo. La previsión a finales de abril indica que en el mejor de los casos se producirá una caída en las entregas

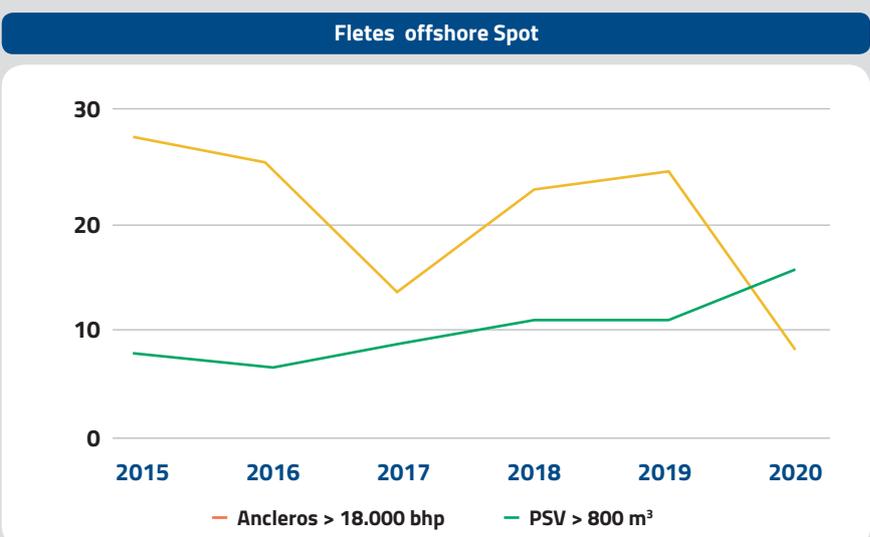


Figura 4. Spot (1.000 US\$/día). Hasta Fin 2018: Ancleros > 18 kbhp y PSV > 800 m³. Fuente: Offshore support Journal, Clarkson Research. Mercado del Mar del Norte y Mercado de África Occidental 2020: Fin de marzo. Cambio:1 \$ = 0,81 £

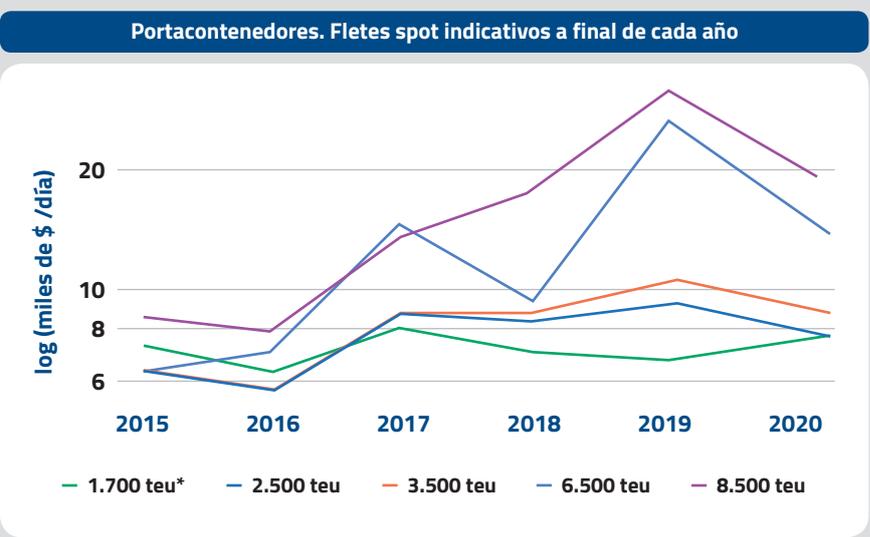


Figura 5. 2020 fin de marzo. Considerados buques con y sin guías. Fuente: Harper Petersen (+) Hasta octubre 2017: 1.500 teu.



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

Petroleros y productos (incluidos químicos)	
Flota	629
Cartera	48
Graneleros	
Flota	886,5
Cartera	75,7
LNG (Mm³)	
Flota	89
Cartera	21,7
LPG (Mm³)	
Flota	36,1
Cartera	4,3
Portacontenedores (Mteu)	
Flota	23
Cartera	2,4
Carga general	
Flota	38,3
Cartera	1,1
Frigoríficos (Mpies³)	
Flota	201
Cartera	3,5
Multipropósitos (Mteu)	
Flota	1,5
Cartera	0
Ro-Ro	
Flota	7,1
Cartera	0,6
Ferries (Mgt)	
Flota	20,8
Cartera	2,1
Carcarrers (millones de coches)	
Flota	4
Cartera	0,1
Offshore* (Mgt)	
Flota	31,6
Cartera	1,7
Cruceros (mil camas)	
Flota	617,9
Cartera	255,4
FPSO (Mgt)	
Flota	37
Cartera	1,9
Drillships (Mgt)	
Flota	6
Cartera	1
Dragas (Mgt)	
Flota	4,8
Cartera	0,3
Otros (Mtpm)	
Flota	5,9
Cartera	0,6

(\* Incluye Anceros y PSV. Fuentes Clarkson-Platou (H), AHSB y elab. Propia. abril 2020. Sube mes. Baja mes. Igual mes anterior. Relación total. 30/6. Cartera = 10 %Flota.

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

1 China	25,1
2 Corea	20,7
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	0,5
Resto	2,1
<b>Total</b>	<b>73,3</b>
España	0,18

Datos a fin de marzo. Fuente: Clarkson research. Fearnleys, elab propia

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

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

Datos a fin de marzo. Fuente: Clarkson research. Fearnleys, elab propia

de nuevos buques este año, del orden del 25%, en términos de toneladas de peso muerto. Muchas terminaciones de contratos se están viendo afectadas por problemas que convergen aumentando los riesgos, tales como las dificultades financieras de los armadores derivadas de la caída del tráfico, falta de equipos y otras manufacturas y materiales provocados por los confinamientos de los trabajadores de las empresas suministradoras, roturas de las cadenas de suministros, restricciones en los movimientos de las personas involucradas en el funcionamiento de estas cadenas, y otros muchos escollos, lo que produce un doble impacto, obstáculos para entregar e incertidumbre para contratar.

### La milenaria globalización marítima

En medio de todo este desconcierto, comienzan a abundar las opiniones que mantienen que hay que replantearse el mundo y el comercio de una manera distinta a como los hemos venido entendiendo y desarrollando hasta ahora. A lo largo de la historia siempre se han producido cambios sus-

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

1 EE. UU.	45
2 Japón	20,1
3 China	18,1
4 Grecia	17,1
5 Italia	14,1
6 Noruega	10,1
7 Corea S	9,1
8 Malasia	8,1
9 Rusia	7,1
10 Holanda	7,1
Resto	58,4
<b>Total</b>	<b>225</b>

Datos a fin de marzo. Fuente: Clarkson research. Fearnleys, elab propia

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

1 China	62,3
2 Corea s	53,5
3 Italia	24,1
4 Japón	18,1
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	29,1
<b>Total</b>	<b>225</b>

Datos a fin de marzo. Fuente: Clarkson research. Fearnleys, elab propia

tanciales y los periodos de cambio se han desarrollado más lentamente que en la actualidad. Lo que cambia en estos días completamente el escenario es cómo lo que está sucediendo afecta a la globalización, que es, ahora más patente que nunca, y la aceleración de los cambios, mayor que en ninguna otra época.

La globalización, a la que muchos culpan de ser uno de los principales vectores de la propagación del covid-19, es en realidad un hecho creciente en la historia de la humanidad, y existe y progresa desde hace milenios, y lo hace según aumenta la capacidad humana para comunicarse, moverse e intercambiar cosas y saberes. **La navegación fue el más importante catalizador de la globalización en el mundo, pues conectaba zonas y sociedades utilizando un medio que tenía la ventaja de no ser de nadie: el mar.** Por lo tanto, el que esto escribe no cree que esta pandemia vaya a acabar con sistemas y costumbres que se han mostrado imparables a lo largo de los siglos. No parece razonable que la principal reacción por lo que está pasando, sea preci-

samente la “desglobalización”. Otra cosa es cómo y quienes manejen este complicado cambio de era, que se quiera o no, comporta riesgos importantes respecto al modo de sociedad del inmediato futuro.

Creo, sinceramente, que el mundo no va a ser completamente diferente a como lo era antes del desencadenamiento de la pandemia, y que especialmente en el transporte marítimo y en la construcción naval, las cosas volverán a un escenario que estará gobernado por los progresos en la digitalización de estas actividades, y en la protección frente al cambio climático, cuyos peligros potenciales son infinitamente mayores que los del covid-19.

Hechos como la proliferación del trabajo no presencial estaban ya en marcha antes de la eclosión de la pandemia, y el efecto de la misma ha sido acelerarlo al máximo, con lo que además de poner al desnudo la inutilidad de las inmensas infraestructuras de oficinas e incluso de comunicaciones físicas, se empieza a vislumbrar el fin de esas épocas en las que las reuniones de trabajo y los viajes formaban parte de la vida de mucha gente.

Precisamente, es posible que la disponibilidad que proporciona el trabajo “on line” dispare aún más la globalización y aumente las horas de trabajo de las personas. En su parte negativa, también es posible que a la brecha existente entre ricos y pobres se añada otra entre la parte de la sociedad digitalmente apta para el trabajo, la tecnología y la economía “on line”, y la que no lo está, que en muchos casos se desenvuelve en la economía de servicios.

Aunque la intersección de estos conjuntos más “marginados” es bastante grande, hay una parte de la segunda, que, debido a la edad, no están familiarizados con el uso de

las nuevas tecnologías digitales, y pasarán de “marginadas” a marginales”, lo que representa un problema grave a resolver.

Por todo lo anterior, lo más importante y lo que más puede acercar a la recuperación de la crisis actual, es la firme decisión de invertir abundantemente en educación en tándem con la investigación científica y aplicada de manera general y la creación de bolsas de ayudas para que los mejores y más aptos, indiferentemente de su extracción social, puedan asistir a clases en los mejores centros de enseñanza donde quiera que estén, para los que estuvieran cualificados.

Seguramente, no hay mejor utilización de una necesaria ampliación de la deuda para invertir en ello. El desafío, que requiere decisión e inteligencia, es cómo arbitrar los medios para que esas personas puedan o deban volver a España. Para ello nuestro país debe prepararse. Una de las naciones paradigmáticas en estos procesos es Singapur<sup>7</sup> donde ha primado esta filosofía por encima de la persecución del crecimiento de algo tan de trazo grueso como es el PIB.

**Probablemente ha llegado el tiempo ya en el que los análisis deberían llegar a las fibras que constituyen el PIB, para utilizarlo como elemento de medida comparativa más útil para el crecimiento y el desarrollo.**

Por todo lo dicho, parece lógico que al cabo de unos pocos años, (periodo sobre cuya duración nadie se pone de acuerdo), y en lo que respecta al mundo marítimo en general, en su mezcla a veces indivisible entre sectores primario, secundario y terciario, se parezca mucho más a lo que hasta ahora ha sido.

Los productos primarios se transportarán en buques cada vez mayores porque la población

mundial seguirá creciendo y lo harán sus necesidades. Todo ello de manera que el desafío energético cara al cambio climático sea el protagonista principal, con la explotación de los recursos marinos, incluido el viento como principal recurso energético renovable.

## Día Marítimo Europeo

La celebración del Día Marítimo Europeo, DME se celebró este año el 14 / 15 de mayo en Cork, Irlanda. En años anteriores tuvo lugar en el Reino Unido, Bulgaria, y Portugal, en 2010 en España, Gijón.. Así mismo, y ya comprometidos están los próximos años, en Holanda, Italia, Francia y Dinamarca.

Sirva esta breve nota, para recordar a todos, y a nuestras Instituciones al frente, que el mar es el camino, y que aunque se ignore desde hace bastantes años, España es un país marítimo. El evento ha pasado como el rayo de sol por el cristal. poquísimo o nada se ha publicado, difundido, ni sabemos qué presencia hemos tenido.

Lamentablemente, es lo habitual.

[1] Plutarco “Vidas paralelas- Pompeyo”. Pompeyo (106-48 AJC)

[2] Fernando Pessoa(1888-1935)

[3] Enrique Rojas. El Mundo. 2011/11/11

[4] Fuente: Drewry/International Shipping News

[5] Ver Coyuntura. RIN abril 2020

[6] Fuente: Ministerio de Trabajo, meses de abril. Reino de España

[7] Ver “La gran brecha”, Joseph E Stiglitz. Penguin Random House. 2017

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



# NAUTICAL

LO INVISIBLE A TU ALCANCE



DETECCIÓN

DISCRIMINACIÓN

EFICIENCIA

SOSTENIBILIDAD

# Nuestro Norte Eres Tú



www.nautical.es  
nautical@nautical.es /// +34 986 213 741



## Otra vez a vueltas con el precio del combustible

Gerardo Polo<sup>1</sup>

Catedrático Emérito de Tráfico Marítimo de la Universidad Politécnica de Madrid

David Díaz<sup>1</sup>

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



Sí, otra vez a vueltas con el precio del petróleo. Con mucha frecuencia nos hemos referido a este asunto desde el *Observatorio* y, queramos o no, nos vemos obligados a volver a él. Es lógico, puesto que el combustible ha sido y es un factor muy importante del escandallo de costes del transporte marítimo y cualquier variación en los precios del crudo repercute finalmente sobre las cuentas de explotación de los buques, ya sea en un sentido en otro, con independencia de otros aspectos, algunos de la máxima importancia, como la velocidad de explotación de los buques, que se refleja inmediatamente en la oferta real de tonelaje en el mercado.

El hecho es que tras el desplome del mercado que se materializó en la segunda mitad de 2014 y a lo largo del 2015 llevando el precio del crudo a principios de 2016 a niveles que casi ni se recordaban –excepción hecha del batacazo derivado de la llegada de la crisis financiera de 2008–, la OPEP y sus socios emprendieron a mediados de 2016 una sensible reducción de la oferta, al objeto de incrementar el precio, recorte que se mantuvo a lo largo de la fase en que la economía mundial se expansionaba, para, a finales de 2018, volver a disminuir la producción con el mismo objeto (Figura 1).

Resultó de ello, por un lado, que las economías occidentales fueron reaccionando por la vía tecnológica y mediante la diversificación de los suministros, ocasionando de este modo problemas a los países de la OPEP, que vieron reducir sus cuotas de mercado, mientras, por otro, a los precios incrementados el petróleo del *fracking* norteamericano se convertía en rentable, llevando a los Estados

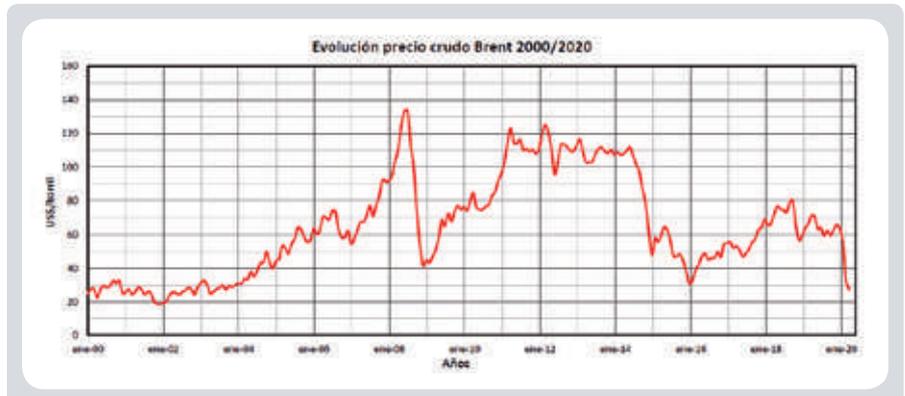


Figura 1. (Elaboración propia sobre datos de *Indexmundi*)

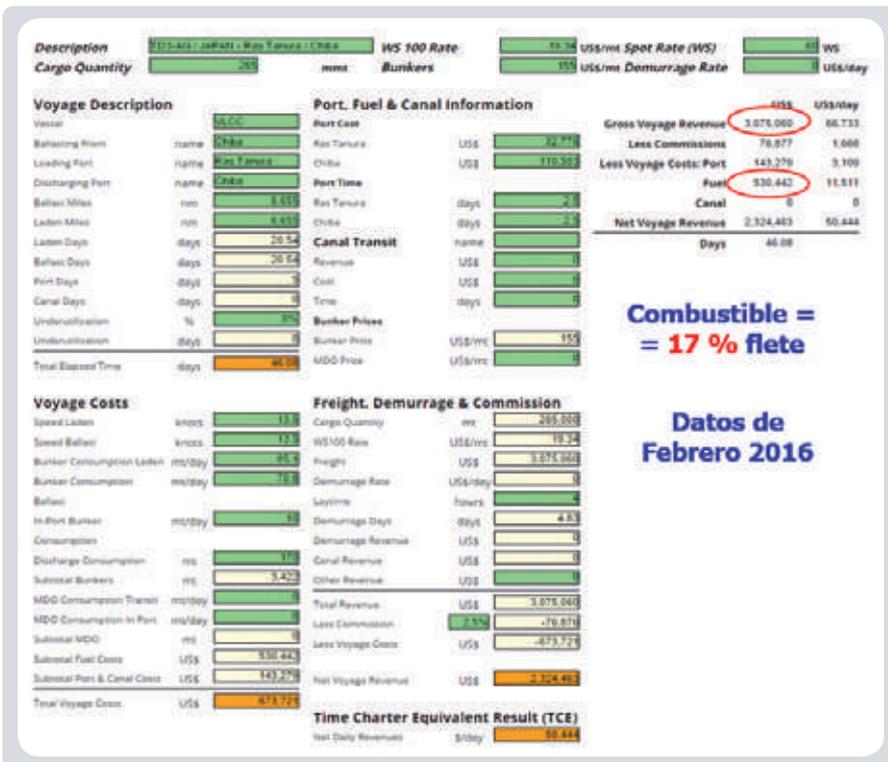


Figura 2.

<sup>1</sup> Observatorio del Transporte Marítimo



Cuadro 1. (elaboración propia)



Cuadro 2. (elaboración propia)

coste en los VLCC, y eso navegando a velocidad super-reducida (*super slow steaming*). De hecho, en esa época –año 2013– y sobre la base de cifras promediadas a lo largo de todo el año, el combustible representaba en viajes de buques VLCC de Ras Tanura a Chiba (TD3 – AG/Japan) nada menos que el 70% del flete (Cuadro 1), mientras que en febrero de 2016 el mismo viaje de Ras Tanura a Chiba se desarrollaba con un consumo equivalente tan sólo al 17% del flete (Figura 2). Ello era consecuencia de la evolución del precio del fuel oil, que había caído drásticamente a niveles ya olvidados, como se indicó anteriormente y ha podido apreciarse en la Figura 1.

Hoy en día los datos son poco fiables como consecuencia de la volatilidad existente debido a la problemática actual, que ha modificado sensiblemente tanto los precios del combustible como los fletes. Sin embargo, hemos realizado los cálculos para el mismo viaje y el coste del combustible resulta equivalente al 13% del flete.

La situación del combustible a finales de 2019 era muy particular, pues entonces el temor del mercado se basaba en la aplicación de la normativa OMI 2020 que, debido a la necesidad imperiosa de reducir las emisiones contaminantes a la atmósfera, imponía la utilización de combustibles con un contenido de azufre inferior al 0,5% o, alternativamente, disponer a bordo de un sistema de limpieza de los gases de escape (*scrubber*). La problemática se movía en discusiones sobre los nuevos procedimientos de cálculo de los recargos por variación del precio del combustible en las grandes líneas regulares, especulándose sobre la eventual diferencia de precio entre el gas oil (GO) o el *very low sulphur fuel oil* (VLSFO) con el HSFO (el tradicional IFO 380) en relación con la posible rentabilidad de los *scrubbers*. De hecho, ANA-VE publica habitualmente en sus *newsletters* los valores de las diferencias de precio entre el fuel oil IFO 380, el VLSFO y el GO. Pues bien, en diciembre del pasado año comentábamos<sup>2</sup> que los diferenciales entre los precios del MGO y del IFO380 se habían movido alrededor de un valor promedio de 242 dólares, desde un valor mínimo de 204 hasta 312, diferencia que podría mantenerse al alza, pues las estimaciones proyectaban valoraciones por encima de los 400 dólares para el año 2020.

En esa situación se producen los primeros síntomas de la aparición del problema del COVID-19 y en enero de este año China reduce sensiblemente su demanda de crudo, generando un exceso de oferta, por cuanto ni Arabia Saudí ni Rusia recortan su producción, produciéndose en consecuencia una caída del precio del petróleo que se va precipitando a lo largo de los meses siguientes, hasta llegar a

Unidos a la reactivación de esta industria, para convertirse en la actualidad en el mayor productor mundial de petróleo, con un 19% del total, y muy por encima de Arabia Saudí, el segundo. De hecho, al inicio de la crisis actual Estados Unidos exportaba más petróleo del que importaba.

Todo esto es muy importante para el transporte marítimo, cuyos costes de explotación dependen en gran medida del precio del petróleo. Aunque hace ya bastante tiempo de ello, conviene no olvidar situaciones como la que reproduce el Cuadro 2, en la que el combustible llegaba a representar el 85% del

<sup>2</sup> Observatorio del Transporte Marítimo: "Situación de la flota frente al cumplimiento del OMI 2020", Ingeniería Naval, diciembre 2019.

menos de los 20 dólares/barril en el pasado mes de abril, como puede apreciarse en la **Figura 1** y, con más detalle, en la **Figura 3**.

A todo esto, los futuros del petróleo *West Texas Intermediate* (WTI) se desploman entrando en valores de precios ¡negativos!, puesto que a medida que los ciudadanos de los distintos países se van contaminando y éstos entran en cuarentena la economía mundial se va paralizando y la demanda de petróleo cae vertiginosamente (**Figura 4**), se produce un enorme incremento de las reservas de petróleo y los operadores que han comprado a plazo no disponen de almacenamiento para el mismo, por lo que se ven forzados a venderlo a cualquier precio como hemos dicho antes, incluso a precio negativo.

Hay que tener en cuenta que un gran número de buques tanque de gran tamaño están al completo sirviendo de almacenes flotantes. Al inicio de la caída se buscó el *contango*, cosa que ya se hizo hace algunos años y a la que nos referimos en su momento<sup>3</sup>. Esa era la situación a 20 de abril, situación que en opinión de algunos expertos en la materia podría llegar a repetirse en este mes de mayo.

A la vista de la situación, tanto Rusia como los países árabes han reducido su oferta, aunque no se sabe hasta qué punto compensará el descenso de la demanda. El problema es que hay un parón generalizado en la economía de prácticamente todos los países y aunque se especula sobre la efectividad de la llamada “desescalada” –terminología nueva y sorprendente (¿?) que, al parecer, pretende referirse, muy mal, a nuestro juicio, a la reanudación paulatina de las numerosas actividades productivas detenidas desde hace varios meses–, lo cierto es que, cuando menos, tenemos por delante un período de estancamiento económico que difícilmente se superará entre este año y el que viene. Según la *Agencia Internacional de la Energía* (EIA) el consumo de petróleo descenderá en el conjunto del año 2020 más de 9 millones de barriles/día y, a la luz del desplome del consumo en el mes de abril, calcula que la demanda en este año quedará en algo más de 95 millones de barriles/día, lo que representa una caída en el año de un 5,2% de la demanda del año pasado.

La **Figura 5** muestra la evolución de los precios del MGO, VLSFO y HSFO (IFO 380) a lo largo de los últimos seis meses, valores medios registrados en los veinte puertos más importantes del mundo. Puede verse que los tres tipos de combustible han evolucionado fuertemente a la baja desde el mes de enero y que el diferencial de precio entre los combustibles bajos en azufre y el HSFO se ha reducido enormemente desde las cifras mencionadas anteriormente.

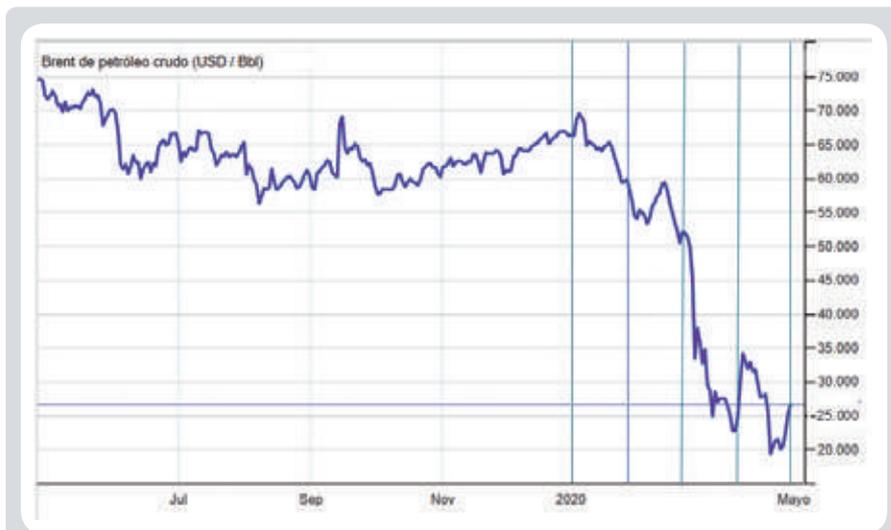


Figura 3. (Fuente: Trading Economics)

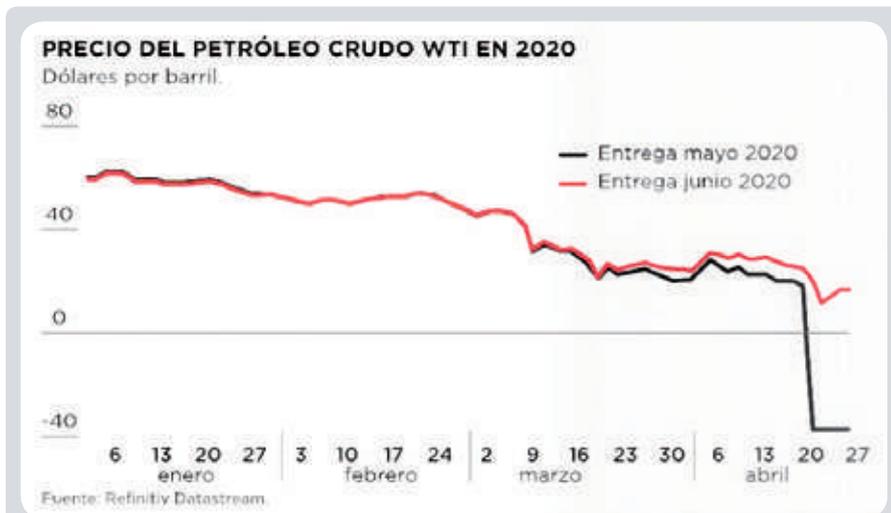


Figura 4. (Fuente: Trading Economics)

En concreto, cuando redactamos estas líneas el diferencial de precios entre el VLSFO y el IFO 380 es de 53,3 dólares la tonelada, mientras que el MGO es 60,5 dólares por tonelada más caro que el VLSFO.

En esta situación, los analistas, en general, no prevén que el precio del crudo pueda repuntar hasta transcurrido el 2021, aunque creemos que tampoco pueden hacerse previsiones muy certeras en el actual estado de cosas. De hecho, ya en nuestro artículo del pasado mes de marzo<sup>4</sup> comentábamos la bajada de 68,51 dólares/barril el día 6 de enero a 45,27 dólares/barril el 6 de marzo, es decir, un descenso del 33% en dos meses, aunque al día siguiente, 7 de marzo, reconocíamos que nos había pillado el toro, por cuanto en un solo día el crudo se había puesto en 35,05 dólares/barril, lo que había elevado la caída en dos meses al 55%. En resumen, la situación sanitaria en todo el mundo, la crisis económica

que se palpa y la volatilidad de un mercado como el del petróleo hacen muy difícil elaborar predicciones o, mejor dicho, estas pueden elaborarse, como siempre; lo difícil es que se cumplan, también como siempre. De hecho, los datos que se vienen manejando en el mercado no inspiran demasiada confianza, apuntan a demasiadas diferencias, aunque –eso sí– coinciden en una reducción del precio medio del crudo estimado para 2020 y 2021 con respecto al de 2019.

En diciembre de 2019 el precio promedio del *Brent* fue de 67 dólares/barril, lo que propiciaba un pronóstico de expectativas relativamente favorables, pues dicho precio estaba unos 10 dólares por encima del registrado un año antes. Pero la pandemia del COVID 19 descabalgó todas las previsiones al producirse sucesivos cortes en la demanda de los distintos países, lo que llevó el precio del crudo a una cota inimaginable poco antes.

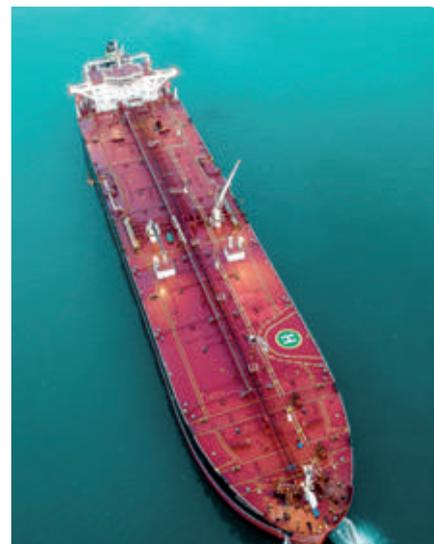
<sup>3</sup> Observatorio del Transporte Marítimo: “El mercado de crudo de petróleo en situación de contango. La utilización de VLCC para almacenamiento a flote”, Ingeniería Naval, marzo 2015.

<sup>4</sup> Observatorio del Transporte Marítimo: “El mercado de fletes en situación comprometida (ya antes de la amenaza de la epidemia del coronavirus)”, Ingeniería Naval, marzo 2020.



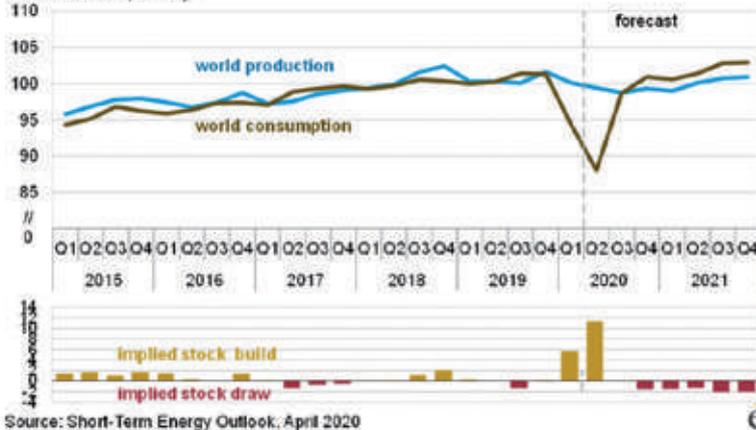
Month	Open	Low-High	Close	Mo.%	Total %	Month	Open	Low-High	Close	Mo.%	Total %
<b>2020</b>						<b>2022 Continuation</b>					
May	25.54	15.98-36.40	24.55	-3.9%	-3.9%	Jun	22.82	21.88-22.82	22.21	-2.7%	-13.0%
Jun	24.55	23.38-24.55	23.74	-3.3%	-7.0%	Jul	22.21	22.21-23.46	23.11	4.1%	-9.5%
Jul	23.74	21.94-23.74	22.27	-6.2%	-12.8%	Aug	23.11	23.11-24.38	24.02	3.9%	-6.0%
Aug	22.27	20.58-22.27	20.89	-6.2%	-18.2%	Sep	24.02	24.02-25.82	25.44	5.9%	-0.4%
Sep	20.89	19.30-20.89	19.59	-6.2%	-23.3%	Oct	25.44	25.44-27.43	27.02	6.2%	5.8%
Oct	19.59	19.59-21.03	20.72	5.8%	-18.9%	Nov	27.02	27.02-29.13	28.70	6.2%	12.4%
Nov	20.72	20.72-21.80	21.48	3.7%	-15.9%	Dec	28.70	28.70-29.85	29.41	2.5%	15.2%
Dec	21.48	20.97-21.61	21.29	-0.9%	-16.6%	<b>2023</b>					
<b>2021</b>						Jan	29.41	29.41-31.51	31.04	5.5%	21.5%
Jan	21.29	21.09-21.73	21.41	0.6%	-16.2%	Feb	31.04	29.72-31.04	30.17	-2.8%	18.1%
Feb	21.41	20.87-21.51	21.19	-1.0%	-17.0%	Mar	30.17	28.97-30.17	29.41	-2.5%	15.2%
Mar	21.19	19.58-21.19	19.88	-6.2%	-22.2%	Apr	29.41	27.95-29.41	28.28	-3.8%	10.7%
Apr	19.88	19.82-20.42	20.12	1.2%	-21.2%	May	28.28	26.46-28.28	26.86	-5.0%	5.2%
May	20.12	18.59-20.12	18.87	-6.2%	-26.1%	Jun	26.86	26.35-27.15	26.75	-0.4%	4.7%
Jun	18.87	18.87-19.93	19.64	4.1%	-23.1%	Jul	26.75	26.27-27.07	26.67	-0.3%	4.4%
Jul	19.64	19.64-21.17	20.86	6.2%	-18.3%	Aug	26.67	26.67-28.74	28.32	6.2%	10.9%
Aug	20.86	20.86-21.88	21.56	3.4%	-15.6%	Sep	28.32	28.32-30.01	29.57	4.4%	15.8%
Sep	21.56	21.56-23.24	22.90	6.2%	-10.3%	Oct	29.57	28.69-29.57	29.13	-1.5%	14.1%
Oct	22.90	21.16-22.90	21.48	-6.2%	-15.9%	Nov	29.13	29.13-30.83	30.37	4.3%	18.9%
Nov	21.48	19.85-21.48	20.15	-6.2%	-21.1%	Dec	30.37	30.37-32.73	32.25	6.2%	26.3%
Dec	20.15	18.62-20.15	18.90	-6.2%	-26.0%	<b>2024</b>					
<b>2022</b>						Jan	32.25	29.80-32.25	30.25	-6.2%	18.4%
Jan	18.90	18.90-20.37	20.07	6.2%	-21.4%	Feb	30.25	29.83-30.73	30.28	0.1%	18.6%
Feb	20.07	19.50-20.10	19.80	-1.3%	-22.5%	Mar	30.28	30.28-31.71	31.24	3.2%	22.3%
Mar	19.80	19.80-21.35	21.03	6.2%	-17.7%	Apr	31.24	31.24-33.68	33.18	6.2%	29.9%
Apr	21.03	21.03-22.43	22.10	5.1%	-13.5%	May	33.18	33.18-35.77	35.24	6.2%	38.0%
May	22.10	22.10-23.16	22.82	3.3%	-10.6%	Jun	35.24	35.24-37.04	36.49	3.5%	42.9%

Cuadro 3. (Economy Forecast Agency)



A medida que los países entran en cuarentena la economía mundial se va paralizando y la demanda de petróleo cae vertiginosamente, se produce un enorme incremento de las reservas de petróleo y los operadores que han comprado a plazo no disponen de almacenamiento para el mismo, por lo que se ven forzados a venderlo a cualquier precio. Como hemos dicho antes, incluso a precio negativo. Hay que tener en cuenta que un gran número de buques tanque de gran tamaño están al completo sirviendo de almacenes flotantes.

World liquid fuels production and consumption balance million barrels per day



Source: Short-Term Energy Outlook, April 2020

Figura 11. (Fuente: EIA)

se habrá recuperado el consumo y en 2021 se incrementará. Lo cual no quita que la propia EIA pronostique para el año próximo un precio medio del crudo todavía muy lejos del que se produjo en 2019, concretamente un 40% por debajo.

En fin, lo que sea sonará. Y lo que es preciso para todos es que todas las economías recuperen un ritmo normal de funcionamiento y el coronavirus, que tantas muertes ha causado y tantos problemas de todo tipo está ocasionando en el mundo entero sirva como oportunidad para que todos, especialmente los dirigentes políticos y económicos reflexionen sobre la necesidad imperiosa de un mundo más equilibrado y más justo, en otras palabras un mundo que tenga mayor consideración con la naturaleza y con todos los seres humanos. De este modo será, además, un mundo más feliz.

**Post scriptum-**

La circunstancia fortuita del retraso de la revista correspondiente al mes de mayo y la decisión de publicar un número conjunto para los meses de mayo y junio aconseja, dada la volatilidad del mercado del petróleo, efectuar algunos comentarios en relación con la evolución del precio del crudo en las actuales circunstancias.

Porque el crudo no ha permanecido mucho tiempo en los niveles a los que había llegado

“Los analistas, en general, no prevén que el precio del crudo pueda repuntar hasta transcurrido el 2021, aunque creemos que tampoco pueden hacerse previsiones muy certeras en el actual estado de cosas. Por supuesto, como hay opiniones para todos los gustos, también hay quien afirma que el precio del crudo puede recuperarse en este mismo año”



<sup>5</sup> Ariel Cohen: “Oil prices may recover before 2020”, <https://www.forbes.com/sites/arielcohen/2020/04/29/>.

a principios del mes de mayo desde la caída impresionante registrada en el mes de marzo (véase la **Figura 3**). En efecto, los países productores de petróleo han ido conviniendo, no sin dificultades, acuerdos de reducción de la oferta, de forma que esta política, junto con una serie de circunstancias por el lado de la demanda, han hecho que el precio del crudo haya remontado y hace aconsejable referirse a ello.

La **Figura 12** recoge la evolución del precio del crudo Brent a lo largo del último mes, concretamente hasta el 4 de junio, momento de redactar estas líneas. Como puede verse, en esta fecha el crudo alcanza un precio de 39,34 US\$/barril, lo que significa un salto muy notable en un mes (alrededor del 33%), pero el rebote es mucho mayor si se toma como base el momento más bajo de la serie, alrededor de los 20 US\$/barril hacia mediados de abril, pues desde entonces el precio se ha duplicado. Ello es posiblemente consecuencia de la negociación de un posible acuerdo de la OPEP y sus socios, Rusia y otros países del grupo para recortar la producción. De este modo, el precio alcanza el máximo valor registrado a lo largo de todo el año 2020.

¿Quiere decir esto que la crisis empieza a remontar? Creemos que nadie puede prever lo que vaya a ocurrir en el futuro, y si lo hace no es fácil que acierte, como se dijo anteriormente. Pero, en todo caso, no está de más recordar ciertas circunstancias que afectan muy directamente al mercado. Y a todos nosotros. Por ejemplo:

- En los Estados Unidos la conflictividad desatada como consecuencia de la muerte de Georges Floyd a manos de la policía puede dar lugar a un repunte de los contagios por el *coronavirus* de consecuencias imprevisibles. Ello puede dar lugar a nuevos confinamientos, reducción de la producción y el consumo, etc., lo que entre otras cosas



### OIL PRICE FORECAST FOR 2020, 2021, 2022 AND 2023

2020/06/04. Oil Price Today.

Actual European Brent Oil Price equal to 39.34 Dollars per 1 barrel. Today's range: 38.06-39.75. Previous day close: 36.79. Change for today -0.45, -1.13%. American WTI Oil Price here.

↓ **39.34** -1.13%

Month	Open	Low-High	Close	Mo,%	Total,%	Month	Open	Low-High	Close	Mo,%	Total,%
<b>2020</b>						<b>2022 Continuation</b>					
Jun	38.60	38.26-47.33	<b>46.63</b>	20.8%	20.8%	Jul	48.57	48.57-51.81	<b>51.04</b>	5.1%	32.2%
Jul	46.63	46.63-50.26	<b>49.52</b>	6.2%	28.3%	Aug	51.04	51.04-53.49	<b>52.70</b>	3.3%	36.5%
Aug	49.52	49.52-53.38	<b>52.59</b>	6.2%	36.2%	Sep	52.70	50.52-52.70	<b>51.29</b>	-2.7%	32.9%
Sep	52.59	52.59-55.68	<b>54.86</b>	4.3%	42.1%	Oct	51.29	51.29-54.18	<b>53.38</b>	4.1%	38.3%
Oct	54.86	50.69-54.86	<b>51.46</b>	-6.2%	33.3%	Nov	53.38	53.38-56.31	<b>55.48</b>	3.9%	43.7%
Nov	51.46	47.55-51.46	<b>48.27</b>	-6.2%	25.1%	Dec	55.48	55.48-59.63	<b>58.75</b>	5.9%	52.2%
Dec	48.27	44.60-48.27	<b>45.28</b>	-6.2%	17.3%	<b>2023</b>					
<b>2021</b>						Jan	58.75	58.75-63.33	<b>62.39</b>	6.2%	61.6%
Jan	45.28	45.28-48.61	<b>47.89</b>	5.8%	24.1%	Feb	62.39	62.39-67.25	<b>66.26</b>	6.2%	71.7%
Feb	47.89	47.89-50.38	<b>49.64</b>	3.7%	28.6%	Mar	66.26	66.26-68.91	<b>67.89</b>	2.5%	75.9%
Mar	49.64	48.45-49.93	<b>49.19</b>	-0.9%	27.4%	Apr	67.89	67.89-72.73	<b>71.66</b>	5.6%	85.6%
Apr	49.19	48.73-50.21	<b>49.47</b>	0.6%	28.2%	May	71.66	68.61-71.66	<b>69.85</b>	-2.8%	80.4%
May	49.47	48.24-49.70	<b>48.97</b>	-1.0%	26.9%	Jun	69.85	66.87-69.65	<b>67.89</b>	-2.5%	75.9%
Jun	48.97	45.24-48.97	<b>45.93</b>	-6.2%	19.0%	Jul	67.89	64.31-67.89	<b>65.29</b>	-3.8%	69.1%
Jul	45.93	45.79-47.19	<b>46.49</b>	1.2%	20.4%	Aug	65.29	61.09-65.29	<b>62.02</b>	-5.0%	60.7%
Aug	46.49	42.96-46.49	<b>43.61</b>	-6.2%	13.0%	Sep	62.02	60.84-62.70	<b>61.77</b>	-0.4%	60.0%
Sep	43.61	43.61-46.06	<b>45.38</b>	4.1%	17.6%	Oct	61.77	60.66-62.50	<b>61.68</b>	-0.3%	59.5%
Oct	45.38	45.38-48.91	<b>48.19</b>	6.2%	24.8%	Nov	61.68	61.58-66.38	<b>65.40</b>	6.2%	69.4%
Nov	48.19	48.19-50.56	<b>49.81</b>	3.4%	29.0%	Dec	65.40	65.40-69.30	<b>68.28</b>	4.4%	76.9%
Dec	49.81	49.81-53.69	<b>52.90</b>	6.2%	37.0%	<b>2024</b>					
<b>2022</b>						Jan	68.28	66.25-68.28	<b>67.26</b>	-1.5%	74.2%
Jan	52.90	48.88-52.90	<b>49.62</b>	-6.2%	28.5%	Feb	67.26	67.26-71.18	<b>70.13</b>	4.3%	81.7%
Feb	49.62	45.84-49.62	<b>46.54</b>	-6.2%	20.6%	Mar	70.13	70.13-75.60	<b>74.48</b>	6.2%	93.0%
Mar	46.54	43.00-46.54	<b>43.65</b>	-6.2%	13.1%	Apr	74.48	68.81-74.48	<b>69.86</b>	-6.2%	81.0%
Apr	43.65	43.65-47.06	<b>46.36</b>	6.2%	20.1%	May	69.86	68.88-70.98	<b>69.93</b>	0.1%	81.2%
May	46.36	45.04-46.42	<b>45.73</b>	-1.4%	18.5%	Jun	69.93	69.93-73.23	<b>72.15</b>	3.2%	86.9%
Jun	45.73	45.73-49.30	<b>48.57</b>	6.2%	25.8%	Jul	72.15	72.15-77.77	<b>76.62</b>	6.2%	98.5%

Cuadro 4. (Economy Forecast Agency)

conduciría a una retracción de la demanda de energía.

- Por otra parte, y esto es una segunda consecuencia de lo mismo, las conexiones aéreas de los Estados Unidos pueden verse afectadas seriamente, especialmente las de carácter internacional.
- Todo ello puede agravar la situación económica actual y, especialmente, el desempleo, que se disparó a causa de la crisis sanitaria.
- Esto puede frenar las previsiones relativamente optimistas del DBS Bank Ltd. que, en función de una mejora en la demanda de varios países que ya están en fase de intento de recuperación, afirma que el mercado se encuentra ya bastante más próximo al equilibrio. Por supuesto, estos hechos afectan, y no poco, a las previsiones de futuro, con lo que DBS preveía un incremento relativamente moderado del precio medio del Brent a lo largo de todo el año 2020, fijándolo entre 42 y 47 US\$/barril.

Evidentemente, si nos atenemos a los promedios calculados para el año por la EIA y el IMF, recogidos anteriormente, y que eran de 33 y 37 US\$/barril, el incremento no es tan pequeño, pero nuevamente hay que comparar con el dato del año 2019, muy superior, por supuesto.

De todos modos, refiriéndonos a previsiones de futuro, no podemos dejar de citar un nuevo pronóstico de *Economy Forecast Agency* después del repunte del mercado, que se recoge en el **Cuadro 4** y que a nuestro juicio no deja títtere con cabeza al compararlo con su anterior previsión (**Cuadro 3**).

En efecto, como puede verse en el **Cuadro 4**, las previsiones de precios prácticamente doblan las anteriores, lo cual da una idea de la profundidad del análisis de la situación efectuado para su elaboración, porque entre los dos cuadros no hay prácticamente más que un mes de diferencia. Y, efectivamente, han ocurrido cosas en el mercado, pero no sabemos hasta qué punto los autores del pronóstico solo se han dejado llevar por el último alabonazo del mismo, lo que equivale a valorar más y más su volatilidad, quedándose únicamente con los últimos datos.

En fin, esto es lo que hay. No quisiéramos que el lector se quedase con esta última impresión en relación con las previsiones de futuro. Hay muchos y buenos especialistas que sin duda son más prudentes en sus pronósticos. En todo caso, y como decíamos, acertar es muy difícil y además eso sólo se ve al final de la historia. ■



**MÄRKISCHES WERK**  
Your Engine. Our Ingenuity.™

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

[www.mwh.de](http://www.mwh.de)

**Cascos  
Naval, S.L.**

Agente para España de Märkisches Werk, Halver:

c/ Serrano Galvache, 5 - bajo • 28033 Madrid - Spain • Tel. +34 917 680 395 • Fax +34 917 680 396 • Mobile Phone 609650821 • E-mail: [cascos@cascosnaval.com](mailto:cascos@cascosnaval.com)

# Technolo**SEA** Experts



**Navantia**  
[www.navantia.es](http://www.navantia.es)

## Repaso a la construcción naval en 2019



Flotadura del crucero *Iona* en el astillero Meyer Werft.

### Cartera de pedidos

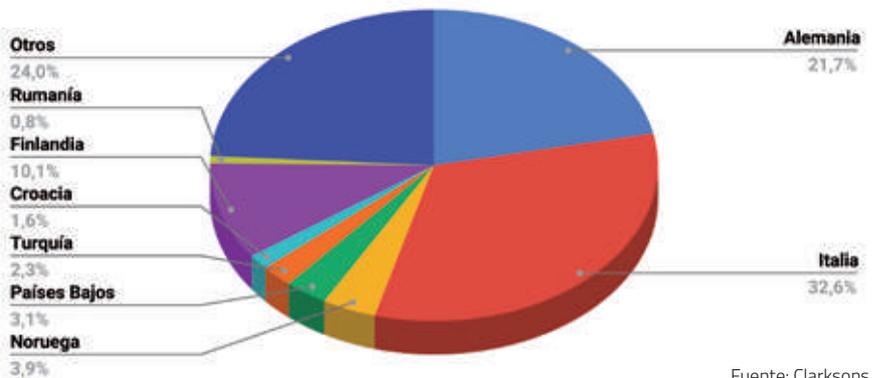
El número de buques en la cartera de pedidos mundial en 2019 fue de 3.169 unidades (con un total de 191 Mtpm, frente a las 226,1 Mtpm registradas en 2018). En conjunto, la cartera de pedidos mundial sigue descendiendo un año más tal y como se registra desde 2014. Durante el primer trimestre de año la cartera de pedidos de buques graneleros a nivel mundial ha descendido un 29% en términos de tonelaje de peso muerto con respecto al mismo periodo de año pasado. La cartera de pedidos mundial de buques portacontenedores ha descendido un 5% en teu durante este trimestre.

El país constructor con la mayor cartera de pedidos del 2019 correspondió a Japón, con un total de 645 unidades, seguido de China (429 unidades) y de Singapur (que supera a Corea del Sur por 36 buques). De entre los países europeos Grecia ocupa la primera posición de la cartera de pedidos con un total de 215 unidades, seguidos de Noruega (145) y de Alemania (95).

Según los datos del primer trimestre de año, China se sitúa a la cabeza de los países con mayor cartera de pedidos: 195 petroleros, 393 graneleros, 175 portacontenedores, 222 buques offshore, 25 LNG y 24 LPG. Le sigue Japón cuya cartera está formada por 86 buques petroleros, 296 buques graneleros, 74 buques portacontenedores, 2 LNG, 29 LPG y 2 buques offshore. Y en tercer lugar Corea del Sur, con un total de 432 buques de los cuales 166 son buques petroleros, tan sólo 14 graneleros, 115 LNG y 73 portacontenedores. La cartera de pedidos asiática supera a la europea en 2.170 unidades durante los primeros tres meses de este año 2020. En términos de toneladas compensadas para los países asiáticos la cifra es de 60 Mcgt frente a las 12,5 Mcgt de Europa.



### Cartera pedidos Europa 2019 (Mcgt)



### Contratación

El número de buques contratados durante 2019 descendió con respecto a 2018: 1.082 con un total de 69,9 Mtpm (27,3 Mcgt) frente a los 95,3 Mtpm (95,3 Mcgt) entregadas en 2018. En la tabla 1 podéis ver el desglose por

tipo de buque de la contratación mundial. Los tres grandes constructores asiáticos registraron el 89,09% del total de la contratación mundial en 2019 en términos de número de buques. China contrató 422 buques, seguida de Japón con 262 buques y Corea del Sur con 227 buques.

La contratación durante los primeros meses de 2020 y hasta la pandemia del Covid-19 fue extremadamente moderada. Las cifras aumentaban mes a mes de forma contenida, registrado 61 unidades con un total de 11 Mcgt hasta abril, y el total acumulado de 184 buques con un total de 3,8 Mcgt, siendo un 49% menor que los datos registrados durante el mismo periodo del año anterior.

Los buques petroleros son el segmento que mayor contratación registra hasta la fecha (23 de los 62 fueron contratados en abril). De esos 23, 18 son Aframaxes con un total de 2,1 Mtpm y de éstos, 13 fueron contratados en abril. Entre ellos se encuentran los 12 petroleros LR2 (Large Range2) de 120.000 tpm, equipados con motores duales a GNL, encargados por BoCom Leasing al astillero chino CSSC (China State Shipbuilding Corporation). Estos buques serán fletados por Shell durante siete años tras su entrega. De estos 12, 4 se construirá en CSSC Waigaoqiao Shipbuilding, y los 8 restantes en Guangzhou Shipbuilding International.

A finales de marzo, China Merchants Energy Shipping (CMES) anunció que había contratado con China Merchants Jinling Shipyard la construcción de 4 buques heavy lifts de 62.000 tpm por un precio total de 119 M\$ (104,8 M€). Se unirán a la flota de la filial de CMES en Hong Kong Min Wah Shipping tras su entrega en 2022. Qatar Petroleum ha anunciado también a principios de este año los acuerdos alcanzados para la construcción de más de 100 buques GNL. Por un lado, ha contratado con el astillero en Hudong-Zhonghua Shipbuilding Group Co., Ltd. (Hudong), una subsidiaria de China State Shipbuilding Corporation Limited (CSSC), la construcción de 16 gaseros de 174.000 m<sup>3</sup>. Y por otro, los tres grandes astilleros surcoreanos, Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME), Hyundai Heavy Industries (HHI) y Samsung Heavy Industries (SHI), se repartirán más de 19,2 mil millones dólares para construir más gaseros a la compañía estatal qatarí.

### Entregas

En 2019 se entregaron a nivel mundial 1.447 buques (con un total de 99,2 Mtpm), 138 más que en 2018. Si atendemos al tipo de buque (Ver tabla 2), en 2019 fueron entregados 436 buques graneleros (con un total de 41,4 Mtpm y 9 Mcgt), seguidos por 405 petroleros (38,5 Mtpm y 9,3 Mcgt). En lo que respecta a los buques de GNL se entregaron 43 unidades con un total de 3,8 Mcgt y 3,9 Mtpm. El número de toneladas de peso muerto de buques LPG aumentó ligeramente con respecto a lo registrado el año anterior, siendo en total 42 buques de este tipo los entregados en 2019. La entrega de buques portacontenedores alcanzó la cifra de 161 unidades con un total de 5,1 Mcgt y 11,3 Mtpm.

### Evolución de la contratación mundial



Gráfico 1. Evolución cartera de pedidos mundial (Mgt). Fuente: Clarksons

### Evolución de las entregas mundiales



Gráfico 2. Evolución entregas mundial (Mgt). Fuente: Clarksons. 2020\*: datos hasta mayo

Tabla 1. Contratación mundial por tipo de buque. 2020\*: Datos hasta mayo. Fuente: Clarksons

	2019		2020*	
	Nº de buques	Mcgt	Nº de buques	Mcgt
Petroleros	261	6	62	1,5
Graneleros	297	6,1	54	0,9
LNG	60	4,5	2	0,1
LPG	62	1,2	9	0,2
Portacontenedores	112	3,6	11	0,6
Offshore	38	0,7	11	0,1
Cruceros	40	3,1	4	0,1
Ferries	64	1	6	0
Otros	148	1,3	23	0,3

Tabla 2. Entregas mundial por tipo de buque. 2020\*: Datos hasta mayo. Fuente: Clarksons

	2019		2020*	
	Nº de buques	Mcgt	Nº de buques	Mcgt
Petroleros	405	9,3	106	2,4
Graneleros	439	9,1	169	3,7
LNG	43	3,8	8	0,6
LPG	42	0,8	22	0,4
Portacontenedores	161	5,1	35	0,8
Offshore	99	1,0	17	0,2
Cruceros	26	1,8	5	0,4

Se entregaron 99 buques offshore con un total de un millón de toneladas entregadas, frente a los 1,8 Mtpm de 2018. Terminamos con el sector de los buques de crucero, manteniendo constante las cifras de tonelaje entregado con respecto al año anterior y con un total de 26 unidades.

En febrero de 2020, los astilleros chinos informaban tan sólo de la entrega de 4 buques, debido a la Covid-19. A día de hoy, han vuelto en

gran medida a la plena producción habiendo aplicado alguno de ellos horarios especiales para limitar el impacto. En abril, entregaron 38 unidades con un total de 0,8 Mcgt, aproximadamente el 83% de las cgt entregadas en abril de 2019. Sin embargo, la producción mundial de los astilleros sigue viéndose afectada por la imposibilidad de viajar, en particular, por el retraso en la entrega de componentes clave importados a Asia desde Europa. Se prevé que la producción mundial de los astilleros alcance

Tabla 3. Los 10 astilleros con mayor cartera de pedidos

Astillero	2019			2020*	
	Nº de buques	Mtpm	Mcgt	Mcgt	Mcgt
Samsung HI, Geoje, Corea del Sur	24	4,631	1,303		5,924
Hyundai HI (Ulsan), Ulsan, Corea del Sur	41	8,408	2,042		4,483
Daewoo (DSME), Geoje, Corea del Sur	45	8,954	3,048		4,222
Hyundai Samho HI, Yeongam, Corea del Sur	34	6.759	1,391		3,458
Chantiers Atlantique, Saint-Nazaire, Francia	2	26	321		1,817
Fincantieri Monfalcone, Monfalcone, Italia	2	25	275		1,793
Shanghai Waigaoqiao, Shanghai, China	19	4,068	656		1,754
Hyundai Mipo, Ulsan, Corea del Sur	56	2,089	1,196		1,700
Jiangnan SY Group, Shanghai, China	7	808	361		1,607
New Times SB, Taizhou, China	31	3,927	882		1,532

Fuente: Clarksons. 2020\*: hasta mayo

Tabla 3. Cartera de pedidos, nuevo pedidos y entregas durante 2019 por países europeos más Noruega. Fuente: SEA Europe / IHS Fairplay

	Cartera de pedidos			Contratación			Entregas		
	Nº de buques	1.000 gt	1.000 cgt	Nº de buques	1.000 gt	1.000 cgt	Nº de buques	1.000 gt	1.000 cgt
Bélgica	1	0	1	1	0	1	0	0	0
Bulgaria	1	2	4	0	0	0	4	5	12
Croacia	23	255	279	5	1	5	15	69	98
República Checa	1	2	4	0	0	0	0	0	0
Dinamarca	16	26	66	9	10	28	3	1	4
Estonia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Finlandia	11	1.358	1.254	5	295	293	2	295	283
Francia	24	2.333	2.108	8	949	841	13	355	331
Alemania	29	1.784	1.772	4	19	27	7	467	444
Grecia	6	7	18	1	3	5	9	5	16
Irlanda	2	0	2	1	0	1	1	0	1
Italia	48	3.944	4.225	12	875	986	9	528	545
Latvia	0	0	0	0	0	0	3	2	6
Lituania	3	8	18	2	6	13	0	0	0
Países Bajos	66	159	270	14	15	34	33	61	102
Polonia	59	161	281	21	21	62	40	120	233
Portugal	3	21	49	0	0	0	1	10	23
Rumanía	43	412	560	11	49	65	20	141	235
Eslovaquia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eslovenia	0	0	0	0	0	0	0	0	0
España	63	515	591	23	72	155	34	230	204
Suecia	1	0	1	0	0	0	0	0	0
Reino Unido	18	38	66	10	3	11	13	8	24
Total EU-28	418	11.025	11.569	127	2.318	2.527	207	2.297	2.561
EU-28 + Noruega	455	11.114	11.747	146	2.338	2.579	232	2.321	2.621

Fuente: SEA Europe / IHS Fairplay

los 74,8 Mtpm a finales de 2020, lo que supone una reducción del 25% con respecto al año anterior y una disminución del 17% con respecto a las previsiones iniciales.

### Desguaces

La edad media de la flota total desguazada durante el 2019 fue de 28,8 años (28,5 fue la media de 2018). En primer lugar, se encuentra el sector de los buques offshore con un total de 132 unidades desguazadas, seguidas por 93 portacontenedores, 86 graneleros y 82 petroleros. Cifras alejadas de lo registrado en 2019 ya que se desguazaron 259 graneleros y 198 petroleros. Los tres primeros países don-

de la actividad principal es el desguace en el subcontinente indio permanecen actualmente cerrados principalmente debido a la Covid-19. A mediados de mayo comenzó a retomarse esta actividad. En abril sólo se informó de diez ventas con las que ascendía el número total acumulado en estos primeros meses del año a 144 unidades con un total de 7,4 Mtpm. Se pronostica un descenso de un 7% con respecto a las cifras del año anterior.

### Situación de la construcción naval europea en 2019

La contratación de nuevas construcciones en los astilleros europeos principalmente se centró

en el sector de los buques de crucero durante 2019, representando casi el 81% del total. 146 buques con un total de 2,57 Mcgt fueron encargados en astilleros europeos durante 2019, un descenso (el primero desde el registrado en 2014) de un 29% con respecto al año anterior. Los niveles de producción en términos de toneladas de registro compensadas aumentaron un 16% hasta alcanzar los 2,62 millones (son cifras ligeramente inferiores a las registradas el año anterior). El 97% de los nuevos pedidos de los astilleros europeos fueron buques de pasaje (cruceros y ferries), seguidos de otros buques de mercados altamente tecnológicos como dragas, pesqueros, remolcadores, buques de investigación y otros buques especiales. ■



# COTERENA



-  **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
		
		
		
		
		

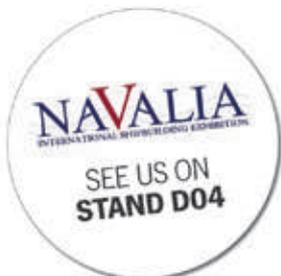
Muelle de Reparaciones de Bouzas, 12  
36208 Vigo (Spain)  
Teléfono: + 34 986238767

[www.coterena.es](http://www.coterena.es)

EXPERTS IN

# DRIVETRAIN VIBRATIONS ACOUSTICS

- Acoplamiento altamente elástico para sistemas de propulsión y tomas de fuerza
- Acoplamiento para grupos generadores
- Ejes cardan 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](mailto:es.info@vulkan.com) | [www.vulkan.com](http://www.vulkan.com)

# El ferry *Torghatten* se equipará con dos EcoPeller de Schottel

## *Schottel EcoPeller deployed in modernization project for first time*

El ferry *Torghatten* tiene 70 m de eslora, 14,7 m de manga, capacidad para 199 pasajeros y 60 vehículos. Realiza la ruta entre Horn y Anddalsvåg. *Torghatten Trafikkselskap AS*, es una filial de *Torghatten ASA*, opera un total de 11 buques en Noruega.

El timón EcoPeller (SRE®) desarrollado por Schottel se instalará por primera vez en un proyecto de renovación de un buque. Dos unidades tipo SRE 340 L CP con una potencia de entrada de 750 kW cada una, serán instaladas en el ferry de doble proa del operador noruego *Torghatten Trafikkselskap*.

Esta naviera ya ha confiado en anteriores ocasiones y muchos de los buques de su flota cuentan con hélices Schottel. En esta ocasión, el armador ha aprovechado los trabajos de conversión del ferry *Torghatten* a eléctrico para instalar la SRE, ya que cumple con sus requisitos y ayudará hacia un futuro ecológico.

Es posible integrar estas unidades en la estructura del antiguo sistema de propulsión, lo que facilita el trabajo al no ser necesarios modificaciones importantes en el casco. Además, el trabajo puede realizarse en un astillero local, reduciendo el tiempo de inactividad.

### Sistema de propulsión completamente eléctrica

Los EcoPellers estarán accionados por motores eléctricos. Durante las operaciones del buque la potencia se conseguirá mediante baterías, que se recargarán durante su estancia en puerto. El sistema de propulsión estará equipado con el sistema de sellado Schottel Leacon patentado y aprobado por DNV-GL. Con él se garantiza, que en caso de fuga, el agua de mar que entra en el sistema o el aceite que sale del sistema se recogen en una cámara intermedia.

Los EcoPellers cubren un rango entre 500 y 5.000 kW y aseguran un gran rendimiento y mejoran la estabilidad habiendo sido diseñados principalmente para mas abierto y para zonas costeras. ■

*The successful Schottel Rudder EcoPeller (SRE®) is set to be installed in a retrofit project for the first time. Two four-bladed Schottel EcoPellers type SRE 340 L CP with an input power of 750 kW each will be featured in a double-ended ferry from the Norwegian ferry operator Torghatten Trafikkselskap.*

*Gunnar Heringbotn, Technical Manager at Torghatten Trafikkselskap: "We have already equipped several of our ferries with Schottel propellers. For the electrification of the 'Torghatten', we have opted for the SRE, as it optimally meets our requirements and supports us on our way to an eco-friendly future. Thanks to the tailor-made modernization concept, downtimes can be kept as short as possible."*

*Since it is possible to integrate the Schottel solution into the existing steel structure of the former propulsion system, no hull changes or major steel work will be necessary. Beyond this, the work can be carried out by a local shipyard – thus reducing installation efforts and shortening downtime tremendously.*

*The EcoPellers will be driven by electric motors. In operating mode, the required power will be supplied by battery packs installed on board. These will be recharged from the land grid during the stays on the quay.*

*To be environmentally compliant, the propulsion system of the Norwegian ferry will be equipped with the patented and DNV-GL type-approved Schottel LEACON sealing system. Through the use of separate seals on the seawater side and on the gearbox side, the sealing system ensures that, in case of leakage, seawater entering the system or gear oil escaping from the system are collected in an intermediate chamber. This prevents water from entering the gearbox and, of even greater importance, oil from escaping into the seawater.*

*Covering the range from 500 to 5,000 kW, Schottel EcoPellers ensure high efficiency and improve course keeping stability many times over. The ecologically clean propulsion system has been primarily developed for open seas and coastal operating conditions. By combining proven Schottel quality with latest technologies, the azimuth thruster contributes to the ship's low fuel consumption, resulting in low operating costs and low emissions. ■*

# Las embarcaciones de transporte de personal Flex-42X de Penguin tendrán propulsión Schottel

La compañía con sede en Singapur, Penguin International Ltd., ha elegido las unidades de Schottel STT 51 FP para su serie de ocho buques de transporte de personal Flex-42X.

Penguin es diseñador, constructor, armador y fletador de embarcaciones rápidas así como constructor de embarcaciones de tamaño medio para transporte de personal y barcos de seguridad blindados.

Con un motor eléctrico de 95 kW controlado por un variador de frecuencia, las hélices tobera STT 51 FP de Schottel se instalará en estas nuevas embarcaciones que están construyendo en Singapur e Indonesia. Las bajas vibraciones y los bajos niveles de ruido del STT son un factor importante en este tipo de embarcaciones.

La serie Flex-42X tiene una eslora total de 42 m, una manga de trazo de 8 m y un calado de diseño de 1,60 m. Cuentan con una cubierta exterior de 110 m<sup>2</sup> de superficie, un tanque de combustible de 80.000 l de capacidad. Dispone de 80 asientos para los pasajeros y acomodación para sus 12 tripulantes.

Serán destinadas a servicios de apoyo del sector petrolífero y gasístico offshore, podrán desempeñar misiones de seguridad marítima, de escolta, lucha contra incendios, de evacuación médica y otros requisitos de transporte de alta velocidad de personal y para carga. ■

## Penguin selects Schottel for Flex-42X Executive Fast Crew Boats

*Penguin is an integrated designer, builder, owner and operator of high-speed crafts as well as a prolific builder of mid-sized crew boats and armoured security boats for sales and charter. With a 95 kW electric motor controlled by a variable frequency drive, the STT will be installed in the new vessels being built by the customer's shipyards in Singapore and Indonesia.*

*Following a successful testing and evaluation programme, Singapore-based Penguin International Ltd. has selected Schottel's Tunnel Thruster STT 51 FP for its flagship Flex-42X series of eight executive fast crew boats.*

*As the vessels are based on a completely re-designed aluminium monohull form, the STTs feature an aluminium tunnel as well as an aluminium lower gear housing. They thus support the vessel's overall material properties with the advantages of reduced vessel weight and enhanced performance.*

*The newly designed mid-size FLEX-42X has an overall length of 42.00 m, a moulded breadth of 8.00 m, and a design draft of 1.60 m. The clear deck cargo area is about 110 m<sup>2</sup>, the fuel capacity is about 80,000 litres. With a luxurious business class seating for 80 passengers plus a crew of 12 the vessel offers more cabin space than any of the other fleet's crew boats.*

*They support offshore oil and gas activities, maritime security services and other high-speed transportation requirements for personnel and cargo. Apart from that, they are designed to execute a variety of missions, including security and escort, search and rescue, fire fighting and medivac. ■*





**SHIPYARD & MAIN OFFICES**

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



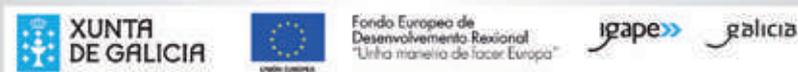
**nodosa**  
 shipyard 



Shipbuilding & Shiprepair

**DEEPLY COMMITTED TO EVERY PROJECT**

Comprometido con cada proyecto



PROXECTO COFINANCIADO POR IGAPE, XUNTA DE GALICIA E FONDO EUROPEO DE DESENVOLVEMENTO REGIONAL DO PROGRAMA OPERATIVO 2014-2020

## La cantidad de microplásticos en las aguas de la Bahía del Confital duplica la cantidad de zooplancton



Una investigación en la que participa la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, a través del Instituto Universitario de Acuicultura y Ecosistemas Marinos Sostenibles (IU-ECOQUA), ha constatado una alta concentración de microplásticos en comparación con el zooplacton (conjunto de organismos exclusivamente animales que forman parte del plancton), en la Bahía de El Confital, en la zona externa a la barra, en la playa de Las Canteras.

Así queda recogido en un artículo publicado recientemente por la prestigiosa revista científica *Marine Pollution Bulletin*, una de las más importantes del mundo en materia de contaminación marina, firmado por el grupo de investigación en Ecofisiología de los Organismos Marinos (EOMAR) de ECOQUA, en colaboración con investigadores del Instituto del Mar (IMAR) de la Universidad de Azores y del Centro de Ciencias del Mar y de Medio Ambiente (MARE), de Madeira.

Se trata de la primera investigación realizada en la Macaronesia para evaluar el impacto real que tienen en la salud de los organismos y ecosistemas marinos los microplásticos flotantes en aguas superficiales, después de que estudios precedentes alertasen de los altos niveles de contaminantes químicos, originados por la alta presencia de microplásticos, en las Islas Canarias. El objetivo del estudio era cuantificar y caracterizar los microplásticos y el zooplancton neustónico (flotante) en aguas de los tres archipiélagos (Canarias, Azores y Madeira).

Este resultado alerta, además, del peligro que corren por la ingestión de microplásticos algunas especies de la biota (la fauna) marina del

Archipiélago, como el tiburón ballena, el tiburón peregrino, diversas familias de mantarrazas o las ballenas filtradoras, además de las aves que se alimentan en la superficie del mar. La presencia de microplásticos, además, podría incrementarse.

Según la doctora Alicia Herrera, investigadora principal del estudio, "lamentablemente, con la llegada de la pandemia provocada por el coronavirus, vemos cómo los hábitos han empeorado y vuelve a predominar el plástico de usar y tirar. Se ha incrementado el uso de guantes, mascarillas, viseras y material hospitalario de plástico, y este material no es reciclable, por lo que nos enfrentamos a una enorme cantidad de basura que terminará incinerada o en vertederos", sostiene.

Si bien, dada la emergencia sanitaria, no es factible prohibir o reducir la producción de estos materiales, sí es necesario ser consciente del impacto ambiental que producen y, por lo tanto, la población debe hacer un uso racional de los mismos, separarlos adecuadamente y tirarlos en el contenedor adecuado, subraya. "No olvidemos que las pandemias son una consecuencia directa de la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad", puntualiza.

### Investigación realizada a lo largo de 3 años

Para realizar este estudio de carácter internacional, se recogieron un total de 45 muestras: 24 en Canarias, 12 en Madeira y 9 en Azores, entre 2015 y 2018, en una quincena de localizaciones diferentes. En concreto, en las Islas Canarias se tomaron de referencia las playas de Lambra (La Graciosa), Arrecife y Famara

(Lanzarote), Taliarte, Gando, San Andrés, Las Canteras dentro de Bahía del Confital, (Gran Canaria) y Los Gigantes (en Tenerife).

En general, durante los muestreos en estos grupos de islas, los resultados del estudio mostraron una gran variabilidad en la concentración de microplásticos. Se encontraron concentraciones altas, especialmente, en aguas costeras frente a Las Canteras (isla de Gran Canaria), y en aguas de Porto Pim (isla de Faial, en Azores), aunque los valores medios se estimaron en el rango de los encontrados en otras zonas del océano. Los principales tipos de microplásticos encontrados fueron fragmentos y fibras. Las abundancias de zooplancton también fueron muy variables entre las distintas zonas de muestreo, siendo los principales componentes copépodos y huevos.

Los valores máximos de microplásticos se hallaron en la Bahía del Confital, con más de un millón de partículas por kilómetro cuadrado. Estas son cifras similares a las reportadas en zonas de altas acumulaciones como el Giro Central del Pacífico Norte (un área de convergencia donde las aguas forman un remolino que atrae a los desechos plásticos y les impide esparcirse hacia las costas) o del Mar Mediterráneo. En la Bahía del Confital, además, se encontró el doble de microplásticos que de zooplancton en peso seco para la fracción de tamaño de 1 a 5 milímetros. Según afirma Alicia Herrera, en algunas zonas la abundancia de microplásticos representó hasta un 22% del total de las muestras de zooplancton, lo que podría explicar la alta presencia de estos residuos en el interior de caballas (*Scomber colias*) recogidas en aguas de Gran Canaria, algo que constató un estudio de EOMAR pu-

blicado en 2019, al alimentarse estos peces de zooplancton.

En la investigación publicada ahora han participado una decena de investigadores. Por parte del IU-ECOQUA, además de Alicia Herrera, colaboraron Eugenio Raymond, Ico Martínez y May Gómez; por parte de IMAR, en Azores, Christopher Pham, Yasmina Rodríguez, Noelia

Ríos; y, por último, los integrantes de MARE fueron Soledad Álvares, Joao Canning-Clode e Ignacio Gestoso. El trabajo realizado ha demostrado el peligro físico para la fauna marina no solo por ingestión, sino también por los contaminantes químicos asociados a los microplásticos, así como la falsa sensación de saciedad que podría afectar a la ingesta de nutrientes en organismos marinos. En la

región de la Macaronesia se encuentran grandes filtradores como el tiburón ballena (*Rhinocodon typus*), el tiburón peregrino (*Cetorhinus maximus*), diversas especies de mantarrayas del género *Mobula* (*M. tarapacana*, *M. molar*, *M. birostris*); y ballenas filtradoras del género *Balaenoptera* (*B. edeni*, *B. bryde*, *B. physalus*, *B. borealis*, *B. musculus*), que son los más afectados. ■

## La UCA presenta en la Agencia Espacial Europea el primer sensor espacial para la detección de basura marina

Investigadores de la Universidad de Cádiz, coordinados por el profesor Andrés Cózar, han llevado a cabo un importante trabajo centrado en el diseño del primer sensor espacial para la detección de basura marina. Esta herramienta, que fue presentada a la Agencia Espacial Europea (ESA, de sus siglas en inglés) en el pasado mes de enero, ha sido elaborada por un consorcio al que pertenecen, además de la UCA, entidades como Airbus Space (Francia), Argans Limited (Reino Unido) y The Ocean Cleanup (Países Bajos).

La misión se ofreció, a través de concurso público, a petición de la propia ESA por la necesidad mundial de poder realizar un seguimiento de la basura acumulada en el océano a partir de satélites. La posibilidad de observar la contaminación del océano a escala global y de forma continua daría alas a los investigadores y gestores, pero el reto tecnológico era enorme. De hecho, los investigadores pensaron que “las probabilidades de éxito eran mínimas

dado que gran parte de la basura en el océano se encuentra en forma de microplásticos (fragmentos del orden de pocos milímetros)”. Es más, “no fuimos a los únicos a los que se les encargó este trabajo, la Agencia Espacial Europea concedió contratos a distintos consorcios internacionales para realizar en paralelo el mismo trabajo y poder explorar así en profundidad esta posibilidad”.

Los resultados del consorcio formado por la Universidad de Cádiz han conseguido superar las mejores expectativas, ya que, con la tecnología disponible actualmente, el nuevo sensor es capaz de detectar basura a concentraciones de tan solo un 1% de cobertura de superficie del océano. Así, “el siguiente paso, antes de su lanzamiento en un nuevo satélite, será la validación del prototipo en aeroplano”.

Las aplicaciones más inmediatas de este sensor pasan por el mapeo de los puntos calientes de contaminación oceánica; la identificación y



evaluación de las fuentes globales de basura o el control de la efectividad de las medidas aplicadas para combatir la contaminación marina. No obstante, “existen otras posibles aplicaciones que estamos estudiando, como pueden ser rastreo de agregaciones de basura para mejorar seguridad de la navegación; la búsqueda y rescate de accidentes aéreos y marítimos; la localización de contenedores perdidos o derrames de petróleo; desastres naturales...etc. y probablemente otros usos que aún no podemos prever”, como explican desde la UCA. ■

## Ambilamp firma un acuerdo con Navantia para gestionar sus residuos de RAEE

Ambilamp/Ambiafme ha firmado con Navantia un acuerdo mediante el cual la Asociación llevará a cabo el almacenamiento inicial de los residuos RAEE (residuos de aparatos electrónicos y eléctricos), así como su recogida desde los puntos o instalaciones de Navantia para su adecuada gestión y tratamiento.

De esta forma, AMBILAMP —a través de su marca Ambiafme— será el Sistema de Responsabilidad Ampliada del Productor que lleve a cabo las obligaciones de Navantia conforme al artículo 17 de la Ley 22/2011, de 28 de julio, de Residuos y suelos contaminados y al Real Decreto 110/2015 de 20 de febrero

sobre residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE). A través de la firma de este convenio, que está en vigor desde el 12 de mayo de 2020, ambas partes se comprometen a poner en marcha los mecanismos necesarios y eficientes de recogida selectiva de este tipo de residuos. Tiene una duración de un año, prorrogándose tácitamente por períodos de igual duración.

Según Lucas González, Responsable de Negocio de Ambiafme, “el hecho de que una empresa como Navantia haya depositado su confianza en nosotros pone de manifiesto, una vez más, el nivel de reputación que tenemos en el

sector gracias al esfuerzo de un gran equipo y de un sistema eficaz que es capaz de gestionar, de forma escalable, la cantidad de RAEE por muy grande y compleja que ésta sea”.

Según Joaquín Durán, coordinador de Medio Ambiente de Navantia, “para nuestra empresa es fundamental, no solo garantizar el cumplimiento de las normativas legales que afectan a los RAEE, sino asegurar la valorización del mayor porcentaje posible de residuos generados en nuestra actividad, uno de los pilares de la Economía Circular. Este Convenio de Colaboración con Ambilamp nos ayudará a seguir avanzando en esa senda”. ■

# El IEO participa en el libro blanco “Océanos saludables y sostenibles” publicado por la Red Española del Pacto Mundial

Con motivo de la celebración el próximo 8 de junio del Día Mundial de los Océanos, la Red Española del Pacto Mundial ha editado el libro blanco “**Océanos saludables y sostenibles: oportunidades para el sector empresarial en la economía azul**” en el que destaca la entrevista realizada a Pablo Abaunza, investigador del Instituto Español de Oceanografía (IEO) y anterior Subdirector general de investigación.

El informe insta al sector privado y organizaciones a adoptar medidas eficaces que contribuyan a la salud y prosperidad del océano a través de la adhesión a los Principios para un Océano Sostenible y la Agenda 2030, que ya han firmado 21 empresas españolas.

En la entrevista realizada a Pablo Abaunza se tratan las principales problemáticas ambientales a las que se enfrentan los ecosistemas marinos en España, las medidas para alcanzar una gestión sostenible del océano, la contribución de las empresas mediante la innovación al cuidado de los océanos y el crecimiento sostenible y la importancia de la ciencia y de la investigación para comprender mejor esta problemática y tomar medidas eficaces.

Este año el Día Mundial de los Océanos ha puesto el foco en la innovación como herramienta orientada a crear un océano sostenible. Un ámbito en el que el sector empresarial tiene un importante papel que asumir a través de la reformulación de sus negocios para aumentar su impacto positivo y reducir sus impactos negativos en el ecosistema marino.

El documento hace especial hincapié en el peso de la economía azul, tanto a nivel global como nacional y realiza recomendaciones para aumentar el compromiso del sector privado con la sostenibilidad del océano.

La Red Española del Pacto Mundial agrupa a las entidades españolas adheridas al Pacto Mundial de las Naciones Unidas. El Pacto Mundial es la mayor iniciativa voluntaria de responsabilidad social empresarial en el mundo cuya misión es favorecer la sostenibilidad empresarial mediante la implantación de 10 Principios universales de conducta y acción en materia de Derechos Humanos y Empresa, normas laborales, medioambiente y lucha contra la corrupción, en la estrategia y las operaciones diarias de todo tipo

**Descarga aquí el libro:**




<https://bit.ly/2XBbkaN>

de entidades y favorecer, de este modo, la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). ■

## Contra el blanqueamiento masivo de la Gran Barrera de Coral



Recientemente, el Gobierno Federal lanzó la fase de investigación y desarrollo (I + D) de su Programa Científico de Restauración y Adaptación de arrecifes (RRAP). El programa tiene como objetivo ayudar a preservar y restaurar el Arrecife ante el aumento de las temperaturas oceánicas y el blanqueamiento de los corales.

Se invertirán inicialmente 150 millones de dólares para probar y aplicar técnicas novedosas.

En el RRAP están participando entre otros, el Instituto Australiano de Ciencias Marinas (AIMS), la CSIRO, la Fundación Great Barrier Reef, la Universidad James Cook, la Autoridad del Parque Marino Great Barrier Reef, la Universidad de Queensland y la Universidad de Queensland de Tecnología, Southern Cross Universit.

El cambio climático es la amenaza más importante para el Arrecife y la reducción de las emisiones mundiales sigue siendo la acción más importante para minimizar su impacto.

Sin embargo, con temperaturas promedio a nivel mundial de 1 °C por encima de los niveles preindustriales, la reducción de emisiones ya no es suficiente para garantizar la supervivencia del Arrecife tal como lo conocemos.

El coordinador del CSIRO Great Barrier Reef, el Dr. Christian Roth, insiste en que ahora mismo se necesita una gran inversión en investigación y desarrollo para garantizar que la tecnología requerida exista y cuente con la aprobación regulatoria y social para su uso en la próxima década. Un estudio inicial vertió entre sus conclusiones que una intervención

exitosa era posible y podría duplicar la probabilidad de mantener el Arrecife en buenas condiciones para 2050. Los resultados del estudio llevado a cabo durante dos años, y que fue publicado en abril, identificaron que 43 de los 160 métodos analizados contaban con una alta probabilidad de éxito.

Proteger este ícono australiano del cambio climático nunca ha sido tan importante. Según la encuesta realizada por RRAP en 2018 en la que participaron más de 3.000 australianos, el 71 por ciento indicó que en general apoyaban la idea de emprender actividades de restauración a gran escala para ayudar a restaurar y proteger el Arrecife.

La encuesta tuvo como objetivo medir el sentimiento público hacia la restauración de arrecifes y algunos de los posibles nuevos méto-

dos que se están investigando. Es importante destacar que las comunidades expresaron la necesidad de que los científicos sean más cautelosos sobre el uso de algunas tecnologías que otras.

El programa de investigación y desarrollo RRAP es un gran esfuerzo a nivel mundial para ayudar a un ecosistema significativo a sobrevivir al cambio climático. Es ambicioso y, naturalmente, requiere un cierto riesgo cuantificado.

El blanqueamiento de corales es un problema mundial y, si tiene éxito, la tecnología de restauración de arrecifes podría compartirse para su uso en otros arrecifes de coral de todo el mundo. Es probable que los beneficios ambientales, sociales y económicos para Australia y el mundo sean enormes. ■



## MÁS DE 30 AÑOS FABRICANDO PRODUCTOS ELECTRÓNICOS PARA LA INDUSTRIA NAVAL

**Ofrecemos FIABILIDAD, FLEXIBILIDAD y CALIDAD garantizada en el desarrollo de electrónica de vanguardia, para el sector naval civil y militar.**

Fabricamos equipos electrónicos específicos para ambientes salinos

Montamos tarjetas electrónicas para equipos embarcados

Industrializamos según las especificaciones del cliente

Realizamos cableados, cajas de conexión y componentes para equipos

Especializados en cableado de fibra óptica

Test eléctricos, funcionales y ambientales

Inspeccionamos y verificamos con medios de última generación

Soporte a lo largo de la vida del producto

YOUR RELIABLE ASSEMBLY PARTNER



c/ Calidad 6 Getafe, 28906 Madrid

[comercial@insyte.es](mailto:comercial@insyte.es)

☎ 91 601 09 91



## 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](http://roxtec.com/es)



# SERVOSHIP

Tfno: +34 976 298259 [www.servoship.com](http://www.servoship.com) Fax: +34 976 292134



Equipos Marinos



Centrales Hidráulicas

## Ghenova pone en marcha "Ghenova 360", centro avanzado de desarrollo de gemelos digitales



GHENOVA 360

SERVICIOS

<p><b>Definición de alcance y diagnóstico preliminar</b></p> <p>¿Se adapta mi producto al cliente? ¿Cómo abordo la digitalización?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificación, recopilación y análisis de requisitos cliente.</li> <li>Propuesta de fases y alcances en función de la especificación del cliente.</li> <li>Diseño de estrategia integral.</li> </ul>	<p><b>Determinación del propósito del Gemelo Digital</b></p> <p>¿Qué trabajos realizará mi Gemelo Digital?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diseño</li> <li>Construcción</li> <li>Operación</li> <li>Mantenimiento, ACV &amp; ALI</li> </ul>	<p><b>Definición de la Plataforma Digital</b></p> <p>¿Qué infraestructura digital física y lógica es la óptima?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Software</li> <li>Hardware</li> <li>Comunicaciones</li> </ul>	<p><b>Elaboración de la Maqueta digital</b></p> <p>¿Mi maqueta es completa y se ajusta a los requisitos del cliente?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estándares SI10000.</li> <li>Estructura del producto (Árbol de elementos configurados): Estructura física y Estructura funcional. Simplificada y completa.</li> <li>Funcionalidades. Casos de uso, misiones y regímenes.</li> </ul>
<p><b>Sensorización del activo</b></p> <p>¿Qué monitorizar y que eventos registrar y notificar?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Estrategia IoT.</li> <li>Identificación de parámetros y variables críticas.</li> <li>Propuesta de sensores y sistema de monitorización.</li> <li>Flujo de datos.</li> </ul>	<p><b>Arquitectura de datos</b></p> <p>¿La gestión y flujo de datos permite los objetivos?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ETL, Captura, Transformación y Carga de datos.</li> <li>Procesamiento de flujo de datos y eventos.</li> <li>Conectividad e interoperabilidad.</li> <li>Almacenamiento.</li> </ul>	<p><b>Diseño de módulos de comportamiento</b></p> <p>¿Se adapta mi modelo al cliente? ¿Representa la realidad física?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos funcionales.</li> <li>Modelos de análisis y diagnóstico.</li> <li>Modelos de predicción.</li> <li>Validación y verificación de modelos.</li> <li>Identificación de intervalos y umbrales.</li> <li>Estandarización e interfaces.</li> </ul>	<p><b>Diseño del entorno de Simulación y Visualización</b></p> <p>¿Dispongo de una representación ciberfísica real?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelos técnicos: exclusión de correlacionados.</li> <li>Procesos de análisis y activación de acciones. Alertas.</li> <li>Cadenas de procesamiento.</li> <li>Motores de simulación.</li> <li>Creación de red neuronal R. y LSTM.</li> </ul>
<p><b>Desarrollo del entorno de entrenamiento</b></p> <p>¿Son óptimos mis modelos? ¿Cómo evoluciono mi gemelo con más experiencia?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Actualización de escenarios y casos de uso.</li> <li>Optimización de modelos y algoritmos mediante entrenamiento y maximización y minimización de funciones.</li> </ul>	<p><b>Desarrollo del Sistema Digital de Salud</b></p> <p>¿Tengo conciencia de la salud de mis equipos y su efecto en la salud del buque?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Revisión modos de fallo y modelos.</li> <li>Procedimiento de diagnóstico y predicción.</li> <li>Modelos e informes de salud y fiabilidad. RDS.</li> </ul>	<p><b>Determinación de la Inteligencia del Gemelo</b></p> <p>¿Quiero que actúe en mi nombre?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Anticipación de anomalías.</li> <li>Capacidad de comprender y resolver problemas complejos.</li> <li>Mejora de competencias con el tiempo con aprendizaje automático.</li> </ul>	<p><b>Ciclo de Vida del Gemelo Digital</b></p> <p>¿Puedo garantizar mi gemelo durante la vida del producto?</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de mantenimiento y actualización del Gemelo Digital.</li> <li>Acompañamiento en la puesta en marcha, servicio, operación y mantenimiento del gemelo digital.</li> <li>KPIs &amp; Performance</li> </ul>

Ghenova pone en marcha "Ghenova 360", Centro Avanzado de Gemelos Digitales. Nuestra compañía ofrece una solución integral 360° para el desarrollo de gemelos digitales de equipos y sistemas navales y su integración en buques civiles y militares, de acuerdo con los estándares, normas y requisitos más exigentes de los astilleros y armadores nacionales e internacionales.

El gemelo digital supondrá un nuevo paradigma en la construcción, operación y sostenimiento de buques, donde España y Ghenova están a la vanguardia y son punta de lanza

además de referente mundial en el sector naval con el nuevo Centro Avanzado.

El equipo de Ghenova cuenta con una dilatada experiencia en este campo en el que ya venimos trabajando en importantes proyectos en Europa con algunos de nuestros clientes.

Nuestro servicio 360° va desde la definición de alcance y diagnóstico preliminar para la digitalización de sus productos, pasando por la definición de la infraestructura digital y sistema de sensorización, el desarrollo de modelos de comportamiento, análisis y

diagnóstico, desarrollo de un avanzado sistema digital de salud para acciones de mantenimiento predictivo y prescriptivo, hasta el acompañamiento de la puesta en marcha y mantenimiento del gemelo digital, garantizando la conectividad y compatibilidad 360° entre productos inteligentes, sistemas y plataformas digitales.

La tecnología y la innovación, junto con la transformación digital, son nuestros ejes prioritarios en nuestra hoja de ruta, participando en grandes proyectos de alta complejidad tecnológica. ■

## NYK lleva a cabo las pruebas de navegación de un remolcador de manera remota



Han participado NYK y sus compañía MTI Co. Ltd., Keihin Dock Co. Ltd. y Japan Marine Science Inc. (JMS).

Las pruebas tuvieron lugar en la bahía de Tokio. El remolcador fue operado de forma remota desde el centro de operaciones situado en la ciudad de Nishinomiya, en la prefectura de Hyogo, aproximadamente a 400 km de distancia.

El remolcador navegó aproximadamente 12 km por la bahía entre Honmoku y el puerto de Yokosuka.

Mediante los sensores y cámaras instaladas a bordo se pudieron reconocer las condiciones del entorno y se creó un plan de ruta y un plan de acción para evitar colisiones. A bordo, el capitán del buque aprobó dichos planes. ■

En el siguiente vídeo podrás ver cómo se llevó a cabo esta operación:



<https://youtu.be/YGn-2ifrYvY>

# VERSATILIDAD HEAVY DUTY



100 AÑOS  
EXPERIENCIA  
ACUMULADA

Una unidad de potencia completa, es una base perfecta para una aplicación múltiple del motor, una instalación diesel eléctrica o una solución híbrida. La propulsión de operativa continua, se está transformando rápidamente hacia sistemas de propulsión flexibles y eficientes en consumo combustible.

Añada una cobertura extendida más allá de las garantías limitadas y disfrute de la productividad y una operativa libre de problemas

[www.volvopenta.com/commercial](http://www.volvopenta.com/commercial)

Como parte del Grupo Volvo, uno de los mayores fabricantes mundiales de motores diesel, Volvo Penta ofrece motores de última tecnología, probada y confiable, así como una red de servicio global.

**VOLVO  
PENTA**

## Avances del proyecto europeo MooringSense



Identificar las principales limitaciones y carencias que presentan las tecnologías actuales asociadas a la gestión de la integridad de los sistemas de fondeo y definir el caso de referencia del proyecto que permita evaluar los desarrollos previstos de forma amplia y realista han sido los dos primeros pasos dados por el consorcio de MooringSense.

Un proyecto de carácter europeo, liderado por el Centro Tecnológico CTC, que aspira a reducir hasta un 15 % el coste de mantenimiento y un 10 % el coste de operación de los aerogeneradores flotantes empleados para la generación de energía eólica marina.

Seis meses después de su reunión de lanzamiento, los nueve integrantes del consorcio han hecho balance de los progresos conseguidos hasta la fecha. Una evolución que se traduce en ocho informes que cubren tanto los aspectos técnicos como otros asuntos relacionados con los procesos de gestión, la comunicación y la gestión de la ingente cantidad de datos que se van a generar en MooringSense.

Esta primera reunión de seguimiento estaba prevista en las instalaciones de Saitec. Sin embargo, la crisis sanitaria provocada por el COVID 19 ha obligado al consorcio a celebrar una serie de reuniones, segmentadas por paquetes de trabajo, a través de videoconferencia.

En estos encuentros virtuales, han participado representantes de todo el consorcio, compuesto por centros de investigación de referencia como el Centro Tecnológico CTC, TNO, Ikerlan y Sintef Ocean; y empresas líderes a nivel mundial tales como Zunibal, Saitec, Bridon Bekaert Wire Rope Industry, Vicinay Marine Innovación e Intecsea.

Una exhaustiva revisión del estado del arte de las tecnologías implicadas en la gestión de la integridad de los sistemas de fondeo ha dado lugar a un informe que pretende ser un documento de consulta para la industria de la Eólica Flotante. En este aspecto, se destaca la necesidad de desarrollar tecnologías y procedimientos específicos para los sistemas de anclaje utilizados en los aerogeneradores flotantes, que permitan reducir los costes de operación y los riesgos de fallo.

Como respuesta a la necesidad de una gestión más eficiente, MooringSense desarrollará un nuevo enfoque para la gestión de la integridad de estos sistemas. Un avance que, además de reducir significativamente los costes de operación, también contribuirá a la optimización del rendimiento actual que ofrece la energía eólica flotante y aumentará la producción energética anual entre un 2 y un 3 %.

Este estudio ha localizado las limitaciones y carencias que presentan las soluciones actuales, provenientes todas ellas de la industria del oil & gas, para su aplicación en un sector en pleno desarrollo. Así, se manifiestan "dudas razonables" en cuanto a la robustez y confiabilidad que ofrecen los sistemas de monitorización actuales aplicados a los sistemas de fondeo.

La dificultad de hacer frente a un ambiente agresivo y variable como es el marino y la incertidumbre inherente a tecnologías poco maduras han llevado al consorcio a explorar métodos más disruptivos basados en la digitalización de los activos y en soluciones de monitorización más robustas. Un planteamiento que aspira a proporcionar datos y predicciones fiables durante toda la vida operativa de los parques eólicos flotantes.

Además de analizar con exhaustividad la situación actual del sector, el consorcio de MooringSense también ha definido el caso de referencia que se empleará para evaluar el impacto de los desarrollos planteados.

El concepto para plataformas flotantes SATH (acrónimo de Swinging Around Twin Hull), propiedad de la empresa Saitec, servirá como referencia para realizar estas mediciones.

Para ello, se ha definido el tamaño del parque eólico tipo, se han establecido los emplazamientos objetivo con distintas condiciones ambientales y se han contemplado varias configuraciones diferentes de fondeo.

Tras actualizar los avances obtenidos en el proyecto, se han coordinado y planificado los trabajos a realizar en los meses venideros. En ese sentido, se incidirá especialmente en la definición de la arquitectura y las especificaciones técnicas que deben implementarse en la solución innovadora que ofrecerá MooringSense.

Igualmente, se concretarán los procedimientos y métricas indicados para la validación de los desarrollos y se profundizará en los modelos numéricos que formarán parte del Gemelo Digital para obtener una réplica digital del aerogenerador flotante, así como una serie de herramientas que permitirán predecir comportamientos y planificar de forma adecuada las labores de mantenimiento.

La próxima reunión de seguimiento de MooringSense está prevista para el mes de octubre. Este proyecto ha recibido fondos del programa de investigación e innovación Horizon 2020 de la Unión Europea, en virtud del acuerdo de subvención No 851703. ■

# Motores MAN para la nueva generación de buques *heavy lift* de Jan De Nul



China Merchant Heavy Industry (CMHI) ha encargado 6 motores principales MAN 12V32 / 44CR relacionados directamente con la construcción de un nuevo buque grúa para la instalación de unidades offshore de 5.000 t, bautizado como Les Alizés, para el grupo Jan De Nul.



Con una potencia acumulada de 43.200 kW, los motores common rail contarán con un sistema de reducción catalítica selectiva (SCR) mejorado suministrado por MAN para cumplir con la norma IMO Tier III, y también cumplirán con el reglamento europeo Stage V. La mejora de la tasa de reducción de nitróxidos es esencial para que esta nueva construcción cumpla con la normativa ULEV (Ultra Low Emission vessel) para mejorar la calidad, caracterizada por las bajas emisiones de NOx y de partículas.

*Les Alizés* se construirá en el astillero de CMHI en la provincia de Jiangsu, al Este de China, y su entrega está programada para 2022.

Lex Nijssen, jefe de ventas de motores marinos de cuatro tiempos de MAN Energy Solutions, comenta que: "El MAN 32 / 44CR es un motor para mu-

chas aplicaciones. MAN Energy Solutions trabajó anteriormente con Jan De Nul Group en muchos de sus buques y recientemente entregó cuatro motores 12V32 / 44CR a CMHI para un buque semisumergible".

La flota de Jan De Nul actualmente cuenta con más de 90 motores MAN.

Los motores que se entregarán contarán con la innovadora función ECOMAP desarrollada por la compañía. El motor permite su programación para funcionar con diferentes características de consumo de combustible en función de la potencia, y cada una tiene su eficiencia óptima en un punto de carga diferente.

*Les Alizés* podrá responder a la demanda de poder instalar aerogeneradores eólicos de más de 270 m de altura, con palas de hasta 120 m de longitud y montar cimientos de hasta 2.500 t. Es decir, podrá montar la nueva generación de parques eólicos offshore, y que con su grúa de 5.000 t de capacidad de izado también podrá llevar a cabo la desmantelación de unidades offshore. ■

# Vigilancia permanente del aislamiento eléctrico y localización automática del fallo.

Asegurando el suministro eléctrico desde 1939.



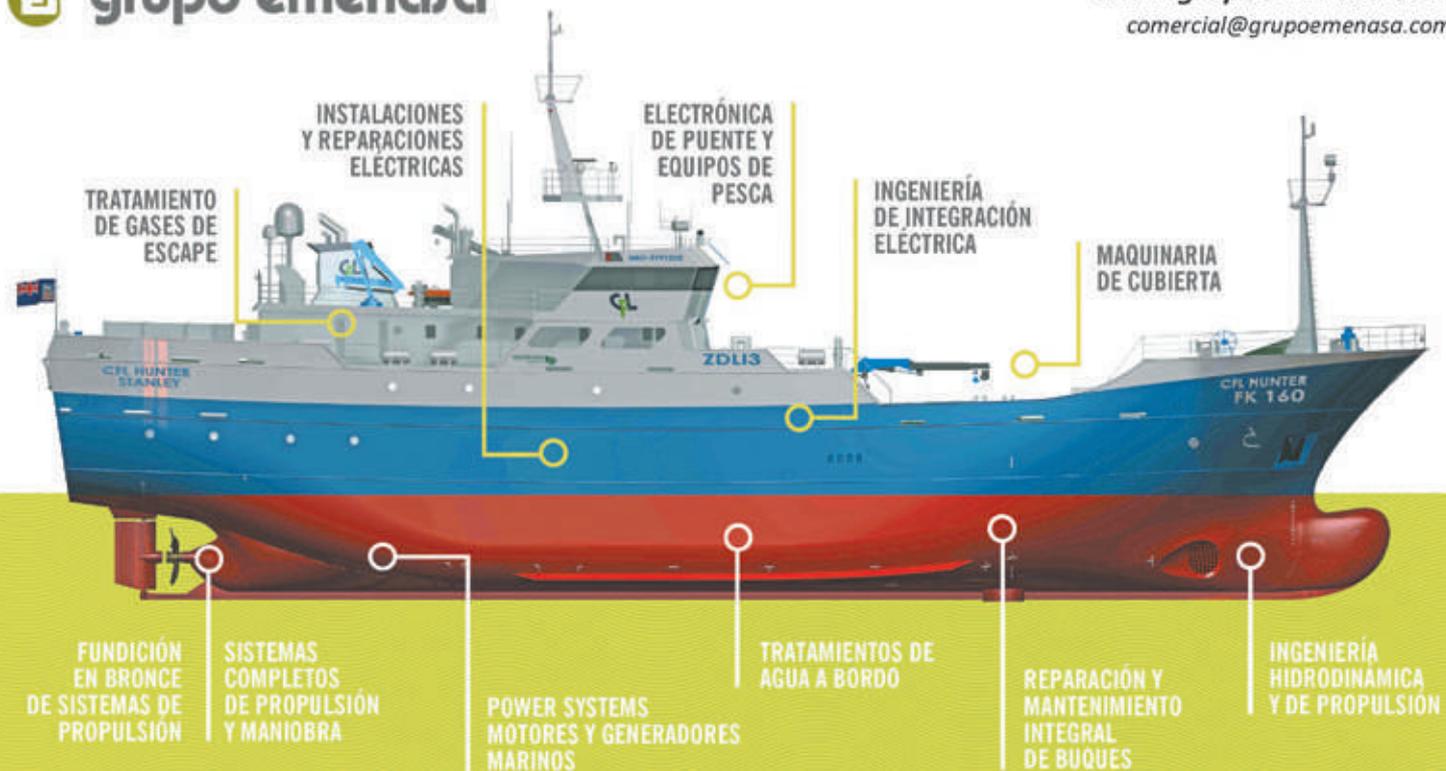
Foto = F105 "Cristóbal Colón" Armada Española



[www.bender.es](http://www.bender.es)



[www.grupoemenasa.com](http://www.grupoemenasa.com)  
[comercial@grupoemenasa.com](mailto:comercial@grupoemenasa.com)



La fuerza de un grupo



EXPERIENCIA: +60 años



PRESENCIA: +30 países



STAFF: +600 trabajadores +90 ingenieros



ÁREA DE TRABAJO: +20.000 m<sup>2</sup>



## El chárter náutico cae también un -42,9% en el acumulado del año y un -79% en el mes de abril

El mercado náutico sigue cayendo como consecuencia de la crisis sanitaria del COVID'19, el mes de abril arroja datos alarmantes con una caída de las matriculaciones del -77% (-37,3% en el acumulado del año). Todas las esloras y subsectores de barcos de recreo se ven afectadas de forma acusada y el alquiler de embarcaciones como opción de turismo en auge hasta febrero cae hasta un -79% en el mes de abril y un -42,9% en el acumulado del año.

Son los datos recogidos en el Informe del mercado de embarcaciones de recreo correspondiente al período enero-abril de 2020, editado por ANEN a partir de los datos facilitados por la Dirección General de la Marina Mercante.

“El sector está en peligro, las pérdidas acumuladas en los meses de marzo y abril, justo cuando comienza la temporada náutica, nos hacen visualizar un escenario como el que vivimos durante la crisis del 2008 en el que cerca del 70% del tejido empresarial del sector se perdió, con la consecuente pérdida de empleo y productividad”, asegura Carlos Sanlorenzo, secretario general de la patronal ANEN.

Para atajar cuanto antes esta situación y evitar la pérdida del empleo que generan las actividades náuticas (construcción de embarcaciones de recreo, instalaciones náutico-deportivas, alquiler de barcos, mantenimiento y reparación, escuelas náuticas, servicios de consultoría y otros, etc.), el sector náutico, bajo el paraguas de la patronal ANEN, solicita al Gobierno de forma prioritaria, medidas fiscales para incentivar el consumo de la náutica de recreo como actividad de turismo.

“La náutica de recreo forma parte de las actividades de turismo y ocio, por ello pedimos, que se nos equipare con sectores como el de la hostelería, restauración, acampamento,

balnearios, etc., y se aplique la reducción del IVA al 10% con carácter general a toda actividad náutica”, reclama el secretario general de ANEN. “La práctica de actividades náuticas, que se disfrutaban al aire libre, ofrece condiciones de seguridad e higiene en consonancia con los requisitos que exigen las autoridades sanitarias en estos momentos.

No podemos perder esta oportunidad de impulsar el turismo - uno de los sectores que mayor riqueza generan en España- desde la náutica, y para ello hay que activar el consumo con incentivos fiscales, como lo han hecho nuestros competidores como Italia, sin ir más lejos”, continúa.

Además de esta reducción del IVA general para las actividades náuticas, desde el sector se solicitan otros apoyos a las instalaciones náutico-deportivas (puertos deportivos, marinas y clubes náuticos) como son la reducción, exención o bonificación de las tasas, así como la aplicación de una tributación acorde con una actividad directamente vinculada con

el turismo como es la que desarrollan estas instalaciones.

### Caen todos los marcadores del mercado náutico

Todas las esloras caen en el acumulado del año (enero-abril). Las matriculaciones de embarcaciones desde 6 hasta 8 metros (representan el 85,20% del mercado) caen de media un 39%.

Por tipología de embarcaciones, la mayor caída la experimentan las matriculaciones de embarcaciones neumáticas semirrígidas (-50,2%), seguidas de barcos a motor (-40,7%) y neumáticas plegables (-40,4%).

El mercado de alquiler, el mercado que mejor comportamiento registraba hasta febrero, se desploma en abril con una caída del -79% y del -42,9% en el acumulado del año. Las matriculaciones de embarcaciones para uso de alquiler bajan de las 385 registradas entre enero y abril de 2019, a las 220 efectuadas en el mismo período de 2020. ■

Eslora	2018	2019	2020	% <sup>18</sup>	% <sup>19</sup>	%18/Tot	%19/Tot	%20/Tot
Hasta 6 m	1.012	1.062	670	-33,8%	-36,9%	68,4%	66,4%	66,8%
De 6 a 8 m	310	314	185	-40,3%	-41,1%	20,9%	19,6%	18,4%
De 8 a 12 m	86	154	104	20,9%	-32,5%	5,8%	9,6%	10,4%
De 12 a 16 m	56	57	36	-35,7%	-36,8%	3,8%	3,6%	3,6%
Más de 16 m	16	13	8	-50,0%	-38,5%	1,1%	0,8%	0,8%
Totales	1.480	1.600	1.003	-32,2%	-37,3%	100,0%	100,0%	100,0%

Eslora	2018	2019	2020	% <sup>18</sup>	% <sup>19</sup>	%18/Tot	%19/Tot	%20/Tot
Motos de agua	326	350	263	-19,3%	-24,9%	22,0%	21,9%	26,2%
Barcos a motor	713	739	438	-38,6%	-40,7%	48,2%	46,2%	43,7%
Neumáticas plegables	123	166	99	-19,5%	-40,4%	8,3%	10,4%	9,9%
Neumáticas semirrígidas	225	215	107	-52,4%	-50,2%	15,2%	13,4%	10,7%
Vela	93	130	96	3,2%	-26,2%	6,3%	8,1%	9,6%
Totales	1.480	1.600	1.003	-32,2%	-37,3%	100,0%	100,0%	100,0%

# 2020

VIRTUAL CONGRESS

11<sup>TH</sup> - 12<sup>TH</sup>  
**NOV**  
2020



## MADRID LNG & SHIPPING FORUM

*Organized by:*

 **Fundación**  
Ingeniero Jorge Juan

[www.madridlng.com](http://www.madridlng.com)



madridlng



fundacion\_ijj



madridlng

# Realizan la primera perforación doble simultánea del mundo

Plataforma semisumergible de perforación West Phoenix. © Seadrill



Neptune Energy, anunciaba a mediados de mayo de 2020 que había llevado la primera operación de doble perforación en el mundo a partir de una estructura integrada submarina usada como patrón en el yacimiento de perforación en el mar del Norte noruego Fenja.

A finales de abril Neptune Energy inició la perforación en este yacimiento en el primer de sus pozos.

Según la compañía, muchas plataformas de perforación están equipadas para poder llevar a cabo una perforación doble, sin embargo esta ha sido la primera vez que se ha llevado a cabo.

Según apunta Thor Andre Løvoll, director de perforación, los dos sistemas de perforación

¿Quieres ver el vídeo de esta perforación doble?

<https://bit.ly/2TthqHX>

con las que cuentan las plataformas de perforación son redundantes, sin embargo en esta ocasión decidieron usar ambas de forma independiente para perforar simultáneamente dos pozos. Este hito se ha llevado a cabo con la semi-sumergible West Phoenix de Seadrill. Esto acelerará las operaciones de perforación, reducirá costes y las emisiones.

Se estima que este yacimiento petrolífero contiene 97 millones de barriles y la producción completa alcance los 40.000 barriles equivalentes de petróleo al día.

Este yacimiento está ubicado a 120 km al noroeste de Kristiansund a una profundidad de 320 m. El inicio de su producción está prevista para el cuarto trimestre de 2021. Neptune Energy tiene un 30% de las participaciones de Fenja, Vår Energi participa con un 45%, Suncor con un 17,5 % y DNO con el 7,5% restante.

El plan de desarrollo combina dos patrones submarinos con seis pozos, incluidos tres productores de petróleo, dos inyectores de agua y un inyector de gas que se convertirá en productor de gas hacia finales de la vida útil del yacimiento. ■

## Instalación del tanque de GNL del nuevo car carrier de K Line

A principios de mayo de 2020, se ha llevado a cabo los trabajos de instalación del tanques de GNL tipo C en el car carrier que actualmente está siendo construido en el astillero de Tadotsu, del grupo japonés Imabari Shipbuilding. Fue encargado por Kawasaki Kisen Kaisha (K Line) en 2018 y su entrega está previsto para 2020.

El buque está equipado con un motor de combustible dual diseñado TGE Marine Gas Engineering GmbH de Mitsui E&S Group.

Debido a que el punto de ebullición del metano, que es el componente principal del GNL, es -161.5 C°, el GNL se vaporiza constantemente debido a la entrada de calor desde el exterior del tanque. Por lo tanto, la presión del tanque aumenta por el gas vaporizado dentro del tanque. Este tanque independiente tipo C

permite que el gas vaporizado se mantenga en el tanque por un período de tiempo relativamente más largo. El buque tendrá una eslora de 200 m y 37,2 m de manga. Con un tonelaje bruto de aproximadamente 73.800 t, podrá transportar 7.020 vehículos.

K Line Group, como participante en el Pacto Mundial de las Naciones Unidas, está promoviendo actividades que contribuyen a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y este



proyecto es parte de las actividades en curso de la compañía. ■



## Baleària realiza el primer bunkering de gas natural al ferry *Bahama Mama* en Algeciras



El abastecimiento, que se realizó en coordinación con la Autoridad Portuaria de Algeciras, tuvo lugar a las 20.30 horas de la tarde y se hizo mediante el sistema Truck To Ship (TTS), es decir, desde un camión cisterna hasta los tanques del ferry. Estos tienen una capacidad de almacenaje de 280 m<sup>3</sup>, lo cual permitirá al *Bahama Mama*

navegar con una autonomía de 750 millas náuticas. Este es el tercer buque al que se le realiza un bunkering de gas natural en el puerto algecireño, tras el *Nápoles* y el *Abel Matutes*.

Desde el 21 de junio este barco empezará a operar en Baleares. Por un lado, de lunes a

viernes, cubrirá los viajes entre Barcelona e Ibiza y los fines de semana, reforzará la línea que une Dénia con Ibiza y Mallorca, para apoyar los servicios en fast ferries que se realizan diariamente desde este puerto dianense hasta las Baleares.

Cabe recordar que Baleària tiene una apuesta muy firme por el gas natural como combustible para sus buques, que permite reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> en un 35%, las de NOx en un 85% y eliminar las de azufre y las partículas. De hecho, con la incorporación del *Bahama Mama* serán cinco los barcos con capacidad para navegar propulsados por este combustible, dos de ellos de nueva construcción y tres remotorizados. Además, para finales de julio, finalizará el cuarto de los retrofits, el del buque Sicilia. Para el año 2021, la naviera tiene previsto tener un total de nueve barcos navegando a gas. ■

# Descuento para Colegiados



Hasta

80%

%

en los cursos de la **Fundación Ingeniero Jorge Juan**



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS NAVALES Y OCEANICOS

Damos vida a tus sueños



**ingenyo**



**50 años**

INGENIEROS NAVALES Y OCEANICOS

## Botadura del remolcador *Caspian Fauna* diseñado por Seaplace

El pasado viernes 24 de abril tuvo lugar en el astillero turco Gelibolu Shipyard la botadura del buque *Caspian Fauna*. Seaplace ha llevado a cabo el diseño conceptual, la ingeniería básica y el detalle de acero del buque. Para ello ha utilizado los distintos módulos de sistema FORAN V80.

Se trata de un remolcador clase de hielo 1D y muy bajo calado para operar en el mar del Caspio. El remolcador tiene 30 metros de eslora por 11 de manga, y un calado mínimo de 1,8 m.

La capacidad de tiro a punto fijo es de 25 t y la propulsión es tipo convencional mediante dos hélices en tobera y un túnel transversal en proa. Seaplace ha utilizado el subsistema

de Arquitectura Naval FORAN V80R3.0, que ha incluido, y aplicado en este proyecto la última enmienda de 2020 incluida en el código de estabilidad intacta IS2008 para buques que desempeñan operaciones de manejo de anclas, remolque, escolta o izado de pesos.

Del mismo modo, para el desarrollo de ingeniería de detalle de acero de este buque, SEAPLACE ha utilizado los módulos del subsistema de Estructura de FORAN V80R3.0.

Se trata de la octava construcción que llevan a cabo en conjunto Seaplace y Aksoy Gelibolu Shipyard, afianzando así una relación que dura ya más de 15 años. ■



## Motores de gas MTU operando en el mar de Wadden



© Joachim de Ruijter

El 27 de mayo de 2020 el ferry de pasaje *Willem Barentsz* de Rederij Doeksen zarpó para su primera prueba de mar. Los primeros motores propulsores de gas de la serie 4000 comienzan con éxito las pruebas de mar. Estos ferries de 70 metros de eslora pueden transportar hasta 600 pasajeros.

“Estoy realmente impresionado con los propulsores de gas de MTU. Hasta el momento han cumplido con todas nuestras expectativas en términos de rendimiento, funcionamiento suave, nivel sonoro y extraordinaria aceptación de carga”, ha declarado Paul Melles, Director General de Rederij Doeksen.

Originalmente el ferry tenía previsto entrar en servicio en abril pero la pandemia Covid-19 con todas sus restricciones ha retrasado su puesta en marcha. A pesar de las restricciones de viaje

y las condiciones de cuarentena, Rolls-Royce conjuntamente con Doeksen y otras partes involucradas han encontrado la solución para poner el *Willem Barentsz* en operación. “El que se haya podido llevar a cabo esta primera prueba con éxito es un hito importante para nosotros y confirma nuestra intención de ser impulsores del cambio de energía en la industria naval”, ha explicado Knut Müller, responsable del Negocio Naval y Gubernamental en Rolls-Royce Power Systems.

Martin Teigeler, Responsable de Ingeniería de Power Systems, añade: “Con 3.000 motores ya en funcionamiento, no hacemos más que aplicar nuestra dilatada experiencia en motores estacionarios de gas.

Con la puesta en marcha de Doeksen estamos añadiendo además nuestras capacidades en

motores propulsores high-speed. Nuestra más cálida felicitación al equipo y a todas las personas que de manera dedicada y con altísima motivación están involucradas en el proyecto de los motores propulsores de gas,” continúa Teigeler. La clasificación del buque tendrá lugar a partir del 4-6 de junio y a partir de entonces el *Willem Barentsz* podrá entrar en servicio con pasajeros.

Dos motores propulsores de gas de 16 cilindros mueven el *Willem Barentsz*. Cada uno de estos motores de la serie 4000 de MTU desarrolla 1.492 kW y alcanza una velocidad máxima de 14 nudos. Junto con su buque hermano *Willem de Vlamingh*, que entrará en servicio este verano, ambos ferries navegarán el mar de Wadden entre Harlingen en los Países Bajos y las islas de Vlieland y Terschelling. ■

# Botadura del ro-ro *Eco Barcelona* de Grimaldi



Son ro-ro híbridos, que queman combustibles fósiles durante navegación y electricidad mientras permanezcan en puerto, gracias a que están equipados con baterías de litio que se recargarán durante los periodos de navegación con energía solar ya que tienen instalados a bordo 600 m<sup>2</sup> de paneles solares y/o generadores.

Otra de las innovaciones técnicas a destacar en estas nuevas construcciones es el sistema de lubricación por aire bajo la quilla para reducir la fricción y la resistencia aerodinámica y por consecuencia la reducción de emisiones y el consumo de combustible.

El casco estará cubierto con pinturas siliconadas no tóxicas caracterizadas por su baja rugosidad superficial y no libera sustancias al medio ambiente.

En lo que respecta a las emisiones de azufre, los sistemas especiales instalados a bordo permitirán que el azufre emitido al mezclarse con sal convertirlo en yeso para su posterior reutilización o desecharlo en la naturaleza.

Tres de estos seis nuevos buques serán explotados directamente por Grimaldi en el Mediterráneo. Los otros tres, de clase hielo, serán para el Grupo Finnlines (de la que tiene acciones Grimaldi) por el mar Báltico. ■

Nanjing Jinling Shipyard celebró la botadura del segundo ro-ro G5GG (Grimaldi Green 5th Generation) encargado por el grupo Grimaldi llamado *Eco Barcelona*.

En el mes de mayo de 2018 Knud E. Hansen mostraba el diseño de la quinta generación de buques ro-ro para Grimaldi con propulsión híbrida (con baterías que se recargan con energía solar) y con un sistema de lubricación del casco con aire. Un trabajo de diseño realizado en colaboración con el departamento técnico y ahorro energético del grupo Grimaldi. Ese mismo mes el grupo Grimaldi firmaba la construcción de sus nuevos buques enmarcado en su programa de expansión y modernización de su flota valorado en más de 400 M\$.

La entrega del *Eco Barcelona* está prevista para agosto o septiembre próximos. El primero de la serie, el *Eco Valencia*, en el momento de escribir estas líneas se entregaría en breve para prestar servicio en las autopistas del mar del Mediterráneo en junio.

Estos buques tienen 238 m de eslora, 34 m de manga, 64.000 gt, 7.800 m de carga (equivalente a 500 camiones). Esta capacidad de carga es el doble que la del mayor buque que actualmente explota esta compañía. A la misma velocidad consumirán la misma cantidad de combustible, lo que significa un aumento del 100% en la eficiencia cuando se mide en términos de consumo/t de carga transportada.

# El Transporte Marítimo de Corta Distancia acusa ligeramente la crisis del COVID-19 en el 1<sup>er</sup> trimestre del año 2020

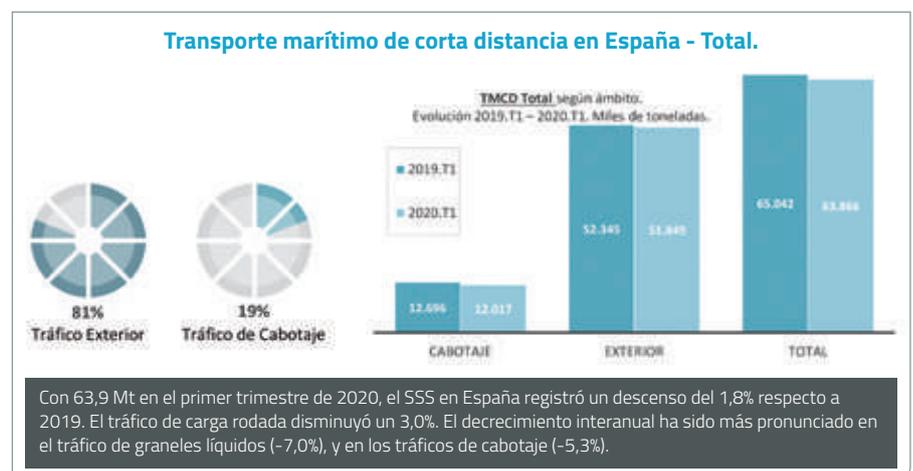
La Asociación Española de Promoción del Transporte Marítimo de Corta Distancia (SPC-Spain) ha elaborado, de forma excepcional, un informe conteniendo los datos correspondientes a la demanda de TMCD en el 1er trimestre de 2020, disponible en su página web (<http://www.shortsea.es/>), con el fin de conocer el impacto del COVID-19 en este sector.

Los datos más destacables de dicho informe son los siguientes:

- El TMCD Total, que incluye el cabotaje, graneles y tráficos con las islas, alcanzó en el 1er trimestre de 2020 un total de 63,9 Mt, un 1,8% inferior al registrado en el mismo trimestre de 2019. El impacto del COVID-19 ha sido de mayor calado en el tráfico de cabotaje (-5,3%) que en el de exterior (+0,9%).

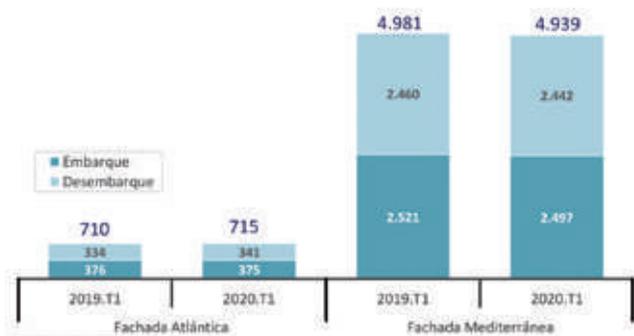
- El TMCD internacional ro-ro (excluyendo vehículos en régimen de mercancía) registró

5,7 millones de toneladas, una disminución del 0,6% respecto al mismo trimestre



### Transporte marítimo de corta distancia internacional ro-ro.

TMCD Exterior Ro-Ro\* según fachada. Evolución 2019.T1 - 2020.T1. Miles de toneladas.

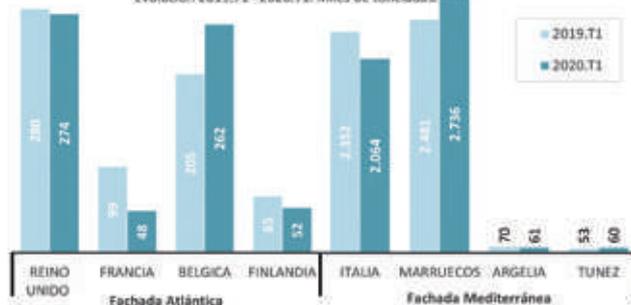


\* No incluye veh. reg. mercancía

El TMCD internacional ro-ro\* con 5,7 Mt en el primer trimestre de 2020, disminuyó un 0,6% respecto al mismo trimestre de 2019. La evolución del tráfico rodado (excluyendo vehículos en régimen de mercancía) en el 1o trimestre de 2020 no se ve especialmente afectada por el COVID-19, aunque no se registran crecimientos del tráfico, como venía siendo habitual, sino una cierta estabilidad: 0,8% en la fachada Atlántica y -0,8% en la Mediterránea.

### TMCD Internacional ro-ro según países de intercambio.

TMCD Exterior Ro-Ro\* según países. Evolución 2019.T1 - 2020.T1. Miles de toneladas.

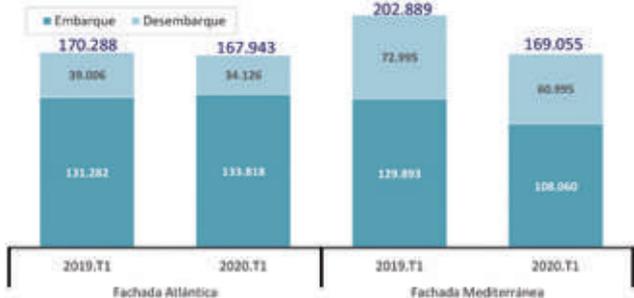


\* No incluye vehículos en reg. mercancía

Bélgica, en la fachada Atlántica, y Túnez y Marruecos en la fachada Mediterránea, son los países de intercambio que han experimentado mayores crecimientos. En cuanto a países de origen/destino, en la fachada Atlántica destaca muy significativamente el crecimiento del tráfico con Bélgica (27,6%). Por el contrario, con Francia, Finlandia y Reino Unido se registran descensos del 51,0%, 20,4% y 2,1% respectivamente. En la fachada Mediterránea sobresalen los crecimientos de los tráficos con Túnez (12,9%) y Marruecos (10,3%), mientras que con Argelia e Italia el tráfico se ha reducido un 12,9% y 12,3% respectivamente.

### Transporte marítimo de corta distancia - servicios car-carrier.

TMCD Exterior, Vehículos en régimen de mercancía según fachada. Evolución 2019.T1 - 2020.T1. Unidades.



El TMCD internacional de vehículos en régimen de mercancía con 792 millones t(≈ 337 miles vehículos) en el primer trimestre de 2020, decreció un 9,7% respecto al mismo trimestre de 2019. Los embarques disminuyeron un 7,4% debido al descenso en la fachada Mediterránea (-16,8%) y a pesar del incremento en la Atlántica (1,9%). Por su parte, los desembarques registraron una caída del 15,1% debido al descenso en ambas fachadas. El decrecimiento en la Fachada Atlántica (-1,4%) fue más suave que en la Mediterránea (-16,7%).

de 2019. La fachada Atlántica registró un ligerísimo aumento (0,8%) frente al también ligerísimo descenso de la Mediterránea (-0,8%).

- En la fachada Atlántica se han registrado descensos en los flujos con los diferentes países con la única excepción de Bélgica que aumentó el 27,6%. En la fachada Mediterránea han aumentado los flujos con Marruecos (10,3%) y Túnez (12,9%) mientras que con Italia se han reducido un 12,9%.
- Destaca el crecimiento de los puertos de Almería (30,4%) y Bahía de Algeciras (12,8%) gracias a los flujos con Marruecos, y de Santander (13,9%) por los flujos con Bélgica. En sentido contrario señalar la reducción en los puertos de Motril y Vigo (33,4%, 27,7% respectivamente) debido a las suspensiones a causa del COVID-19 de sus Autopistas del Mar con Marruecos y Francia respectivamente, y de Valencia (-22,5%) por la disminución en su tráfico con Italia.
- El TMCD de vehículos en régimen de mercancía descendió un 9,7% respecto al mismo trimestre de 2019 debido principalmente a la fuerte caída en la fachada mediterránea (16,7%) significativamente mayor a la de la fachada Atlántica (1,4%). ■

## DSME entrega del nuevo gasero *Global Energy*

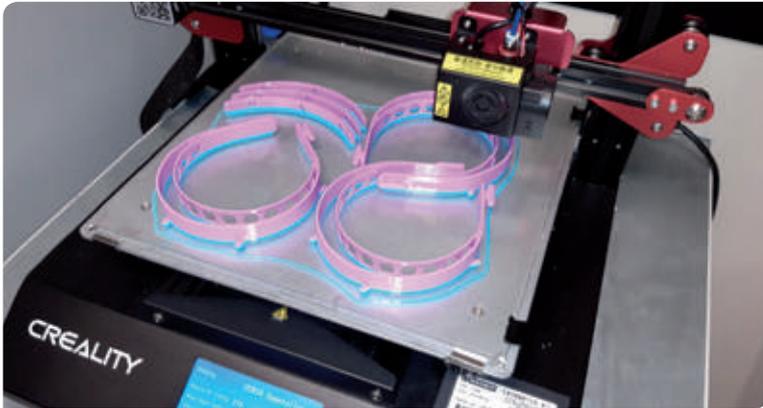


El *Global Energy* ha sido construido por el constructor surcoreano Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering (DSME) para Global Shipping Co. Ltd. empresa formada por Nakilat (60%) y Maran Ventures Inc. (40%).

Se trata del primero de los cuatro buques gaseros para el transporte de gas natural licuado (GNL) a Global Shipping cuya flota ascenderá hasta los 74 buques a finales de 2021 cuando se entregue el último de esta serie.

Estos buques tienen 173.400 m<sup>3</sup> de capacidad de carga, estarán equipados con lo último en tecnología. Dos de ellos tendrán sistemas de propulsión ME-GI y los otros dos X-DF. ■

# Sener lleva a cabo acciones solidarias para contribuir a paliar la crisis sanitaria aportando su trabajo y su conocimiento



Ante la crisis sanitaria desatada por la pandemia del Covid 19, desde las empresas del Grupo Sener y desde la Fundación Sener se han puesto en marcha acciones con el objetivo de paliar los efectos que esta enfermedad está causando en nuestra sociedad.

Además, trabajadores de las distintas empresas del grupo Sener están prestando su tiempo y su conocimiento en iniciativas personales, para las que cuentan con todo el apoyo por parte del grupo Sener, que aporta sus recursos corporativos.

Las actividades que se han puesto en marcha, directamente coordinadas por el Grupo Sener:

- El Grupo Sener ha ofrecido a diferentes autoridades competentes sus capacidades en electrónica, producción e integración y montaje.
- A través de la Fundación Sener, se han recaudado 8.150 € entre los trabajadores de Sener que irán destinados íntegramente a Bancos de Alimentos para la recopilación de alimentos y posterior distribución entre entidades benéficas dedicadas a la asistencia de personas y colectivos necesitados. La misma cantidad recaudada internamente será aportada por la empresa.
- Además, la Fundación Sener y Sener han realizado una donación de 80 baterías externas para móviles para que las personas que se encuentran en el hospital de campaña de IFEMA puedan seguir en contacto con sus seres queridos, sumándose así a una iniciativa promovida por Telefónica.
- Por su parte, Torresol Energy, empresa del Grupo Sener propietaria de tres plantas solares termoelectricas en Andalucía, ha llevado

a cabo las siguientes donaciones: alimentos para su distribución entre familias con dificultades económicas tanto a través del Ayuntamiento de Fuentes de Andalucía, localidad donde se ubica la central solar Gemasolar, como para el municipio de San José del Valle (Cádiz), emplazamiento de otras dos plantas solares termoelectricas, Valle 1 y Valle 2, esta última gestionada a través de Cruz Roja. Igualmente, se han donado 18 cajas de guantes de látex de distintas tallas para el uso del personal sanitario y de atención a la dependencia, así como 1.000 litros de hipoclorito sódico, necesario a para la desinfección de las calle, espacios públicos y edificios, al Ayuntamiento de San José del Valle.

- Sener participa también, como parte del consorcio constructor, en el complejo solar termoelectrico Noor, en Marruecos. En esta localidad, Sener Engineering ha atendido la petición de ayuda cursada por la población. Para ello, se ha prestado un carrito compuesto por depósitos, bomba y pistolas a presión para desinfección y, por otro lado, Sener ha donado 1.900 trajes de protección que han sido utilizados tanto para tareas de desinfección como para evitar contagios entre el personal sanitario de los hospitales locales. Ambas acciones han sido reconocidas a través de la prensa del país con un artículo y un vídeo.
- El Grupo Sener ha donado material sanitario a diferentes instituciones: 2.600 mascarillas del tipo FFP1, FFP2 y FFP3 entregadas a la Comandancia de la Guardia Civil de Madrid; una camilla medicalizada - que lleva incorporados todos los equipos de una UCI, de manera que, gracias a unas baterías internas, permite trasladar enfermos sin desconectarlos de los equipos de soporte vital

- ha sido donada al Ejército; y, desde el centro de trabajo de Arganda del Rey de Sener Aeroespacial, se han donado equipos de protección para los profesionales sanitarios del Centro de Salud de Villarejo de Salvanés (Madrid) y de su zona de servicio básico. Un gesto que ha sido especialmente agradecido a través de una carta firmada por el director del centro.

Las iniciativas de las personas que trabajan en empresas del grupo Sener, que están realizando una importante contribución en la medida de sus posibilidades, y para las que han contado con todo el apoyo corporativo, han sido:

- Fabricación de viseras de protección para sanitarios, cuerpos de seguridad y otros trabajadores esenciales: trabajadores de Sener Engineering y de Sener Aeroespacial en España se han unido a las iniciativas de Makers, Sicnova, Maxvalley S.L. y Wakeups-milen para fabricar, con las impresoras 3D que tienen en sus casas y con las que dispone la empresa, viseras de protección, que posteriormente son recogidas y distribuidas por estas iniciativas en hospitales, cuerpos de Defensa y Seguridad del Estado, ONG y otros trabajos esenciales. Desde Sener se ha asumido el coste de los materiales empleados para imprimir estas piezas.
- También en Polonia, profesionales de Sener Aeroespacial están colaborando con los hospitales locales y otras instituciones fabricando viseras protectoras con las impresoras 3D de la empresa, con una cadencia de 40 unidades por semana. El primer lote de 25 unidades fue enviado la semana pasada al hospital MSWiA en Wołoska. ■

## Balenciaga Shipyard construirá dos SOV "cero emisiones"



Se trata de un contrato muy importante para el Astillero Balenciaga, ya que estos buques serán los primeros construidos por Balenciaga para el sector de la energía eólica marina, y también serán los primeros buques del

sector de los buques offshore emisiones cero mediante la aplicación de la tecnología del hidrógeno.

Los nuevos buques están equipados con una planta de generación de energía eléctrica diésel de alta eficiencia, un sistema de propulsión híbrida a batería, que, junto con otras soluciones de ahorro de energía instaladas en el buque, reducirá considerablemente la emisión de gases de efecto invernadero. Entre otros, los generadores a bordo están certificados por la OMI como nivel 3 para este propósito. Los buques tienen 83,4 m de eslora y 18,6 m de manga. El diseño de los buques ha sido realizado por SALT Ship Design. Cada uno de ellos está equipado con dos propulsores cicloidiales Voith Schneider y tres hélices transversales en proa.

Los propulsores principales son impulsados por motores eléctricos de imán permanente que minimizan las vibraciones y las emisiones de ruido y, al mismo tiempo, proporcionan una unidad de tracción potente y de gran capacidad de respuesta.

El sistema de posicionamiento dinámico clase 2 (DP2) instalado en los SOV controla los tres propulsores de proa más los Voith Schneider para posicionar con precisión el buque mientras se transfiere personal y equipo hacia y desde los aerogeneradores eólicos offshore. El sistema de transferencia, un pasarela con capacidades telescópicas tanto verticales como horizontales ofrece la forma más segura posible para la transferencia de personal. ■

## Bureau Veritas inspeccionará la seguridad de los buques e instalaciones de Baleària ante el COVID-19

Baleària trabaja para ser la primera naviera del mundo en obtener la etiqueta Global Safe Site frente al coronavirus en su máximo grado de excelente. Bureau Veritas realizará el proceso de certificación, por medio de la inspección de sus buques y estaciones marítimas que gestiona, como garantía de que realizan procedimientos preventivos específicos, planes de limpieza, y medidas organizativas y personales de protección.



Además, la naviera medirá periódicamente la posible presencia del virus en superficie para poder obtener la categoría excelente del certificado. Este proceso demuestra que Baleària va más allá de las directrices del Ministerio de Sanidad y la Organización Mundial de la Salud (OMS), puesto que se llevarán a cabo actuaciones más completas y reforzadas que las indicadas por estos organismos en cuanto a seguridad y limpieza.

La inspección incluirá a 16 de los buques de Baleària (doce que operan actualmente y otros cuatro que espera sumar a la operativa cuando se levante la actual restricción del transporte de pasajeros), así como las dos estaciones marítimas que gestiona directamente en Denia y Valencia.

El objetivo de Baleària es obtener el grado de excelente en el certificado, por lo que Bureau

Veritas comprobará la efectividad del programa midiendo la adecuada desinfección de la posible presencia de COVID-19.

En un análisis inicial, se tomarán muestras en doce buques y dos estaciones marítimas, y se realizarán 19 analíticas, que cada mes se repetirán en dos de los buques y una estación marítima. En caso de detectar un resultado positivo, se realizará un análisis extraordinario.

### Fiabilidad

“El transporte marítimo es el que mejor puede garantizar la seguridad, porque los amplios espacios de los buques permiten mantener las distancias entre pasajeros. En Baleària estamos trabajando para incrementar esta seguridad propia del medio de transporte y la inspección de Bureau Veritas será una garan-

tía de que nuestros buques son los espacios más fiables para viajar”, ha señalado el Presidente de Baleària, Adolfo Utor.

En cuanto a las medidas de protección personal, la auditoría comprobará sistemáticamente las medidas de higiene personal y distanciamiento social, la gestión de los equipos de protección individual (EPI) o la identificación de trabajadores sensibles, entre otros.

Respecto a las medidas organizativas, se analizarán aspectos como la limpieza y desinfecciones periódicas, la reducción de aforos, el escalonamiento de las llegadas y salidas, o la forma de proceder en caso de contagio o sospecha. Finalmente, se revisará la limpieza y desinfección de las instalaciones, la adecuación de los espacios o los planes de renovación del aire. ■

# La digitalización y la conectividad son, ahora más que nunca, imprescindibles

¿Quieres ver el vídeo del evento?



<https://youtu.be/fuyA3ZnIAp4>

Bajo el título “DNV GL te ayuda en la crisis del Covid-19”, el Clúster Marítimo Español (CME) celebra su segunda jornada online, de la mano del socio DNV GL, quien puso en valor el papel que juega la digitalización y la conectividad, especialmente en el actual contexto. Además, explicó los instrumentos que su compañía ha desarrollado para ayudar al sector marítimo a superar la actual coyuntura.

Federico Esteve, presidente de honor del CME, fue el encargado de inaugurar esta sesión, haciendo una introducción en la que destacó la difícil situación por la que atraviesa la industria marítima debido a la crisis generada por el Covid-19. Esteve hincapié en los principales segmentos afectados como los fletes, que ya venían experimentando una situación complicada, el transporte de pasajeros o la náutica, cuyas actividades se han visto limitadas, perjudicando las buenas cifras que estaban cosechando hasta entonces.

Dada esta situación atípica, el sector marítimo experimentará ciertos cambios en su modo de operar, dando lugar a un escenario en el que la digitalización y las nuevas tecnologías tendrán un gran protagonismo. En este sentido, José Allona, District Manager de DNV GL, dio a conocer las soluciones, aplicaciones o ayudas que la compañía ha estado desarrollando durante un tiempo y que están orientadas a ayudar a sus clientes, sobre todo, en estos momentos en los que están resultando especialmente útiles.

Comenzando con su intervención, Allona destacó los tres grandes factores que DNV GL considera que tienen una especial incidencia en la actividad marítima: el mercado, caracterizado por su volatilidad; el marco regulatorio, en continua actualización; y los avances tecnológicos, como la intercomunicación, la conectividad o la digitalización, que están cambiando nuestra forma de vida. “Todos esos factores hace tiempo que obligaron a cambiar nuestro modelo de servicio de clase, apoyándonos muchísimo más en la digitalización y en la conectividad, algo que está demostrando



ser, ahora más que nunca, una herramienta imprescindible”, indicó Allona.

## Iniciativas implementadas por DNV GL

Tal y como explicó el representante de la sociedad de clasificación, la apuesta decidida por la digitalización como medio para la modernización de los servicios de clase ha sido resultado de una larga travesía emprendida hace años, durante la cual su objetivo ha tenido un triple punto de mira. Por un lado, mantener la calidad y el nivel de cumplimiento; por otra parte, acercar su competencia a los clientes en cualquier momento y lugar; y, por último, mejorar los niveles de calidad de su servicio mediante un uso eficiente de la tecnología. Para conseguir dicho objetivo, José Allona indicó algunos de los servicios que la sociedad de clasificación pone a disposición de la industria marítima.

El primero de ellos es Fleet Status a través de My Services, alojado dentro de la plataforma Veracity. “La plataforma Veracity ha sido diseñada para ayudar a nuestros clientes a mejorar la calidad y la gestión de la propiedad, de la seguridad y el uso de sus datos, a la vez que permite compartirlos de forma segura cuándo, dónde y con quién desee para sacar el máximo provecho de ellos. Los clientes que almacenan sus datos en Veracity, además de tener una serie de empresas que les respaldan la seguridad y confidencialidad de sus datos, le permiten hacer un análisis, sacar provecho de ellos y, sobre todo, interrelacionarse entre ellos. Veracity actúa también como punto de encuentro de nuestros servicios digitales”, indicó José Allona.

Otro de los elementos que destacó fueron los certificados electrónicos, primera apuesta real de DNV GL por la digitalización, en la que se apoyan otros servicios como las inspecciones remotas. Hace unos años DNV GL implantó en el plazo de 15 meses este certificado, siendo una realidad en toda la flota, tanto para los certificados de clase común como para los certificados estatutarios. “Estos certificados son 100% electrónicos, permitiendo su emisión y corrección inmediata una vez que finaliza la inspección. Se pueden consultar, descargar o compartir, eliminándose la gestión del papel y los costes de operación. Llevamos hasta la fecha 150.000 certificados electrónicos, con lo cual es una solución válida por completo”.

Otra de las iniciativas puesta en marcha por DNV GL es Smart Survey Booking (SSB), que, según Allona, supuso un nuevo paso adelante en la optimización en la intervención entre la clase y la operación de los barcos, ayudando a los clientes a programar la inspección de una forma eficiente. SSB ayuda a los clientes, mediante técnicas de inteligencia artificial, a tomar la mejor decisión sobre cuándo y dónde realizar la inspección de sus barcos, programándolas y combinándolas en función del tiempo necesario para realizarlas, así como de los servicios disponibles a continuación. Una vez confirmada la inspección, el sistema informa al cliente del tiempo estimado para realizar estas inspecciones. En base a eso, se informa si es la inspección es viable.

Las inspecciones remotas, fue otro de los servicios que el representante de DNV GL destacó. “Las inspecciones remotas son la estrella de los productos de clase en estos momentos

de Covid-19. En DNV GL llevamos realizando inspecciones remotas desde hace más de un año. En total se han hecho ya más de 15.000 inspecciones remotas. Se contempla ampliar estas inspecciones a otras más complejas como las anuales o de bandera". Tal y como especificó Allona, este tipo de inspecciones se realizan a través del portal de DNV GL. El cliente hace la solicitud de la inspección y si puede realizarse, el sistema informa al cliente de si quiere hacerla de forma remota o presencial. Una vez que el cliente decide que quiere hacerlo de forma remota, esta solicitud se valora desde uno de los cinco centros de control distribuidos por el mundo y, si es via-

ble, se confirma y el centro la coordina. Tras completar la inspección se emite de forma inmediata el informe de inspección y los certificados electrónicos correspondientes.

A continuación, José Allona dio a conocer DATE, el servicio implementado por la sociedad de clasificación para responder a las consultas de los clientes de la forma más rápida. Dicho servicio utiliza técnicas de inteligencia artificial para mejorar de forma continua, en base a los datos acumulados y a la experiencia adquirida. "DATE funciona desde el 2012 y tenemos una experiencia acumulada de más de 500.000 consultas realizadas".

Por último, Allona hizo referencia al servicio Machinery Maintenance Connect (MMC), uno de los primeros servicios de DNV GL basado en los datos recibidos de los programas de mantenimiento preventivo de los buques de sus clientes. "MMC aporta a los clientes, mediante diagramas y gráficos una perspectiva del estado del PMS de toda su flota o de cada barco, en una fecha concreta o un periodo que interesa analizar. Permite hacer una comparativa entre los distintos buques aportando una información adicional a los clientes para seleccionar las mejores prácticas y luego compartirlas entre todos los buques de su flota". ■

## Zamakona comienza la construcción del arrastrero pelágico para Gitte Henning



La construcción número 799 del astillero español Zamakona ha comenzado a tomar forma en plena pandemia mundial por el Covid-19. Se trata de un arrastrero pelágico híbrido-eléctrico para Gitte Henning.

Zamakona con esta nueva construcción demuestra ser un astillero consolidado en el mercado de los arrastreros pelágicos tras la entrega de siete buques para armadores de Escocia. Zamakona construirá íntegramente la estructura de este buque en Bilbao, ya que este astillero mantiene no subcontratar a terceros países asegurando la calidad y el tiempo de entrega de la estructura de acero de este buque. El ensamblaje de las secciones del casco está previsto que comience el próximo mes de julio de 2020.

El nuevo buque, diseñado por Salt Ship Design, tendrá una serie de soluciones ecológicas, muchas de ellas nuevas en la pesca pelágica. Durante el proceso de diseño y elección de equipos de este buque han primado soluciones respetuosas con el medio ambiente para la mejora del pescado y la reducción de las emisiones mediante la reducción del consumo energético y la producción

eficiente de energía a bordo. Ingeteam será la encargada de suministrar el sistema de propulsión híbrido-eléctrico de este nuevo arrastrero pelágico.

Ingeteam proporcionará la ingeniería, suministro, puesta en marcha y pruebas de mar del sistema completo de propulsión híbrida para este nuevo buque, el cual comprende:

- Sistema de generación: compuesto por 3 generadores de 2625 kVA / 690 Vca, 2 generadores de 1625 kVA / 690 Vca, así como el Sistema de Gestión de Potencia (PMS). Todos los generadores se han definido con el objetivo de optimizar el equilibrio de potencia en función del perfil operativo de la embarcación y proporcionar al motor unas condiciones de funcionamiento óptimas con una alta eficiencia. Los generadores están equipados con un convertidor catalítico (SCR) para minimizar las emisiones y cumplir con los nuevos y más estrictos requisitos de Nivel III de la International Maritime Organization [IMO].
- Sistema de distribución de potencia: compuesto por los cuadros de distribución principal y auxiliares así como de los transformadores de distribución.
- Sistema de propulsión principal compuesto por:
  - Integración de 2 Motores de imanes permanentes (PM) INDAR impulsados por convertidores de frecuencia INGEDRIVE LV400 en configuración multi-drive, incluyendo el suministro de baterías y la conexión a tierra. Este tipo de motores se caracterizan por tener menores pérdidas eléctricas y funcionar de manera más
- eficiente en todo el rango de trabajo en comparación con los motores eléctricos convencionales, especialmente a bajas revoluciones. Trabajar a bajas revoluciones de la hélice tiene entre las siguientes ventajas: una mejor eficiencia de la hélice con carga típica, se elimina la necesidad de reductoras, y por lo tanto, se disminuyen las pérdidas mecánicas, junto con una reducción del ruido emitido.
- Motor de hélice de proa de 1.400 kW accionado por el convertidor de frecuencia INGEDRIVE LV400, dos motores de hélice de túnel en popa 700 kW integrado por el control de propulsión INGESHIP PCS, lo que da como resultado una fuente de alimentación personalizada y un preciso control del consumo de energía.
- Sistema de almacenamiento de energía compuesto por: una batería de 1.130 kWh de capacidad, controlado por el Sistema de gestión de energía INGESHIP EMS encargado de dar aporte de energía cuando la carga es alta y absorber la energía sobrante de los generadores recargándose, cuando la carga es baja, aprovechando incluso la energía regenerada de los winches durante el arrastre que se emplea para cargar la batería. De esta manera, el motor diésel no experimentará grandes variaciones de carga, lo que en sí mismo reduce el consumo combustible hasta un 10% con respecto a otras soluciones convencionales en buques diésel eléctricos. Incluye el sistema "Peak Shaving", es decir, la batería "elimina" los picos de carga aplanando la curva de consumo y generación. Además, este completo sistema permitirá reducir significativamente el ruido y las emisiones en puerto. ■

# Entrega del buque de transporte de pescado vivo *Aqua Skilsøy*



LEACON sealing system

El astillero turco Sefine ha entregado el buque de transporte de pescado vivo *Aqua Skilsøy*, el tercero de un total de seis encargados por DESS Aquaculture Shipping AS, en Grimstad, Noruega. El último buque de esta serie se entregará en abril de 2021.

DESS Aquaculture Shipping es la empresa formada por Solstad Farstad y Marine Harvest en 2016. Estos buques han sido diseñados por Salt Ship (la misma que ha diseñado el arrastrero para Gitte Henning que construye Zama-kona). Sefine ya se han entregado el *Aqua Maloy* y el *Aqua Spa*.

El *Aqua Skilsøy* tienen una capacidad de almacenamiento de 3.900 m<sup>3</sup> y se fletará por tiempo a largo plazo a Mowi ASA. Tienen 84,4 m de eslora, 16 m de manga y propulsión diésel eléctrica.

Los buques de esta serie cuentan con propulsión Schottel (hélices timón, hélices transversales) y con el sistema de sellado patentado Leacon. Y es que la maniobrabilidad de los buques era uno de los principales requisitos del armador. Ya que estos buques han de desenvolverse por los estrechos fiordos noruegos en las proximidades de las jaulas de acuicultura. Schottel suministra dos hélices timón SRP 360 FP, de 1.400 kW cada uno, con una hélice de 2,2 m de diámetro y dos hélices transversales tipo STT 1 CP de 400 kW cada una.

Con el fin de mejorar el bienestar de los peces, el *Aqua Skilsøy* cuenta con un sistema de limpieza automatizado y un sistema de desinfección por ozono y está preparado para la ósmosis inversa y el tratamiento mecánico.

El resto de buques de transporte de pescado vivo de DESS Aquaculture Shipping serán el *Aqua Skye*, el *Aqua Homborøy* y el *Aqua Havsøy*.

En mayo de 2018 fue entregado el primer buque de la flota de DESS Aquaculture Shipping. El buque para la recolección de pescado de las

jaulas de acuicultura llamado *Aqua Merdø* de casi 60 m de eslora, 13,60 m de manga, 5,90 m de puntal y 12,5 nudos de velocidad en carga (14 kn en lastre). Se encuentra bajo un contrato de fletamento por 10 años con Marine Harvest y puede manipular hasta 20.000 peces a la hora y una capacidad de carga de 400 t. Este buque fue construido en el astillero Myklebust Verft.

El *Aqua Spa* fue entregado en septiembre de 2019. Este buque tiene 84,40 m de eslora, 16 m de manga y 3.900 m<sup>3</sup> de capacidad. Con propulsión diésel-eléctrica está equipado con tres Yanmar 6EY22ALW de 1.300 kW, dos motores eléctricos de 1.400 kW que accionan las hélices de popa y una hélice de proa de 400 kW. Su generador de puerto tiene 220 kW y dispone de sistema de conexión

## Especificación técnica del *Aqua Skilsøy*.

### Dimensiones principales

Eslora total	84,40 m
Manga de trazado	16 m
Calado de verano	7,40 m
Velocidad de servicio	11 kn
Velocidad eco	10 kn
Acomodación	12 personas

### Capacidades

Combustible	326 m <sup>3</sup>
Agua potable	62 m <sup>3</sup>
Agua de lastre	975 m <sup>3</sup>

### Propulsión

Potencia motores principales	3 x 1.370 kW
Hélices de popa	2 x 1.400 kW
Hélices de proa	2 x 400 kW

Generador de emergencia/puerto	220 kW
Conexión a tierra	440 V, 200 A

### Capacidades

Volumen tanques de carga	3.900 m <sup>3</sup>
Amortiguación del pH del agua	975 m <sup>3</sup>
Carga/descarga directa	600 t/h
Carga con contador	2 x 200 t/h

### Sistemas de manipulación de pescado

Sistema cerrado de circulación	8 x 3.000 m <sup>3</sup> /h
Reactor de CO <sub>2</sub>	2 x 2.000 m <sup>3</sup> /h
Generadores de oxígeno	2 x 2.140 l/min al 93%
Refrigeración	2 x 1.750 kW
Ósmosis inversa	4.500 m <sup>3</sup> /día
Contador de salmones	150.000 peces/hora de 200 gr

### Maquinaria de cubierta

Grúas	3 x 1,7 t con alcance de 20 m
Cabrestantes hidráulicos	4 x 5 t
Cabrestantes eléctricos	1 x 5 t
Molinetes de amarre de las jaulas	2 x 5 t
Molinetes de anclas	2 x 40 Ø K3

a tierra. Equipado con un reactor de CO<sub>2</sub> de 2.000 m<sup>3</sup>/h, un par de generadores de oxígeno de 2.140 l/min al 93%, un refrigerador de agua de mar de 1.750 kW y un doble sistema de filtrado de 6.300 m<sup>3</sup>/h con filtros UV.

El buque *Aqua Tromøy* de DESS fue entregado en diciembre de 2018 por parte del astillero Gdynia. Se encuentra fletado por 5 años a Marine Harvest y desarrolla su largo en agua de Canadá. Este buque tiene una capacidad de 3.000 m<sup>3</sup> y está equipado con una planta de ósmosis inversa que produce hasta 6.000 m<sup>3</sup> de agua dulce al día. ■

### Vídeo de la flotadura simultánea del *Aqua Maløy* y del *Aqua Spa*



<https://youtu.be/WiQqjDv0yg>

### *Aqua Skilsøy* en 37"



<https://youtu.be/vpDcjUFICMc>

# Siport21 realizó los estudios de maniobra y el análisis de espacios navegables para la mejora del canal de acceso y reordenación del puerto de Pasaia

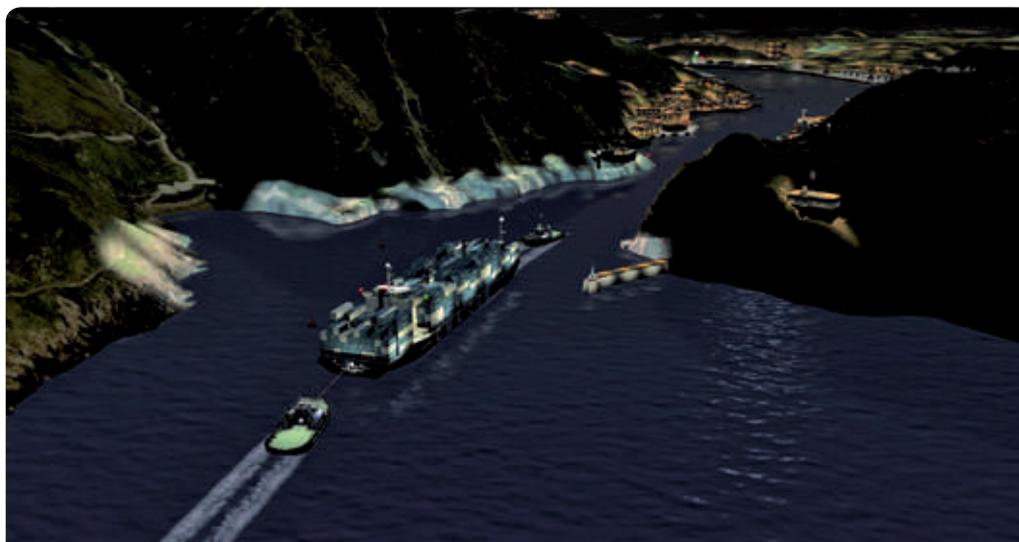
La compañía marítimo-portuaria, Siport21, realizó los estudios de maniobra y el análisis de espacios navegables para la mejora del canal de acceso y reordenación del Puerto de Pasaia, que permitirán a la Autoridad Portuaria tomar futuras decisiones para la explotación del puerto.

Los objetivos del proyecto fueron: analizar la posible ampliación de los límites actuales de eslora, calado y horario; facilitar el acceso de buques de la máxima eslora admisible en el puerto a la dársena de Lezo; consolidar los tráficos existentes y reordenar los usos; atender nuevas necesidades de la terminal ro-ro; y aprovechar la oportunidad de atraer nuevos tráficos (contenedores y potasa).

Siport21 fue el encargado de realizar los estudios de navegación, en el simulador de maniobras en tiempo real, donde los Prácticos Locales llevaron a cabo todas las maniobras para verificar el acceso del tráfico previsto en el Puerto de Pasaia, en situaciones de máxima ocupación.

Tras la realización de estas sesiones de simulación, los Prácticos participantes han ampliado su conocimiento sobre los nuevos buques y condiciones de acceso, diferentes estrategias y situaciones, lo que repercutirá en mayor seguridad en la ejecución de las maniobras.

Adicionalmente, la compañía realizó un análisis detallado de calados a través de un análisis probabilista del dimensionamiento en alzado del canal de acceso, basado en el método de Integración Numérica en combinación con el método de Montecarlo, para los buques de proyecto seleccionados. Estos estudios forman parte de los contratados por la autori-



dad portuaria a la UTE formada por Ingeniería Especializada, Obra Civil e Industrial (Acción Ingeniería), ALG parte de Indra Business

Consulting y Siport21, dentro del "Estudio de Factibilidad de la Mejora de la Navegabilidad (Canal de Lezo)". ■

## EMSA publica los datos de accidentes marítimos durante 2019

En base a los informes recibidos de los órganos nacionales de investigación de accidentes de la UE, 2019 fue un año positivo para la seguridad marítima, con una reducción del 9% en el número total de accidentes y del 40% en el número de víctimas mortales, en comparación con la media de los últimos seis años.

También hubo una reducción del 10% en el número de personas heridas.

Si bien el número de buques de pasajeros implicados en accidentes marítimos permaneció estable en 2019, el número de buques en todas las demás categorías de accidentes

disminuyó. Esto fue particularmente significativo en el caso de los buques de carga, que experimentaron un descenso del 17% en comparación con 2018.

En el período 2014-2019, casi la mitad de las bajas de los buques fueron de naturaleza



**Consulta aquí el informe:**



<https://bit.ly/2ZnwBWH>

náutica, incluyendo el abordajes, encallamientos o varadas. Alrededor de un tercio de todos los siniestros marítimos registrados fueron

accidentes de trabajo, es decir, que afectaron únicamente a personas. De éstos, la principal causa fueron los tropiezos y caídas, que re-

presentaron para el 35% de todos los casos. El 57% de los barcos perdidos durante el período fueron buques pesqueros.

Como nota más positiva, la contaminación derivada de los siniestros marítimos también ha disminuido considerablemente desde 2015. Se redujo casi a la mitad entre 2018 y 2019.

Los órganos de investigación de accidentes de la Unión Europea han puesto en marcha aproximadamente 800 investigaciones en los últimos seis años, de las cuales 627 han concluido.

Ello ha dado lugar a 1.780 recomendaciones de seguridad dirigidas principalmente al ámbito de los procedimientos relacionados con los buques. ■

## Gondán construye los primeros buques CSOVs "cero emisiones"

Astilleros Gondán ha iniciado a mediados de abril la construcción de dos CSOVs (Commissioning Service Operation Vessels) de 88,30 m de eslora y 19,70 de manga, con diseño de la firma noruega Salt Ship Design, para el armador Østensjø Rederi A/S.

Diseñados con el objetivo de convertirse en los barcos más ecológicos y eficientes del mundo de su tipo, estos buques forman parte de un ambicioso programa de construcción, anunciado por el armador el pasado año, para abordar el mercado offshore eólico.

Todos sus sistemas de a bordo han sido pensados para optimizar la eficiencia energética de los buques, reduciendo al máximo su huella de carbono y permitiendo una operación estable y segura, aún en condiciones climáticas adversas. Entre ellos:

- Primer buque en incorporar tecnología que permitirá en el futuro una operación con cero emisiones, gracias a la utilización de líquido hidrogenado (LOHC).
- Primer buque en incorporar una configuración de su propulsión diésel-eléctrica, que reduce el consumo de combustible (Blue Drive +C Star).
- Primer buque en incorporar propulsores Voith de imanes permanentes. Esta tecnología, consistente en la transformación de una propulsión cicloidal convencional en una propulsión 100 % eléctrica, redundará en una reducción de pesos, consumi-

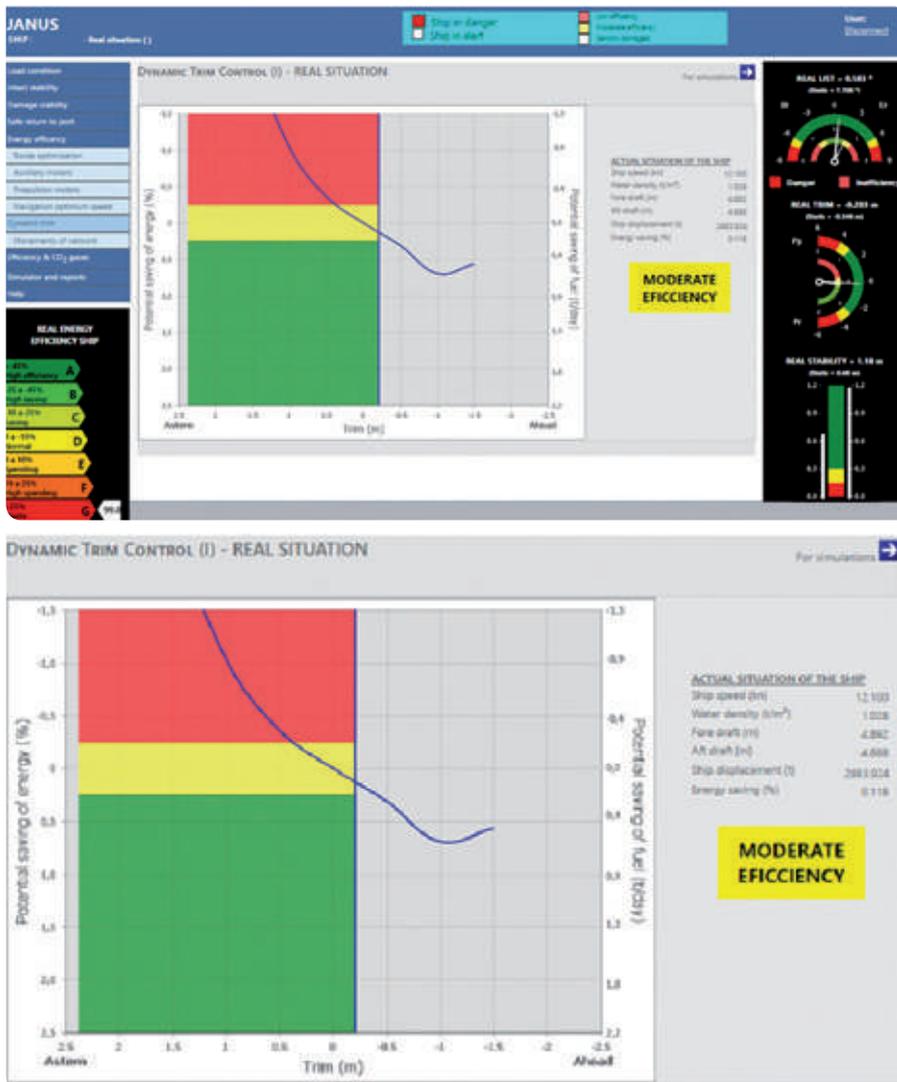


- zando a su vez las emisiones acústicas.
- Instalación de una grúa de 5 t/ 24 m (capacidad / alcance) con sistema de movimiento compensado 3D de tipo colibrí.
- Instalación de una pasarela compensada integrada con un elevador para la transferencia de personal técnico a los aerogeneradores, de arquitectura totalmente eléctrica con capacidad de recuperación de la energía que, tras ser almacenada en los packs de baterías instaladas en el buque, podrá atender las necesidades en picos de demanda de potencia, y sistema remoto de control integrado.

- Avanzado sistema de recuperación de todo el calor generado a bordo, que permite un mejor aprovechamiento de la energía y la consecuente reducción de consumo y emisiones.
- Instalación de sistemas de estabilización para modos estático y dinámico.
- Cuentan con una acomodación para 120 personas (97 técnicos y 23 tripulantes).

Con estos barcos, astilleros Gondán suma ya cuatro buques para el sector de la energía eólica marina y 15 barcos construidos para el armador noruego. ■

# Cómo ahorrar combustible en un buque sin gastos adicionales



Ahorrar energía es uno de los retos a los que se enfrentan los armadores, ya que necesitan minimizar los gastos operativos y de mantenimiento (OPEX), para poder aumentar sus gastos de capital mediante buques avanzados previstos para un futuro próximo. Mientras estos llegan, se puede actuar sobre otros componentes sin tener que incurrir en gastos adicionales.

Los dos componentes de OPEX más importantes son la mano de obra (regulada y previsible) y el combustible (en constante oscilación). Los precios del petróleo, capacidad de refinación, eficiencia del motor, requisitos operativos, etc., son algunas de las variables que influyen en el combustible. Los armadores normalmente ahorran poco en combustible porque desconocen los rangos operativos de los buques.

Las ventajas del ahorro energético y de la mejora de la eficiencia energética no pueden

considerarse únicamente desde el ahorro económico directo, sino que también desde el coste medioambiental que implica su no adopción, sobre porque la normativa demanda una reducción en las emisiones. El objetivo principal es lograr que el buque funcione siempre con la mayor eficiencia energética posible, sin poner en peligro la confortabilidad y la seguridad.

Hay muchas de cosas que se pueden modificar en una embarcación para mejorar la eficiencia, como: hélices, timones, bulbos, apéndices, o pinturas especiales. Cada una de estas opciones requerirá inversiones de capital y tiempo del buque fuera de servicio.

La optimización de la velocidad y del trimado no requiere modificaciones físicas en la embarcación, ni capacitación, ni costos de implementación. Con ambas se puede comenzar a ahorrar combustible de inmediato.

## Optimización de la velocidad

Aunque "buque lento" es un método adecuado para reducir el consumo de combustible, a menudo implica que el motor no funcione de manera eficiente, lo que aumenta los costos de mantenimiento.

No se trata de rebajar la velocidad del buque sin más, si no de saber entre qué rango de velocidades debe navegar un buque para obtener una sustancial reducción de consumo, y a la vez pueda entregar a tiempo las mercancías en destino.

Un pilotaje inteligente, implica conocer una relación consumo/velocidad óptima en función del motor, hélice y formas del buque. Pero no sólo se trata de llevar el buque a la velocidad de menor consumo por milla navegada, sino que hay que saber cómo actuar dependiendo de la mar, porque puede ser más económico hacer una derrota más larga. Si el rumbo obliga a un ritmo por debajo de crucero y/o con pantocazos, se estará tirando dinero. La velocidad económica es la velocidad donde un buque obtiene su mejor eficiencia, por lo que si un buque aumenta su velocidad por encima de la misma el consumo de combustible se disparará exponencialmente.

El Sistema Janus ayuda a los armadores a lograr una reducción de hasta el 10% de consumo de combustible y emisiones de gases sin gastos adicionales, simplemente calculando la velocidad óptima de navegación.

## Optimización del trimado

Es otra alternativa para optimizar tanto el consumo de combustible como la eficiencia operativa. Los buques a menudo desaprovechan la potencia, consumiendo combustible de más y de forma incómoda e insegura, al navegar con un trimado dinámico inadecuado. Un trimado dinámico es el ángulo que forma el buque a lo largo de su casco y el del agua circundante en la dirección de desplazamiento. El ajuste de este ángulo, dará el punto exacto en que la hélice transfiere la mayor parte de su fuerza impulsora sobre el casco y este se desplaza por el agua. El ángulo ideal de trimado es directamente proporcional a la altura de la hélice sumergida en el agua. Con un trimado inadecuado se estará "empujando" agua de forma inútil sin producir propulsión.

Existen varias formas de optimizar el trimado. Una de ellas, es variar la distribución de pesos moviendo los equipos existentes y/o distribuir

adecuadamente la carga, ya que no se requiere la adición de pesos. Otra opción es utilizar lastre, pero se aumenta el peso y con ello el consumo. Lo esencial para reducir el consumo energético de un buque es rebajar su resistencia al avance, para ello además de mantener la hélice y la obra viva limpias, evitar que la proa o la popa estén muy altas, sacar fuera lo innecesario y distribuir bien los pesos. Esto último es esencial porque si se reparte bien el peso se equilibra el casco y con ello habrá una menor resistencia al avance.

Janus Systems ha desarrollado un proceso para identificar un trimado operativo óptimo de un buque para maximizar la economía de combustible. Para ello utiliza los últimos avances en dinámica de fluidos para simular un mo-

delo tridimensional de una embarcación a cada velocidad de operación normal y calado. Los resultados de sus simulaciones revelan la "resistencia" del casco de la embarcación y cómo fluctúa en cada condición operativa.

Cuanto menor es la resistencia, más fácil es moverse a través del agua, lo que reduce en menos consumo de combustible. El Sistema Janus ayuda a los armadores a lograr una reducción de hasta un 7% en el consumo de combustible y emisiones de gases sin gastos adicionales, simplemente ajustando el trimado operativo.

### Sin gastos adicionales

Las optimizaciones del trimado y de la velocidad son opciones simples y económicas que

pueden tener reembolsos inmediatos y medibles. Incluso un pequeño porcentaje de ahorro en el consumo de combustible puede tener un gran impacto positivo en el balance anual.

Janus ofrece este análisis a los operadores de embarcaciones sin gasto alguno, ya que al creer firmemente en los ahorros potenciales propone una fórmula de pago en función de los mismos. Es decir, Janus Systems propone percibir por su trabajo un porcentaje de los ahorros obtenidos en combustible.

Las optimizaciones del trimado y de la velocidad son las fórmulas más simples y rentables para reducir la factura de combustible de un buque y mejorar su impacto en el medio ambiente. ■

## Astander es la primera empresa en España en certificarse en gestión del riesgo de infección con el nuevo sello My Care



El astillero cántabro de Astander ha sido la primera empresa del país, y una de las 100 primeras del mundo, en obtener el nuevo certificado de DNV GL "My Care" en gestión del riesgo de infección. Se trata de una metodología que verifica "la conformidad y la madurez" del astillero con respecto a "la forma en la que está mitigando y previniendo los patógenos emergentes".

De esta forma, My Care reconoce la seguridad de la entidad cántabra en línea con los requisitos nacionales y las mejores prácticas de la industria. Este tipo de sello se ha convertido en una carta de presentación imprescindible

a la hora de tratar de recuperar protagonismo en el mercado de la era pos-COVID-19.

"Esta certificación supone un gran salto adelante para garantizar que somos un lugar seguro para que los clientes reparen sus embarcaciones," explica Juan Luis Sánchez, director de Astander y presidente del Clúster

Marítimo de Cantabria – MarCA. "Ahora más que nunca los clientes internacionales buscan estabilidad, seguridad y confianza".

Tanto Astander como la compañía de clasificación y certificación DNV GL forman parte del clúster MarCA. Este trabajo colaborativo ejemplifica la rápida adaptación que se está viendo obligado a llevar a cabo el sector azul de la región para salir del "frenazo en seco" causado por la crisis sanitaria. Cabe recordar que la industria marítima cántabra se mueve fundamentalmente en el ámbito internacional -solo el subsector del transporte marítimo ya representa el 32,4% del volumen anual del comercio internacional de la región-, por lo que el estado de alarma y el cierre de fronteras han trastocado notablemente sus previsiones.

Sánchez cuenta que, antes de la pandemia, el astillero cántabro tenía prácticamente asegurado el 100 % de su capacidad para el resto

de 2020. Dos meses después, ve cómo algunos de sus clientes se han marchado a otros países europeos que ofrecen más confianza y seguridad. "Desde el clúster ya le hemos trasladado anteriormente al Gobierno de Cantabria la urgencia de restituir el reconocimiento y reputación de la industria de nuestro país en mercados internacionales, de recuperar la marca España".

En este escenario, iniciativas de vanguardia, como el sello digital My Care de DNV GL, ganan notoriedad. "El nivel requerido para crear confianza en el actual entorno, sólo era relevante anteriormente para hospitales o instituciones similares," cuentan desde la compañía. En palabras de Carlos Navarro, auditor jefe HSEQEE en DNV GL involucrado en el proceso de evaluación de Astander: "Nuestra metodología My Care es la evolución de la experiencia en auditoría de gestión de riesgos de infecciones en más de 600 hospitales de Estados Unidos y su transferencia a los demás sectores de actividad".

Navarro explica la creación de este sello como una forma de aportar valor y credibilidad ante la pregunta de '¿Qué está haciendo su empresa respecto al Covid?', en base a la reputación de más de 150 años de DNV GL. En referencia a la nueva normalidad de la industria marítima después de la pandemia, asegura que "va a integrar la gestión de riesgos de infección en su negocio cotidiano, como ha integrado los requisitos Marpol para asegurar un mayor respeto ■

# Ghenova y Beonesec cierran un acuerdo estratégico para posicionarse como referente en ciberseguridad en el sector naval y de defensa



Ghenova Y Beonesec cierran un acuerdo estratégico para posicionarse como referentes en ciberseguridad en el sector naval y defensa culminando así un amplio periodo de negociaciones que ha permitido la entrada de la compañía de ingeniería en el capital de Beonesec.

La entrada de Ghenova en el accionariado y la realización de un ambicioso plan de negocio para los próximos 3 años permitirá expandir los servicios de Beonesec a nuevos sectores y mercados internacionales, así como continuar con su crecimiento con sus principales clientes del sector financiero, juego online e industrial.

Ghenova ha realizado recientemente una fuerte apuesta por el Centro Avanzado de Desarrollo de Gemelos Digitales (Ghenova360), una nueva línea de negocio que requiere que dichos gemelos digitales integren la ciberseguridad en su diseño, lo que traerá a Beonesec una nueva línea de servicio ligada a este campo.

En este sentido, el CEO de Ghenova, Francisco Cuervas, asegura que "las sinergias son claras ya que el posicionamiento de nuestra compañía en los sectores naval, defensa, industria, energía e infraestructuras, nos permitirá expandir los servicios de Beonesec a los mismos, a la vez que llevarlos también a otros mercados en los que tenemos presencia, como son Europa, América Latina y Australia".

Asimismo, Beonesec está desarrollando un software de gestión de riesgos de ciberseguridad, al que se va a unir toda la experiencia de Ghenova en el desarrollo de proyectos de I+D+i, donde además se está contando con el asesoramiento de Corporación Tecnológica de Andalucía. Para Fernando Ramos, CEO de

Beoneoff, fundadora de Beonesec, "estamos seguros que Ghenova es el socio perfecto para llevar a Beonesec a ser uno de los actores clave en los proyectos de ciberseguridad en sectores como el naval y el de la defensa. Para nosotros es muy importante saber que compartimos los mismos valores y criterios empresariales para poder trabajar cómodamente."

"Estamos en un momento perfecto para dar el salto a nuevos sectores, aprovechando nuestros conocimientos y las buenas referencias que tenemos de nuestros clientes, y sobre todo, de comenzar nuestra internacionalización. Hasta el momento hemos tenido varios clientes fuera de España, pero estamos seguros de que la enorme experiencia internacional de Ghenova permitirá dar este paso con todas las garantías" ha señalado Ramos.

Esta unión es una gran noticia para el sector tecnológico, donde España sigue posicionándose desde hace varios años liderando proyectos tecnológicos de alto valor en el campo de la ciberseguridad. ■

# Navantia gestionará, mediante un Acuerdo Estratégico con Australia, el sostenimiento de las unidades navales

Este acuerdo permitirá a Navantia Australia un notable incremento de los trabajos de mantenimiento de los 19 barcos construidos por la Compañía. Navantia Australia ha firmado un Acuerdo Estratégico con la Commonwealth de Australia, por el cual se refuerza la relación entre ambos firmantes y proporciona el marco de colaboración que asegure que todos los buques actuales y futuros, diseñados por Navantia y en servicio en la Marina Australiana, están correctamente mantenidos durante toda su vida operativa.

El Acuerdo ha sido firmado en Sídney, a bordo del destructor HMAS Hobart, por el Vicealmirante Michael Noonan, jefe de la Marina Australiana, y el presidente de Navantia Australia, Warren King. Susana de Sarriá Sopena, presidenta de Navantia, y el secretario adjunto de Construcción Naval, Tony Dalton, son también firmantes del acuerdo, de forma no presencial.

La presidenta de Navantia ha declarado que "este acuerdo representa un importante hito en la larga relación de confianza que Navantia mantiene con Australia desde principios de los años 2000. Este acuerdo reconoce la importancia de Navantia Australia en el panorama de industrias críticas para la defensa y es también una prueba de la apuesta por la internacionalización de la empresa, en la que Australia figura como uno de los mercados estratégicos para la compañía."

Warren King, presidente de Navantia Australia, comentó que "este acuerdo es un importante hito en el desarrollo de las capacidades de la Compañía, lo que significa que el mantenimiento y las modernizaciones de los destructores de la clase Hobart, los LHDs y las lanchas de desembarco, así como los nuevos buques de apoyo logísticos serán gestionados



por Navantia Australia. Abre un importante futuro en el desarrollo de las operaciones actuales y nuevas soluciones apoyadas en tecnologías digitales."

La relación de Navantia con la Marina Australiana se remonta a los años 2000, primero con los contratos para el diseño de los destructores AWD y para la construcción de dos buques anfibios tipo LHD, incluyendo 12 lanchas de desembarco para los mismos, y en 2016 con el contrato para el suministro de dos buques AOR, actualmente en construcción en el astillero de Ferrol. Navantia registró en 2012 su filial en Australia, que actualmente proporciona servicios de apoyo al diseño y al mantenimiento de todas las clases de buques diseñados por Navantia. ■

# La importancia de la investigación en dragas y eólica offshore

El Clúster Marítimo Español celebró una nueva jornada online, bajo el título "Investigaciones marinas para proyectos de dragado y energía eólica offshore" dónde Igeotest puso de relieve el desarrollo de las distintas metodologías de análisis a la hora de llevar a cabo proyectos de dragado y parques eólicos offshore.

Un sistema energético con un alto nivel de desarrollo, pero que supone un gran reto, en palabras de Federico Esteve, presidente de honor del CME, por ser instalaciones muy costosas y con periodos muy altos de amortización, que pueden extenderse hasta los 25 años. En este sentido, Esteve recordó que ya el estudio Oportunidades de negocio de la energía eólica marina en el sector marítimo español, publicado por el CME en 2011, ponía de manifiesto el potencial de la energía eólica marina.

"España es una potencia global en la generación de energía eólica. Algunas de las empresas vinculadas a este sector son líderes a nivel mundial, pero, sin embargo, esta posición de privilegio y liderazgo mundial no se ha visto reflejada en el desarrollo de la energía eólica offshore a nivel nacional, no existiendo ninguna instalación desarrollada. Tan solo un pequeño proyecto en Canarias de 5 MW. Nuestra orografía submarina, al no contar con plataforma continental, añade una dificultad intrínseca al medio, que dificulta el desarrollo de las tecnologías para trabajar en un lecho marino de gran profundidad", explicó el presidente de honor del CME.

## Investigaciones marinas

Tras la introducción de Esteve, el director técnico de Igeotest, Amadeu Deu inició su exposición poniendo énfasis en la importancia que tiene un estudio adecuado del subsuelo en los proyectos marinos. Así, puso de manifiesto el desarrollo que se viene haciendo en los últimos años en proyectos de parques eólicos flotantes, así como en aerogeneradores, monopile o jackets; todos ellos con un elemento en común: la necesidad de estudiar adecuadamente el subsuelo.

De la misma forma, en el caso de los cableados submarinos que conectan aerogeneradores con subestaciones y la costa, así como diferentes zonas del mundo, es importante conocer las condiciones del subsuelo, según Deu, ya que se debe definir cuál es la trayectoria más adecuada a la hora de tener importancia en el diseño del propio cable. "Cuando se habla

de centenares o miles de metros de cable, las propiedades del subsuelo influyen en el diseño de este cable, propiciando que un mal cálculo o un mal proyecto de investigación pueda acabar resultando en cables mal diseñados e inversiones millonarias que quizá no sean necesarias".

Por otro lado, el director técnico de Igeotest hizo hincapié en las propiedades geotérmicas del terreno que, según el experto, en los proyectos de dragado, influyen directamente en la elección del tipo de draga más adecuada para emplear en cada lugar. Así, dejó claro que cada proyecto de dragado precisa de un correcto estudio del terreno para definir las herramientas a emplear, así como el volumen de material a dragar disponible.

## Experiencia

A pesar de que en España la eólica offshore no termina de arrancar, en Europa ya se viene trabajando en ello desde hace años. Existen diversos parques eólicos ya construidos y otros muchos en planificación. "Igeotest ha trabajado en ellos, teniendo experiencia en trabajos en el Mar del Norte. Además, hemos podido trabajar en la totalidad de parques eólicos offshore que existen en Francia. Esto ha propiciado que haya habido una transición bastante complicada, pasando de una empresa clásica de trabajos nacionales, a una empresa con el nivel de exigencia que en el mercado offshore europeo se requiere en cuanto a equipos, seguridad y salud, formación del personal... Esta transición no ha sido sencilla ni rápida de hacer, sino que ha requerido un esfuerzo constante", indicó Amadeu Deu.

A nivel local, Deu destacó el trabajo de la compañía en un par de proyectos de dragado, uno en el Puerto de Langosteira y otro en dos puertos del norte de Portugal. Asimismo, participó en la interconexión eléctrica entre Ibiza y Formentera, un proyecto que finalizó a principios de 2020, e intervendrá en unas semanas, si la situación lo permite, en un proyecto similar para la interconexión eléctrica entre Lanzarote y Fuerteventura.

## Estudio del subsuelo

A lo largo de su presentación, el ponente se centró en el estudio del subsuelo, con el objetivo de proporcionar un producto que dé respuesta a las necesidades del cliente. "En el caso de parque eólicos, nos focalizaremos en una serie de propiedades del terreno que



den respuesta a qué va a suceder cuando se le apliquen las cargas pertinentes cuando se coloquen los aerogeneradores. En el caso del dragado, qué resistencia va a tener ese terreno para ser dragado. El objetivo es proporcionar un modelo completo que proporcione respuesta a las geometrías, a los volúmenes y a las propiedades de cada uno de los materiales involucrados. Para ello, lo más interesante es combinar diferentes técnicas que cada una de ellas nos proporcionen información complementaria", indicó Deu. Así, señaló que, con esta manera de trabajar, se conseguirá optimizar las campañas de investigación y la obtención de modelos más precisos y realistas que si sólo se usa un tipo de técnica.

Tal y como indicó el director técnico de Igeotest, en general, las campañas de investigación marina comienzan por una serie de estudios geofísicos que permiten obtener una gran cantidad de información de una zona muy grande en poco tiempo, utilizando equipos ligeros, embarcaciones pequeñas y, por lo tanto, a un coste muy competitivo. "Los estudios geofísicos proporcionan un primer modelo preliminar de cómo es el subsuelo. No da directamente propiedades, pero sí que proporciona geometrías y ya podemos empezar a trabajar con un modelo que suele ser bastante realista". Según el experto, estos estudios se deben complementar con estudios geotécnicos, que son puntuales, en localizaciones muy concretas, con un nivel de calidad muy alto, y que permiten obtener las propiedades de esos materiales y recuperar muestras que puedan ser posteriormente tratadas en el laboratorio. La combinación de ese estudio preliminar y los datos geotécnicos es lo que permite obtener modelos más completos y realistas.

## Tipos de embarcación utilizados

Dado que cada proyecto es distinto y se localiza en diferentes zonas en las que hay que

tener en cuenta aspectos tan importantes como el calado, es preciso la utilización de diferentes tipos de buques que ayuden a trabajar en cada área de la manera más adecuada. En este sentido, tal y como explicó Deu, para proyectos de geofísica se utilizan embarcaciones pequeñas, que son flexibles y que proporcionan a un bajo coste la posibilidad de hacer los estudios. En zonas de mayor calado, como el campo eólico o la zona del cable que une el campo con la costa, se utilizan embarcaciones un poco mayores, tipo multicat. Para investigaciones más profundas, cuando ya se quiere investigar a partir de los 15 metros del fondo marino, se debe trabajar con barcos con torre de perforación. Son barcos con una tecnología distinta de la que se emplea normalmente.

“Hay que tener en cuenta algunos aspectos importantes a la hora de seleccionar cuál es el barco más adecuado, como la disponibilidad, el espacio que tengan en cubierta, si es un barco con posicionamiento dinámico o trabaja con anclas, la cantidad de camarotes que tenga, qué grúa tiene, etc. Es decir, para cada proyecto se selecciona el barco más adecuado que cumpla con los requisitos de cada proyecto”.

### Técnicas geofísicas

Si bien existe una gran cantidad de posibilidades, el director técnico de Igeotest considera que lo importante es conocer las ventajas y desventajas de cada uno de los métodos, tratando de seleccionar el más adecuado en función del objetivo final. El primer estudio apuntado por el experto es la batimetría, que permite conocer la morfología del suelo mari-

no, proporcionando información muy útil para conocer cuáles son las condiciones en la zona de investigación.

Por su parte, el Side Scan Sonar, una imagen de alta calidad del fondo marino, proporciona mucha información acerca de su morfología y permite conocer cuál es la distribución de sedimentos y si hay elementos que deban tenerse en cuenta, como puedan ser tuberías, cables previamente existentes, etc. En cuanto a las técnicas geofísicas que estudian el suelo en profundidad y no se limitan a la superficie, se encuentra el Sub-Bottom Profiler, que es un estudio de reflexión para analizar, sobre todo, los primeros 5-7 metros, pero que permite un nivel de detalle muy alto. Por su parte, la sísmica de reflexión resulta interesante para proyectos de dragado. Se utiliza mucho cuando existe una gran diferencia entre el suelo superficial y el sedimento rocoso, permitiendo definir cuál es ese límite.

Finalmente, la sísmica de refracción proporciona mucha información acerca de las propiedades del suelo. La ventaja de este método es que puede proporcionar datos de velocidades sísmicas longitudinales, datos que están relacionados con la escalabilidad que vaya a tener ese material, de forma que para proyectos de dragado proporciona mucha información acerca de lo que va a costar dragar ese material y, por lo tanto, qué herramienta hay que utilizar.

### Ensayos geotécnicos

En cuanto a los ensayos geotécnicos el primer gran grupo de ensayos señalados por Amadeu

Deu fueron los ensayos in situ, destacando el CPTu. Con este ensayo se trata de penetrar en el suelo a una velocidad constante una punta cónica que está equipada con diferentes sensores que miden la fuerza necesaria para mantener esa velocidad, la fricción que existe en el varillaje y la presión de poros, entre otras cosas.

Otros ensayos importantes, sobre todo para el cableado, según el experto de Igeotest, es la medición de la resistividad térmica del suelo. Estos datos son muy sensibles a pequeños cambios en las condiciones y, por lo tanto, se considera imprescindible seguir una metodología muy estricta para obtener los resultados adecuados. Finalmente, Deu señaló los ensayos sísmicos como uno de los retos a los que se enfrentan todas las empresas que trabajan en investigación marina.

Por último, el representante de Igeotest resaltó la importancia de la recuperación de las muestras de la forma más inalterada posible, siendo un proceso muy complicado en el medio marino. “Uno de los grandes retos que tenemos las empresas españolas a la hora de lanzar la eólica offshore es, sin duda, las campañas de laboratorio y aquellos ensayos avanzados. Lamentablemente a día de hoy no hay ningún laboratorio comercial en España que pueda realizar estos ensayos, por lo que solemos trabajar con laboratorios ingleses, franceses o suecos. Sí que existen algunos equipos en universidades o centros de investigación, pero a día de hoy, probablemente hay muy poca gente que los sepa utilizar, y para las empresas no son prácticos”, concluyó Deu. ■

## Gondán bota su nuevo arrastrero congelador



El pasado 5 de junio tuvo lugar en las instalaciones de Gondán en Figueras, Castropol, coincidiendo con la pleamar, la botadura de su construcción más reciente: un avanzado arrastrero congelador para el armador noruego Engenes Fiskeriselskap AS, que por primera vez construye en España. Este nuevo

buque, diseñado por Kongsberg Maritime – encargado además de suministrar los equipos principales– cuenta con una eslora de 69,9 m y una manga de 16 m.

Construido en acero con superestructura de aluminio, el pesquero operará en el Atlánti-

co Norte, en aguas del Mar de Barents y del archipiélago de las islas Svalbard. Con una acomodación para 29 personas, el arrastrero congelador se dedicará al descabezado, evisceración y congelación de pescado blanco. Para ello contará con los más modernos y automatizados equipos de procesamiento de pescado y una capacidad total de almacenamiento de pescado congelado de 1.400 m<sup>3</sup>.

El buque será clasificado por el DNV y estará certificado para navegar en hielo.

La situación global generada a raíz de la pandemia del COVID-19 ha supuesto un reto para la empresa, que ha sabido afrontar con gran esfuerzo y gracias a una esmerada coordinación y puesta en marcha de todas las medidas necesarias, de acuerdo con la normativa vigente, logrando con éxito el cumplimiento de sus compromisos, y avanzando a pesar de las dificultades. ■

# Valenciaport está en la primera línea de inversión contra el cambio y la emergencia climática



“Valenciaport está en la primera línea de inversión contra el cambio y la emergencia climática, somos un puerto modélico en la puesta en marcha de acciones de sostenibilidad, con un plan comprometido en beneficio de la sociedad, la economía y las generaciones venideras. Nuestro compromiso es firme: 2030, cero emisiones”, ha asegurado Aurelio Martínez, presidente de la Autoridad Portuaria de Valencia (APV). Por ello, ha afirmado que es imprescindible que “trabajemos todos juntos, empresas, trabajadores comunidad portuaria, instituciones, administración... para hacer compatibles las preocupaciones climáticas y el respeto medioambiental con el desarrollo económico para poder avanzar sino podemos caer en el fracaso”.

El presidente de la APV ha inaugurado, junto a Antonis Michail, director de IAPH para el Programa Internacional de Sostenibilidad en Puertos y José Luis Muñoz, director general de EIT Climate-KIC España el webinar organizado por Valenciaport en el marco del “Día Mundial del Medio Ambiente”. Antonis Michail, ha apuntado que “los puertos españoles están muy involucrados en la participación en proyectos de IAPH y activos en la presentación de propuestas. De hecho, dos proyectos del Puerto de València optan a los premios de sostenibilidad de la Asociación”. Para José Luis Muñoz, director general de EIT Climate-KIC España, “Valenciaport está tomando el liderazgo en el objetivo O en emisiones, destacando el compromiso y la implicación de toda la comunidad portuaria”.

## Alineados con los objetivos europeos

Durante su intervención, Aurelio Martínez ha hecho referencia a los diferentes planes puestos en marcha por instituciones como la Co-

misión Europea como la iniciativa New Generation UE o los fondos destinados por el Marco Financiero Multianual 2012-2027, el Proyecto de Ley de Cambio Climático y Transición Energética del MITECO, todos ellos enfocados a fomentar la economía circular, el fomento de energía renovables, la reducción de emisiones, el favorecimiento del empleo local, la promoción

de transporte y logística limpios,...”Unas preocupaciones y propuestas de soluciones que compartimos todos los agentes y que están perfectamente alineados con el Plan de Inversiones y los objetivos estratégicos de la Autoridad Portuaria de Valencia”, ha subrayado Aurelio Martínez.

El presidente de la APV ha recordado que el objetivo de Valenciaport y por lo que está trabajando es “adelantarnos dos décadas a los objetivos de descarbonización y de reducción de gases de efectos invernadero que España, Europa y los organismos internacionales han proyectado para 2050. Somos un puerto modélico en acciones ante la emergencia climática con un plan comprometido con hechos concretos”. En esta línea, Martínez ha destacado que “la Generalitat acaba de aprobarnos el proyecto de una subestación eléctrica dotada con dos transformadores de 30 MW cada uno, que nos permitirá la conexión a la red de los buques atracados en puerto y la reducción correspondiente de emisiones. Además, la nueva terminal norte del Puerto de València funcionará en un 99% con energía eléctrica renovable, algo que también va a ser una realidad en el Puerto de Gandía con la planta de energía fotovoltaica que vamos a construir”.

## Empleo, sostenibilidad e innovación

A lo largo de su exposición, Aurelio Martínez ha puesto en valor la apuesta que está haciendo Valenciaport por generar empleo de calidad, fomentar la innovación hacia proyectos sostenibles y favorecer la colaboración con el tejido empresarial. En este sentido, el presidente de la APV ha indicado que “las empresas que se ubicarán en la ZAL donde contarán con la máxima electricidad de origen

renovable, un proyecto que además generará 2.000 empleos de proximidad que beneficiará a barrios como Nazaret. Para la APV es prioritario hacer compatible crecimiento económico y generación de empleo con el respeto absoluto al medio ambiente”.

En este marco, la Autoridad Portuaria de Valencia, con el apoyo de la Fundación Valenciaport, está contribuyendo a que compañías como Baleària adapten sus buques para el GNL; y que empresas como Grimaldi y MSC Terminals ya trabajen en proyectos piloto que permitirán que las máquinas de sus patios de terminales trabajen con hidrógeno. Asimismo, y junto a Baleària se está desarrollando el proyecto Green Ports cuya finalidad es la medición, predicción y definición de medidas para la mejora de la calidad del aire y del ruido generado en el Puerto de València. Para ello, se están instalando innovadores equipos de medición para realizar campañas de medición de emisiones y ruido en la dársena y a lo largo de varias cadenas logísticas con las que se diseñarán modelos predictivos para anticipar picos de emisiones y ruido y, actuar al respecto.

## Especialistas de primer nivel

La Jornada ha continuado con la intervención de diferentes especialistas de primer nivel y con temas de gran interés social y empresarial: reducción de emisiones de CO2, descarbonización, utilización de Hidrógeno y del GNL como combustibles, e implementación de la legislación europea para garantizar la mejora del medio ambiente. El encuentro, que ha reunido a más de 120 personas a través del portal de la Fundación Valenciaport, se enmarca en el Día Mundial del Medio Ambiente fue establecido por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) el 15 de diciembre de 1972. Se celebra el 5 de junio de cada año desde 1974, fecha con la que se inició la Conferencia de Estocolmo en 1972, cuyo tema central fue el Medio Ambiente.

La Autoridad Portuaria de Valencia junto con las empresas de la comunidad portuaria pertenecientes a los puertos de Valencia, Sagunto y Gandía, quieren mostrar, en el Día Mundial del Medio Ambiente, su compromiso con la mejora del medio ambiente mostrando una serie de iniciativas encaminadas a reducir el impacto de las actividades portuarias en el medio ambiente. ■

# Santander cuenta ya con una nueva conexión de carga rodada con el puerto de Cork



Holanda. CLdN se decantó por Santander ya que se trata de un puerto líder en tráfico ro-ro en la fachada Atlántica, con conexión directa, a través de autopistas libres de peaje, y servicios regulares de ferrocarril hacia el centro de España. Desde entonces, el volumen ha aumentado y el Grupo CLdN tomó la decisión de asignar buques ro-ro específicos tres veces por semana exclusivamente para la realización de las operaciones portuarias entre España y Zeebrugge. Este cambio en las rutas supuso importantes ventajas para Santander ya que se redujo el tiempo de conexión con el norte de Europa y aumentó la capacidad del barco dedicada a Santander que ahora puede ocuparlo en su totalidad cuando antes tenía que compartirlo con Leixoes. Asimismo, Santander se benefició del aumento de sus conexiones con los mercados británico y nórdico al hacerlo vía Zeebrugge.

La compañía luxemburguesa CLdN cuenta ya con una conexión semanal de carga rodada entre Santander y el puerto irlandés de Cork a través de una línea semanal, vía Zeebrugge (Bélgica). Esta conexión es consecuencia del nuevo servicio que ha estrenado CLdN ro-ro entre el puerto de Cork y el de Zeebrugge como parte de su expansión en los servicios de transporte de mercancías entre Bélgica e Irlanda. El servicio ro-ro de trailers, semirremolques, contenedores, mercancía estática sobre mafi y cargas de proyecto saldrá de Santander todos los viernes para llegar a Cork los martes y regresará los jueves para alcanzar Santander los martes. Con esta nueva conexión, el puerto de Santander suma el de Cork a los destinos que ofrece CLdN a través del puerto belga y que son Dublín (Ir-

landa), Killingholme y Londres (Gran Bretaña), Esbjerg (Dinamarca) y Gotemburgo (Suecia). CLdN cuenta en el Puerto de Santander con tres escalas semanales (miércoles, viernes y domingos).

Las operaciones del Grupo CLdN comenzaron en el Puerto de Santander a finales de 2016 en la Margen Norte mediante la inclusión de dos escalas semanales con la línea portuguesa entre Rotterdam y Leixoes ya existente. Es decir, CLdN decidió añadir al Puerto de Santander como nueva escala de su servicio ibérico con-ro -Portugal (Leixoes), Holanda (Rotterdam), Benelux- y añadió un nuevo buque a este servicio. Así, el Puerto de Santander entró en la rotación, ofreciendo 2 escalas directas a la semana con origen y destino Rotterdam,

CLdN ro-ro SA es un especialista en Short Sea RoRo, que opera 29 buques modernos, ofreciendo más de 100 travesías semanales entre los puertos de Zeebrugge, Rotterdam, London, Killingholme, Dublin, Cork, Gothenburg, Esbjerg, Leixoes y Santander. CLdN Group, fundado en 1928, con base en Luxemburgo, está dedicado al transporte y la logística multimodal. Las actividades principales del Grupo incluyen European ro-ro shipping (CLdN ro-ro SA), European port operations (C.RO), European door-to-door services (CLdN Cargo) y worldwide bulk shipping (CLdN Cobelfret). Opera igualmente en tráfico fluvial de Europa con su moderna flota de barcazas y facilita conexión férrea por toda Europa, proporcionando así soluciones multimodales a medida. ■

## El puerto de Sevilla acelera su digitalización

La Autoridad Portuaria de Sevilla ha puesto en marcha los primeros trabajos de su proyecto de transformación digital que supone una clara apuesta por la digitalización, la automatización y la integración de todos los procesos operativos.

Dentro de este proceso global de digitalización, la Autoridad Portuaria de Sevilla ha adjudicado a la multinacional andaluza Ingenia la implantación de un nuevo modelo de Administración Digital que, a través de la reutilización de soluciones en la nube de la Secretaría

General de Administración Digital del Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital, garantice al Puerto la relación electrónica con empresas y ciudadanía de una forma segura, confiable y sencilla.

Esta iniciativa permite además al Puerto de Sevilla estar en disposición de cumplir anticipadamente los requisitos definidos en las Leyes 39 y 40 de 2015 antes de la entrada en vigor de los preceptos que fueron pospuestos hasta octubre de 2020. De hecho, ante la necesidad de dar respuesta a las

circunstancias excepcionales derivadas del COVID-19, se han puesto en producción en tiempo récord diferentes soluciones que permiten el registro y notificación electrónica o la integración con el Servicio de Intercambio de Registros (SIR).

El proyecto que engloba la puesta en marcha de soluciones y procedimientos en diferentes ámbitos, como la contratación, facturación electrónica, dominio público, etc. cubre de extremo a extremo el ámbito administrativo de la Autoridad Portuaria. ■

## Presenta tu trabajo en el 59 Congreso



Ya puedes presentar tu trabajo al 59 Congreso de Ingeniería Naval e Industria Marítima que se celebrará en Coruña los días 21-23 de octubre, cuyo lema es **INGENYO: Juntos hacemos futuro. Galicia, faro de innovación**. Las **fechas clave** en la presentación de trabajos son las siguientes:

- Título y resumen: **20 de junio 2020**
- Trabajo completo: **31 de agosto de 2020**
- Presentación: **13 de octubre de 2020**

Normativa: <https://bit.ly/3e2s40h>

El número máximo de **trabajos admitidos a concurso** será de catorce (14). Los criterios de selección de los mismos serán:

- Innovación y Originalidad.
- Aportación Tecnológica.
- La proyección que proporcione el trabajo a la Ingeniería Naval y Oceánica.
- Los aspectos colaborativos del trabajo
- Ajuste a los temas y bases.

Los **temas sobre los que versará el congreso**, sin carácter limitativo son:

- Economía Azul:
  - Nuevos buques para la economía azul
  - Energías renovables en el mar
  - Pesca sostenible
  - Plataformas Oceánicas
  - Turismo costero: Cruceros, Nautica...
  - Megayates
  - Gestión de residuos
  - Utilización de fuentes de energía alternativas y tradicionales en la propulsión y generación de energía de los buques e instalaciones en puerto
  - Nuevos Combustible y sistemas de almacenamiento de energía
- Seguridad y Defensa Marítima:
  - Construcción Naval Militar
  - Nuevos retos en seguridad y protección marítimas
  - Sistemas integrados de vigilancia
  - Buques para la lucha contra la piratería y de ayuda humanitaria a la migración
- Safety:
  - Adaptación al COVID 19 y otras pandemias
  - Riesgos de producción industrial
- Logística y Puertos:
  - Infraestructuras y accesos
  - Servicios Portuarios
- Tráfico de pasajeros y cargas rodadas
- Tráfico de contenedores
- Reparaciones e Industria Auxiliar:
  - Astilleros de Reparación
  - Transformaciones en buques (refitting)
  - Equipos e Instalaciones Innovadoras
  - Impacto en el Hinterland y en la industria auxiliar
- Transformación digital:
  - Astillero 4.0
  - El impacto de las nuevas tecnologías
  - Gemelo digital
  - Buques autónomos
- Economía, financiación, asuntos sociales y empleo:
  - La reactivación económica del sector, situación del mercado y efecto en las empresas y personas.
- Vehículos no tripulados:
  - Diseño, Desarrollo, Implementación, Normativa y Aplicación de vehículos no tripulados aéreos, marítimos y terrestres en el sector naval y marítimo.
- Historia y patrimonio histórico:
  - 250 años de Profesión,
  - Inicio de la formación en Ferrol
  - Aportación de los ingenieros navales a España y la Sociedad. ■

## Nuestra Asociación y los Ingenieros Navales en la videoconferencia de su Majestad el Rey con el Instituto de la Ingeniería de España



Su Majestad el Rey con la Ingeniería Española, que propone invertir más en conocimiento y superar la crisis con un plan industrial que acelere el cambio de modelo productivo de la economía española. "Ha sido un gran honor representar al IIE, a las ingenierías e ingenieros de

España, apoyando a nuestro Presidente Carlos del Álamo y pudiendo presentar a Su Majestad la situación actual, necesidades y propuestas de futuro para contribuir a la reactivación económica, social y tecnológica de España" ha manifestado José de Lara.

Durante la hora que duró la videoconferencia, Su Majestad manifestó el apoyo, ánimo y compromiso de la Corona con los ingenieros en la importante labor que desarrollan, mostrándose especialmente interesado por la reactivación de un plan industrial, el transporte, la logística, la comunicación, la alimentación, las infraestructuras, la integración de los jóvenes y el fomento de vocaciones en la ingeniería. El IIE ha puesto de manifiesto el potencial y la agilidad de los ingenieros para contribuir tanto

en la lucha contra el COVID, como para definir el nuevo modelo productivo.

Así mismo, el IIE ha propuesto impulsar un nuevo modelo basado en la economía del ingenio, concepto abierto que integra a todas las profesiones y trabajadores y que permite transformar las ideas y recursos en bienes y beneficios para la sociedad española. El IIE, también ha propuesto crear una marca internacional "España es ingenio" que impulse la

competitividad e internacionalización de las empresas y productos españoles.

La representación de la Junta Directiva del Instituto de la Ingeniería de España, IIE, estuvo encabezada por el Presidente Carlos del Álamo, ingeniero de Montes, y le acompañaron M<sup>º</sup> Cruz Díaz, ingeniera Agrónomo, José de Lara, ingeniero Naval y el Director General Carlos Rodríguez, ingeniero de Telecomunicación. ■

## 6º Premio DNV GL Enermar 2019



El grupo de trabajo PAT18 de la Asociación de Ingenieros Navales y Oceánicos de España, ha informado en un comunicado a través de sus redes sociales del fallo del 6º premio DNV GL ENERMAR 2019.

El Jurado calificador de los premios, estaba compuesto por:

- Pablo Ruiz de Aguiar. Manager Tetrace Offshore, Naval & Heavy Lift.
- Luis Guerrero. Clúster Marítimo Español. Director de la División Naval de BV.
- Raúl Guancho. Responsable del Grupo de Energías Marinas e Ingeniería Offshore. IH
- Cantabria.
- Raúl Rodríguez. Director Técnico. NAUTILUS Floating Solutions.

- Pedro Mayorga. APPA Marina. Director Técnico. Enerocean, S. L.
- José de Lara. Presidente de la AINE y Decano del COIN.
- Jorge Dahl. Business Development Manager, Spain. DNV GL.
- Raúl Cascajo. Responsable del Sub-Comité Universidad-Empresa del PAT18.

En sesión celebrada el 21 de mayo 2020, tras analizar las candidaturas presentadas al 6º Premio DNV-GL ENERMAR 2019, se acuerda otorgar los premios a los siguientes proyectos:

- 1er premio, dotado con 1.000€ e invitación a su presentación en la 11<sup>as</sup> Jornadas Técnicas ENERMAR al proyecto "Diseño integral de una subestación offshore" de David López Becerra.

- Accésit, dotado con 300€ al proyecto "Implantación de Aerogeneradores Flotantes en Costas Españolas" de Diego Alonso Huerta.

El PAT18 quiere felicitar, no sólo a los ganadores sino a todos los candidatos, por los trabajos presentados y los anima a continuar desarrollando profesionalmente el interés por las energías renovables marinas que han demostrado ya desde sus comienzos en la siempre emocionante transición del mundo universitario al laboral. Uno de los objetivos fundacionales del PAT18 (el más importante, quizás) es el dar a conocer a las nuevas promociones de futuros compañeros ingenieros navales y oceánicos las energías renovables marinas como un novísimo e interesantísimo campo de estudio, investigación y trabajo que no se aparta un ápice de lo que los llevó a iniciar sus estudios: Los barcos, el mar y su interrelación. Vuestros proyectos nos dan mucha satisfacción porque vemos que nuestro grano de arena hacia este objetivo parece que está siendo fructífero. Muchas gracias a todos.

Equipo Enermar ■

## El colegio ofrece hasta 80% de descuento en formación para colegiados

Si eres miembro del Colegio Oficial de Ingenieros Navales y Oceánicos solicita hasta el 80% de descuento para cursos impartidos por la Fundación Ingeniero Jorge Juan (FIJJ), de la que el COIN y AINE son patronos.

El COIN, en función del tipo de curso y capacitación técnica e idoneidad para sus colegiados, ofrecerá una ayuda\* desde el 30% al 80%. Las solicitudes deberán realizarse a la siguiente dirección de correo electrónico: decanato@ingenierosnavales.com.

Consulta la página web de la Fundación Ingeniero Jorge Juan y conoce los cursos ofrecidos: <https://ingenierojorgejuan.com/>

Si echas en falta tu curso y formación que necesitas para tu desarrollo profesional, escríbenos tu propuesta a: [decanato@ingenierosnavales.com](mailto:decanato@ingenierosnavales.com).

Nuestra motivación e ilusión: Dar valor a los colegiados!! Estamos a tu servicio!!

\* Dicha bonificación se concederá cada 12 meses desde cada solicitud una única vez por colegiado, hasta que el importe total de los descuentos concedidos alcancen la suma de los fondos destinados a tal fin. El colegiado solicitará por e-mail a [decanato@ingenierosnavales.com](mailto:decanato@ingenierosnavales.com) el descuento correspondiente indicando: Nombre, Apellidos, DNI,



nº de colegiado, curso para el que solicita el descuento y la fecha de inicio del mismo, debiéndose comprometerse a realizar el curso y obtener el diploma de aprovechamiento. En caso de no llevarlo a cabo deberá devolver la cuantía íntegra del beneficio vía descuento percibido. ■

# Resumen de la conferencia: «H<sub>2</sub> la energía del futuro. Claves tecnológicas, estado actual y oportunidades en el sector marítimo»

El pasado 15 de junio, el Colegio de Ingenieros Navales y Oceánicos, organizó esta conferencia que contó con una gran acogida. José de Lara agradeció a Oscar Fernández Isla, de la empresa SIEMENS, la iniciativa y la coordinación y organización.

Durante esta conferencia se presentaron los avances y desarrollos tecnológicos además de abordarse cómo establecer las necesidades del sector marítimo para que sean consideradas en la hoja de ruta de las políticas del gobierno de España en lo que respecta a la ingeniería naval y sector marítimo. El Ministerio para la Transición Ecológica y Reto Demográfico (MITECO) abrió los procesos de consulta pública previa de la "Estrategia de Almacenamiento" y la "Hoja de Ruta de Hidrógeno Renovable", dos documentos necesarios para alcanzar los objetivos fijados en el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030.

José de Lara, Decano del COIN y Federico Esteve, Presidente de Honor del CME inauguraron y presentaron esta conferencia en la que destacaron que el hidrógeno es clave, considerado como el nuevo petróleo, para aquellos sectores en los que no puedan usar otro combustible que no sea renovable (como el caso de la aviación). El sector marítimo ya cuenta con algunos ferries que usan hidrógeno o buques de suministro de hidrógeno líquido y sigue avanzando para hacer realidad esta opción.

También destacaron el relevante papel que están jugando y jugarán los Ingenieros Navales y Oceánicos en el desarrollo e implementación de las nuevas tecnologías asociados al Hidrógeno y la importancia de la unión y colaboración entre profesionales e industria.

**"H<sub>2</sub> en buques"**, por Alejandro Zorzo (ABB).

ABB apuesta por el hidrógeno (H<sub>2</sub>) como la solución más prometedora a día de hoy y para un futuro próximo, como combustible para la propulsión de buques. La reglamentación está dirigiendo el camino hacia la reducción de las emisiones de CO<sub>2</sub> y el hidrógeno ayudaría a cumplirla. Los primeros pasos que dió ABB se dieron en el ámbito de la conexión a tierra y donde más se ha avanzado ha sido en buques que realizan rutas próximas a la costa. ¿Qué se busca? Alejandro apuntaba que a poder propulsar buques más grandes, es decir, hacer escalable esta tecnología (con potencias menores a 1MW ya se está aplicando y se trabaja en pilas de 4 MW) y apuntaba cuáles son los pro-

blemas a los que se enfrentan: la optimización de los costes, el poder cumplir con la normativa y a la integración de los múltiples subsistemas necesarios. ABB está trabajando hacia sistemas de baterías y paralelamente está estudiando las células de combustible (PEM). Tampoco descuida la producción de hidrógeno con amoníaco, metanol, con energía eólica, etc. No solo la pila de hidrógeno cumple con la reglamentación, también los combustibles sintéticos, el amoníaco o futuros combustibles serían viables, y por ello, los sistemas de propulsión híbridos (plantas híbridas con baterías o con células), que ya se están probando en algunos rompehielos, cruceros, ferries, yates y/o buques offshore se están desarrollando como otra solución.

En el sector hay tres tecnologías prometedoras, apuntaba: las pilas de combustible de electrolito polimérico (PEMFC, siglas en inglés de *Proton Exchange Membrane Fuel Cells* o *Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cells*), que se usa en coches, trenes, autobuses, etc.; las HT-PEMFC (high temperature proton exchange membrane fuel cell); y por último las pilas de combustible de óxido sólido (SOFC, siglas en inglés de *Solid Oxide Fuel Cells*) aún queda mucho por desarrollar. Tras comentar las ventajas describió la estructura del sistema a bordo de los buques, y siguió describiendo otros de los retos en los que se está trabajando, como es la producción o el almacenamiento a bordo del hidrógeno (principalmente comprimido) y las consecuentes dificultades de este último si no se disponen de estaciones de suministro en la costa.

Finalmente, describió brevemente los proyectos en los que han estado involucrados: 2007: prototipo de una célula de 100 kW en un oceanográfico. 2017: en un buque de pasaje de Royal Caribbean. 2017: oceanográfico finlandés *Maranda*, proyecto financiado por la UE H2020, equipado con dos células de 200 kW. 2019: proyecto Flagships, empujador de 400 kW.

**"Uso de H<sub>2</sub> en puertos"**, por Mercedes de Juan (Puerto de Valencia)

La ponencia se centró en la descripción del proyecto H2Ports (*Implementing Fuel Cells and Hydrogen Technologies in Ports*), coordinado por la Fundación Valenciaport, en estrecha colaboración con la Autoridad Portuaria de Valencia, y financiado por el programa Fuel Cell and Hydrogen Joint Undertaking (FCH JU). Este proyecto busca demostrar y validar en el puerto de Valencia soluciones innovadoras

para las operaciones portuarias: una reach stacker de carga/descarga y transporte de contenedores, alimentada con hidrógeno; una cabeza tractora de terminal para operaciones ro-ro, propulsada por pilas de hidrógeno y una estación móvil de suministro de hidrógeno que proporcionará el combustible necesario para garantizar los ciclos de trabajo continuos de los equipos antes mencionados y que en la fase inicial del proyecto trabajará en las terminales de Grimaldi (Valencia Terminal Europa) y de MSC del puerto de Valencia.

Mercedes destacó la posibilidad de aglutinar la demanda en el puerto (escenario idóneo, remarcó), creando en él la instalación completa de producción (incluso con renovables) y suministro a trenes, buques, ciudad, etc. algo que con el GNL no se ha sido capaz de hacer. En este proyecto, la estación de suministro de hidrógeno (con un solo tanque) se está desarrollando 100% con tecnología propia.

El proyecto H2Ports también comprende una serie de objetivos transversales mediante la realización de estudios de viabilidad, como son:

- resolver los costes logísticos (definir la cadena logística más adecuada para el suministro de H<sub>2</sub>. Estimación de la demanda potencial agregada.
- análisis de la normativa, todos los aspectos relacionados con la seguridad. Estudiar el proceso de obtención de permisos.
- Y por último, evaluar la viabilidad financiera. Proponer un camino para la introducción de las pilas de combustible en el sector marítimo portuario. Definir los escenarios de implementación más probables.

Esta tecnología es muy cara, apuntaba, y como solución para reducir costes y distribuir sobrecostes se plantea modelos conjuntos. Debido a la Covid-19 están sufriendo pequeños retrasos pero esperan que los prototipos comiencen a trabajar en breve y los resultados finales del proyecto se esperan para 2022.

**"El H<sub>2</sub> en la construcción naval"**, por Jorge Dahl (DNV GL).

DNV GL emplea el 5% en programas de desarrollo e investigación. Para esta sociedad de clasificación, el futuro de la propulsión naval pasa sí o sí por el hidrógeno. Comenzó hablando sobre los desafíos en el sector naval. A saber: aspectos técnicos, de seguridad, de reglamentación, económicos y madurez. De todas las tecnologías, la más desarrollada es la de las

pilas de combustible, como ha publicado DNV GL en sus informes sobre esta materia.

Hizo un breve repaso de los inicios de esta tecnología en tierra y su evolución hacia el transporte marítimo. Siguió con la situación de la normativa actual, la cual no incluye al hidrógeno y la parte aplicable del Código IGF (Parte A) requiere que se sigue un enfoque de "diseño alternativo". El proceso de aprobación de un "diseño alternativo" requiere de un esfuerzo considerable en tiempo, recursos y medios, un proceso de calificación tecnológica (distinto en cada caso), una evaluación de riesgos (HAZID), y la demostración del cumplimiento de 18 requisitos funcionales específicos. Todo ello con el objeto de demostrar que la seguridad es equivalente a la de los sistemas convencionales y obtener la aprobación de clase y de bandera. Por último, repasó los riesgos del hidrógeno (incoloro, inodoro, no es tóxico, arde con llama no visible y tiene un alto poder de propagación) a considerar para su instalación a bordo.

A continuación explicó la situación del proyecto Marhysafe - *Maritime Hydrogen Safety* JDP, que actualmente se encuentra en la primera fase de un total de seis paquetes de trabajo, en la que se está desarrollando un borrador de reglas para los buques propulsados con hidrógeno, en la que se recoja y sintetice el conocimiento disponible, ofrezca orientación, sirva de guía para reducir costes, pruebas y análisis sin comprometer la seguridad, identifique la necesidad de investigación y pruebas adicionales y por último, que desarrolle una propuesta de I + D que cubra la fase 2 para asegurar la financiación pública.

En este proyecto internacional están implicados la Autoridad Marítima Noruega, la Administración Pública de carreteras de Noruega y la Agencia noruega en materia de defensa (NDMA) como socios públicos. Y entre sus socios privados se encuentran: Equinor, Scandlines, UMOE, Air Liquide, HySeas Energy, Fincantieri, Deadships, Linde, Kawasaki, Hexagon, Standards Council of Canada, etc. Entre sus conclusiones destacó que si queremos que el H<sub>2</sub> sea el futuro, hace falta una infraestructura portuaria que lo respalde y más proyectos de investigación para desarrollar la tecnología y la reglamentación.

**"H<sub>2</sub> desde el punto de vista de las ingenierías",** por Roberto Fernández (SENER) y M<sup>a</sup> Ángeles López (SENER).

Los retos tecnológicos a los que se enfrenta la industria para el desarrollo de este campo, se recogen en cuatro ámbitos:

- transporte y almacenaje: ¿en qué estado? comprimido o licuado, ya que cada uno tiene unos costes asociados adicionales importantes tanto económicos como medioam-

bientales. ¿Mejor lo producido a bordo? con ello, se eliminan los costes asociados a la licuefacción, el transporte, y es un hidrógeno verde. Esta opción es la que ha desarrollado Sener y comentó las grandes ventajas entre las que destacó que se ahorra un espacio de 5,2 veces en el caso de hidrógeno comprimido y de 2,2 veces en el caso de hidrógeno en estado líquido, el uso de tanques estructurales, etc.

- propulsión: hizo diferencia entre tres tipos: celda de combustible de hidrógeno más propulsión eléctrica; motor que queme como combustible hidrógeno y por último la turbina de hidrógeno.
- suministro y productos derivados: aquí mencionó el desarrollo de análisis FEM, del diseño estructural de la carga, de los tanques, de los sistemas de suministro, y destacó el trabajo desarrollado por Sener para un proyecto de un remolcador tractor (no remolcador) más barcaza para Venecia (Italia).
- desarrollo de una planta de potencia: plantea Sener que podría existir un producto que fuera una planta como solución versátil y limpia para ofrecer energía en situaciones temporales, como ya se ha dado en el caso del GNL por ejemplo, el proyecto FSRU 20.000 m<sup>3</sup> desarrollado por Sener.

**"El H<sub>2</sub> y el usuario final",** por Juan Carlos Inglés (FCC).

Juan Carlos comenzó su intervención destacando que se han enfrentado a los mismos problemas a pesar de ser un sector tan diferente al marítimo. Siempre han buscado el ahorro energético buscando soluciones que sus clientes reclamaban y la reducción de emisiones como consecuencia a la normativa que va entrando en vigor en materia de medioambiente. Todo esto ha promovido evolucionar y llevar a cabo inversiones para apostar por el hidrógeno como combustible.

Actualmente están involucrados en el proyecto Ventesu (comprende el desarrollo de un camión) y del que destacó que el mayor problema al que se enfrentan es del del coste. Destacó que principalmente se trabajan en proyectos de I+D y que existen algún que otro prototipo. Por último, mostró como un ejemplo una de las embarcaciones para la limpieza de las aguas de playas, costas y puertos. Apuntó que en un futuro podrían instalarse pilas de hidrógeno, que cumplirían perfectamente con las necesidades de sus operaciones de trabajo (que se desarrollan a una velocidad de unos 4 nudos) y podrían ofrecer potencia suficiente para la navegación (aproximadamente a 10 - 15 nudos).

**"Producción de H<sub>2</sub> Verde",** por Oscar Fernández Isla (Siemens).



Oscar comenzaba su intervención apuntando que el almacenamiento de grandes cantidades de energía durante mucho tiempo será el problema al que se enfrentará en el futuro los países. Transformar la energía mediante un proceso químico a bajo coste parece ser la opción más asequible. A día de hoy la demanda actual de hidrógeno está en 70 millones de toneladas. Tras explicar por qué el hidrógeno es un vector energético explicando desde su generación, pasando por su conversión/almacenamiento y terminando por sus aplicaciones, continuó explicando las diferentes formas de obtener H<sub>2</sub>:

- electrólisis (ruptura de la molécula de agua mediante energía eléctrica), la más habitual pero produce dióxido de carbono.
- reformado con vapor y tecnologías similares (ruptura de hidrocarburos o de alcoholes mediante energía térmica y vapor de agua)
- Gasificación (ruptura de hidrocarburos pesados o biomasa en hidrógeno y gases para reformado)
- ciclos termodinámicos (ruptura de la molécula de agua utilizando calor residual a alta temperatura: nuclear o solar controlada)
- otros procesos químicos de descomposición (ruptura termodinámica de la molécula de agua mediante ciclos a temperaturas medias)
- procesos biológicos (algas y bacterias que producen hidrógeno en ciertas condiciones).

Se centró en las tres principales tecnologías de electrólisis: la alcalina, la PEM y la de alta temperatura (es reversible pero está en fase de laboratorio). Las comparó y analizó las ventajas y desventajas de cada una. Por último, explicó con más detalle las características del catalizador SyLizer.

Las dos últimas ponencias de esta conferencia fueron **"Normativa aplicable al H<sub>2</sub>",** por Begoña Vilar (Capitanía de Cádiz) y **"H<sub>2</sub> y Reales decretos",** por Ángel Fernández (Ministerio de Hacienda), en las que se hizo un repaso a la normativa actual y el marco de implementación de los combustibles alternativos por parte de Begoña y un resumen de la situación actual de las ayudas y políticas de financiación en nuestro país y en otros países del mundo para ayudar al desarrollo de esta tecnología por parte de Ángel. ■

# Mi visión particular de la profesión. “El ingeniero naval como creador del hábitat abordo”

Ganador del Concurso de ensayos de colegiados: Aportación del ingeniero naval y oceánico a nuestra sociedad y a España: 250 años de profesión hacia el horizonte 500, pasado, presente y futuro del Ingenyo.



que se decanten por esta profesión, y que en estas líneas puedan ver la grandeza y el poder de la Ingeniería Naval para mejorar la vida de los hombres que viven en el mar.

El TRONCO CENTRAL sobre el que sostengo estos principios es EL HÁBITAT del HOMBRE en el mar. Al INGENIERO NAVAL le corresponden las competencias, por vocación u obligación, ayudado de sus conocimientos y experiencia, y utilizando los principios básicos de la arquitectura FUNCIÓN-FORMA-CONTENIDO, de la creación del mejor HÁBITAT sobre el MAR que proporcione al HOMBRE, que vive o se mueve sobre él, la mejor CALIDAD DE LA VIDA ABORDO.

Si pensamos la multitud de buques que navegan por los mares y océanos, veo metafóricamente al Ingeniero Naval como creador de un bosque en el que cada TRONCO representa una manera diferente de concretar esa vida en el mar. Si de cada tronco, a su vez, salen diferentes ramas, será otra vez el Ingeniero Naval el que dentro de cada barco o de cada diseño, desarrolle aquellas que definen los contenidos de cada proyecto.

¡Qué grande es la profesión de Ingeniero Naval! Nada menos que está llamado a explorar, conocer y utilizar el mar para crear ese gran bosque, donde los troncos representan los diferentes tipos de barcos que diseña y de los que hace surgir cuantas ramas quiera para desarrollar en cada uno de ellos los mejores contenidos.

Dejando a un lado estas metáforas, el presente contempla al INGENIERO NAVAL como un ARQUITECTO DEL MAR, o más bien “sobre el mar”, en todas las vertientes relativas al HOMBRE, que bien sea por su trabajo, transporte u ocio necesita o utiliza un barco o artefacto naval para estos fines. Mi idea, por tanto, gira alrededor del papel de “creador de Arte Naval”, tesis que en el año 1998 me sirvió para presentar el trabajo con el que acudí al Premio “López Bravo” EL ARTE EN LA INGENIERÍA NAVAL, y que obtuvo un accésit.

En este mundo global súper competitivo, si navegas con mis principios que llamo CID (Creatividad, Imaginación, Diferenciación)

## Índice

### A. Introducción

### B. Desarrollo

1. Del lápiz al ordenador – el valor del boceto
2. El proyecto técnico y el proyecto arquitectónico - la plataforma y la superestructura
3. La gran diversificación en la actividad del ingeniero naval
4. Creación y comercialización de mis ideas y diseños - la bicicleta
5. El todo y la parte - el buque y los interiores
6. Principios del proyecto arquitectónico; forma, función, y contenido
7. El hombre a bordo - mis programas OCA y CAVIMAR
8. Uno de mis productos preferentes - la cabina - el camarote
9. Mi creación del Ecohabitat
10. La creación del EcoShip
11. El crucero que nace en una U.C.I.
12. El buque escuela. De astilleros Celaya a astilleros Freire
13. El concepto SeaPark
14. El concepto City Sea Park

### C. Conclusiones

1. La formación del ingeniero naval en conocimientos y prácticas
2. El primer trabajo - las prioridades
3. El emprendimiento: volar sin miedo
4. Covid 19

## A. Introducción

Leo el enunciado de la convocatoria, “Aportación del Ingeniero Naval y Oceánico a nuestra sociedad y a España: 250 años de profesión. Hacia el horizonte 500; Pasado, Presente y Futuro del INGENYO”. Al continuar la lectura veo el añadido “TÚ VISIÓN PARTICULAR DE LA PROFESIÓN”, y en el costado bajo el logotipo de INGENYO la frase “DAMOS VIDA A TUS SUEÑOS “... Son demasiados mensajes para evitar que dé un salto y grite: ¡EUREKA!, es un traje hecho a mi medida. Qué gran regalo poder contar lo que venía mucho tiempo reteniendo, o dicho de otra forma, expresar mis pensamientos sobre la figura del Ingeniero Naval que, salvo en contadas ocasiones, sólo lo he podido hacer en mis escasos encuentros con estudiantes.

Son ya 55 años, desde que me colegié, en los que he tratado sin descanso de DAR VIDA A MIS SUEÑOS a partir de diseños “Creativos, Innovadores y Diferentes”, lo que denominé CID.

Continuando con el enunciado, sobre el PASADO, expongo mi experiencia de los últimos 55 años, aunque en realidad los situaría como PRESENTE, y por un momento, pensando en el FUTURO, deseo que algún día estas páginas lleguen a estudiantes que planteen su formación en una rama de la ingeniería, conseguir darles un impulso para

y te acompaña un "alma de artista", podrás afrontar navegaciones apasionantes y, en momentos de crisis, encontrar puertos donde refugiarte hasta que el temporal amaine.

Esta creencia me lleva a compartir mi experiencia a través de este trabajo, mostrando con ejemplos reales, cómo en el ejercicio de la profesión he podido DAR VIDA a muchos de mis SUEÑOS poniendo en el centro de los proyectos mis IDEAS "CID"; en los que el protagonista es el HOMBRE EN EL MAR. Esto no podía ser de otra forma si quiero ser consecuente y fiel a mi pertenencia a un colectivo que me demanda INGENYO.

## B. Desarrollo

### 1. Del lápiz al ordenador – el valor del boceto

Uno de mis primeros trabajos, que presenté en las XXXVII Jornadas Técnicas de Ingeniería Naval de Bilbao en el año 2000, llevaba este título. En él, trataba de fomentar el valor que tiene para el Ingeniero Naval la idea de comenzar a definir un proyecto a partir de un boceto.



Figura 1. Mi primer boceto

Hoy en día, pasados 20 años, a pesar del alto desarrollo de los programas de diseño por ordenador, y de contar con acceso al mundo del conocimiento a través de las redes informáticas, Google, etc., la tentación de emprender un proyecto poniéndonos delante de un ordenador es alta y hasta diría peligrosa, si nuestra intención es de hacer algo Creativo e Innovador. Si queremos marcar la "Diferencia" en este mundo globalizado y altamente competitivo, tendremos que poner en uso otras herramientas: nuestra mente pensante y el diálogo con nuestra mano, para intentar con un papel y lápiz, hacer con unos trazos esquemas o diagramas, lo que simplemente se llama "boceto".

Al mismo tiempo que los Ingenieros Navales somos convocados en este concurso para reflexionar sobre nuestra visión y el papel que hacemos en el mundo, son también llamados los niños a presentar trabajos de pintura, que no dejan de ser ejercicios manuales creativos que quedan muy lejos del ordenador.

Como resumen, manifiesto el alto valor que, según mi experiencia, tiene todo lo que se consigue como Ingeniero Naval a partir de un



Figura 2. Del boceto a la realidad

boceto. No se trata de saber dibujar a mano, más bien es aprender a expresarse ante un cliente a través de unos rasgos con un lápiz y un papel, y si no tenemos uno cerca... ¡cuántas veces he usado mi mano, una servilleta o un mantel, y un rotulador! No tener esta capacidad de improvisación puede provocar que, si el cliente espera hasta recibir algo generado en el ordenador cuando vuelves a la oficina, llegue tarde... y el calor y magia del momento se evaporen.

Un ejemplo del gran valor de bocetar es como conseguí mi primer cliente, le demostré que como Ingeniero Naval podía responder a un reto: diseñar y construir su yate. Presento estas dos primeras imágenes, que entre boceto y botadura las separan 10 meses. A pesar de que en la Escuela de Navales no aprendí a dibujar, esta oportunidad me permitió poner la primera piedra para emprender un camino lleno de múltiples proyectos y obras, y de los que presento algunos ejemplos a lo largo de este texto.

### 2. El proyecto técnico y el proyecto arquitectónico – la plataforma y la superestructura

Si me mantengo en el contexto de este trabajo, que no es otro que reflejar al Ingeniero Naval que vive la profesión como un Arquitecto del Mar, diré que cualquier proyecto debe comenzarse en equipo y de la mano del Ingeniero Naval que tiene una vocación más técnica y desarrolla su trabajo en el área de la obra viva del barco: estructura, propulsión, estabilidad, hidrodinámica, etc. Sólo la combinación de ambos aspectos, el arquitectónico y el técnico, pueden elaborar un proyecto con las mejores calificaciones.

Son multitud las conferencias en las que he presentado la tesis de que la pareja debe trabajar simultáneamente. Ninguno es más importante que el otro y los dos deben colaborar desde el principio en equipo.

Como terminar, quiero hacer una llamada a las instituciones, para que transmitan y fomenten en los estudiantes de Ingeniería Naval la posibilidad de crear diseños de Arquitectura en el Mar en consonancia con las garantías técnicas que les facilita su formación.

### 3. La gran diversificación en la actividad del ingeniero naval

La observación, el conocimiento y contacto con el mar nos permite a los Ingenieros Navales ser protagonistas y autores de todo lo que está a flote, bien sea en el océano, costas, ríos, lagos, pantanos y, por qué no, también diques secos.

Yo, desde mi vocación de Ingeniero Naval, acostumbro a compararme con otras ingenierías y arquitecturas, y no dejo de pensar en que somos unos privilegiados, como expreso a continuación.

Un buque reúne a casi todas las ramas de Ingeniería: industrial, aeronáutica, electrónica, energética, por citar algunas. Adicionalmente y como nos llaman en Europa, "Naval Architects", estamos llamados a ser Arquitectos del Mar, donde nuestro campo puede abarcar todos los niveles de la arquitectura, desde una vivienda hasta un buque de cruceros, que no es menos que un hotel flotante.

Todas estas ramas cobran su valor en el diseño. El buque se mueve entre dos elementos y afronta temporales con importantes retos estructurales, navega con fuentes de alimentación eléctrica teniendo que generar su energía, produce agua potable, y sus alojamientos mantienen al hombre periodos largos de tiempo aislado de la tierra, está sometido a ruidos y vibraciones que tiene que amortiguar, por citar algunos.

En resumen, los amantes de la Ingeniería Naval no nos podemos aburrir con tantas ramas que salen del tronco central de "EL HOMBRE A BORDO". Podemos crear un bosque si contemplamos que este HOMBRE puede estar en un:

- Buque de carga
- Ferry
- Pasaje - Crucero
- Buques Armada
- Buques de Pesca
- Buque Hospital
- Buque Oceanográfico
- Buque escuela a Vela
- Yate
- Plataforma Offshore
- Buque Hotel

Que más se puede pedir... Pienso que la riqueza y diversificación de productos, facilita la elección para ejercer nuestra profesión en el campo que más nos atraiga y, porque no, para el que quiera explorar todo el bosque. 55 años de mi vida andando de un árbol a otro, me han permitido vivirlo y disfrutarlo en todo su conjunto.

#### 4. Creación y comercialización de mis ideas y diseños – la bicicleta

Después de 55 años ejerciendo como Ingeniero Naval y empresario, y con el relevo generacional en manos de un hijo y un nieto, he decidido no retirarme y seguir en activo, sin abandonar mi bicicleta, trabajando en el campo del I+D. En la mayoría de las ponencias explico lo que simboliza mi “bicicleta”, y en este texto no podía ser menos:

- El bastidor es la estructura que une los diversos elementos
- La rueda trasera representa las IDEAS CID -Creativas-Innovadores-Diferentes, que voy recogiendo y almacenando en sus radios
- La rueda delantera es el cliente CID que tengo que buscar y encontrar para intentar que “compre” alguna IDEA. La llamo también CID, no por las Ideas, sino por ser personas que tienen que reunir otras 3 características: la C de Crédito o Cash (€), la I por el Interés económico que le puede proporcionar y la D por el carácter de Diversificación que reúne en su nueva actividad.
- El asiento, donde me situó para poner en funcionamiento la bicicleta
- Los pedales, que me permiten transmitir a la rueda trasera, a través de la cadena, mis nuevas Ideas
- El manillar, que me orienta en la búsqueda del cliente, me pone en la dirección adecuada.

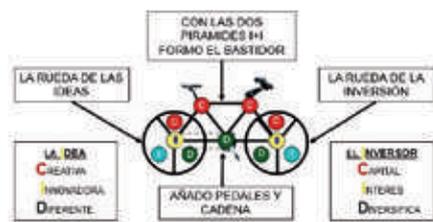


Figura 3. La bicicleta

Cada día me siento en mi bicicleta, que no son otra cosa que las mesas de trabajo, (por la mañana en la oficina de OD y por la tarde en mi estudio de casa), y miro las carpetas de mis proyectos I+D en curso, ordenadas por prioridades, para dar una vuelta de tuerca a cada uno a través de nuevos bocetos, contactos con posibles clientes, o elaboración de presentaciones. A esto añado una metáfora: “Te podrán robar la rueda delantera de los clientes, pero lo que nunca te podrán quitar es la trasera de las Ideas”. Si eso ocurre significa que tu actividad ha cesado y quien está perdido eres tú.

Como anécdota, puedo decir que una de las personas que escucharon con gran atención mi teoría sobre la bicicleta fue Antonio Garrigues paseando por la parte vieja de Cádiz después de la sesión de inauguración de nuestro 50º Congreso de Ingenieros Navales.

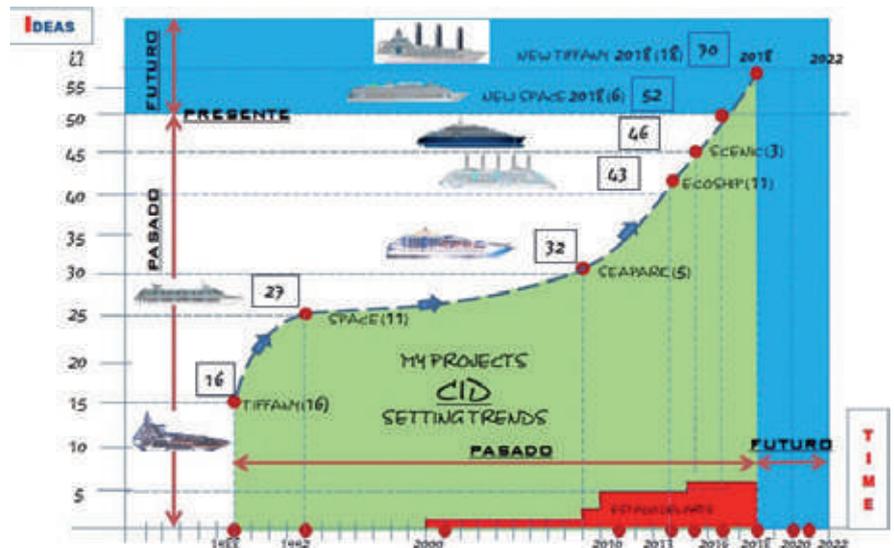


Fig.4. La evolución del diseño

Han pasado más de 30 años desde que decidí crear conceptos de buques que plasmarán, en mayor o menor medida, mis ideas. Unas ideas que recojo en esa rueda trasera, y las que destino a diferentes clientes y mercados a los que me lleva la rueda delantera que dirijo firmemente con el manillar. Esta gráfica representa mi evolución en los prototipos, y a la vez el estado del arte de otras ideas presentes en el mercado.

En el eje vertical de este gráfico están reflejadas las nuevas ideas que van incorporando mis prototipos desde 1998 hasta hoy en día. Adjunto también las tablas que definen estas ideas, y hago una reflexión de por qué se refieren al mundo de los cruceros.

El desarrollo e investigación de nuevas tecnologías, en materiales y máquinas, en los campos de defensa, aeronáutica, aeroespacial, comunicaciones etc..., proporciona con el tiempo soluciones de productos y sistemas, que en la vida moderna utilizamos en el día a día. Asimismo, en mi campo de las ideas, para mejorar el hábitat abordo del que está embarcado por razones de trabajo, he tratado de aplicar soluciones de habitabilidad similares que, al mundo de los cruceros, donde la creatividad permite explorar muchos y amplios conceptos innovadores relacionados con el descanso y ocio. Como ejemplo: que un tripulante, que normalmente pasa semanas y meses lejos de casa y sin pisar tierra, tenga acceso a una cubierta exterior con área para deportes, terrazas en los salones, spa con jacuzzi y gimnasio, camarote con ventana panorámica, ducha de vapor, máquina de ejercicios, sofá de lectura y relax, áreas comunes no masificadas con ventanales panorámicos, opciones para elegir menú y programas de entretenimiento en sus comedores y salones, son equipamientos y características imposi-

bles de imaginar hasta ahora en un buque de trabajo.

Para intentar hacer realidad lo anterior en mayor o menor medida, trato de crear unos vasos comunicantes entre los buques de crucero y mercantes, porque ambos coinciden en que llevan abordo personas dignas de tener la mejor calidad de vida, que si en los cruceros obviamente la tienen, en el mundo de la marina mercante hay mucho margen para mejorarla. Es un proceso lento pero muy gratificante cuando te encuentras con un armador sensible, y ante tal realidad, te pide configurar un camarote con las opciones que he indicado anteriormente.

En resumen, diría que mi experiencia sobre el hallazgo de ideas y soluciones de habitabilidad en “cruceros”, me permite explorar y aplicar mejoras en los buques mercantes, por lo que no he descartado en este “ensayo” referirme a ambos mundos.

#### 5. El todo y la parte - El buque y los interiores

En el campo del Diseño naval definí dos actividades perfectamente diferenciadas y que trato de explicar.

Me refiero al “todo”, cuando lo que busco es la oportunidad de diseñar un barco con independencia del tipo y tamaño, y a la “parte” cuando se entra en el diseño o desarrollo de una parte del buque.

Un Ingeniero Naval tiene la posibilidad de ser protagonista o autor en la concepción de un nuevo diseño y continuar esta vivencia hasta verlo a flote y navegando. Podría decir en términos familiares que puede ser el “padre de la nueva criatura”.

Tabla

Nº	CONCEPTS	TIFFANY	SPACE CONCEPT	SEAPARK	ECOSHIP	SCENIC	NEW CRUISE SHIP	NEW TIFFANY	STATE OF ART		
		1988	1990	2002	2013	2014	2016	2018			
1	SUPERSTRUCTURE L FORM	1							NO	-	-
2	WHALE FORWARD				1				NO	-	-
3	EXTERIOR ATRIUM	2							NO	-	-
4	PROMENADE+PATIOS		1						NO	-	-
5	SKY RESTAURANTS	2							NO	-	-
6	GREEN PARK	4		1	2				NO	-	-
7	VERTICAL GARDENS				3				NO	-	-
8	WATER MEGA PARK	5		2	4				NO	-	-
9	SIDE GLASWALLS	6		3	5				SI	AIDA BELLA	2008
10	PATIO VIEW CABIN	7	2						NO	-	-
11	OUTDOOR THEATRE		3		6				SI	OASIS	2009
12	MONORAIL		4						NO	-	-
13	FUNICULAR	8	5						NO	-	-
14	EXTERIOR MARINA	9	6						NO	-	-
15	MARINA & PORT			4					NO	-	-
16	DUPLEX CABIN	10							SI	OASIS	2009
17	CABANA GARDEN				7				NO	-	-
18	CABANAS POOL DECK						1		NO	-	-
19	MGF CABINS						2		NO	-	-
20	MGF FAMILY & SALONS						3		NO	-	-
21	SKY TOWER	11							NO	-	-
22	OUTDOOR ENTER. PARK						4		NO	-	-
23	CINEMA & THEATRE						5		NO	-	-
24	MEGA GLASS DOME	12	7	5					NO	-	-
25	MAGIC CIRCUS						6		NO	-	-
26	BALCONIES CABIN	13	8	6					SI	CARNIVAL TRIUMPH	1999
27	AFT WATER PARK							1	NO	-	-
28	AERIAL JACUZZI							2	NO	-	-
29	SPA CITY		9		9				NO	-	-
30	EXT. SCENIC ELEVATOR		10						NO	-	-
31	MIRADOR TELESCOPICO	14							SI	OVATION	2014
32	AERIAL WHEELHOUSE	15	11						NO	-	-
33	SOLAR PANELS				10				NO	-	-
34	SAILS				11				NO	-	-
35	WATERFALL	16							NO	-	-
36	HELIPORT					1			NO	-	-
37	MINI SUBMARINE					2			NO	-	-
38	INFINITY POOL					3			NO	-	-
39	AERIAL BAR							3	NO	-	-
40	TOP WHEELHOUSE							4	NO	-	-
41	NEW MODEL OF CABINS							5	NO	-	-
42	WATER PARK RESORT							6	NO	-	-
43	AFT WATER PARK							7	NO	-	-
44	THE RING CANAL & LAGOON							8	NO	-	-
45	THE SIDES ATRIUMS							9	NO	-	-
45	THE SIDES ATRIUMS							10	NO	-	-
46	THE MARINA							10	NO	-	-
47	THE SKY RESTAURANT							11	NO	-	-
48	THE SKY TERRACES							12	NO	-	-
49	THE MAGIC CIRCUS							13	NO	-	-
50	WHEELHOUSE 360°							14	NO	-	-
51	BIGGEST SLIDES ONBOARD							15	NO	-	-
52	THE MEDIA NORIA							16	NO	-	-
53	ZIN WIRES							17	NO	-	-
	<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>5</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>18</b>		<b>TOTAL = 70</b>	

Esta posibilidad es relativamente fácil cuando el proyecto es de un buque de pequeño porte tipo yate o ferry, y es por todos conocido cómo tenemos compañeros altamente competitivos y conocidos en este campo a nivel internacional. Sin embargo, cuando se pasa al mundo de los cruceros de gran tamaño perdemos referencias, por la dificultad en llegar a ser creador de uno de estos diseños.

No obstante, me toca comentar mi posición ante este hecho. Con vocación y perseverancia, tras 25-30 años tratando de estar presente en los nuevos proyectos, las grandes navieras y astilleros me reciben y escuchan, y aunque expresen que les gustan mis ideas, siempre existe la justificación de que llego tarde y cambiar algo tendría un extra-coste no asumible. Ante este hecho, decidí hacer tiempo exponer mis ideas en Congresos, publicaciones y, como no, a los alumnos de Ingeniería Naval siempre que me invitan a ello.

De un famoso Arquitecto recogí la frase "Si tienes buenas Ideas, llegará el momento en que verás su implantación por otros y donde menos te lo imagines. Por ello, quédate satisfecho".

Parece que no es fácil que surjan alumnos de Ingeniería Naval con vocación para implantar en el futuro su "marca de diseño" en grandes buques de pasaje. Pienso que, si en su formación recibieran información de este "mundo", y de la cantidad de nuevos proyectos que surgen cada año a nivel internacional, y se vieran con sensibilidad de "artistas", aparecerían vocaciones enfocadas hacia este campo.

Por último, hay que añadir que en estas fechas hay en construcción en el mundo 76 buques de crucero, con un número aproximado de 100.000 camarotes a bordo. Todos en manos de diseñadores extranjeros. Está claro que tenemos una asignatura pendiente.

**6. Principios del proyecto arquitectónico; forma, función, y contenido**

Cuando se comienza con una nueva idea de buque, y en especial si es de pasaje, se me plantea el dilema de todos los Arquitectos: ¿empiezo con la Forma o con la Función?... ¿Qué es lo más importante? Sobre esto hay muchas teorías y escritos, pues parece que uno condiciona al otro

Si me pongo sobre mi mesa de dibujo (o quién sabe si sobre la mesa de una cafetería o restaurante), en un momento de inspiración puedo trazar un boceto tratando de alcanzar una FORMA que cubra mis expectativas. Si no sale nada, espero el momento y si surge paseando, cojo libreta y lápiz y hago el primer trazo. Cuando en este proceso llegó a un resultado

satisfactorio, se lo muestro al cliente y me refleja rápidamente si voy por buen camino, en cuyo caso, empieza el proceso de cómo resolver que esta FORMA dé respuesta FUNCIONAL al proyecto. Resuelta las etapas de FORMA y FUNCIÓN paso a configurar el CONTENIDO.

Como ejemplo, en el ECOSHIP, la FORMA fue inspirada por una Ballena varada en San Sebastián, la FUNCIÓN fue la de crear una universidad flotante para formar a los pasajeros en temas ecológicos durante 3 meses de navegación, y el CONTENIDO el desarrollo de las cabinas, aulas, Ágora y otros espacios propios de este buque que se separa de los cruceros convencionales en cuanto a que no necesita

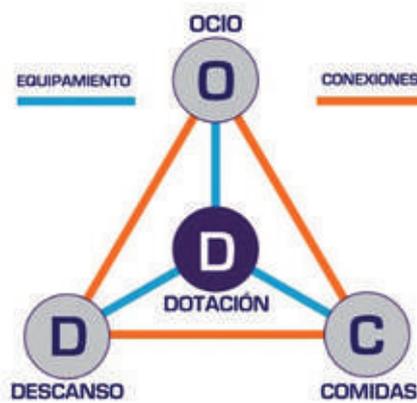


Figura 5. Sistema OCA

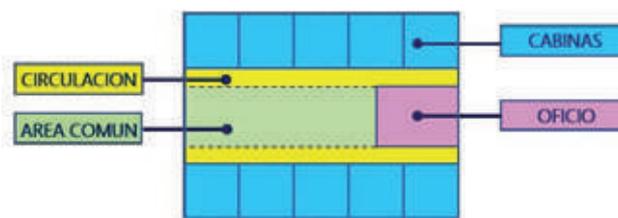


Figura 6. Concepto OCA buques de trabajo



Figura 7. Aplicación del modelo OCA en el buque Hespérides. Visualización área común.



Figura 8. Aplicación del modelo OCA en el buque hospital Esperanza del Mar. Visualización área común.

casino, centro comercial, discoteca, sala de fiestas, etc.

**7. El hombre a bordo - mis programas OCA y CAVIMAR**

Para el Ingeniero Naval con vocación en el área de la Arquitectura a Flote, es muy satisfactorio crear modelos y conceptos de habitabilidad que ofrezcan, además de la seguridad que le proporciona el cumplimiento con el SOLAS, calidad de vida al HOMBRE que vive a

bordo. Esta vocación la comparo a la que tiene el Arquitecto para trabajar en el campo de las viviendas y hoteles.

Mis comienzos en esta especialidad fueron los trabajos para AESA en la estandarización de los modelos de superestructuras tipo "torre" para buques petroleros, LNG, Bulkcarriers, OBOS, etc.

Otra oportunidad fue la presentación, dentro del programa europeo de Innovación en

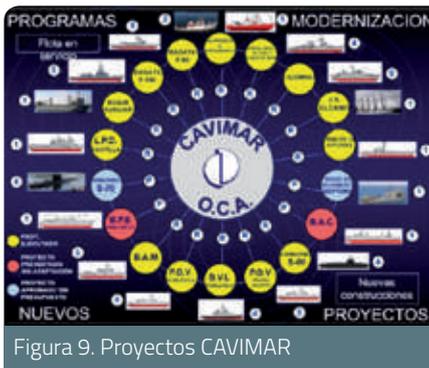


Figura 9. Proyectos CAVIMAR

la Construcción Naval EUREKA, de una propuesta de estandarización de habilitaciones en pesqueros.

A ello siguió mi iniciativa para sacar al mercado el sistema de habilitación OCA, que consistía en introducir un nuevo concepto de habitabilidad a bordo. Este está basado en la creación de un espacio común central, "patio", alrededor del cual, y sin pasillos, se configuraban los camarotes. Se acercaba al concepto de una vivienda con habitaciones y salón común.

Años después llegó la oportunidad para introducir el modelo OCA en la reconstrucción del buque científico Español Hespérides, con la satisfacción de que la mejora de la calidad de vida abarcaba, más allá de la tripulación, a los científicos.

Pienso en las personas destinadas a expediciones alrededor del mundo, viviendo y trabajando durante largos periodos de tiempo en la nueva habilitación, y espero que les haya ayudado a llevar mejor las largas estancias fuera de casa.

Y un poco más tarde llegó la aplicación principal y más extensa del OCA con la creación del programa CAVIMAR (Calidad de Vida en la Mar), para su adaptación en la flota de la Armada Española. Este concepto abarcaba mejoras en tres aspectos: sollados, aseos y salas comunes. La marinería pasó de un gran sollado con un único aseo a varios camarotes con sus aseos y sala común.

Cuántas veces, ante la sorpresa de los altos mandos de la Armada y a la pregunta de "Jaime, ¿cómo lo haces?", les contestaba, "esto es fácil... cómo en la energía, el espacio no se crea, sólo se transforma". Esa era mi misión, y confieso que como Ingeniero Naval disfruté en aportar soluciones de habitabilidad en un total de 46 buques con una dotación total de más de 5.600 personas.

Como colofón, dentro del programa CAVIMAR abordé la reforma completa del Buque Escuela Juan Sebastián Elcano. Me llegó la oportu-

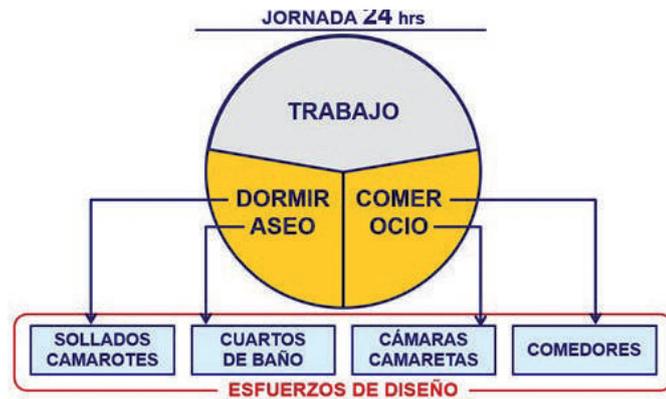


Figura 10. Esquema de distribución de la jornada de trabajo

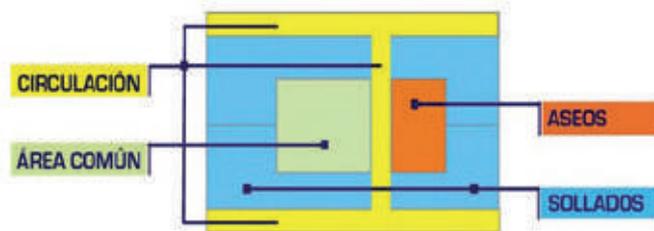


Figura 11. Primer CAVIMAR



Figura 12. Adaptación CAVIMAR al Juan Sebastián Elcano. Reconfiguración de un sollado.

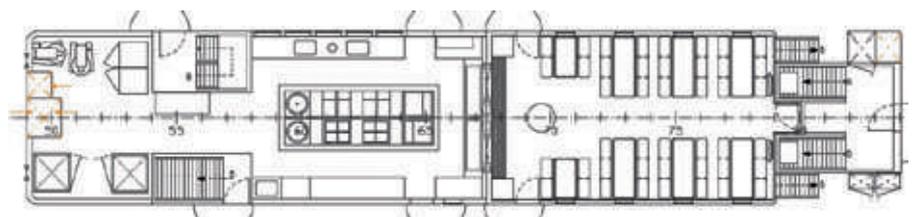


Figura 13. El CAVIMAR en el Juan Sebastián Elcano. El comedor en cubierta exterior contiguo a la cocina y con autoservicio.

idad, tras haber trabajado en la construcción de otros buques escuela, de mejorar la forma de vida de un buque emblemático. Hacía realidad un sueño como profesional, que ni siquiera podía imaginar cuando viste el buque durante la milicia.

Así, tras una visita a bordo, observé y tomé nota de cómo vivía la dotación. Detallo algún ejemplo:

- Se comía en la cubierta baja, a donde se llegaba por una escalera con gran inclinación desde la cocina situada en cubierta.

Se resolvió pasando el comedor a cubierta y conectando a la cocina con un autoservicio.

- Los guardiamarinas se ubicaban en grandes sollados con pocos aseos. Así, se compartimiento en sollados más pequeños y se incrementó el número de aseos y sanitarios, incluyendo espacios separados para el personal femenino.
- Los Guardiamarinas para ir al aseo tenían que acceder a la proa exterior en cubierta expuestos a las inclemencias del tiempo. Se reconfiguraron los espacios para facilitar el su acceso.

La reconversión al final abarcó toda la modernización de la habilitación. Son ya 16 cruceros de instrucción y una vuelta al mundo, en que el *Juan Sebastián Elcano* ha navegado con esta mejora de "calidad de la vida a bordo".

Animo a los estudiantes de Ingeniería Naval a que crean en nuestra profesión, y a que no cesen en su empeño. Los Ingenieros Navales y Oceánicos tenemos la capacidad de convertir muchos sueños en realidad.

**8. Uno de mis productos preferentes - la cabina – el camarote**

En el mundo, y en especial en Europa, hay un nicho importante de diseño y fabricación de modelos de cabinas (camarotes), que desde hace años ha desarrollado la industria auxiliar.

Desde mi punto de vista, el desarrollo de industrias para la fabricación de cabinas y aseos no está ligada necesariamente con los astilleros, y menos con puestos de trabajo para Ingenieros Navales. Es una actividad en la que podrían intervenir los arquitectos relacionados con la industria de hoteles.

Mi experiencia como Ingeniero Naval la he centrado en el aspecto del diseño, donde las posibilidades son interminables. En general, como respuesta a la demanda de cabinas para ferries y cruceros, la innovación en este ámbito no ha ido más allá del desarrollo de nuevas soluciones para aseos y balcones, repitiéndose una y otra vez la cama simple/doble, las literas, el sofá cama, etc.

A partir de aquí viene el reto del Ingeniero Naval para hacer algo diferente, y en respuesta a ello, desde hace más de 30 años vengo trabajando en la creación de nuevos modelos. Aquí presento algunos ejemplos:

**EL COMPARTIMENTO OFS PARA DORMIR EN LOS FERRIES RÁPIDOS:**

Este concepto de cabina responde a la necesidad de un pasajero de navegar a alta velocidad grandes distancias. Actualmente estos buques denominados FAST FERRIES, no permiten ubicar camarotes por razones de seguridad en un posible plan de evacuación. Mi sistema OFS incorpora módulos que se consideran espacios abiertos, por estar separados del resto por mamparas con un 30% de apertura.

Repartiendo esta abertura por igual entre la parte superior e inferior, el espacio de descanso tiene la privacidad necesaria para poder cambiarse de ropa, disponiendo de un mini aseo y una butaca-cama para descansar en un viaje largo. Con este sistema, las limitaciones actuales de rutas de hasta unas 200 millas (5 horas a unos 40 nudos) se sobrepasa-



Figura 14. Aplicación OFS



Figura 15. Cabina OFS en nuestra exposición de Mockup en Santander



Figura 16. Cabina DÚPLEX

rían largamente, abriéndose nuevas rutas a la alta velocidad.

**LA CABINA FAMILIAR DÚPLEX**

Esta cabina responde a la necesidad de navegar en familia (padres e hijos) con independencia y privacidad, mediante una innovadora configuración de áreas para el día y la noche, tal y como se muestra en la figura adjunta.

**La cabina BOUTIQUE para ferries**

Destinada a dotar a ferries de una cabina low-cost. Concepto dirigido a singles, parejas, o grupos de amigos, donde low-cost no

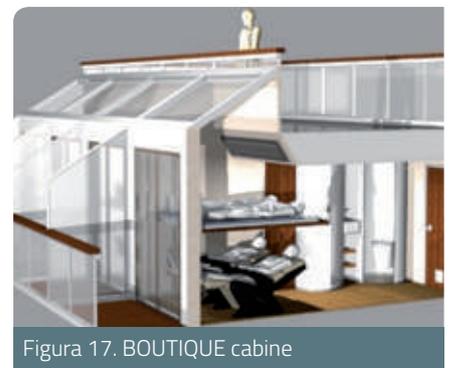


Figura 17. BOUTIQUE cabine

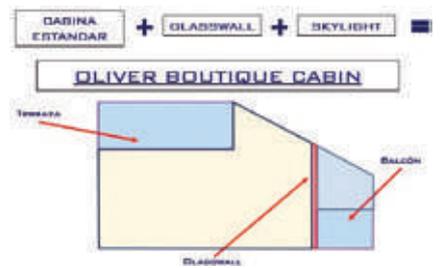


Figura 18. Diagrama de bloques

significa peor calidad. Equipada con dos butacas-cama, litera, aseo completo, terraza, y mirador privado. Todo un símbolo de que menos es más.

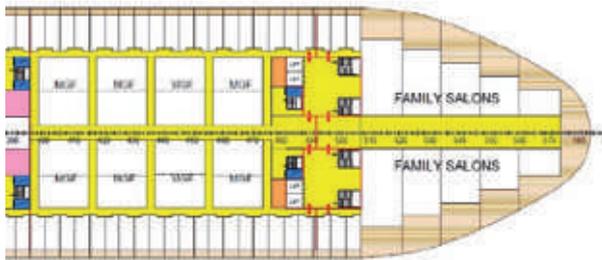


Figura 19. Modulación MGF



Figura 20. Disposición típica de la cabina de tripulación

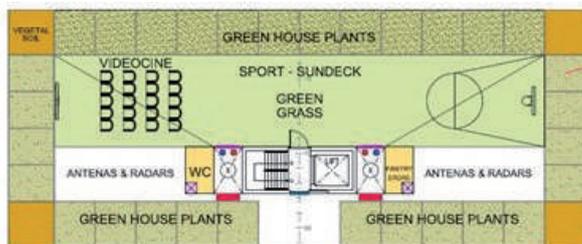


Figura 21. Vista en planta de la cubierta de OCIO

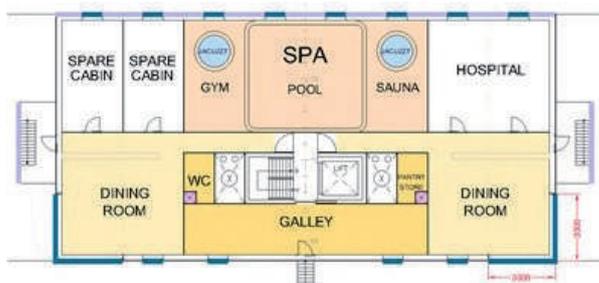


Figura 22. Disposición de la cubierta SPA

¿Cuántas familias, en estos momentos del COVID-19, formadas por abuelos, hijos y nietos están separadas y reclusas en sus casas, están esperando con ansia el reencuentro para celebrar un evento especial, y están pensando en hacerlo, cuando todo pase, a bordo de un crucero? Quiero imaginarme, como ingeniero naval, la posibilidad de hacer realidad este deseo poniendo a su disposición mi modelo de habitabilidad MGF.

Yo, aficionado a los cruceros, como pasajero no concibo cerrar un viaje sin tener todos los detalles de cómo es mi camarote en cuanto a vistas, confort y servicio. Mi opinión es que no está "todo escrito" en el área del camarote. Pienso que hay margen de innovación para ofrecer al pasajero de un crucero algo diferente que permita al Armador hacer más competitivo su producto, dado que es el espacio donde más horas va a pasar el cliente.

### 9. Mi creación del Ecohábitat

En el tiempo en que aún no había conciencia del Cambio Climático y la arquitectura sostenible era solo una idea, tuve la inquietud de crear un modelo de superestructura-torre llamada ECOHABITAT, cuyas características resumo:

- Defino una dotación de 28
- Todas las cabinas están en proa con estrechos ventanales de cubierta a cubierta
- Las salas comunes están en los laterales de popa, incorporando ventanales panorámicos formando chafalán
- Cada sala común tiene su oficina y lavandería
- La tripulación de 28 se ubica: en una cubierta los 2 jefes, otra para 6 oficiales y 2 cubiertas para 10 de marinería
- Cada jefe tiene su Salón, cada 3 oficiales otro salón y cada 5 marineros otro
- En la cubierta baja está la cocina de preparación, que envía el plato precocinado a los oficios, y la piscina común
- Cada camarote tiene un módulo de gimnasia y otro de spa con ducha de vapor
- En popa se habilitan terrazas verdes con jardines verticales
- En la cubierta alta, sobre el puente, se sitúa el área deportiva para juegos y deportes y con viveros de plantas y huertos ECO
- Todos los ventanales disponen de cristales solares que generan la energía para cubrir el consumo de la habitabilidad

En resumen, se trata de crear una superestructura BLUE-GREEN sostenible. La idea existe y ahora falta su difícil introducción en el mercado, que no llegará sin la voluntad de un Armador y Astillero para implantarla. Para ello sólo falta intención de cambiar y renovarse. Lo intenté con el programa de la Naviera de Alejandro Aznar, que construyó primero en Corea

- La cabina multigeneracional MGF

Todos los modelos descritos tienen un común denominador en cuanto a que su configuración

proporcione a los pasajeros la mejor respuesta, tanto si van solos, en pareja, con la familia o en grupos de amigos. De estos ejemplos creo es el momento para hacer esta reflexión:

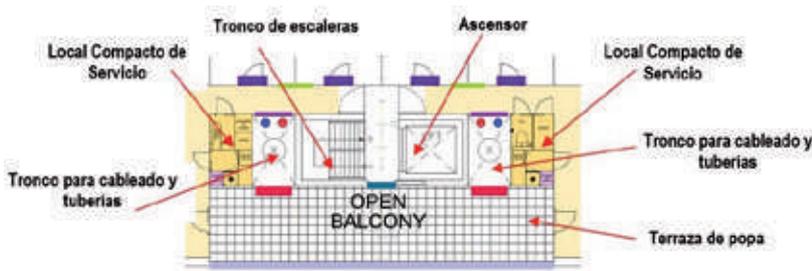


Figura 23. Disposición de la cubierta de servicios



Figura 24. Representación del antes y después de la aplicación del ECOHÁBITAT



Figura 25. En la playa con la ballena

y después en Navantia Puerto Real, pero el proyecto coreano no admitía ningún cambio.

Dejo la posibilidad de que este sueño sea un día realidad en manos de compañeros que ocupen puestos decisivos en Navieras, y que sigan contratando buques con superestructuras tipo torre.

#### 10. La creación del ECOSHIP

Este proyecto comparte el término ECO con el anterior al tratar de ser el barco más ecológico del mercado. El proyecto nace de un concurso internacional de ideas, que tengo la satisfacción de haber ganado, gracias a la creación de una FORMA inspirada en una ballena que vi varada en la playa de San Sebastián un fin de semana.

De la coincidencia de estar en el momento y lugar adecuado nace este proyecto para la ONG mayor del mundo PEACEBOAT que, englobada dentro del grupo ICAN, ganó el premio Nobel de la Paz en 2017.

Como Ingeniero Naval diría que la perseverancia de estar presente año tras año en el mercado internacional del diseño de cruceros me ha permitido protagonizar este proyecto.



Figura 26. Primer boceto. San Sebastián 5/12/11



Figura 27. Boceto del jardín BOIFILICO



Figura 28. Vista exterior del buque

Dada la breve extensión del presente trabajo, no me extiendo más en las características del EcoShip.

Mi humilde mensaje a los Ingenieros Navales, y en concreto a los estudiantes, es transmitir que lo difícil está en poner tu nombre en un primer diseño para, a partir de ahí, tenerlo como referencia para conseguir con menor esfuerzo los siguientes.

En estos momentos en que por causa del COVID 19 no se deja de hablar de China, resulta significativo que tras no pocos años y viajes recorriendo "medio mundo", el armador japonés "PeaceBoat" haya conseguido que este proyecto sea construido y financiado por astilleros chinos.

Cierro este apartado manifestando mi orgullo, como Ingeniero Naval, sobre el hecho de que el diseño se haya quedado en España y no se haya ido al extranjero.

#### 11. El crucero que nace en una U.C.I.

Este apartado lo dedico, por lo que para mí representa, al hecho de que en cualquier momento y lugar puede nacer una idea que esboce una silueta, y de esta forma, generar el programa de un nuevo buque.

Esto me ocurrió en agosto 2018, cuando recién operado del corazón y estando en la UCI, me llegó la petición de un Armador de poner en marcha el diseño un nuevo crucero. Surgió el boceto, y hoy en día está en desarrollo la ingeniería por parte de Sener y las negociaciones para su construcción en marcha con uno de los astilleros líderes en Europa.

#### 12. El buque escuela. De astilleros Celaya a astilleros Freire

Este apartado me demuestra que uno de mis principios como profesional se cumple.

Entre los años 1968 y 1982 colaboré con A. Celaya en la construcción de Buques Escuela, junto con nuestro compañero Juanjo Alonso, que por aquel entonces era director

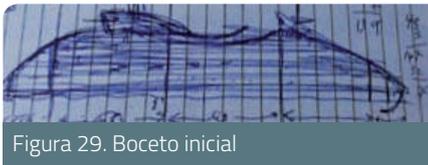


Figura 29. Boceto inicial

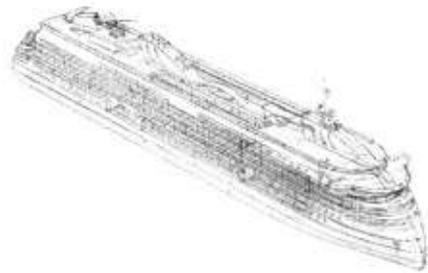


Figura 30. Boceto en 3D



Figura 32. Imagen exterior SeaPark

del Astillero. El cierre de la factoría no provocó que se perdiese nuestra unión profesional ni mi contacto directo con este tipo de buque.

Entre 2002 y 2005, desarrolle los programas OCA y CAVIMAR, que fueron de aplicación directa en la gran reforma del J.S. ELCANO.

En el año 2012, cuando Indonesia sacó a concurso la construcción de su Buque Escuela, puse en marcha un equipo profesional con vocación de "ganar". Rescaté a Juanjo Alonso como ex constructor de Buques Escuela en A. Celaya, añadí mi experiencia en habitabilidad, y nos unimos a DETLEV, un gurú de la vela. Los tres fuimos a la búsqueda del Astillero y la elección fue A. FREIRE.

Con esto se cumplió mi convicción de que si EL EQUIPO DE PROFESIONALES para hacer realidad un proyecto está vivo y es competente, no existen limitaciones por edad, nacionalidad o astillero que disminuyan las opciones de llevar a cabo el desarrollo. Como he dicho antes, la elección de Freire fue un acierto, y de ello fui testigo al vivir la "negociación y firma del contrato", la "puesta de quilla", la "botadura", la "entrega" y la puesta en servicio.

Este ejemplo es una buena representación de lo que llamo "proyecto integral" por haber protagonizado el proyecto arquitectónico y la obra llave en mano de la habilitación.

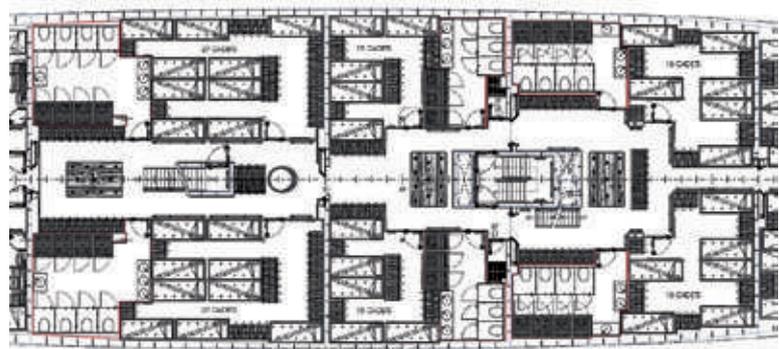


Figura 31. Adaptación del concepto OCA al B.E. Bima Suci. Véase conexión de los sollados a un área central (patio).



Figura 33. Programa de actividades



Figura 34. Boceto en 3D del City SeaPark

### 13. El concepto *Seapark*

Aunque el núcleo de este ensayo corresponde al hábitat del hombre que vive en la mar, considero que este concepto de buque merece ser citado por ser un producto innovador en el mercado.

El *SeaPark* es un buque cuyo Armador no es el convencional que se dedica operar cruceros, sino que nace con vocación de ir destinado a operadores de hoteles, en concreto, el

cliente pernocta en el hotel y durante el día vive la experiencia de estar embarcado en un crucero.

El *SeaPark* es un hotel + parque temático integrados en un buque para operar en primera línea de mar, allí donde el empresario turístico hotelero lo requiera. Está dotado de la más amplia infraestructura y ofrece un diversificado conjunto de actividades y nuevas sensaciones de gran valor y atractivo como complemento a cualquier oferta turística tradicional. En resu-

men, es el proyecto turístico más completo, audaz e innovador de los últimos tiempos.

#### 14. El concepto City SeaPark

Para el hombre que vive en una ciudad con puerto, cualquiera de las actividades que desarrolla adquieren un valor añadido si son A FLOTE.

El CITY SEA PARK nace como idea para que, en una ciudad con población suficiente, y que tenga un muelle disponible, se autorice un amarre a un centro flotante.

Hasta ahora, en los intentos realizados para hacer realidad este concepto de buque, el de mayor interés corresponde a BILBAO. En el desarrollo y modernización del nuevo Bilbao, la Ría ha adquirido un gran protagonismo a lo largo de su eje Abandoibarra y la Isla de Zorrotzaurre. Tras 50 años intentando como ingeniero naval implantar en la Ría un buque destinado a actividades a flote, parece que ha llegado la oportunidad, poniéndolo a flote en el antiguo dique de los A. Euskalduna, anexo al Museo Marítimo.

### C. Conclusiones

#### 1. La formación del ingeniero naval en conocimientos y prácticas

Yo, en su día, recibí una formación en la Universidad que me permitió obtener un puesto de trabajo. Entonces sólo tenía conocimientos teóricos y nada de práctica. El tiempo me ha enseñado que no hay una relación directa entre los expedientes de la carrera y el éxito en el desarrollo del ejercicio de la profesión. En mi experiencia ha sido fundamental acercarme al mundo de la "gestión", generar ideas y saber cómo encontrar el cliente que las "compre".

No conozco la evolución en la formación de los futuros Ingenieros Navales, salvo lo que aprecio en los escasos contactos con las diferentes Universidades de Madrid y La Coruña a través de mis conferencias, y he observado, que cuando a los estudiantes les presento mis

ideas sobre el mundo del diseño arquitectónico, muchos me manifiestan que ello les abre una ventana hacia un campo poco conocido y muy atractivo.

En cuanto a las prácticas, veo con satisfacción cómo se hacen visitas a empresas, astilleros y oficinas técnicas. En particular quiero referirme a la visita de 40 estudiantes de la Universidad de La Coruña que recibí en mi oficina hace unas semanas. Con ellos compartí una mañana de trabajo que, según me expresaron después, les ha dejado una profunda huella y recuerdo.

En resumen, animo a los estudiantes a conocer la "teoría" y aprender la manera de llevarla a la práctica fomentando el contacto con el mundo real.

#### 2. El primer trabajo - Las prioridades

A partir de mi experiencia, me atrevo a enunciar un decálogo de recomendaciones importantes para vivir el apasionante mundo del Diseño Naval en los términos expuestos en este trabajo:

- Salir al mercado del trabajo con los conocimientos teóricos adquiridos y buscar experiencia en el mundo de la gestión.
- Dar más valor a aquel puesto de trabajo que te permite aprender y adquirir experiencia, y no al que te proporcione el sueldo más alto. Calidad antes que cantidad.
- Labor de equipo en el trabajo.
- Tiempo libre para ejercer actividades complementarias de formación.
- Adentrarte a estructuras empresariales donde tu jefe inmediato te dé autonomía para aportar nuevas ideas.
- Si te atrae el mundo de autónomo, atrévete a VOLAR sin MIEDO. Nunca digas "Yo no valgo para esto".
- Desde el principio, aléjate del ordenador, coge papel y lápiz, y trata de bocetar alguna idea que te viene a la mente. Llévalos siempre contigo.
- No digas no sé dibujar, prueba y no te asustes de los que obtengas. Practica y te

sorprenderás, aunque el resultado lo encuentres años más tarde. Tendrás un valor añadido en tu formación y un factor diferencial con respecto a otros profesionales.

#### 3. El emprendimiento: volar sin miedo

No puedo concluir este trabajo sin referirme al libro que decidí escribir el segundo trimestre de 2018. Actualmente editado, dedico la mayor parte de él a mis vivencias y reflexiones en cuanto a mi formación y ejercicio de la profesión.

Una maravillosa experiencia gracias a que un día decidí vivir el mundo del diseño naval, y hacer realidad mis sueños. Su título: "VOLAR SIN MIEDO".

#### 4. Covid 19

En estos días en que el Covid 19 tiene confinada a la gente en sus viviendas, todos hemos aprendido a valorar la importancia que adquiere el que nuestro hábitat nos permita vivir el día a día con la mejor calidad posible. Esta situación me hace valorar doblemente el hecho de que, en el ejercicio de la profesión de Ingeniero Naval durante 55 años, mi actividad haya estado concentrada en la generación de ideas innovadoras para su aplicación a la habitabilidad en los múltiples buques que han llegado a mis manos, y en otros, que parten de diseños que he creado a partir de un boceto. Así, en este trabajo, he ido presentando ejemplos de conceptos de habitabilidad aplicados en buques como: hospitales, oceanográficos, mercantes, defensa, escuela, pasaje, universidad, parques flotantes etc. y cuya implantación ha sido el ADN de mi actividad profesional.

Concluyo expresando que, si el término INGENYERO identifica a nuestra profesión, lo mejor que he podido ofrecer a la sociedad son los granitos de "ingenio" que he aplicado en la configuración del HÁBITAT ABORDO, para que, de esta forma, muchas de las personas que viven en el mar o lo utilizan para moverse tengan una MEJOR CALIDAD DE VIDA. ■

# In memoriam: Jesús Casas Tejedor, Dr. Ing. Naval. Por Gerardo Polo

## Con las botas puestas



Así, “con las botas puestas”, falleció el pasado 28 de marzo nuestro compañero Jesús Casas Tejedor, uno más de los muchos compañeros, amigos, familiares y conocidos que nos han dejado últimamente a consecuencia de la pandemia que estamos sufriendo por el *coronavirus*. Y me gusta señalar eso de “con las botas puestas” porque Jesús hasta el último momento ha seguido trabajando en lo que fue su pasión de toda la vida, su carrera de ingeniero naval. No es difícil acceder a numerosos artículos suyos, publicados muchos de ellos en nuestra revista. Lo que es ciertamente más laborioso es encontrar a alguien que hasta el final de su vida –y tenía 92 años!– haya seguido trabajando, investigando y publicando. Su último artículo en nuestra revista fue publicado hace tan solo unos meses, y estoy seguro de que algún trabajo más habrá dejado a medias. A lo largo de su dilatada vida profesional sus escritos abordaron siempre temas del máximo interés, haciendo partícipes a sus compañeros y lectores de sus comentarios, opiniones o conclusiones en relación con cuestiones invariablemente de gran peso específico para la ingeniería naval y el transporte marítimo y, a la vez, de la máxima actualidad.

Porque Jesús Casas fue un trabajador de los pies a la cabeza, nunca dejaba de dar vueltas a cualquier idea que se le ocurriese y jamás tuvo pereza para ponerse a estudiar, investigar, profundizar en cualquier problema de nuestra profesión. Y de este modo dejó gran número de artículos, muchos de ellos, como hemos

dicho, en nuestra revista, recibió importantes premios, como el *Fisser Price*, otorgado por el *Institute of Shipping Economics* de Bremen en 1981 por su trabajo “Shipping Costs and Revenues” y la Medalla de Oro de las Sesiones Técnicas de Ingeniería Naval en 1979.

Al terminar la carrera en 1957 se incorporó al astillero de Sestao de la Sociedad Española de Construcción Naval, donde desarrolló su labor primero en Acero (Gálibos, Elaboración, Prefabricación y Montaje en Grada), a continuación en Oficina Técnica (Proyecto y Delineación de Estructuras de Acero) y más tarde en Reparaciones, con lo que puede decirse que recorrió paso a paso una gran parte de las labores profesionales habitualmente a nuestro cargo.

Al término de esta primera etapa se incorporó a Sener, Ingeniería Industrial y Naval, donde desde el departamento Industrial inspiró al departamento naval para que éste, tras la fase de identificación y generación de formas de carena, prosiguiera el desarrollo de lo que finalmente se convertiría en el actual sistema *Foran*, aportando como primera idea el despiece del forro mediante chapas casi-rectangulares al objeto de reducir la cantidad de chatarra producida en el proceso de elaboración.

La última etapa de su vida profesional la desarrolló en el ejercicio libre de ésta, como ingeniero asesor de diversas navieras, con las que colaboró en la construcción de algunos buques históricos, como el petrolero “Álvaro de Bazán” (de Esso) de 165.000 toneladas de peso muerto y en la transformación del “Bahía Gaditana” (de Shell) para su operación en el campo petrolífero de Amposta. También tocó de cerca el mundo de la carga seca a granel, a través de Petromed, operando *bulkcarriers* y *OBOs* de muy diverso tamaño, desde 27.000 a 110.000 toneladas de peso muerto y petroleros de hasta 250.000 toneladas.

Fue, también, Presidente de la Asociación de Investigación Naval ASINAVE.

Es lógico que tras una vida profesional tan intensa, variada y apasionante tuviera mucho que contarnos. Ya nos hemos referido a su colaboración en la revista. Pero no era suficiente y tan pronto como se vio un poco más libre de sus actividades profesionales se puso a escribir. Y publicó en 2007 un tomo de más de seiscientas páginas cuyo título lo dice todo:

“Negocio Marítimo y Construcción Naval. Relaciones y vínculos trascendentes”. En realidad, si no todo, dice casi todo lo que había sido su vida profesional, pues había tocado prácticamente todos los palos, tanto en el ámbito de la construcción naval como en el del transporte marítimo. Por eso pudo decir, con conocimiento de causa, que el negocio marítimo y la construcción naval son dos actividades conexas, difíciles de concebir aisladamente. Y, siempre tratando de difundir sus conocimientos allí donde fueran más precisos, dedicó el libro a los alumnos de las escuelas de Ingeniería Naval, con el mensaje de que es muy difícil proyectar adecuadamente un buque si no se conoce bien cómo se llevará a cabo su operación técnica y comercial y cómo se vigilará el resultado económico de su explotación, mensaje que comparto plenamente.

Con independencia de su vida profesional, Jesús fue siempre un enamorado de la vida, estaba “en todas partes”, no había acontecimiento social o profesional en el que no estuviera presente, fue un gran amigo y una gran persona. Además, fue un gran dibujante: a muchos de sus amigos nos hizo magníficos retratos. Y todo ello sin darle la más mínima importancia, como solía hacer las cosas.

Desde estas líneas recordamos con especial cariño a Conchita, su mujer, y a sus hijos, especialmente a Bruno, compañero nuestro, deseando sepan hallar la paz tras haber compartido con Jesús una vida tan intensa y plena como la suya. Pueden todos ellos estar seguros de que nosotros tampoco lo olvidaremos. Descanse en paz. ■



## Memoria de Staffan Mörling

La investigación sobre la cultura marítima de Galicia, tiene una deuda con el antropólogo y etnólogo sueco Staffan Mörling, nacido en Karlstad (Värmland) en 1936, que ha fallecido el pasado catorce de mayo. Staffan Mörling llegó a Galicia, recién finalizados sus estudios de licenciatura en antropología cultural en la Universidad de Lund en Suecia, atraído por las semejanzas constructivas entre las embarcaciones tradicionales de las islas Feroe y las dornas, embarcación de la costa occidental de Galicia de características singulares. En la personalidad de Staffan confluyen tres características definitorias; por una parte el rigor científico con el que reflexiona sobre la realidad y estructura y redacta sus trabajos de investigación, consecuencia de su formación como antropólogo cultural; su empatía con la tierra y las personas de la Galicia marítima que se percibía en su mirada inteligente y atenta y se reflejaba en todos sus escritos, y por último la característica diferencial de proceder de otra cultura, de otro país, lo que le permitía mantener un distanciamiento en su forma de acercarse a la realidad marítima de Galicia que dotaba de una gran objetividad sus apreciaciones.

En su primera publicación *Las embarcaciones tradicionales de Galicia* abordó el problema de la catalogación de la tipología de las embarcaciones tradicionales de la costa atlántica y cantábrica de Galicia. En este libro nos dejó constancia de la importancia primordial que para el antropólogo deben tener los trabajos de campo, el registro fidedigno de todo aquello que ve, la transcripción de lo que escucha, el dibujo detallado y cuidadoso de una embarcación abandonada en una playa o el aparejo descrito por un maestro velero y la oportunidad de unas fotografías que ayudan a fijar unas características.

En el libro que publicó a continuación, *Dornas y Lanchas. La estabilidad cultural y la morfología de las embarcaciones en la costa occidental de Galicia* Staffan realizó un análisis en profundidad de la subcultura creada alrededor de la vida de los marineros de la lancha y los pescadores de la dorna donde las embarcaciones desempeñaron un papel central.

Entre estas dos obras de referencia, sus trabajos de investigación han quedado refleja-



dos en artículos, conferencias y contribuciones imprescindibles para quien se adentre en la cultura marítima de Galicia, y aquí es necesario hacer mención expresa a su colaboradora y esposa Josefa Otero cuya contribución a los trabajos de campo y comprensión del entorno social de las comunidades marineras, fueron reconocidos por el propio investigador. ■

José María de Juan-García, Dr. Ingeniero Naval.

## Para ser Ingeniero necesitas el Máster



Las nuevas sentencias y resoluciones administrativas refuerzan la tesis mantenida por la Ingeniería española de que el **ejercicio de la profesión de los ingenieros técnicos se encuentra exclusivamente circunscrito al ámbito de la especialidad cursada.**

Puedes leer la sentencia aquí: <https://ingenierosnavales.com/para-ser-ingeniero-necesitas-el-master/>

El Tribunal Superior de Justicia de Madrid, por sentencia 143/2020, de 1 de abril de 2020, notificada el 27 de mayo, ha desestimado el recurso contencioso-administrativo interpuesto por el Instituto de Ingenieros Técnicos de España (INGITE) contra la Resolución de 11 de mayo de 2017 de la Secretaría General de Universidades.

Dicho recurso, en su fondo, buscaba la anulación de que la habilitación para el ejercicio

de las profesiones de Ingeniero Técnico se encuentra circunscrita al ámbito de una especialidad concreta, alegándose, por parte del INGITE, que "no cabe establecer una relación directa entre las antiguas especialidades y los títulos oficiales de Grado (generalistas), debiendo la profesión ser única por cada una de las ramas de la Ingeniería, sin poderse establecer varias profesiones dependientes de las antiguas especialidades".

En su Fundamento de Derecho Quinto, la Sala coincide en las exposiciones realizadas por el Instituto de la Ingeniería de España (IIE), la Unión Profesional de Colegios de Ingenieros (UPCI), el Colegio de Ingenieros Aeronáuticos y el Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, señalando que "la cuestión de fondo a debate está reiteradamente resuelta por nuestros Tribunales en sentido contrario al recurso actor.". Ratificando nuevamente con ello que la normativa vigente en España circunscribe el ejercicio de la profesión de Ingeniero Técnico al ámbito de la especialidad cursada. ■

**Grado = Ingeniero Técnico  
Máster = Ingeniero**

## Los "BUQUES": la convivencia y la "VIDA A BORDO"

Por R. Villa, Dr. I. N. n° 2943

El trabajo del marino es muy diferente al resto de profesiones existentes. Se trata de un sector en el que se puede llegar a conocer mucho mundo, pero en unas circunstancias muy especiales y rutinarias.

Se podría destacar que la convivencia a bordo de los barcos está muy condicionada por las rutinas marineras del día a día. Los trabajos, las guardias o las comidas obedecen a unos patrones muy programados, basados en los usos y costumbres, y muy difíciles de modificar, si llegara a ser necesario cambiarlos. Leer, descansar, trabajar o comer, son algunos de los actos que a diario se realizan en los buques, y generalmente siguiendo un patrón perfectamente programado. Otro dato curio-

so, es la existencia de tripulaciones internacionales, con múltiples nacionalidades, que pueden suponer un gran reto a superar, para ciertos marinos.

### 1. LA VIDA A BORDO DE UNA NAO HACE 500 AÑOS

Es evidente que la sociedad ha cambiado a lo largo de los años, por lo que sería imposible que esto no se viera plasmado en la evolución de la vida a bordo. Cuando hace 500 años Magallanes y Elcano jugaban a las cartas, seguro que no hubieran pensado nunca que sus juegos serían sustituidos en el futuro por má-

quinas denominadas ordenadores portátiles, que se encargarían de entretener de manera individual a los tripulantes.

Hay que pensar que, en la época de la circunnavegación, los capitanes eran los únicos privilegiados a bordo de las naos. Sólo ellos tenían camarote.

La vida a bordo presentaba muchas penalidades. Apenas existían 150 metros cuadrados de cubierta útiles para cuarenta o cincuenta hombres, que no podían pisar la bodega, ya que se trataba de un lugar sagrado donde se almacenaban víveres, agua dulce, repuestos y



Figura 1. Simulación de un camarote triple de una fragata moderna en EXPONAV



Figura 2. Simulación del interior de una fragata del Siglo XVIII en EXPONAV



Figura 3. Contraportada Prensa Escuela del 29 de enero de 2020

armas. La bodega sólo podía ser visitada por el capitán o por aquellos a quien él autorizase. El hombre de mar de aquella época era muy práctico. Su aprendizaje estaba basado en la observación y en la intuición.

En aquella vida tan jerarquizada, el pequeño espacio existente se repartía por categorías. En popa se situaba el camarote del capitán, y el segundo de a bordo (el maestro) y el resto de los oficiales, se repartían la chupeta (la cámara inferior del capitán). Tal como indica el escritor, investigador y capitán, Sabino Lauricica Villalabeitia, a partir de la construcción de las naos, que fueron los primeros buques transoceánicos con una cubierta cerrada bajo la cubierta de intemperie, la tripulación pudo dormir y descansar al abrigo de las adversidades, rezando para que las condiciones climatológicas no fueran muy extremas, tanto por frío como por calor. Estos buques tenían tres cubiertas, la más baja era la cubierta de carga, sobre ella y sobre la línea de flotación la cubierta principal o cubierta de abrigo, y más arriba la cubierta de intemperie. Gran parte de los tripulantes de las cinco naves iniciales de la circunnavegación fallecieron debido al hambre y enfermedades como el escorbuto, provocadas por la falta de la vitamina C en la alimentación (producida por la escasez de vegetales). Hay que recordar que el agua potable a bordo en aquella época era un bien muy escaso, por lo que para lavarse utilizaban agua de mar recogida en cubos, y cuando la navegación lo permitía, se bañaban en el mar.

En cuanto a las relaciones, el capitán era la principal autoridad a bordo, y quien ejercía el mando. El maestro mandaba en la marinería, el piloto era el encargado de gobernar la nao, el contra maestre era responsable de las ve-



Figura 4. Simulación de un aseo de una fragata moderna en EXPONAV



Figura 5. Simulación de una cámara de un buque en EXPONAV

las, los marineros y grumetes efectuaban las tareas que les ordenaban, y los pajes realizaban los rezos diarios.

Los efectos personales de la tripulación viajaban en baúles, de dimensiones acordes a las categorías. En ellos custodiaban sus escasos objetos personales y además eran utilizados como asientos, mesas o tableros de juego. Y en cuanto a la vestimenta, no existía uniformidad a bordo, generalmente eran camisas y pantalones de paño de lino y cobertores de lana confeccionados a mano, lo mismo que los gorros y medias, a lo que se añadirían varios pares de zapatos de cuero.

En lo referente a las relaciones de convivencia, estaban basadas en estrictos reglamentos, que establecían castigos por dormirse estando de guardia, entrar en la bodega sin permiso, o por insubordinación o hurto. Los castigos podían variar desde que te pusieran grilletes o te dejaran a pan y agua; hasta que te azotaran, cortaran una mano, abandonaran en tierra, o incluso te pasaran por la quilla.

Entre tanta desdicha, la hora del rancho era un acto diario muy importante, lleno de bromas, y en el que se formaba gran jolgorio. Se elaboraban guisos en grandes calderos, y excepto el capitán y demás privilegiados, se co-

mía en cubierta, compartiendo platos grandes de madera. La comida a base de legumbres, carne salada y el pescado si era capturado en el viaje, a esto había que añadir el bizcocho (cocido dos veces) que era una torta de trigo sin levadura y que era remojada en el escaso vino que se podía consumir.

## 2. LA SOLEDAD DEL MARINO

La vida a bordo de un barco es una gran experiencia, apenas comparable con un trabajo en tierra. Ofrece la posibilidad de viajar y conocer muchos países, pero hay que tener en cuenta el hecho de que se trata de una actividad que implica una serie de dificultades, que deben ser tenidas en cuenta antes de apostar por esta vida.

Por un lado, si alguien es muy propenso a marearse, tal vez no deba decantarse por este trabajo, aunque también es verdad que suele ser un problema que se supera con facilidad, al menos con estados de mar y viento aceptables. Por otro lado, nos enfrentamos a un mundo duro, en aislamiento, pero que a la vez convertirá nuestra vida en pura rutina, alejándonos de los problemas cotidianos de la vida alejada en tierra firme. De alguna forma empezaremos a estar menos preocupados por los problemas diarios de la familia, ya que, al fin y al cabo, poco podremos hacer desde la distancia. La rutina empezará a convertirse en el gran aliado del marino.

Se debe destacar que abordo, cada tripulante ocupa su lugar, y conoce perfectamente sus tareas a lo largo de la jornada. Esa rutina registrará su vida durante el tiempo que dure el embarque. Al fin y al cabo, el buque se convierte en una "institución total", donde en la actualidad, un grupo de hombres y mujeres viven y trabajan, aislados de la sociedad, durante un prolongado periodo de tiempo. Intervalo durante el cual estarán apartados de la vida exterior, y en el que no podrán compaginar su vida con gran parte de actividades externas que se estarán produciendo en tierra firme.

Salvo casos aislados de navegaciones muy cortas, en pequeñas rutas, donde existan varias tripulaciones, la vida de los marinos estará siempre marcada por ese concepto de institución total. Concepto que se afirma por la existencia de la jerarquía a bordo. Sin ella, el principio de institución total sería cuestionable. Pero no cabe duda de que esa jerarquía existe, y además de forma muy marcada, de acuerdo con las titulaciones, y puestos ocupados, de cada tripulante.

No obstante, el concepto de soledad varía mucho con el tipo de barco. No es comparable un gran buque de pasaje, con 200 o 300 tripulantes (sin contar a los pasajeros), con un

## Los recién titulados con rentas más altas

Egresados en el curso 2013-14

Base de cotización  
En euros/año

Titulación	Base de cotización (En euros/año)
Medicina	34.290
Náutica y transp. marítimo	33.977
Ing. aeronáutica	30.454
Ing. de organización industrial	30.052
Desarrollo de software	29.794
Ing. en tecnologías industriales	29.458
Ing. de computadores	29.295
Ing. de telecomunicación	28.737
Ing. en electrónica	28.471

Figura 6. Salarios de los nuevos egresados (Fuente: La Voz de Galicia)

barco de carga de pequeño porte (que podría navegar incluso con ocho o diez tripulantes), o con un buque de pesca. En cualquier caso, la mayor parte de las tripulaciones de los barcos mercantes se mueven en números en torno a las veinte personas. El mundo de los buques de guerra, en cuanto al número de tripulantes, también es muy diferente al de los buques mercantes, ya que los fines de las misiones y sus sistemas, exigen mayor número de personal embarcado.

## 3. LOS SALARIOS DEL MARINO

Si calculáramos al cambio actual los sueldos en maravedíes de los hombres de Elcano hace 500 años, igual nos encontrábamos con la sorpresa de que los salarios de hoy en día serían muy equiparables a los que cobraban los hombres de Magallanes. Sueldos que permitían a aquellos marinos tener en sus casas un nivel de vida superior al de la época (al menos a los que regresaron). Hay una anécdota curiosa referente a los salarios que cobraban los marinos de la circunnavegación. Resulta que los pilotos Andrés Sanmartín, Juan Rodríguez, Vasco Gallego y Juan Rodríguez Serrano, se quejaron al rey de que el portugués Juan López Caravalló, también piloto, cobraba bastante más que ellos, por lo que el rey, mediante cédula fechada el 10/03/19 elevó el sueldo de los reclamantes hasta 6000 maravedíes.

¿Pero realmente los marinos de hoy en día están bien pagados? Pues como todo en esta vida, la respuesta dependerá de a quién se le pregunte. En cualquier caso, intentando ser un poco objetivo, me gustaría indicar que, según un estudio de inserción laboral de los nuevos egresados universitarios, que publicó el pasado año el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, se situó la remuneración bruta anual que recibía un piloto de la Marina Mercante en 33.977 euros, sólo superados

por los 34.290 que, según el informe, ganaba un médico de reciente titulación. La media alcanzada por todas las profesiones se situaba en 23.528 euros.

Dicho esto, hay que establecer una serie de matices. Se debe tener en cuenta que la calidad de vida de un marino, las veinticuatro horas del día embarcado, es peor que la del resto de trabajadores en tierra, con una vida bastante más incómoda. Con este hándicap, habría que discutir si los marinos están bien pagados o no, aunque lo que parece claro, es que hubo tiempos mejores. Otro matiz oscuro en el estudio ministerial afecta a si esos datos corresponden a salarios de buques con pabellón español. Hay que tener en cuenta que el mundo de las banderas de conveniencia en el sector marítimo hace que muchos españoles después tengan que rendir cuentas a nuestra Hacienda, amén de pagarse un seguro, por lo que algo que a priori pueda parecer un muy buen sueldo, puede ocurrir que al final no lo sea tanto.

## 4. PLAN CAVIMAR:

Uno de los condicionantes que siempre han afectado a los buques es el de la seguridad. Cumplir con los requisitos del SOLAS (seguridad de la vida en la mar) ha sido siempre una de las razones por la que la habitabilidad de los barcos ha sido tradicionalmente poco atrayente.

Pero un día un ingeniero naval llamado Jaime Oliver pensó que, si en un barco la seguridad ya la teníamos de alguna forma garantizada, ¿por qué no dar un paso más y buscar la mejora de la calidad de la vida en la mar? Esa idea nació porque un día Jaime, visitando en Vigo el buque de la Armada Juan Sebastián Elcano (JSE), observó a un marinero en albornoz que recorría la cubierta exterior para ir a los aseos



Figura 7. Comedor fragata tipo FFG antes de la conversión (Fuente: Oliver Design)



Figura 8. Comedor fragata tipo FFG después de la conversión (Fuente: Oliver Design)



Figura 9. Cartel anunciador programa CAVIMAR en EXPONAV



Figura 10. Cartel obras programa CAVIMAR en EXPONAV

situados en proa, al tiempo que se estaba realizando una carga de la bodega a través de una escotilla situada entre literas dónde descansaba el personal. Es decir, detectó flujos de carga y personal, que podían ser mejorables, incluso en la hora de la comida. Y así nació el programa CAVIMAR, con el objetivo de pensar en cómo mejorar la calidad de la vida en la mar.

Esta idea, unida a los problemas de reclutamiento en la Armada española en los años dos mil, desembocó en una inversión para la mejora de la habitabilidad de sus buques, que afectó a más de treinta barcos que ya estaban en servicio. No obstante, el primer proyecto de reforma fue adjudicado al JSE, que se realizó satisfactoriamente.

Posteriormente, Oliver emulando a los físicos, indicó que el espacio en un buque no se podía crear, pero sí transformar. Y por ello presentó un proyecto de transformación de un sollado dónde anteriormente vivían cuarenta marine-

ros en literas de tres alturas, y demostró que en ese mismo espacio se podría proyectar una zona común central separada, y una serie de sollados distribuidos alrededor.

El CAVIMAR, entre 2006 y 2010 fue liderado por Oliver Design (junto a Navantia y a otras empresas), y aplicado a 34 barcos de la Armada, en los que se buscaba para los embarcados una vida a bordo más cómoda y un entorno más ergonómico donde se pudiera combinar trabajo, ocio y descanso. Este plan afectó también al portaaviones Príncipe de Asturias, a los buques hidrográficos, a las fragatas y a los patrulleros.

### 5. RECREACIÓN DE ESPACIOS DEL BUQUE EN EXPONAV:

La habilitación en los buques a través del tiempo, como ya se aprecia en imágenes de este artículo, también está presente en el museo de la construcción naval, con una recreación de la vida a bordo de una fragata del

siglo XVIII y los alojamientos de un buque de guerra español del siglo XXI. De esta forma nos adentramos en el mundo naval desde el siglo XVIII, hasta nuestros días. Se ha recreado medio sollado de una fragata del siglo XVIII, que dispone de dos cañones con toda su maniobra, y donde se han situado tan solo dos "coys", típica hamaca de lona con bolinas de piola para colgarla en el sollado o batería, en donde dormía la marinería. En el centro se ve una mesa colgada de la cubierta superior con dos bancos y diferentes enseres de madera del "rancho".

Dando un salto en el tiempo se pasa a un buque español del siglo XXI. Disponemos de una sala de estar con mesas, un aparador para enseres y una biblioteca. También recreamos un camarote de oficiales y suboficiales con dos literas, una mesa de trabajo, armarios y una muestra de diferentes piezas o elemen-

tos del vestuario. También existe un módulo de aseos. Se recrean los servicios: la ducha, el retrete y el lavabo. Por último, también se recrea una camarera de marinería que dispone de tres literas, taquillas bajo cada una de ellas y unos armarios.

## 6. CONCLUSIONES:

El trabajo en el mar es más penoso que el que se pueda realizar en tierra. Por ello, de alguna manera, hay que conseguir que la vida a bordo de los buques sea lo más similar posible a la vida que se pudiera llevar en una instalación situada en tierra. Por lo tanto, es una responsabilidad de los ingenieros navales el tratar de dotar a los buques de esos estándares de habitabilidad que provoquen esa mejora para los marinos. Probablemente estos meses de confinamiento que hemos vivido por culpa del COVID-19 nos hagan ser un poco más sensibles a esta mejora.

La navegación comercial, se basa en una estructura social regida por un código de habilidades sociales conservador y jerárquico. Las relaciones entre personas a bordo se producen en torno a la cámara, único lugar de encuentro y de asueto común. El sector pesquero es un caso más extremo de estas relaciones, cuando en un espacio reducido conviven personas de diferente religión, lengua y cultura.

En los buques existen condicionantes de la vida, que no se producen en otros ámbitos laborales. Perder un ser querido durante un embarque, faltar en el nacimiento de un hijo, o no poder desembarcar en un puerto extranjero porque no ha aparecido el relevo, son situaciones duras que sólo se viven en este ámbito marino. Y eso sin olvidar el sinfín de cumpleaños, comuniones, bodas o resto de actos menores, a los que es imposible acudir. Además, son situaciones de las que tampoco se puede escapar ya que a bordo existe un jefe, el capitán, que administra la justicia, obviamente según las leyes, y que



Figura 11. Simulación de un collado de marinería de una fragata moderna en EXPONAV

será el encargado de velar por la seguridad del buque, a veces, desgraciadamente por encima de los intereses personales de los tripulantes.

Para finalizar me gustaría recordar que un graduado de marina civil, tras cuatro años de estudios y realizar los 300 días de embarque exigidos, se someterá a una prueba que, de superarla, le otorgará el título de piloto de la

marina mercante de segunda clase (el de primera llegará con la experiencia de aproximadamente dos años de embarque), y posteriormente, efectuando un máster de dos cursos, podrá ser capitán, cuando finalice el periodo de embarque adicional de otros dos años. Y se debe destacar que los graduados de máquinas de marina civil tendrán una progresión similar, en número de años, hasta alcanzar el título de Jefe de Máquinas. ■

## “CONVERSIONES” de “BUQUES”

Por R. Villa, Dr. I. N. n° 2943



Las conversiones de buques consisten en modificaciones sustanciales de las características principales de los mismos, es decir, de la disposición general, del sistema de carga o pesca, o del equipo propulsor. A diferencia de las nuevas construcciones, las transformaciones son operaciones que se realizan sobre buques ya existentes, por lo que se aproximan más a las reparaciones. Sin embargo, se diferencian de éstas últimas, en que conllevan gran volumen de horas de ingeniería, factor

que por otro lado las asemeja más al proceso de las nuevas construcciones.

En España, en la actualidad, ASTANDER es el único astillero que de forma casi exclusiva se dedica a estos grandes proyectos, exceptuando el tema de yates, que lo llevan a cabo de manera comercial en Barcelona y Mallorca. De manera general Astander es el único astillero que oferta estos trabajos en grandes buques mercantes en España,

aunque también existen pequeños astilleros, tales como Nodosa, Freire o Armón, que realizan, o han realizado, transformaciones de pesqueros (pequeños alargamientos). En el pasado BAZÁN/IZAR también llevó a cabo conversiones de buques off-shore, e incluso de barcos de pasaje.

### INTRODUCCIÓN:

De la información relatada en el encabezamiento de este artículo se puede llegar a la conclusión de que las transformaciones suponen una alternativa a las nuevas construcciones, dando una respuesta ágil a la demanda del mercado, mediante la modificación de buques existentes, con soluciones a menor coste y llevadas a cabo en un intervalo de tiempo menor al que sería necesario para construir un buque nuevo.

Por su lado, el SOLAS (seguridad de la vida humana en la mar) considera una transformación a cualquier cambio que altere sustancialmente las dimensiones de un buque, como es el caso del alargamiento del barco por la inserción de un nuevo cuerpo central. Añade el SOLAS, que en esa situación el buque deberá cumplir todos los requisitos exigidos en el capítulo II de dicho reglamento, en lo referente a construcción, prevención, detección y extinción de incendios.

Además, también indica, en su capítulo II-2, que en aquellas reformas y modificaciones en que se alteren considerablemente las dimensiones de un buque o los espacios de alojamiento de los pasajeros, o se aumente sustancialmente la duración del servicio del buque, se deberán cumplir igualmente



Figura 1. Conversión del Anne Risley (Fuente: Astander)

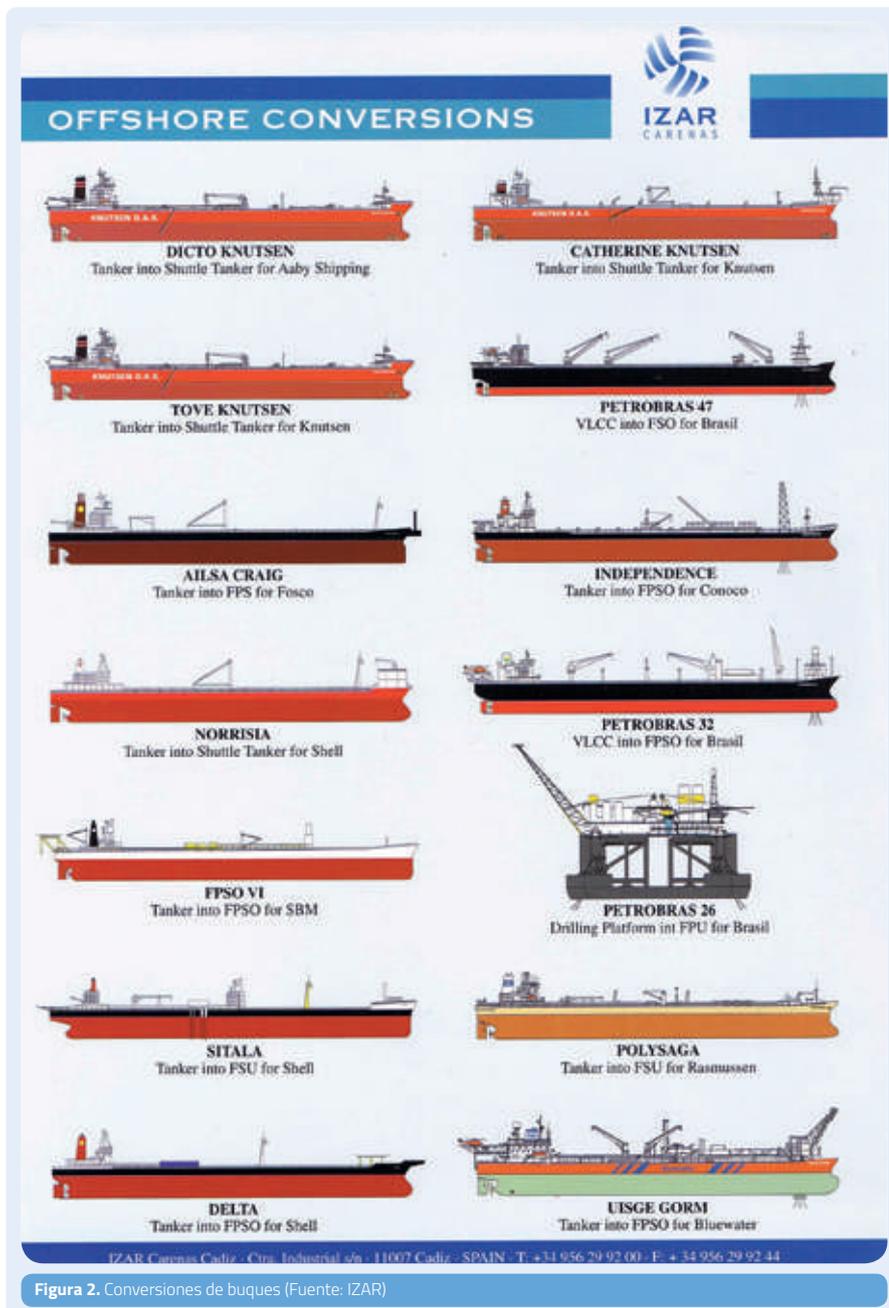


Figura 2. Conversiones de buques (Fuente: IZAR)

las prescripciones exigidas en el citado reglamento. Obviamente, esas conversiones deberán llevarse a cabo a satisfacción de los inspectores de las SSCC (Sociedades de Clasificación) y conforme a sus reglas.

### TRANSFORMACIONES MÁS HABITUALES. LOS SUPERPETROLEROS:

Dentro de todas las posibles conversiones de buques que podrían existir, de entre todas ellas, destacaría como las más habituales, las de los "alargamientos". Los aumentos de la eslora (alargamientos) de petroleros fueron bastante frecuentes a finales de los años sesenta cuando se produjo un aumento espectacular del tamaño de este tipo de buques, coincidiendo con el cierre del canal de Suez. Recordar, repasando

un poco la historia que, en 1967, tras desatarse la Guerra de los Seis Días, se produjeron en la zona de Egipto actos de hundimientos de barcos que provocaron un nuevo bloqueo del canal de Suez (diez años antes hubo otro), pero esta vez mucho más potente que el anterior. Fueron ocho años de cierre, periodo durante el cual varios buques quedaron atrapados en su interior, hasta que en junio de 1975 se produjo finalmente su reapertura.

Durante aquella época se pensaba que construir superpetroleros, que tenían que llevar a cabo una ruta más larga, bordeando el continente africano, era una buena inversión. Se construyeron buques de 500.000 toneladas de peso muerto, y se llegó a pensar en construirlos hasta de un millón de toneladas, pero la reapertura de Suez acabó con aquel sueño.

Otro tipo de transformación de buque muy conocida es la denominada "Retrofitting", y consiste en realizar al buque obras de adaptación a normativas MARPOL, tales como la implantación de sistemas de tratamiento de aguas de lastre, sistemas de reducción de las emisiones de azufre de los combustibles (scrubbers), etcétera

Se debe destacar que también se han efectuado alargamientos de buques graneleros (bulkcarriers), y por supuesto de barcos de pasaje, o incluso de pesqueros, que obviamente podrían ir acompañados de aumento de puntales y mangas, por exigencias de la estabilidad. Otros tipos de transformaciones pasadas, realizadas por BAZÁN-IZAR, de buques off-shore, se pueden observar en la figura 2.

### EL BUQUE DE MAYOR ESLORA Y CAPACIDAD DE LA HISTORIA:

En 1976, en Japón, comenzó la construcción de un buque petrolero llamado "Porthos". Después, en 1979, fue revendido a un magnate de Hong Kong llamado Tung Chao Yung, quien quiso aumentar las dimensiones principales del barco para poder incrementar la capacidad de carga, buscando el objetivo de llegar a poseer el buque petrolero de mayor capacidad del mundo. En 1981 este buque llevaba a cabo su primera singladura como buque "modificado", ya bajo otro nombre, el "Seawise Giant".

Este monstruo del transporte marítimo se convirtió en el barco de mayor eslora de la historia jamás construido, una vez que fue cortado en dos y se le insertó una sección de 81 metros de eslora. Obviamente, con aquellas dimensiones, y un **calado de 24,6 metros**, no podía atravesar el Canal de Panamá. Sus **458 metros de eslora y 69 metros de manga**, se lo impedían. En condición de máxima carga, su **desplazamiento** era de **657.019 toneladas**, es decir, probablemente el buque con mayor desplazamiento de la historia.

El que fuera el petrolero más grande de la historia (hoy en día ya ha sido desguazado), tuvo una vida operativa de 31 años, aunque a partir de 1986 fue usado como un gran almacén flotante (FSO), para Irán, durante su guerra contra Irak. Dos años después, en 1988, fue atacado por aviones iraquíes resultando muy dañado.

Cuando la guerra terminó, a finales de 1989, fue comprado por una compañía noruega, que lo reparó en Singapur y le bautizó con su siguiente nombre, el Happy Giant. Al finalizar las reparaciones, el buque cambió de nuevo de dueño, y lo adquirió Jorgen Jahre, de la compañía First Olsen Tankers. Y cómo no, le

bautizaron de nuevo. En ese momento pasó a denominarse *Jahre Viking*, y probablemente ese fue el nombre con el que el buque fue más conocido.

Finalmente fue vendido a una compañía india de desguace de buques, quien lo renombró como "Mont" (último nombre, y casi desconocido) para su viaje final en diciembre de 2009. Fue varado en Alang (India) para proceder a su desguace. Su ancla de 36 toneladas fue guardada y enviada al museo marítimo de Hong Kong para su exposición.

### TRANSFORMACIONES DE BUQUES DE PASAJE. PRINSESSE RAGNHILD:

En la primera planta del Museo de la Construcción Naval (Exponav) tenemos una maqueta del buque de pasaje *Prinsesse Ragnhild* que supuso todo un reto para los astilleros de nuestro país en los años noventa. Este buque tipo RO-PAX, fue construido en 1981, y fue botado bajo ese nombre para la naviera noruega *Jahre Line*. Posteriormente, en 1990 fue adquirido por la naviera "Color Line", quien decidió que quería aumentar la capacidad del mismo para poder alojar a más pasajeros. Para ello se debía aumentar la eslora en 35 metros, transformación que se hizo en los años 1991 y 1992 en Astilleros Españoles de Cádiz.

La transformación exacta consistió en aumentar la eslora de 170 m a 205 m, la manga de 24 m a 26,60 m, y el calado de 5,80 m a 6,10 m. El aumento de la eslora se llevó a cabo mediante un corte transversal y la inclusión de un nuevo bloque central que le sirvió para poder disponer de un atrio de nueve cubiertas y una ampliación de camarotes para poder alojar 908 pasajeros adicionales, aumentando la capacidad del pasaje de 892 personas antes de la reforma, a 1.900 pasajeros después de la misma.

La inserción del nuevo cuerpo central se llevó a cabo en la factoría de Cádiz. El buque se cortó por la sección maestra, desplazando hacia proa el cuerpo proel y moviendo transversalmente el nuevo cuerpo hasta dejarlo preparado para su unión.

La maniobra se llevó a cabo en seco. En abril de 1994 en una entrevista en la revista de Ingeniería Naval, Carlos Arias Rodrigo, doctor ingeniero naval y encargado de la ingeniería de aquella transformación, contaba que aquella modificación había significado el reto más importante que había acometido en su carrera hasta aquel momento.

La conversión del *Prinsesse Ragnhild*, para doblar la capacidad para el pasaje, supuso todo un reto para Astilleros Españoles, y se llevó a cabo en sólo seis meses, periodo en el



Figuras 3 y 4. Aumento de dimensiones Seawise Giant

que fueron observados por todo el mercado marítimo internacional. Tras la obra, el buque disponía de camarotes y servicios del más alto nivel de lujo y seguridad, y fue inspeccionado por la Sociedad de Clasificación Det Norske Veritas (DNV).

### GESTIÓN DE AGUAS DE LASTRE:

Como ya sabemos, el agua de los tanques de lastre se utiliza para adrizar y estabilizar los buques. Estos cargan agua de lastre en sus tanques para mantener unas condiciones operacionales seguras durante las navegaciones.

Esto mejora la estabilidad, la propulsión y la maniobrabilidad, y compensa las diferencias de peso en el buque provocadas por el consumo de combustible y agua durante el viaje.

Pero el gran volumen del tráfico de buques en las últimas décadas trajo consigo el problema

de las especies invasoras que se colaban en el agua de lastre de los buques y aparecían en otras zonas, acabando con especies autóctonas y convirtiéndose en una de las mayores amenazas al bienestar ecológico y económico del planeta (una de las especies amenazadas ha sido el berberecho gallego).

Por ello la OMI tomó cartas en el asunto, y en octubre de 2017 entró en vigor el convenio internacional para el control y la gestión del agua de lastre y los sedimentos de los buques (BWM, en siglas en inglés), según el cual todos los buques dedicados al transporte marítimo internacional deben llevar a cabo una gestión de su agua de lastre y sedimentos, mediante los equipos necesarios.

Por ello es necesaria la implementación en los buques existentes de un sistema de tratamiento de aguas de lastre certificado por la IMO (y la USCG) para que los barcos puedan ir a cualquier parte del mundo. Esta conversión



Figura 5. Ancla del Mont en museo



Figura 6. Maqueta del *Prinsesse Ragnhild*



Figura 7. Alargamiento del *Prinsesse Ragnhild*

exige una transformación tipo "Retrofitting", consistente en la inclusión en un astillero de un sistema adecuado de tratamiento.

### INSTALACIÓN DE "SCRUBBERS" o TORRES DE LAVADO:

Los scrubbers (torres de lavado de gases) son sistemas de depuración de emisiones atmosféricas. Gracias a su tecnología, capturan las emisiones de azufre que emiten los barcos en aras de cumplir las exigencias que entraron en vigor el 1 de enero de 2020, de solo poder emitir el 0,5% de azufre. El "scrubber" tiene forma de depósito cilíndrico, captura el gas y mediante un líquido, neutraliza los componentes contaminantes.

Este líquido puede ser agua, un reactivo químico o una mezcla de ambos, dependiendo de los contaminantes a tratar. Así, obtenemos un gas limpio, sin toxicidad y cuyas emisiones no perjudican a la atmósfera.

Es necesario montar una scrubber para cada motor, de manera que, considerando un buque con un motor principal (de propulsión) y tres auxiliares (de generación eléctrica), necesitará cuatro scrubbers. Las obras de instalación exigen una nueva cámara de bombas para dar servicio a los cuatro scrubbers. Para colocar los scrubbers primero es necesario vaciar el guardacalor, desde la cámara de máquinas hasta la salida de la chimenea, donde se ubican los escapes y diversos sistemas de tubería, y después volver a montar todo.

### ASTILLEROS DE SANTANDER. ASTANDER:

Astander es un astillero pionero en proyectos singulares y de valor añadido para los armadores. El astillero cántabro ha demostrado ser capaz de obtener un buen nivel técnico con trabajadores de la zona y españoles, sin tener nada que envidiar a astilleros europeos y asiáticos, lo que le hace tener una amplia cartera de pedidos, y el astillero en continua plena ocupación.

Astilleros de Santander es la continuación de los Reales Astilleros de Guarnizo, ya que, aunque cambió su nombre y localización, el núcleo poblacional y de influencia es el mismo. Ya en 1913, la sociedad tomó el nombre que le acompaña en la actualidad.

De 1965 a 1999 formó parte del grupo de empresas públicas conocido como 'Astilleros Españoles' o del Banco de Santander, hasta que ese último año se privatizó y entró a formar parte de 'Astican', radicada en Las Palmas y que también fue privatizada diez años antes que la factoría cántabra. 'Astican' y



Figura 8. Equipo para tratamiento agua de lastre (Fuente: Cathelco)



Figuras 9 y 10. Instalación de un scrubber (Fuente: Astander)



Figura 11. Panorámica de Astander (Fuente: Astander)



Figura 12. Visita de alumnos de la EPS de Ferrol a Astander

'Astander' pertenecen al grupo 'Lavinia', uno de los grupos navieros más importantes de Europa.

Juan Luis Sánchez Echevarría, actual director de Astander, me recibió a primeros de marzo de este año junto a un grupo de alumnos de ingeniería naval y oceánica de Ferrol (UDC), e indicó que Astander ha logrado convertirse en un referente internacional, realizando todo tipo de reparaciones y transformaciones de buques, siendo capaz de ejecutar las más complejas y sofisticadas conversiones. Añadió además que, en los últimos años, Astander se ha especializado en la instalación de scrubbers, siendo uno de los pocos astilleros europeos en acometer este tipo de obras.

También indicó que el astillero tiene dos diques de 230x32 metros (recientemente ampliado para poder recibir a los antiguos buques Panamax) y de 160x23 metros, respectivamente, y un carro varadero para buques de hasta 80 metros de eslora. Además, cuenta con 800 metros de muelles para pruebas y reparaciones a flote, con un calado de 6,5 metros, dotados de grúas de hasta 200 toneladas de capacidad de elevación.

Antes de despedirme recomiendo la visualización de este vídeo sobre alargamiento de buques, en "timelapse", del crucero Braemar en los astilleros Blohm & Voss (Hamburgo), en enero 2014, tras dos meses de trabajo: <https://youtu.be/QirVr-pEVU4> ■

## Claves para la mudanza tecnológica del sector naval español ante los retos de la industria 4.0

Fernando Miguélez García

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. De la primera a la cuarta revolución Industrial
3. Impacto de las sucesivas revoluciones industriales en la empresa
4. Las claves de la cuarta revolución industrial
5. El sector naval y la cuarta revolución industrial
6. Flotas 4.0. Concepto de navegación inteligente. La "Smart Shipping"
7. Transporte Marítimo. Concepto de "e-Maritime"
8. Buques 4.0. Concepto de buque inteligente. El "Smart Ship"
9. Servicios 4.0
10. Astilleros 4.0
  - 10.1. Nuevas tecnologías de fabricación avanzada y su influencia en el proyecto del buque
    - 10.1.1. Soldadura láser
    - 10.1.2. Robotización y automatización de procesos de fabricación
      - 10.1.2.1. Tipos de robótica aplicados en construcción naval
      - 10.1.2.2. Procesos típicamente robotizados en construcción naval
    - 10.1.3. Fabricación aditiva
  - 10.2. Nuevas plantas de producción inteligentes
    - 10.2.1. Digitalización de la cadena logística
    - 10.2.2. Automatización de la planta de producción
    - 10.2.3. Digitalización de la administración
    - 10.2.4. Automatización de los controles de calidad
    - 10.2.5. Monitorización de la planta
    - 10.2.6. Sistemas de gestión de planta MES y MOM
  - 10.3. Requisitos de arquitectura digital
11. La industria auxiliar del sector naval en un entorno industrial 4.0
  - 11.1. Industria auxiliar metalmecánica
  - 11.2. Fabricación de equipos navales
  - 11.3. Fabricación de equipos navales
  - 11.4. Fabricación y montaje de habilitación
  - 11.5. Fabricación aditiva
  - 11.6. Montajes y pruebas a bordo
  - 11.7. Mantenimiento y servicios
12. Conclusiones

### Resumen

El artículo expone los aspectos fundamentales sobre los que gravita la mudanza tecnológica que los nuevos retos de la industria 4.0 imponen al sector naval. Analiza los mismos bajo la óptica de su influencia, tanto sobre los procesos de producción como sobre la concepción de los buques y los servicios asociados a su ciclo de vida, definiendo las claves de un concepto de buque 4.0 producido por un sector industrial naval 4.0. Finalmente, concluye exponiendo las demandas que estos conceptos suponen para los astilleros y las exigencias que imponen a la industria auxiliar del sector naval, dibujando cómo será el panorama al que el sector deberá adaptarse a corto plazo para mantener su competitividad internacional.

### Abstract

*The article exposes the fundamental aspects on which the technological change that the new challenges of the industry 4.0 impose to the naval sector gravitate. It analyses them from the point of view of their influence, both on the production processes and on the design of the ships and the services associated to their life cycle, defining the keys of a 4.0 ship concept produced by a 4.0 naval industrial sector. Finally, it concludes exposing the demands that these concepts mean for the shipyards and the demands that they impose to the auxiliary industry of the naval sector, drawing how it will be the panorama to which the sector will have to adapt in the short term to maintain its international competitiveness.*

### 1. Introducción

La industria evoluciona a pasos agigantados, arrastrada por la trepidante revolución digital que diariamente muda nuestro mundo. Los nuevos avances tecnológicos exigen a las empresas constantes actualizaciones de sus productos, que cada vez deben ofrecer a los consumidores mayores prestaciones que se adapten a esta evolución. El sector naval no es ajeno a esta dinámica, que está

rediseñando las exigencias a sus productos y servicios a todos los niveles.

El concepto de industria 4.0 no afecta sólo a los astilleros. Es un proceso integral, que re-define, desde el propio software de diseño de los buques, a los servicios de apoyo que demandará durante todo su ciclo de vida, pasando por las prestaciones y concepto de sus equipos, los materiales para fabricarlos y los procesos de fabricación en sí mismos, tanto del buque como de sus componentes. Desde este punto de vista, los astilleros españoles no pueden enfrentarse en solitario a este nuevo reto tecnológico, necesitando apoyarse en una mudanza completa de todo el sector naval nacional. De no llegar a producirse esta, el sector en conjunto estaría abocado a su desaparición, pues no sería capaz de soportar la presión de la fuerte competencia internacional, que, sin duda, está absolutamente involucrada en su modernización.

Para poder adaptarse a los cambios exigidos por el mercado, las empresas del sector naval deben entender el nuevo papel que se les demanda, adaptando cada una de ellas sus productos para integrarse con eficacia en la cadena de suministro. En esencia, se trata de proveer al mercado de servicios 4.0, integrados en buques 4.0, que están fabricados con componentes 4.0, en astilleros 4.0 que consumen tecnología y diseño 4.0.

El presente artículo expone las claves que deben regir la mudanza tecnológica de las empresas del sector naval español en función de los diferentes papeles que cada una de ellas desempeña en la cadena de suministro de productos y servicios.

## 2. De la primera a la cuarta revolución Industrial

En apenas dos siglos, la industria ha evolucionado del 1.0 al 4.0, pasando por cuatro revoluciones industriales sucesivas.

La primera revolución industrial se produjo a finales del siglo XVIII, con la introducción en las fábricas de equipos de producción mecánicos impulsados por agua y por vapor. Como referencia de este cambio, que convirtió procesos de producción exclusivamente manuales en mecanizados, se puede citar la puesta en marcha en 1784 del primer telar mecánico, iniciando lo que sería la creación de la industria 1.0.

Tras un siglo de consolidación del vapor como principal energía motriz en la fabricación, la segunda revolución industrial se basó en dos hitos relevantes. Por un lado, desde el punto de vista tecnológico, en la introducción de la energía eléctrica en los procesos de fabricación, y, por otro lado, desde un punto de vista

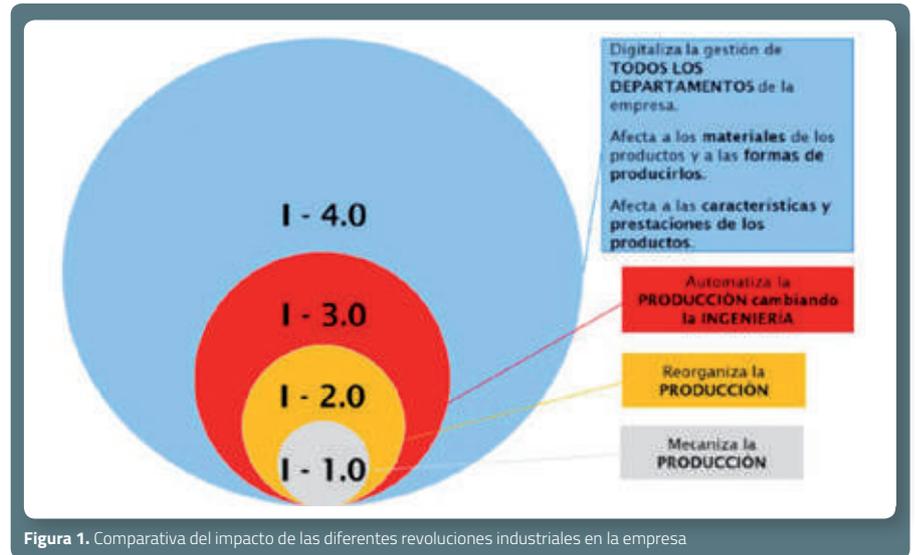


Figura 1. Comparativa del impacto de las diferentes revoluciones industriales en la empresa

de gestión, en la aplicación de conceptos de división de tareas y líneas de producción para la reorganización de las fábricas. Como ejemplo del momento de cambio a esta industria 2.0 se suele citar la puesta en marcha de la cinta transportadora del matadero de Cincinnati en 1870.

No sería hasta mediados del siglo XX cuando se produce la mudanza a la industria 3.0, con la introducción de la electrónica y la automática, para automatizar y robotizar los procesos de producción. Como referencia de este cambio, se suele citar la fecha de la puesta en marcha del primer controlador lógico programable (PLC), el Modicon 084 de la empresa Bedford Associates, en 1969.

La cuarta revolución industrial supera los conceptos organizativos y de automática industrial de las anteriores, introduciendo y combinando nuevas tecnologías, absolutamente innovadoras, que se basan en la aplicación de sistemas físicos cibernéticos para mejorar, tanto los productos, como sus medios de producción.

Si se analizan los saltos tecnológicos existentes entre cada etapa industrial desde el punto de vista de su grado de complejidad, se puede ver que se trata de un crecimiento exponencial, donde cada salto duplica en complejidad al anterior. Simplemente con esta aproximación, es fácil entender que la dificultad de acometer el cambio a la industria 4.0 es muy superior al que supuso la introducción de la automatización en las fábricas. Si a ello añadimos que muchas de las empresas del sector naval no se pueden considerar adaptadas a la tercera revolución industrial, se puede afirmar que el salto que deben dar para pasar a la industria 4.0 es realmente enorme y en extremo complicado.

La Unión Europea es consciente de este reto, por lo que ha abierto una amplia gama de

programas de ayuda, dotados con cuantiosas subvenciones a fondo perdido, que deberían permitir a las empresas adaptarse a este nuevo entorno tecnológico. Esta oportunidad se convierte, de hecho, también así en un riesgo añadido, pues las empresas que no acudan a estas ayudas se verán perjudicadas doblemente, por un lado, por no adaptar su tecnología mientras que su competencia sí lo hace y, por otro lado, por no beneficiarse de un considerable apoyo financiero que si llegará a sus competidores. Bajo esta perspectiva, se puede decir que las políticas de la UE priman, tanto la transformación de la industria hacia la industria 4.0, como la rápida desaparición de las empresas que no sigan esta tendencia.

## 3. Impacto de las sucesivas revoluciones industriales en la empresa

Quizá una de las mejores maneras de visualizar el impacto sobre la empresa de las diferentes revoluciones industriales sea analizar cómo afecta a sus diferentes funciones y departamentos. Desde este punto de vista, podemos destacar los siguientes conceptos, que se visualizan en la figura anexa.

La primera revolución industrial afectó solamente a la maquinaria, buscando mejorar la productividad mediante la mera eliminación del trabajo manual.

La segunda revolución industrial tuvo, sin embargo, un objetivo diferente. Buscó reorganizar y optimizar los procesos de producción. No sólo mecanizó el trabajo manual, sino también los movimientos de las piezas en proceso entre las máquinas, creando así las cadenas de producción.

La tercera revolución industrial volvió a afectar a la producción, pero en este caso necesitaba ya cambiar la propia ingeniería de

diseño de las piezas. Se trataba, por tanto, de un proceso más amplio, con más departamentos implicados y, en consecuencia, de mayor calado para la definición conceptual de la empresa.

La cuarta revolución industrial digitaliza la gestión de todos los departamentos de la empresa, afectando, tanto a las características y prestaciones de los productos que fabrica, como a los materiales en los que se elaboran, a la manera de producirlos y al servicio postventa a los mismos. Es, por tanto, un cambio radical, de mucho mayor calado que los anteriores, que afecta a todos los departamentos de la empresa sin excepción y que amplía la interacción del fabricante con sus proveedores y clientes.

#### 4. Las claves de la cuarta revolución industrial

La industria 4.0 debe ser entendida como la aplicación industrial de todas las nuevas posibilidades que ofrece la digitalización de los procesos de producción, las cuales no se limitan a las nuevas posibilidades de aplicación de la robótica o de la fabricación aditiva. En el nuevo universo que se abre ante los fabricantes, se requieren productos inteligentes, capaces de comunicarse con el usuario para ofrecerle información de su estado, operación o mantenimiento.

Estos productos están formados a su vez por componentes que son también inteligentes, lo cual permite optimizar, tanto sus procesos de fabricación como su trazabilidad durante el mismo, ofreciendo en consecuencia, no sólo incrementos notables de calidad y productividad, sino amplias posibilidades de personalización de los mismos a demanda. Estos productos 4.0 son producidos por fábricas totalmente automatizadas, donde las máquinas informan de su situación y colaboran en la op-

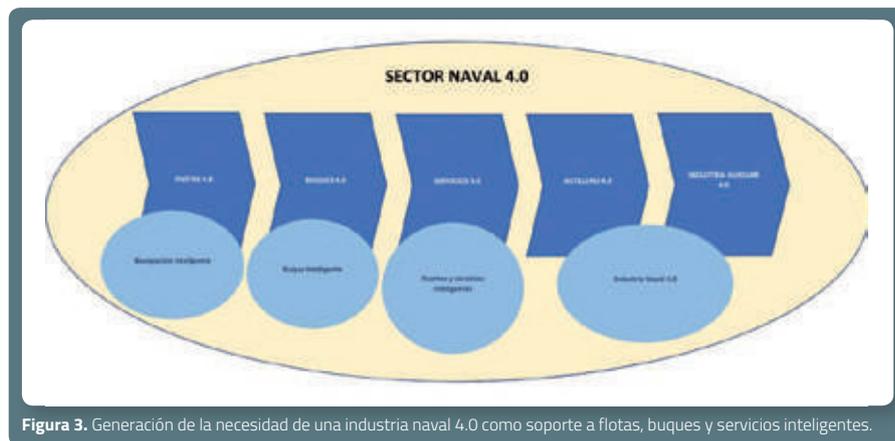


Figura 3. Generación de la necesidad de una industria naval 4.0 como soporte a flotas, buques y servicios inteligentes.

timización de la planificación y mantenimiento de los procesos de producción, y en las que la utilización de grandes bases de datos, en combinación con la inteligencia artificial, permite además que se apliquen cada vez más extensivamente los conceptos de autonomía, tanto en la producción como en la logística interna y externa a la misma.

En la industria 4.0 las prestaciones de los productos confunden y combinan los conceptos de operación, mantenimiento y servicio, abriendo un amplio abanico de posibilidades al usuario que obligan al fabricante a mantener relación permanente con los productos que ha fabricado, diluyendo el concepto de garantía dentro de uno de apoyo al ciclo de vida.

En definitiva, no hablamos de una única cosa. La industria 4.0 combina sobre la producción y los productos una gran cantidad de tecnologías diferentes, que, en conjunto, afectan radicalmente, tanto a la manera de entender los procesos de fabricación, como a las prestaciones de lo que se produce y a los servicios que el fabricante debe prestar durante el ciclo de vida completo del producto que fabrica.

#### 5. El sector naval y la cuarta revolución industrial

La gran variedad de industrias integradas dentro del sector naval obliga a plantear este análisis bajo la óptica de los puntos que tienen en común. Para ello, en los apartados siguientes se desgranarán las demandas que el mercado exige al sector, empezando por su principal producto de consumo: el buque; para pasar después a analizar, tanto la fabricación de este como la de sus componentes.

Siguiendo este esquema, se analizarán en primer lugar las necesidades de las empresas navieras, entendiéndolas como flotas que buscan definirse como 4.0, aplicando en su gestión los conceptos de "smart shipping", a las que sus nuevos objetivos empresariales abocan a demandar buques 4.0, servicios y puertos 4.0.

Se pasará después a analizar cómo deberán ser los astilleros 4.0 que fabriquen estos buques inteligentes, comprobando cómo se verán abocados a integrar en su cadena de producción productos 4.0, los cuales, para ser competitivos, deberán estar fabricados también en instalaciones 4.0, extendiendo así la demanda de mudanza tecnológica a toda su red de empresas colaboradoras, tradicionalmente denominadas como industrias auxiliares.

Como se puede ver, se trata de una cadena en la que no es posible ofrecer un servicio completo sin la participación de todas las empresas involucradas. Debido a ello, el problema de la mudanza a la industria 4.0 no puede ser visto como particular de los astilleros, sino como un problema sectorial donde la demanda fuerza a todos los participantes a evolucionar en la misma dirección.

#### 6. Flotas 4.0. Concepto de navegación inteligente. La "Smart Shipping"

A finales del 2018 aproximadamente la mitad de la flota SOLAS, unos 50.000 buques, ya te-



Figura 2. Tecnologías directoras de la industria 4.0



Figura 4. Geoposicionamiento e interconexión vía satélite, claves de la e-navegación

nían instalado el ECDIS (Electronic Chart Display and Information System) a bordo como sistema de auxilio a la navegación, consolidando en menos de diez años la migración de la flota hacia la e-navegación.

Estos sistemas muestran en pantalla la posición del buque en cartas de navegación electrónica o digitales, integrando además gran cantidad de información de auxilio a la navegación, proveniente de diferentes sistemas y sensores del buque, como pueden ser la sonda, la corredera, el radar, el navtex (Navigational Telex), el GMDSS (Global Maritime Distress Safety System) o el AIS (Automatic Identification System). Esto permite al piloto conocer en todo momento su posición, rumbo y velocidad, con completa información sobre alertas de seguridad a la navegación o previsiones meteorológicas, así como del entorno geográfico, el calado y la posición de otros buques en su entorno. El sistema permite además programar la navegación, pudiéndose combinar con un piloto automático, capaz de controlar rumbo, velocidad, y demandas cambiantes, tanto de fuerza al motor como de paso a las hélices en función del estado de la mar. El cambio es tan radical, que se espera que prácticamente todos los buques afectados por la normativa IMO lo acaben por incorporar.

Pese a que su aplicación haya estado en su origen vinculada a la seguridad marítima, la introducción del ECDIS es uno más de los muchos pasos que están dando las compañías navieras para digitalizar sus flotas. Esta potencialidad abre las puertas a la navegación autónoma y se combina con conceptos de teleasistencia, permitiendo la optimización de las tripulaciones o, incluso, su eliminación en un futuro, quizá ya no tan lejano.

La capacidad de conectar el buque a una central de operaciones en tierra permite optimizar la gestión de la flota, optimizando sus rutas de navegación en función de las fluctuaciones

del mercado o incluso de las circunstancias meteorológicas, y monitorizando a distancia el estado tanto los equipos del buque como su carga. Debido a ello, esto es ya tendencia común en todas las compañías, que empiezan a demandar buques y servicios acorde con sus nuevas necesidades.

El nuevo concepto de gestión de flota implica además nuevos problemas hasta ahora no planteados para los buques, como son la estabilidad en la conectividad o la ciberseguridad, que demandan soluciones específicas, tanto a los constructores navales, como a los puertos y a las empresas de servicios marítimos. Es por tanto evidente que el sector naval se mueve arrastrado por la necesidad de dar respuesta a estas demandas, que lo abocan a su completa reconfiguración.

En función de los servicios de los que se quiere disponer, que no son más que extender todas las posibilidades de la digitalización al sector marítimo, se busca apoyar la e-navegación con el desarrollo de una "Maritime Cloud" a la que puedan conectarse los buques. El concepto de Maritime Cloud está en desarrollo por la UE dentro del proyecto ACCSEAS, iniciado en 2015. Se trata de una plataforma IT en la que se desarrollan estándares de comunicación y gobernanza para facilitar de manera segura el intercambio de información entre los operadores marítimos. La Maritime Cloud se basa en tres infraestructuras clave, a través de las que facilita su red de servicios:

- **Catálogo de servicios marítimos.** Se incluyen aquí todo tipo de servicios, tanto de ayuda a la navegación, como meteorológicos, de alertas de seguridad en la navegación, informaciones portuarias, etc.
- **Servicio de mensajería.** Garantiza la posibilidad de operar un servicio de mensajería con independencia de la localización del buque en el mundo y de las restricciones

asociadas a la misma en cada momento, como pueden ser los protocolos de conexión de cada región, las variaciones del ancho de banda utilizado, etc.

- **Servicio de registro e identificación.** Facilita a los operadores marítimos, tanto una "identidad marítima", como un sistema de autenticación, garantizando la integridad y confidencialidad de la información transmitida mediante la aplicación de certificados digitales en una PKI (Public-Key Infrastructure).

Las actuaciones de digitalización del sector redundan, tanto en la rentabilidad y eficiencia de las operaciones marítimas, como en su seguridad, siendo identificados por la UE evidentes beneficios asociados a ella, como pueden ser: la rápida identificación y monitorización de buques peligrosos, el control del tráfico marítimo, la difusión de alertas a la navegación o la mejora en la respuesta ante emergencias.

Estas actuaciones se resumen en el programa SafeSeaNet de la UE, orientado a la mejora de la seguridad marítima con base en la digitalización 4.0 del sector naval.

## 7. Transporte Marítimo. Concepto de "e-Maritime"

El transporte marítimo no deja de ser una parte más de la red de transportes, que integra los transportes por carretera, ferrocarril, aéreo y fluvial. Para toda esta red de transportes se está desarrollando el concepto de "e-transport", que busca digitalizar la red logística, combinando diferentes tipos de transportes para una misma mercancía.

Para desarrollar el concepto de e-transport, se deben desarrollar los de: e-maritime, e-road, e-train y e-river, de cuya combinación e interacción depende el éxito de la red global.



Figura 5. Concepto del proyecto EFFICIENSEA de la UE para el desarrollo de una e-cloud como soporte de la e-navegación. El proyecto se inició en el año 2015, liderado por Dinamarca, con un presupuesto de 85 M€.



Figura 6. Ejemplo de proyecto conceptual de buque autónomo de Rolls Royce en el que se ha prescindido de la superestructuras

El e-maritime engloba los esfuerzos para la digitalización de los servicios marítimos, de guardacostas, las aduanas, los puertos, los servicios intermodales, los faros, así como su interconexión con las otras redes de transportes y los usuarios. Desde este punto de vista, el e-maritime engloba a la e-navigation, integrando la digitalización de las flotas en la de una red de logística marítima que interactúa con la red global de logística de transportes.

## 8. Buques 4.0. Concepto de buque inteligente. El "Smart Ship"

La tecnología actual encamina el sector hacia la navegación autónoma. Los pasos previos ya se están dando, y progresan de manera acelerada, dejando entrever que esta posibilidad será una realidad en un futuro no muy lejano. Las claves para esta mudanza tecnológica están en la total automatización de los buques, sus comunicaciones y su capacidad para integrar un sistema de e-navigation, con la posibilidad de que el buque sea controlado por un capitán virtual, que lo maneje desde una central de control en tierra.

Los buques autónomos no llevarán tripulación, lo cual eliminará la necesidad de la superestructura y de todos los servicios de habilitación del buque (aire acondicionado, agua potable, gambuzas, ...), reduciendo en consecuencia su peso y mejorando su rendimiento por tonelada de carga transportada. La ausencia de tripulación permitirá además plantear diseños más aerodinámicos e hidrodinámicos, donde no hay que considerar accesos para la tripulación en las cubiertas, y que redundan por tanto también en la optimización de los rendimientos del buque.

En suma, se estima que un buque autónomo podría llegar a recortar hasta en un 20% los costes de operación de un buque tradicional.

Los buques 4.0 son la transición del buque tradicional al autónomo, integrando al buque

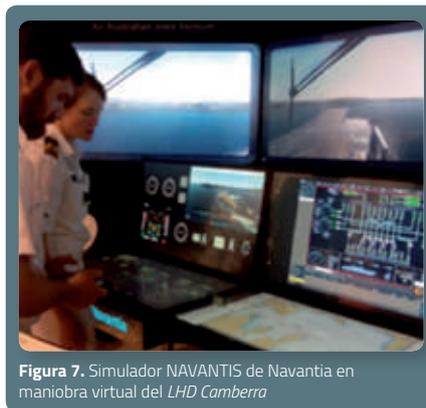


Figura 7. Simulador NAVANTIS de Navantia en maniobra virtual del LHD Cambera

como parte de una flota gestionada a distancia, en la que su posición, navegación y la totalidad de sus equipos son monitorizados desde tierra. Esto permite a las navieras optimizar los costes de gestión y de mantenimiento, mejorando en suma sus rendimientos operacionales.

En esencia, los buques 4.0, incorporan:

### • Interconexión con una amplia red de servicios marítimos y portuarios.

El concepto de internet de las cosas aplicado al buque conduce a una plataforma inteligente, conectada con servicios de navegación que permiten monitorizar su posición y ofrecer servicios de información, aviso, socorro, asistencia en caso de accidentes, optimización de ruta en función de obstáculos costeros o embarcaciones fondeadas o faenando. La recepción de esta información es básica para que el buque pueda optimizar su operación y esencial para poder plantear un objetivo de navegación autónoma.

Esta interconexión se extiende a la operación del buque en puerto, donde la gestión de la carga cobra especial importancia. La tenden-

cia es a que los buques se dirijan a puertos 4.0, digitalizados, que faciliten su localización y guiado desde tierra sin necesidad de tripulación ni práctico a bordo. Las operaciones de carga y descarga también deben estar integradas con los sistemas de los operadores portuarios y logísticos, donde empiezan ya a utilizarse también medios de descarga autónomos, que por tanto deben poder identificar al buque y a su carga de manera inteligente.

### • Automatización integral de todos los sistemas del buque.

Es básico para poder después progresar con cualquier otra versatilidad. Implica que todos los equipos del buque incluyen la posibilidad de ser operados en remoto y están conectados a un sistema de control de plataforma automatizado. A partir de ahí, las propias posibilidades de la automatización se abren infinitamente, pues el buque puede programarse para combinar modos de operación o incluso para reaccionar sólo ante eventos. De este modo, se pueden establecer, por ejemplo, sistemas de posicionamiento dinámico, combinando la actuación del paso variable de las palas de la hélice con la potencia del motor y las hélices de maniobra, o establecer complejas rutinas automáticas de reacción ante averías o accidentes, como cortes de ventilación, aislamiento de zonas y activación de rociadores en caso de incendios. En esencia, todas estas automatizaciones simplifican la operación del buque, reduciendo la necesidad de tripulación, al tiempo que mejoran su seguridad y su rendimiento. Son pasos previos necesarios en el camino hacia el buque autónomo, que de otro modo no llegaría a ser posible.

En este sentido, el know-how de automatización se está convirtiendo hoy en día en parte esencial del acervo tecnológico de los astilleros, y, muy probablemente, se convertirá en

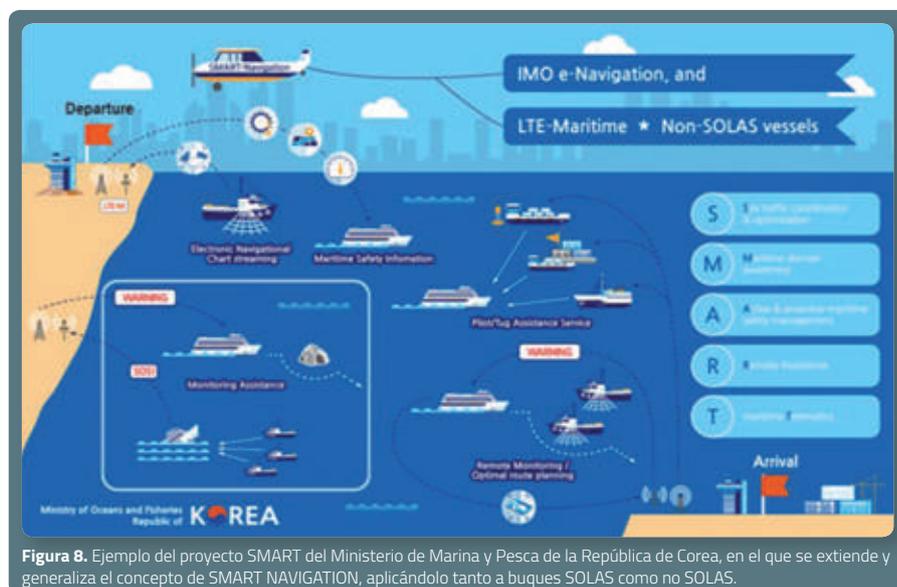


Figura 8. Ejemplo del proyecto SMART del Ministerio de Marina y Pesca de la República de Corea, en el que se extiende y generaliza el concepto de SMART NAVIGATION, aplicándolo tanto a buques SOLAS como no SOLAS.

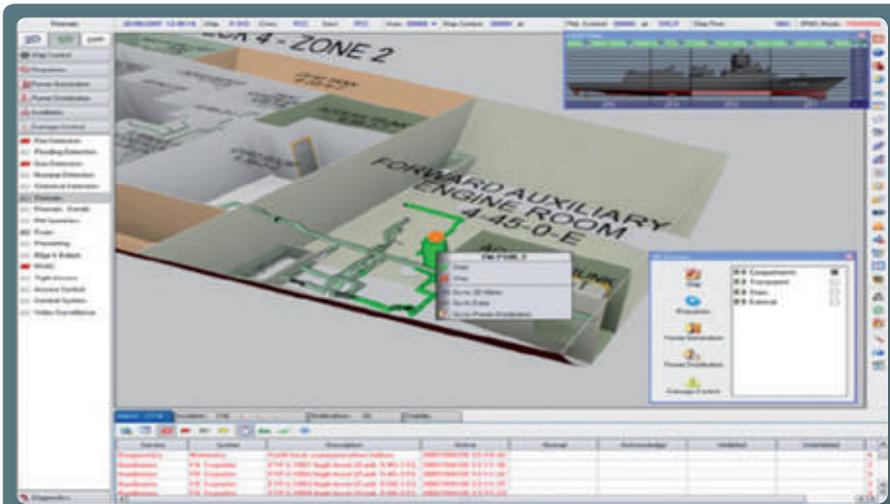


Figura 9. Ejemplo de pantalla del sistema integrado de control de plataforma, SICP, de una fragata de Navantia. En él se puede ver cómo cualquiera de los servicios del buque puede ser visualizados y operados en 3D

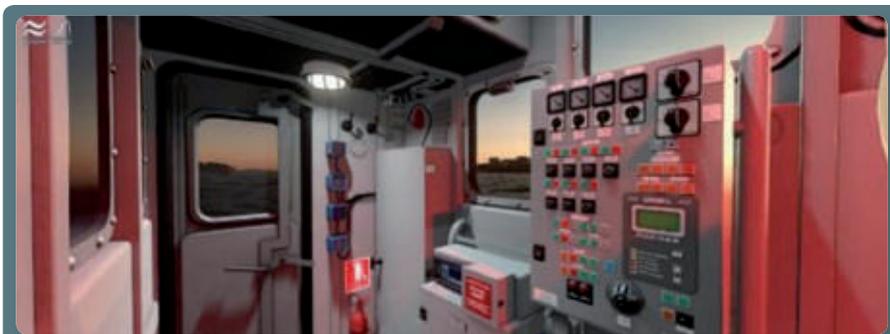


Figura 10. Imagen de realidad virtual de un buque de Navantia



Figura 11. Mantenimiento con apoyo en la realidad virtual. Imagen del Centro de Formación Profesional Dual Andra Mari en Vizcaya.



Figura 12. Navantia aplica tecnologías de gemelo digital en las aplicaciones de mantenimiento y formación de tripulaciones de sus buques

su principal seña de distinción en el futuro. Cuanto más sofisticado y menos estandarizado sea el buque, más importancia tendrá este know-how. Para buques convencionales, existirán numerosas compañías capaces de suministrar este tipo de software de gestión, pero para buques especiales, que requieran gran cantidad de conocimientos específicos para su proyecto, no. Esto genera un nicho de mercado importante para las empresas que estén capacitadas para explotarlo, en el que se puede crear un producto diferencial que sea valorizado por el mercado recurriendo a la automatización.

Esta nueva aproximación al negocio de la construcción naval ya es un hecho en hoy

en día para los buques de guerra, en los que los tiempos de reacción son vitales para su supervivencia en combate. Las características especiales de misión de estos buques hacen que las armadas valoren en ellos las capacidades de automatización y el grado de integración de sistemas como una de sus principales características, poniéndolas ya en muchos casos al mismo nivel que las propias armas.

▪ **La realidad virtual como herramienta de apoyo al mantenimiento abordo.**

La automatización no se usa sólo para operar el buque, sino también para mejorar su mantenimiento. En este sentido, la mejora preten-

tida se puede conseguir desde dos puntos de vista diferentes. Por un lado, reduciendo los tiempos de mantenimiento a bordo y, por otro lado, reduciendo las averías y, por tanto, los tiempos de parada del buque.

Los mantenimientos convencionales dividen las tareas entre el mantenimiento preventivo y el correctivo. El mantenimiento correctivo es el que repara una vez producida la avería. Para optimizarlo, el buque se dota de repuestos y de talleres a bordo que le permitan realizar estas reparaciones en ruta. El mantenimiento preventivo, por su parte, busca realizar operaciones de limpieza o cambio de piezas periódicas de partes de los equipos, para evitar así que se produzcan averías.

Es evidente que, cuanto más complejo sea el buque, más complejas serán las operaciones de mantenimiento. Según esta premisa, teniendo en cuenta que los buques evolucionan hacia una creciente automatización, que lleva aparejada la integración de equipos de creciente sofisticación, cada vez se demandarán dotaciones más expertas y mejor formadas para operarlos. Esto se está convirtiendo en un problema de difícil gestión para las empresas navieras, que, además, buscan simultáneamente aprovechar las posibilidades de la automatización para reducir al máximo las tripulaciones.

Sin entrar por el momento en análisis sobre las posibilidades de optimizar las operaciones de mantenimiento, sobre todo desde el punto de vista de evitar realizarlas, se puede encontrar una solución a este problema a través de la digitalización, que permite mejorar sensiblemente las capacidades de la tripulación para realizar estas operaciones, sin necesidad de incrementarlas o mejorar su cualificación. Para ello, se busca desarrollar un sistema de ayuda virtual para el mantenimiento que se apoye en las posibilidades que ofrece la realidad virtual. En esencia, se trata de que, cuando el tripulante encargado de realizar la operación de mantenimiento mire al equipo sobre el que debe actuar, no sólo vea ese equipo, sino también toda la información inherente y relacionada con el mismo, incluyendo las instrucciones detalladas sobre cómo debe actuar. La realidad virtual ofrece una solución ideal a este problema, que permite incluso que el técnico abordo sea asesorado desde tierra por un experto, que estará viendo lo mismo que él e indicándole cómo actuar en cada caso.

Para poder aplicar estas posibilidades, el buque debe haber sido concebido desde origen como un producto 4.0, una de cuyas principales características es contar con un gemelo digital. Cuanto más detallado sea el gemelo digital, con mayor profundidad se podrá aplicar

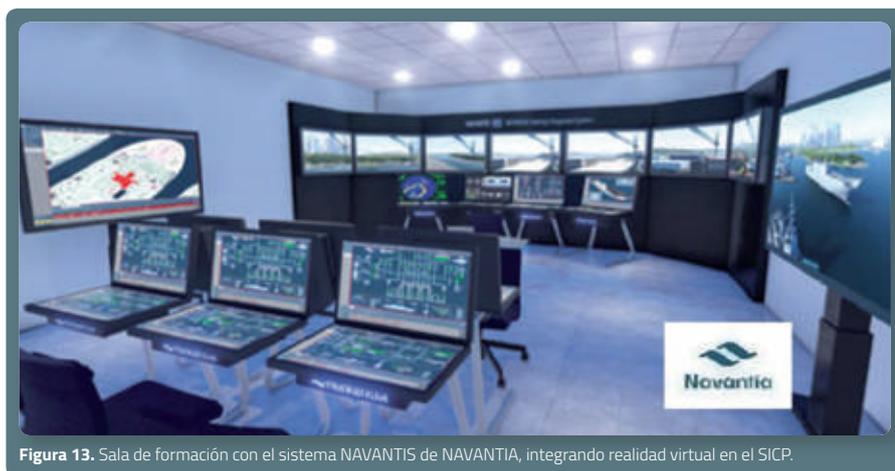


Figura 13. Sala de formación con el sistema NAVANTIS de NAVANTIA, integrando realidad virtual en el SICP.



Figura 14. Sistema de telediagnóstico y teleasistencia de Navantia.



Figura 15. Sistema de teleasistencia de Navantia.

como apoyo en las labores de mantenimiento. No se trata por tanto de tener sólo un gemelo del buque, cuestión muy útil para formación y operación, sino de todos los equipos que lleva a bordo.

#### ▪ Monitorización integral de los equipos del buque para optimizar su mantenimiento.

Un buen mantenimiento preventivo debería evitar en gran medida el correctivo, aunque no siempre es así. También ocurre frecuentemente que los mantenimientos preventivos se hacen por exceso, cambiando piezas que en realidad no necesitaban ser cambiadas. Esta circunstancia es aún más dramática cuando se trata de equipos electrónicos, pues la tasa de avería en los mismos es mayor durante el periodo de puesta en marcha que

durante su operación, por lo que los cambios generan periodos de pérdida de fiabilidad importantes, resultando en muchos casos contraproducentes.

En definitiva, resulta difícil encontrar un equilibrio entre el riesgo de que se genere una avería grave y el coste que supone evitar que suceda a toda costa, pues lo que resulta evidente es que el mantenimiento siempre será un coste, y, cuanto menor sea, mejor será el rendimiento operacional del buque. Es por tanto un objetivo reducirlo sin perjudicar la seguridad y las prestaciones del buque.

Para conseguirlo, la solución es diseñar desde el origen pensando en la posibilidad de averías y en el mantenimiento, diseñando bajo un análisis previo de la fiabilidad de cada equipo y cada componente, y exigiendo a los suministradores de los equipos estos mismos análisis. Se trata, en esencia, de exigir una fiabilidad mayor a los equipos cuyo fallo puede redundar en una pérdida del buque, solicitando a su vez a sus fabricantes que estén fabricados con componentes con mayor grado de fiabilidad. Esta exigencia se complementa con la monitorización de las partes esenciales de los equipos, de modo que se puedan anticipar actuaciones de mantenimiento a la generación de averías.

En definitiva, como actuación complementaria al diseño orientado a la reducción de averías y a la optimización del mantenimiento, los equipos se pueden sensorizar para monitorizar continuamente su situación. Se puede hablar así de buques que incorporan sistemas de mantenimiento basado en la condición, SMBC, y, como evolución de estos sistemas, los que aprovechan esta información para aplicarlas mediante un sistema de mantenimiento predictivo integrado, SMPI.

Los sistemas de mantenimiento basado en la condición instalan sensores en los equipos del buque, recogiendo información continua sobre sus vibraciones, presiones, revolucio-

nes, temperaturas o ruidos, o incluso analizando en línea la composición de aceites o gases. En definitiva, recogiendo información relevante para determinar el óptimo funcionamiento del equipo. Esta información se analiza por el sistema, que interpreta las anomalías como necesidades de intervención para mantenimiento. La experiencia en el análisis de este tipo de información y el conocimiento del comportamiento de los equipos, permiten evolucionar los sistemas SMBC a SMPI. En definitiva, se trata de dotarse de un software que recoge los datos de los sensores y los analiza para prever averías. Cuanto mejor sea este software, mejor será la predicción de averías y menor será el coste por paradas del buque.

Los sistemas de mantenimiento basado en la condición, al margen de contribuir a reducir los costes de mantenimiento, eliminan totalmente la posibilidad de averías catastróficas en los equipos, aumentando con ello el grado de fiabilidad del buque.

#### ▪ La digitalización como apoyo para la formación de las tripulaciones.

Una de las grandes posibilidades que abre la digitalización es la de mejorar la formación de las tripulaciones. Para ello, se aprovechan los sistemas de control de plataforma, combate o navegación, para reproducir en tierra el control del buque en salas de formación que incluyen realidad virtual. De este modo, sin riesgo para ellos ni para el buque, las tripulaciones pueden vivir las consecuencias de sus decisiones, mejorando su formación en operación. Cuanto más integrados sean estos sistemas, tanto más efectivos serán.

Nuevamente, siempre que esté en manos del propio astillero, la automatización aparece como oportunidad de negocio y de diferenciación de marca también por esta vía, abriendo el abanico de servicios asociados al producto a ofrecer.

#### ▪ Monitorización del buque desde una central de control de flota en tierra.

Una de las grandes posibilidades que se abren a través de la automatización del buque y la monitorización de sus equipos es la de crear una central de control de flota en tierra. Esta central tiene una doble función. Por un lado, se dedica a controlar las operaciones de todos los buques de la flota, monitorizando cualquier aspecto relevante de las mismas. Por otro lado, permite centralizar el mantenimiento predictivo y dar teleasistencia de mantenimiento a los buques, realizándolo desde una sala en la que se cuenta con expertos en las diferentes áreas tecnológicas del buque. Estos expertos se aprovechan para

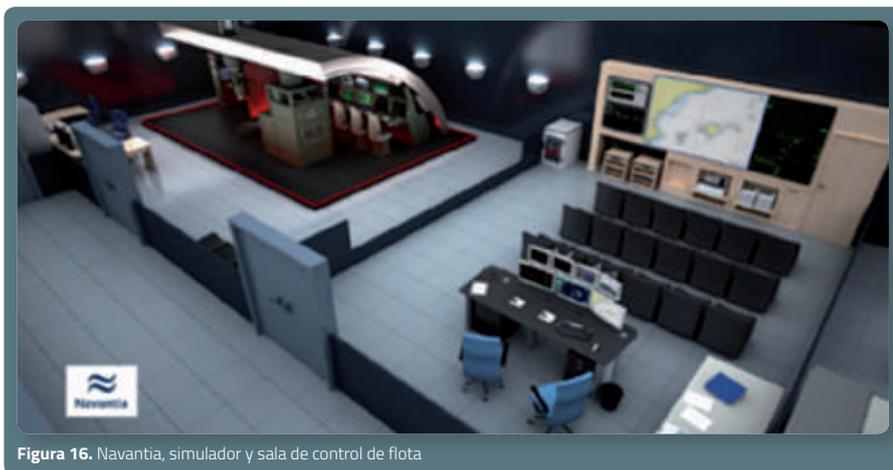


Figura 16. Navantia, simulador y sala de control de flota

dar su servicio al conjunto de toda la flota, organizando las actuaciones preventivas de mantenimiento y avisando a los capitanes de los riesgos que vean en los equipos de sus buques. Desde la sala de mantenimiento en tierra, se identifican las posibilidades de avería, se deciden las actuaciones preventivas a efectuar y se coordina en qué puerto de la ruta del buque serán llevadas a cabo, descargando así a la tripulación de la responsabilidad de organizarlas.

En el caso de los buques militares, esta potencialidad se amplía con la creación de salas de guerra, en las que se integran también las comunicaciones, la información de los sensores de los buques y la gestión en remoto de sus armas.

#### ▪ Ciberseguridad.

Por último, cabe citar aquí la ciberseguridad como un nuevo aspecto esencial a considerar en el diseño de los buques. La creciente automatización y la capacidad de control a distancia del buque y de los elementos que lleva a bordo, exigen garantizar la seguridad de estas funcionalidades, para evitar que terceros puedan tomar el control del buque. Este aspecto es tanto más importante en los buques de guerra, donde la guerra cibernética se integra ya como un arma más dentro de su sistema de combate.

### 9. Servicios 4.0

El buque evoluciona para convertirse en una plataforma operada y mantenida a distancia, con capacidad de integrarse en redes logísticas y de servicios, y que, en consecuencia, requiere también de servicios a la medida de estas necesidades. Estos nuevos conceptos alteran la concepción tradicional de los negocios, impactando de manera importante en todos ellos, desde el propio astillero constructor o los fabricantes de equipos navales, hasta los puertos y las empresas de servicios marítimos.

#### ▪ Demanda de puertos 4.0

Parte de estos servicios los obtendrá en su puerto, al que el buque demandará que sea también "4.0"; es decir, digitalizado. El buque debe conectarse con el puerto, que ofrecerá servicios de interconexión y logísticos, en buena medida estos últimos también autónomos. Es evidente que, a medida que los buques evolucionan hacia el 4.0, tenderán a primar para sus operaciones a los puertos 4.0 frente a los que no lo son.

#### ▪ Integración con redes logísticas 4.0

La red de servicios demandada por el buque y el puerto también evolucionará en el mismo sentido. Los servicios de apoyo a la digitalización, como soporte a la interconexión del buque con su central de flota y con su cadena logística, requerirán de empresas especializadas. Del mismo modo, las empresas de logística demandadas deberán estar también digitalizadas.

#### ▪ Actualización y resolución de obsolescencias como parte esencial de los servicios de apoyo al ciclo de vida.

La actualización de los equipos para resolver obsolescencias cobra especial importancia como consecuencia de la migración hacia el 4.0. La alta velocidad a la que evoluciona la tecnología hace que los equipos instalados a bordo queden rápidamente obsoletos, cuestión que un buque interconectado no puede permitirse, ya que afecta a su operatividad.

El problema de la digitalización es que el buque deja de ser un ente aislado, como lo era en el pasado. La necesidad de conectarse, integrándose como parte de una red de gestión y logística, obliga al buque a mantenerse permanentemente actualizado para poder operar. Esto requiere de la aplicación de nuevos conceptos de apoyo al ciclo de vida, donde la resolución de obsolescencias ya no se

considera un mero medio de actualización de prestaciones, sino de mantenimiento de las capacidades operacionales.

Como consecuencia de esta realidad, el concepto tradicional de mantenimiento debe evolucionar hacia uno más integral de apoyo al ciclo de vida, donde la relación del astillero con el buque no se extingue tras el final del periodo de garantía, sino que se prolonga en el tiempo hasta el final de su vida útil. El astillero pasa así, de ser un simple constructor, a ofrecer un servicio de soporte integral al armador, en el que el plan de mantenimiento y las capacidades de interconexión con los equipos del buque cobran especial importancia.

Habida cuenta de que el coste de mantenimiento durante toda la vida del buque es del orden del coste del propio buque, y que resulta aún mayor si se incluye el coste de renovaciones o resolución de obsolescencias, la nueva perspectiva del negocio implica también la necesidad de una revisión del esquema financiero de soporte al mismo.

### 10. Astilleros 4.0

En coherencia con la demanda del mercado, los astilleros están abocados a producir buques inteligentes, 4.0, y a ofrecer para ellos servicios postventa inteligentes, también 4.0.

Ya por sí solos, estos requisitos obligan a hacer un replanteamiento de la propia orientación del negocio de construcción naval, que implicará una profunda revisión además de los procesos de ingeniería y compras. Pero los cambios a los que nos arrastra la digitalización no acaban ahí.

Los incrementos de calidad y productividad que pueden alcanzarse de la mano de una producción digitalizada precisan de la realización de mudanzas importantes en los procesos de producción, que será inevitable abordar para garantizar la competitividad de los astilleros. Esta reconfiguración de plantas y procesos de producción en lo que hemos venido a denominar como "astilleros 4.0"; deberá considerar además la posibilidad de aplicar nuevas tecnologías de fabricación avanzada, que obligarán a una redefinición completa, tanto del producto como de los materiales en los que se fabrica.

En definitiva, estos conceptos se pueden resumir diciendo que la digitalización conduce a la industria de construcción naval hacia una completa reorientación de su negocio y sus productos, que sólo puede conseguirse produciendo buques 4.0, en astilleros 4.0 que ofrezcan servicios postventa 4.0 a sus clientes.

## 10.1. Nuevas tecnologías de fabricación avanzada y su influencia en el proyecto del buque

Las tecnologías de fabricación evolucionan a pasos agigantados. En el ámbito concreto de la construcción naval, los procesos de producción están siendo totalmente transformados, fundamentalmente por vía de la aplicación de las siguientes tecnologías:

### 10.1.1. Soldadura láser

La importancia de la soldadura láser en los procesos de fabricación de acero de los buques varía según la tipología de estos, cuestión que debe ser tenida en cuenta antes de tomar la decisión de acometer este tipo de inversión, pues no siempre resulta rentable.

En general, se puede decir que cuanto más fina sea la chapa a soldar, mayor será la rentabilidad que se obtenga con la introducción de la soldadura láser. Esto es debido a que los beneficios por la aplicación de este tipo de soldadura están más en la ausencia de deformaciones durante el proceso de unión que en el incremento de productividad derivado de la mayor velocidad a la que indudablemente se ejecuta.

La soldadura láser tiene un input térmico muy bajo, por lo que apenas deforma el acero al soldar. Esta característica es especialmente importante cuando se sueldan espesores inferiores a los 10 mm, pues, en esos casos, los costes de enderezado de la estructura tras un proceso convencional de soldadura al arco GMAW son casi del mismo orden de magnitud que las horas empleadas en soldarla.

En la actualidad, la soldadura láser está siendo empleada de manera generalizada para la soldadura de la estructura primaria y secundaria de buques de pasaje y de guerra, no considerándose de momento su aplicación en otros tipos de buques ni en más elementos estructurales (estructura terciaria, calderería de armamento, ...) hasta que no baje más su coste.

La introducción de la soldadura láser altera totalmente los procesos de producción, pues varían las necesidades de chaflanes y entrehierros. Las tolerancias requeridas por los procesos láser, aunque varían según el tipo de tecnología empleado, son siempre muy altas, requiriéndose entrehierros del orden de los 0,5 mm entre las piezas a soldar. Esto implica realizar una revisión completa de los medios de corte, transporte y montaje de las piezas, así como de los procesos de control dimensional aplicados durante su fabricación, que lleva los costes de inversión asociados al cambio de proceso muy por encima de lo que

simplemente sería sustituir un equipo de soldadura GMAW convencional por uno láser.

Además de los requisitos técnicos inherentes al proceso productivo, en el caso de la soldadura láser, deberán considerarse también los necesarios para garantizar la seguridad de los trabajadores, los cuales condicionarán en gran medida el diseño y el coste de las nuevas líneas de producción.

### 10.1.2. Robotización y automatización de procesos de fabricación

La introducción de la robótica en construcción naval está considerablemente más atrasada que en otros sectores industriales. De hecho, y de manera bastante generalizada, se puede afirmar que este atraso obliga a los astilleros a pasar de ser una industria 2.0 a una 4.0, multiplicando enormemente el esfuerzo de actualización tecnológica que se ha de realizar en comparación con el requerido en el caso de otras industrias.

El retraso en la introducción de la robótica en la construcción naval es debido a la falta de calidad dimensional inherente a los procesos de fabricación de las estructuras de los buques, en los que la acumulación de las contracciones y deformaciones generadas por la soldadura provoca que los productos intermedios ensamblados en esos procesos de fabricación difieran sensiblemente del diseño original. Es decir, si el robot se programa usando exclusivamente la información recibida del diseño, con seguridad acabará soldando en el punto equivocado.

Para evitar que eso ocurra, es necesario que el robot sea inteligente y use algún tipo de visión

artificial que le ayude a adaptarse a la realidad. Esto, que tan sólo hace poco más de una década era una dificultad casi insalvable, hoy en día está totalmente superado técnicamente, lo que ya permite aplicar con profusión la robótica en casi todos los procesos de fabricación de estructuras navales.

Refiriéndonos al diseño como CAD y a la programación de los robots o instalaciones automatizadas de producción como CAM, podemos encontrar diferentes soluciones de robótica o automática en función de la relación CAD-CAM empleada en cada caso, las cuales se deberán seleccionar en función de la calidad dimensional del proceso al que se vayan a aplicar.

En general, el robot recibirá el CAD y lo usará para preparar su programación de trabajo, CAM. El CAM copia el CAD y le añade la información necesaria para que el robot haga su trabajo, que, en esencia, consiste en definir cómo acceder hasta la junta a soldar sin colisionar con la estructura y qué movimientos debe hacer el brazo robot en cada parte de la junta a soldar. Estos movimientos son preprogramados y archivados previamente en una librería de macros, a la que el CAM recurre según demanda del diseño. Como diseño y realidad no coinciden, el robot debe tomar las referencias recibidas del CAD como orientativas, usándolas sólo para encontrar la posición real de la junta a soldar con ayuda de visión artificial.

La necesidad actual de programar este tipo de interfaces CAD-CAM conlleva nuevas exigencias al software de diseño que antes no se planteaban, pero que ahora resultan inevitables. La información del CAD ya no debe



Figura 17. Proyecto Astillero 4.0 de Navantia

servir sólo para dibujar un plano, sino que se va a usar para orientar un robot, por lo que soluciones matemáticas tradicionales, como pudiera ser definir un plano mediante el cruce de dos rectas, ahora ya no sirven. El robot necesita que el plano representado matemáticamente sea sólido, pues de otro modo se perdería al buscarlo, lo atravesaría. Estos requisitos complican el software de diseño, del que, en términos generales, podemos decir deberá ser más sofisticado para poder soportar la robótica. Esta misma reflexión puede ser usada para cuestionar si el software de diseño que emplea un astillero es el más adecuado para abordar su proceso de robotización, pues puede ocurrir que sea necesario cambiarlo como requisito previo a la modernización de la planta.

Actualmente, se puede hablar de procesos en los que se emplean robots convencionales, aunque adaptados a las características particulares de cada uno de ellos, y otros para los que se desarrollan instalaciones automatizadas específicas.

Las instalaciones automatizadas específicas se aplican generalmente para combinar montajes con procesos de soldadura mecanizada, o también, simplemente para montar las piezas que posteriormente suelda un robot. Son inevitables en el caso de aplicar soldadura láser, pues la calidad dimensional exigida al proceso obliga a combinar en una misma instalación automatizada el corte, montaje y soldadura de las piezas. Sería el caso de los paneles planos o del montaje de los perfiles sobre los mismos.

De manera general, se puede decir que la mecanización en soldadura se aplica siempre que esta sea exclusivamente lineal, dejando su robotización para las aplicaciones en las que se requiere variación continua de la posición de la torcha de soldadura.

#### 10.1.2.1. Tipos de robótica aplicados en construcción naval

En cuanto a los tipos de robótica que se aplican en construcción naval, podemos clasificarlos en los siguientes tipos:

- **Robots auxiliares y exoesqueletos:** Son auxilios para el operador que, pese a no prescindir de él, le facilitan realizar en solitario operaciones para las que serían necesarios varios hombres, redundando así en un aumento de la productividad.
- **Robots autónomos:** Trabajan sobre una librería de macros preprogramada. El robot debe situarse frente a la estructura a soldar manualmente. Una vez en posición, el operador le indica el tipo de estructura de qué se

trata y los detalles estructurales que debe buscar para soldar. A partir de aquí el robot actúa sólo. Analiza en primer lugar la estructura, identificando las juntas a soldar, y asigna a cada una después él mismo la solución de soldadura más adecuada entre todas las que tiene en su librería. Una vez realizado este proceso de autoprogramación, procede autónomamente a ejecutar la soldadura de la estructura.

Los robots autónomos están pensados para que un operario pueda mantener activos entre 4 y 6 simultáneamente.

- **Robots de programación on-line:** En estos robots el operador programa el robot directamente en la estación de trabajo prescindiendo del CAD.
- **Robots de programación off-line:** En ellos la programación del robot se realiza fuera de la estación del trabajo, usando como referencia el CAD de la pieza que posteriormente se pretende soldar.

#### 10.1.2.2. Procesos típicamente robotizados en construcción naval

Desde el punto de vista de los procesos en los que estos robots pueden ser aplicados, se puede hablar de diferentes tipos de aplicaciones robotizadas ya consolidados para la fabricación de estructuras de buques:

- **Robots de corte:** Usados para el corte de llantas y perfiles en combinación con líneas automatizadas que mueven estos elementos y los clasifican para su entrega posterior a la etapa de producción correspondiente. Este tipo de robots trabajan sobre macros de programación preprogramadas para los diferentes detalles estructurales del diseño, que se aplican con programación on-line en el propio puesto de trabajo.
  - **Robots de montaje de piezas:** Empleados hasta ahora fundamentalmente en la fabricación de previas, aunque actualmente también empiezan a usarse en etapas posteriores, para montajes en las líneas de fabricación de bloques. Se pueden encontrar soluciones tanto on-line como off-line para robots programables, además de otras que recurren al empleo de robots auxiliares comandados a distancia o exoesqueletos.
- Los robots programables de montaje generalmente operan en tándem. Su función es coger la pieza y montarla en la posición adecuada sin intervención de ningún operador. Para ello requieren de la combinación de dos robots realizando las operaciones de montaje y punteo de las piezas. Las características de ambos robots son en este caso

diferentes. El robot de montaje debe ser de gran potencia, para poder presionar las piezas mientras el otro robot, que puede ser más ligero, las puntea.

Actualmente el mercado ofrece también la posibilidad de usar robots auxiliares de gran potencia comandados directamente a distancia por el operario. Son en realidad soluciones de manipulación inteligente de piezas pesadas, que en el caso de la construcción naval pueden ser empleados para evitar volteos de bloques. Estos robots permiten realizar montajes de precisión de grandes piezas en vertical.

En cuanto a los exoesqueletos, se emplean para multiplicar la fuerza del operario y evitar la necesidad de trabajar por parejas o grupos. También evitan la necesidad de usar grúas, eliminando los tiempos de espera para las operaciones de montaje en los talleres.

- **Robots para soldadura a filete de programación on-line:** Se usan en instalaciones capaces de escanear la estructura a soldar, prescindiendo así de la necesidad de transmitir el diseño a los robots. Se trata de escanear directamente la pieza y usar esa imagen para alimentar el CAM del robot y programar la soldadura.
- En general, esta solución es válida para soldar estructuras abiertas sólo hasta los 500 mm de altura, pues para tamaños mayores se generan muchos errores debidos a las sombras de las piezas frente al haz del escáner.
- **Robots para soldadura a filete de programación off-line:** Es la solución tradicional CAD-CAM. El robot recibe el CAD y prepara su programa de soldadura para cada estructura a soldar. En este caso, existen diferentes soluciones para resolver las diferencias entre el CAD y la realidad de la estructura a soldar.

La más empleada, y también más conservadora, pues permite absorber mayores errores dimensionales, es la de combinar un escaneado previo de la estructura con la lectura del CAD. El robot compara la imagen del escáner con el CAD y la corrige en función de la realidad que está viendo. La imagen corregida es la que se emplea para la programación CAM del robot.

Para casos en los que se puedan garantizar errores dimensionales inferiores a los 2 mm (cosa complicada, pues debe considerarse que son acumulativos), se puede confiar en soluciones en las que el robot se sitúa en la junta mediante visión artificial o palpando la estructura.



Figura 18. Navantia. Módulo de aseo fabricado mediante impresión 3D.

▪ **Robots para soldadura volumétrica:** Se emplean para la soldadura de tope de chapa de altos espesores, generalmente curvas y con chaflán. En estos casos la dificultad estriba en la lectura previa del perfil de soldadura a realizar y la programación secuencial de los cordones a ejecutar. Para ello, el robot usa primero un escáner de precisión para conocer el perfil de la junta, cambiándolo después por una torcha de soldadura para soldarla.

Esta aplicación puede ser usada montándola sobre un pórtico autónomo en las líneas de fabricación, en cuyo caso es generalmente operada con programación off-line, que se encarga de dirigir secuencialmente al robot a cada tope de soldadura a realizar.

▪ **Robots de soldadura autónomos:** Se usan en estaciones de fabricación fuera de línea, colgados de pescantes auxiliares que facilitan su posicionamiento sobre el bloque.

### 10.1.3. Fabricación aditiva

La tecnología de fabricación aditiva está revolucionando el mundo de la producción. Las tecnologías en este sector evolucionan a gran velocidad y hacen prever que en un futuro próximo su aplicación va a comandar el mercado, arrojando del mismo a otras tecnologías más tradicionales.

La impresión 3D es capaz de fabricar piezas impensables de obtener mediante otras tecnologías, fabricando simultáneamente las partes interiores y exteriores de la misma. Además, es capaz de dotar a las piezas de innumerables soluciones de estructura interna, lo que permite reforzarlas sin añadirles peso. Por último, hay que destacar también que la fabricación la hace una máquina, de forma casi autónoma, con lo que el coste de mano de obra es residual, eliminándose además muchas partes del proceso productivo convencional.

Aunque en el mercado se ofrecen actualmente ocho tecnologías de fabricación aditiva diferentes, para construcción naval sólo resultan adecuadas dos: el FDM (Fused Deposition Modelling) y el WAAM (Welding Arc Additive Manufacturing). La diferencia fundamental entre ellas radica en que, mientras la tecnología FDM fabrica las piezas por deposición de hilos de material polimérico, la WAAM lo hace mediante la acumulación de sucesivas pasadas de soldadura con un brazo robotizado. En definitiva, esto ofrece dos posibilidades de fabricación de piezas por impresión 3D, una para materiales poliméricos y otra metálica.

Las aplicaciones más inmediatas de la fabricación aditiva en construcción naval se centran en elementos de calderería y de habilitación, aunque su implantación será necesariamente progresiva, sobre todo debido a la necesidad y dificultad de certificar las nuevas piezas diseñada. A tal efecto, el astillero deberá definir una estrategia adecuada de implantación que siga los siguientes pasos:

- Seleccionar productos a producir con fabricación aditiva. Esta selección se puede hacer en base a criterios de firma electromagnética, peso, corrosión o coste de producción.
- Seleccionar Materiales y/o desarrollar nuevos materiales que cumplan requisitos. Hay que tener en cuenta que sustituir un elemento metálico por otro fabricado con materiales compuestos va a requerir de una homologación y, muy probablemente del diseño específico del material a usar en la fabricación.
- Cambiar la ingeniería para integrar en ella estos productos. Reingeniería que incluye una migración de software de diseño hacia uno específico de impresión 3D.
- Certificar los nuevos productos diseñados.
- Producir los nuevos productos.

### 10.2. Nuevas plantas de producción inteligentes

La planta de producción inteligente busca alcanzar los siguientes objetivos a través de la digitalización de los procesos:

- Reducción de costes de inmovilizado, optimizando la cadena logística a través de su digitalización.
- Reducción del número de operarios empleados en la fabricación, eliminando operaciones manuales en los procesos de producción.
- Reducción de costes de administración, digitalizando los procesos administrativos.
- Optimización del control y la planificación de la producción, con la consecuente reducción de los tiempos de ciclo y optimización de la productividad, mediante la sensorización de la planta y de las piezas en curso.

- Mejora y estandarización de la calidad del producto, sistematizando y automatizando la fabricación y los controles de calidad en cada proceso de producción.
- Reducción de los tiempos de parada por averías y de los costes de mantenimiento, sensorizando y monitorizando el comportamiento de las máquinas y las líneas de producción.

### 10.2.1. Digitalización de la cadena logística

La digitalización de la cadena logística es un paso previo y necesario para la optimización de la gestión de la producción, que afecta tanto a los suministros externos, como a los internos de material en curso y su red de transportes.

La tecnología actual permite identificar perfectamente cada pieza del buque con códigos inteligentes que reflejen su situación en el proceso de producción. La información almacenada en estos códigos variará en función de las situaciones por las que pase la pieza, facilitando así la perfecta trazabilidad de la misma.

Las identificaciones podrán ser activas o pasivas, según la importancia que se otorgue a cada pieza en el proceso productivo, de modo que se pueda geolocalizar en todo momento la situación de las más importantes. Permiten facilitar así, tanto la optimización de la planificación y los stocks de material en curso, como la automatización de los transportes, facilitando el uso de medios de transporte autónomos que, previa lectura de las mismas, identifiquen qué deben hacer con cada pieza, cargándola y transportándola hasta el punto de consumo sin intervención de ningún operador.

### 10.2.3. Automatización de la planta de producción

La planta inteligente combina actuaciones para la automatización y robotización de las estaciones de trabajo con la automatización de los movimientos de las piezas entre las mismas. En esencia, se trata de reducir el número de operarios empleados en la fabricación, considerando por igual tanto a los que realizan funciones directas como indirectas.

En el caso de la construcción naval, no es posible plantear en la actualidad la automatización integral de la construcción de un buque, tal y como ya se hace en otros sectores, como, por ejemplo, el del automóvil. La dualidad del buque, a caballo entre un producto fabricado y un proyecto construido, dificulta notablemente alcanzar este objetivo, obligando a plantearse soluciones diferentes a las aplicadas en otros sectores industriales. De este modo,

se divide el proceso de producción del buque entre etapas de fabricación, a ser realizadas en talleres, y etapas de construcción, ejecutadas entre el dique de montaje y los muelles de armamento a flote, centrando los esfuerzos de automatización en las primeras.

Según esto, tomando como referencia el proceso de fabricación tradicional de un buque, podemos considerar que las nuevas tecnologías permitirán alcanzar porcentajes de automatización máximos que afectarán a lo sumo a entre el 30% y el 40% de sus actividades de producción. Los porcentajes variarán en función de la complejidad del buque o, más concretamente, de la proporción existente entre trabajos de acero y armamento en el mismo, pero en cualquier caso resultan significativos para condicionar la competitividad de los astilleros que no aborden con decisión su modernización.

Para automatizar la producción de un buque es necesario definir una estrategia constructiva orientada a la automatización, donde el diseño facilite la aplicación de la robótica en producción. Esta estrategia debe estar basada en la descomposición del buque en productos intermedios de fabricación automatizable. Cuanto mejor sea esa estrategia constructiva, mayores niveles de automatización se alcanzarán en los procesos productivos.

Los productos intermedios agrupan las partes estructurales del buque que comparten un mismo proceso de fabricación. Bajo este concepto, dos estructuras diferentes pueden corresponder a un mismo producto intermedio siempre que su proceso de fabricación pueda ser descompuesto en las mismas etapas, ejecutables además con las mismas instalaciones.

La automatización de una planta de fabricación de un producto intermedio precisa considerar, por este orden, las siguientes actuaciones:

- Definición de un proceso de producción compacto y autónomo, integrado con sus puntos de stock y alimentaciones, dentro de un flujo de general de producción que lo relacione con los procesos de producción del resto de productos intermedios que conforman el buque.
- Automatización de procesos en cada estación de trabajo de las líneas de producción.
- Automatización de movimientos en las líneas de fabricación.
- Automatización de alimentaciones de material desde los puntos de stock.
- Sensores que permitan identificar la posición de cada pieza en las líneas de proceso.
- Transportes autónomos entre almacenes y diferentes talleres de la planta.

Hasta el momento, los astilleros más avanzados han conseguido ya automatizar en un alto grado sus procesos de fabricación de estructuras de acero. El reto tecnológico actual está centrado en conseguir la automatización de la incorporación del armamento en las líneas de fabricación de subbloques.

#### 10.2.4. Digitalización de la administración

Un astillero 4.0 debe tener gestión digital. El objetivo es hacer desaparecer totalmente el papel de los procesos de gestión, pues su eliminación conlleva una reducción automática de personal y, con ello, de costes.

Todos los departamentos del astillero se verán afectados por esta actividad, que contempla tanto la administración, gestión de recursos humanos, compras, ingeniería e incluso la emisión de planos para producción, que debe ser sustituida por su consulta en medios electrónicos.

En este aspecto, el astillero puede ser gestionado exactamente igual que cualquier otra industria 4.0 de un sector diferente, lo que abre un amplio abanico de soluciones para abordar la transformación digital de la planta.

#### 10.2.5. Automatización de los controles de calidad

La automatización de los procesos de fabricación permite automatizar también los controles de calidad de los productos en curso, que pueden ser realizados sistemáticamente sin intervención de ningún operador. La combinación de fabricación y control de calidad automatizado facilita y garantiza alcanzar mayores y más estables niveles de calidad en los productos fabricados.

Para conseguir este objetivo, los procesos automatizados deben definirse y dotarse con sensores que informen de la calidad de la operación ejecutada. Estos son fundamentalmente: inspecciones de soldadura por ultrasonidos, registro continuo de temperaturas, registro continuo de parámetros de soldadura, escáner de control dimensional e inspección de la calidad de pintura.

#### 10.2.5. Monitorización de la planta

La digitalización permite realizar una monitorización total de la planta, facilitando su operación, control y mantenimiento.

En esencia, consiste en disponer sensores en todas las máquinas, equipos y vehículos operativos en la instalación y recoger sus señales en una cámara de control centralizada en la que se opera sobre un gemelo digital de la planta.

La monitorización de la planta permite conectar o desconectar servicios a demanda, mostrando en todo momento la situación operacional de la misma.

Facilita además sustituir los conceptos tradicionales de mantenimiento por sistemas de mantenimiento basado en la condición y de mantenimiento predictivo, en los que los sensores dispuestos en las máquinas informan de su situación y emiten alarmas en caso de producirse desviaciones anormales en su comportamiento, permitiendo de este modo evitar la generación de averías.

Nuevamente, la consecuencia de estas actuaciones redundará en la reducción de costes, en este caso de mantenimiento y servicios.

#### 10.2.6. Sistemas de gestión de planta MES y MOM

La automatización de la planta permite incorporar en la misma sensores que nos faciliten información para su correcto control y gestión. Estos sensores se integran en sistemas de gestión que normalmente se agrupan en dos categorías:

##### ▪ MES (Manufacturing Execution System):

Consiste en un sistema de gestión de información conectado a los equipos y líneas de fabricación, que monitoriza, controla los procesos y gestiona el flujo de datos de planta, intercambiando información en tiempo real con un sistema de planificación de recursos empresariales, ERP (enterprise resource planning).

El MES centraliza y distribuye información en tiempo real sobre la productividad de cada estación de trabajo de la planta, los fichajes y control del personal, el control de suministros de materiales y stocks, la calidad de los productos en curso, las incidencias de mantenimiento y el cumplimiento de la programación en cada puesto de trabajo así como de la planificación general.

##### ▪ MOM (Manufacturing Operation Management):

Se trata de un sistema de visualización del proceso completo de fabricación, realizada con el objetivo de optimizar su eficiencia mediante la ejecución eficiente de las operaciones de fabricación y la mejora global de la productividad. Este tipo de sistemas se basa en la utilización de un gemelo digital de la planta como receptor de las señales de indicación de posición del producto en curso en la planta. Estas señales pueden proceder, bien de etiquetas activas, fijadas a los productos y medios de transporte, o bien de pasivas, que son leídas a su paso por determinados puntos de control de flujo.



Figura 19. Ejemplo de arquitectura IT/OT para un astillero

### 10.3. Requisitos de arquitectura digital

Como se ha podido ir viendo a lo largo de los puntos anteriores, la reconversión de la planta en un astillero 4.0 llevará asociada la necesidad de realizar un replanteamiento de la arquitectura digital de los sistemas usados en la empresa, garantizando la posibilidad de interconexión entre los diferentes sistemas usados por cada departamento. En general, podemos hablar de definir una visión digital que compatibilice la generación de productos y servicios inteligentes, con la fabricación en una fábrica inteligente dotada de sistemas MES y MOM, un software de diseño, un software de gestión de operaciones que gestione compras y contabilidad en coordinación con un ERP, además de integrar todo esto con el resto de procesos corporativos de gestión de la empresa (recursos humanos, calidad, prevención, ...). Como una parte más de esta arquitectura digital, y no la de menor importancia, habrá que considerar la ciberseguridad, que deberá garantizar que la planta, su ingeniería y productos, no son accesibles a ciberataques.

Además de analizar las compatibilidades de software, diseñando la adecuada arquitectura digital para el conjunto de todos ellos, deberá prestarse especial atención a las transferencias de información entre las redes de tecnologías operativas, OT, y las redes de tecnologías de la información, IT, definiendo el adecuado sistema de interfaz entre ambas, así como los niveles operacionales necesarios para cada una.

La red IT integrará los softwares de ingeniería, de gestión y de PLM (Product Lifecycle Management), utilizados en las oficinas para gestionar la administración, las compras, o la contabilidad, así como realizar los proyectos y lanzarlos a producción. Además, todo ello lo coordinará, caso de existir, con la red corporativa que integre esa planta con otras de

la compañía. Esta información deberá estar disponible en planta, para lo cual será recolectada y distribuida a través de un sistema de intercambio de información IT/OT, que también servirá de red perimetral o conexión DMZ con la red externa, permitiendo a través de ella conectar de manera segura la red interna con clientes externos a la planta, tanto para transmitir información, como para recibirla.

En general, dada la arquitectura de sistemas definida, se necesitarán establecer diferentes niveles de gestión en la red OT, que combinarán cableados con buses de comunicación con redes inalámbricas que permitan conectar y transmitir información a vehículos u operarios en cualquier punto de la planta.

El primer nivel de red OT se encargará de recoger las señales de los equipos de cada estación de trabajo, para lo cual deberá tener un puesto de control local con una pantalla HMI de interface hombre-máquina, de manera que el operador pueda acceder directamente a la información de la máquina. El puesto de control deberá indicar información en tiempo real sobre el trabajo que está realizando,

aportando datos de trazabilidad relativos al proceso y el estado de la estación según su operatividad, junto con otros relativos al mantenimiento y el consumo eléctrico en la misma.

El segundo nivel de red OT lo integran los puestos de control para visualización del estado completo de los procesos llevados a cabo en el taller. Desde estos puestos se tendrá la posibilidad de representar cualquier tipo de información, pero estarán fundamentalmente destinados a presentar el flujo programado para los talleres y el estado de elaboración de cada uno de los productos intermedios a su paso por cada etapa del proceso de producción. En este nivel se sitúa también el puesto de control de mantenimiento y planta, que recoge y analiza los datos de funcionamiento de las diferentes máquinas e instalaciones de la planta.

Además de los puestos de control centralizados para los mandos, se deben aprovechar las posibilidades que ofrece la digitalización para distribuir la información y llevarla lo más cerca posible de sus últimos usuarios. En este sentido, por un lado, se debe contar con instalar pantallas o puestos tipo totem repartidos por la planta, donde los operarios puedan consultar tanto datos globales de funcionamiento del taller como la información técnica necesaria para la realización de su trabajo. Por otro lado, la difusión de la información deberá complementarse con transmisiones inalámbricas, que serán las que permitan distribuir los datos de gestión entre los gestores del taller, conformando con ello una de las herramientas claves de difusión del MES.

### 11. La industria auxiliar del sector naval en un entorno industrial 4.0

Como se ha podido comprobar en los apartados anteriores, el proceso de migración de una industria tradicional a una 4.0 es muy



Figura 20. Empresas colaboradoras especializadas y Astilleros 4.0 como empresa tractora

complejo que afecta a todas las actividades realizadas por la empresa, tanto en la propia concepción de sus productos, como en la manera de producirlos, mudando totalmente sus sistemas de gestión, diseño, fabricación, mantenimiento y servicios postventa.

Figura 20. Empresas colaboradoras especializadas y Astilleros 4.0 como empresa tractora

Al ser los astilleros son una industria de síntesis, será muy difícil que un astillero tradicional pueda convertirse en un astillero 4.0 sin que su red de empresas colaboradoras evolucione también en el mismo sentido. Esto supone un nuevo reto para un sector industrial muy tradicional, que deberá adaptarse a las nuevas tecnologías para evitar ser sustituido por otros proveedores que sí estén dispuestos a ofrecer los nuevos servicios demandados. No obstante lo anterior, es evidente que el concepto de industria 4.0 abre el sector naval a una gran cantidad de nuevas empresas que se incorporarán a la red de proveedores, ofreciendo servicios y productos hasta ahora no consumidos. Podemos citar aquí, a modo de ejemplo, la creciente demanda de servicios informáticos, instalaciones automatizadas, productos realizados con impresión 3D, mantenimientos especializados o diseños con realidad virtual.

Con ánimo de concretar un poco más estos cambios, a continuación, se recorre someramente el sector, indicando los retos que deberá afrontar cada una de sus especialidades industriales.

### 11.1. Industria auxiliar metalmecánica

Tradicionalmente, los astilleros españoles subcontratan un alto porcentaje de su producción de acero, encargando la fabricación de subbloques o bloques completos en talleres externos, que realizan estos trabajos de manera bastante artesanal. Las posibilidades de la industria 4.0 obligan al astillero a replantearse la manera de realizar estas subcontrataciones como medida para reducir sus costes, ya que, de otro modo, no serían competitivos frente a su competencia, que, en general, ya está automatizando totalmente sus procesos de producción.

Buscando dar respuesta a esta necesidad, la nueva tendencia en las subcontrataciones de acero será la de subcontratar productos intermedios a empresas especializadas en cada uno de ellos. De este modo se potencia la posibilidad de que el subcontratista invierta en maquinaria y especialice su planta de producción, incrementándose la productividad y la calidad, al tiempo que se disminuyen los costes.

Otro de los cambios que deberá asumir este tipo de empresas, que, en general, operan con

sistemas de gestión muy tradicionales, será el de integrar sus sistemas de información con los del astillero. La tendencia es a que la información sea transmitida informáticamente, y los controles sobre las piezas fabricadas se registrarán del mismo modo. También será necesario que el subcontratista se integre en el sistema MES, tanto recibiendo de información como emitiéndola. A tal efecto, sus líneas de producción y sus productos deberán sensorizarse, emitiendo información sobre cantidades de producción y situación de piezas y stocks de material en curso y fabricado.

Además de su especialización y digitalización, este tipo de empresas también deberán prepararse para asumir que parte de lo que hasta ahora ha venido siendo su producción tradicional pase a ser realizada con otras tecnologías y materiales. Esta tendencia es evidente sobre todo en los buques militares, donde ya se empiezan a diseñar grandes partes del buque en materiales compuestos. Es inevitable considerar que, en el futuro, parte del volumen de subcontratación metálica migrará a los materiales compuestos y la fabricación aditiva, que entrarán a formar parte de la red habitual de proveedores de los astilleros.

### 11.2. Fabricación de equipos navales

El astillero debe ofrecer una serie de servicios 4.0 a sus clientes que obligan a que los equipos que instale estén especialmente adaptados para ello. En esencia, el astillero va a pedir que estos equipos tengan:

- Sensores y automatismos que permitan integrarlos en una red de control.
- Sensores que faciliten integrarlos en una red de mantenimiento basado en la condición.
- Información sobre la fiabilidad de cada componente del equipo, para facilitar la realización de un plan de mantenimiento RCM del buque y la previsión de repuestos óptima para el mismo.
- Proyecto digitalizado del equipo, para facilitar su integración en los programas de realidad virtual de mantenimiento y formación del buque.
- Servicio de apoyo al ciclo de vida, ACV, al equipo durante toda la vida del producto.
- Servicio de resolución de obsolescencias durante toda la vida del producto.
- Telesistencia y telediagnóstico al funcionamiento del equipo, para integrarlos en la red de telesistencia que el astillero ofrece al buque.

### 11.3. Ingeniería

Los astilleros realizan una abundante y creciente subcontratación de ingeniería. Las nuevas tendencias y necesidades de la industria 4.0 también van a afectar a estas empresas,

tanto en la manera en la que deberán ofrecer sus servicios, como en la concepción misma de estos, que aumenta en alcance y complejidad.

No son descartables migraciones de licencia de software, que se deriven del intento de resolver problemas en la arquitectura digital del astillero, aunque no tengan nada que ver específicamente con el diseño. Esto es debido a que los requisitos al software de diseño son cada vez mayores, exigiéndose de él, no sólo que facilite la realización del proyecto del buque, sino la gestión de las compras, el aprovisionamiento y la automatización de la producción. Desde este punto de vista, el efecto sobre las empresas proveedoras de ingeniería es evidente, pues afecta a la formación de sus recursos y a las inversiones y contratos de licencia que tengan realizados.

Se van a demandar a la ingeniería nuevos servicios, que requerirán de la contratación y formación de nuevos especialistas, así como de la adquisición de nuevas licencias de software específicas. Es el caso, por ejemplo, del diseño de piezas para ser fabricadas con impresión 3D, mediante fabricación aditiva. Este tipo de diseño exige conocer las nuevas técnicas de fabricación, las particularidades de los materiales empleados y aplicar software de diseño específicos.

Hay que considerar también, que los nuevos servicios demandados por los clientes del astillero abocan a las empresas de ingeniería a abordar nuevos desafíos, como son las programaciones de los sistemas de automatización de los buques, sus cada vez más ambiciosos y complejos planes de apoyo logístico integrado, PALI, o la combinación de estos con servicios de formación o mantenimiento basados en la realidad virtual, tecnología que, sin duda, se convertirá en un área en expansión, con creciente demanda en el futuro.

### 11.4. Fabricación y montaje de habilitación

En este campo, las nuevas tecnologías afectarán decididamente a la manera de ejecutar los trabajos de habilitación. Por un lado, se debe hablar de la aparición de nuevos materiales compuestos, capaces de ofrecer un aspecto similar al de los acabados tradicionales, pero con un peso muy inferior. Estos nuevos materiales, que ya se usan habitualmente en aeronáutica, llegarán al sector naval para quedarse, ya que permiten reducir notablemente el peso de las acomodaciones. Paneles y muebles pueden ser realizados con estos nuevos materiales, que deberán ser adoptados por los fabricantes habituales del sector naval español ante el riesgo de perder cuotas de mercado frente a nuevos competidores extranjeros que ya planean hacerlo.

Además de los cambios de materiales, el sector se enfrenta también a la aparición en escena de la fabricación aditiva, con las enormes posibilidades que la misma ofrece. Navantia ya ha demostrado cómo se pueden fabricar cabinas de aseo y modulares con impresión 3D, lo que permite adaptar su diseño a cualquier parte del buque, mejorando el aprovechamiento del espacio, y reduciendo el peso y el coste de fabricación. Estas nuevas posibilidades forzarán a los fabricantes del sector a plantearse la incorporación de la fabricación aditiva en sus procesos de producción, mudando totalmente la configuración actual de sus plantas de producción.

Al margen de estos cambios, del mismo modo que se ha comentado para las industrias del ramo metalmecánico, las empresas de habilitación deberán adaptar sus sistemas para que puedan integrarse con los sistemas de gestión del astillero.

### 11.5. Fabricación aditiva

La fabricación aditiva ha ido apareciendo como un nuevo actor de creciente importancia a lo largo de este texto. Es evidente que su utilización será cada vez más habitual, lo que llevará a que numerosas piezas del buque que hoy son metálicas se realicen mediante impresión 3D en el futuro. El primer paso se dará con las piezas de calderería. Puertas, teclas, escotillas, rejillas de ventilación, barandillas o escalas, son ejemplos de elementos que migrarán en primer lugar a la fabricación aditiva, pero les seguirán más. El cambio comenzará seleccionando aquellos que consuman más horas de soldadura en su fabricación, para continuar después con elementos en los que la migración facilite obtener un beneficio de peso notable sin perder características de resistencia.

El siguiente paso en la introducción de la fabricación aditiva se dará para la fabricación de grandes piezas, tanto en materiales compuestos, como en acero. Muy probablemente sean los apéndices del buque los mejores

candidatos a iniciar esta migración, pero, sin duda, en un futuro próximo le seguirán partes cada vez mayores del mismo.

En definitiva, podemos concluir que la fabricación aditiva aparece como una oportunidad de negocio creciente dentro del sector, aunque su aparición irá indefectiblemente asociada a una merma en los volúmenes de negocio de los proveedores tradicionales de carpintería y prefabricaciones de acero de los astilleros.

### 11.6. Montajes y pruebas a bordo

La digitalización también afecta a este tipo de trabajos, aunque en este caso la adaptación a los cambios requeridos es bastante sencilla. Lo fundamental que se requiere de estas empresas es que se integren en el MES y que contribuyan a alimentarlo de información. Además de esto, los operarios de estas empresas se podrán beneficiar de las aplicaciones de etiquetado inteligente y realidad virtual que les ayudarán en su trabajo. Unas sencillas gafas, de un coste inferior a los 20 € permiten leer los códigos QR adheridos a cables y piezas, ofreciendo a los operarios una visión virtual 3D de la instalación que deben realizar.

En el caso de las pruebas, los técnicos de puesta en marcha se pueden beneficiar también de los servicios de teleasistencia que suministre cada equipo instalado en el buque, que pueden combinarse con gafas de visión artificial, que permitan al operador de teleasistencia ver lo mismo que el técnico que está a bordo y hablar al tiempo con él.

### 11.7. Mantenimiento y servicios

La automatización de las instalaciones de producción cambia inevitablemente el perfil de personal y de empresas necesarias para su mantenimiento y operación de planta. La esperada profusión de robots y autómatas, así como la interrelación entre los procesos, cada vez más sensibles a las paradas de producción, hacen indispensable contar con personal

muy experto para garantizar la operatividad de la planta.

La automatización permite adoptar también en la planta sistemas de mantenimiento basado en la condición, así como diseñar el servicio de mantenimiento integrando los servicios de telediagnóstico y teleasistencia de los proveedores de maquinaria, que deberán integrarse en la red OT como una parte más de la misma.

## 12. Conclusiones

El mundo cambia arrastrado por la digitalización. Armadores y administraciones exigen nuevos productos que incorporen y aprovechen las posibilidades tecnológicas actuales. Inevitablemente, su demanda arrastra tras de sí a todo el sector naval, donde cada empresa se ve obligada a ofrecer los productos y servicios solicitados por su cliente, abocando en conjunto a integrar un sector naval 4.0.

Esta mudanza tecnológica ofrece nuevas oportunidades de negocio, incorporando nuevos tipos de empresas al sector, pero también supone un reto para las empresas tradicionales del mismo, que deberán realizar un gran esfuerzo por adaptarse a estos nuevos cambios. No es aventurado afirmar que las empresas que no cambien desaparecerán, pues es evidente que sus clientes se verán forzados a sustituirlas por otras que les den el servicio demandado.

En este complicado proceso, donde el abanico de posibles actuaciones es tan grande y los costes de inversión tan elevados, es vital que cada empresa dé sus pasos entendiendo bien las necesidades de su cliente, cuestión que le evitará incurrir en costes innecesarios. El presente artículo ofrece las claves que dirigen este proceso, presentando un panorama general del sector que debe ayudar a que cada empresa pueda entender qué es lo que se espera de ella en este nuevo escenario industrial. ■

## Diseño orientado a la operatividad y el ciclo de vida. Safety y Sostenimiento

Joaquín Arcusa Miranda, Site Safety Manager, Navantia Bahía de Cádiz

M<sup>a</sup> Teresa Llorente Moreno, Jefe Departamento de Ingeniería de Apoyo al Ciclo de Vida (IACV). Dirección de Ingeniería Astillero Bahía de Cádiz (ABC). Navantia.

Trabajo presentado en el 58 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. Consideraciones de Apoyo al Ciclo de Vida durante el Diseño del Buque
  - 2.1. Contexto
  - 2.2. ¿Por qué ACV?
  - 2.3. Diseño y desarrollo (IACV)
  - 2.4. Evolución. ALI 4.0.
3. Consideraciones de SAFETY durante el diseño del buque
  - 3.1. ¿Por qué SAFETY?
  - 3.2. Identificación y mitigación de peligros en el diseño
    - 3.2.1. Planificación
    - 3.2.2. Identificación y Análisis
    - 3.2.3. Evaluación del riesgo
    - 3.2.4. Reducción y Aceptación del Riesgo
  - 3.3. Influencia del Factor Humano
  - 3.4. Evolución SAFETY. Integración [Operación Segura vs Factor Humano]
4. Conclusiones
5. Bibliografía

### Introducción

En la fase conceptual del diseño de un buque, se deben resolver las siguientes preguntas:

- ¿Qué necesito cuando lo tenga en servicio?
- ¿Cuándo lo necesito?
- ¿Durante cuánto tiempo lo necesito?
- ¿Cómo lo necesito?
- ¿Qué peligros puedo encontrarme durante su uso?
- ¿Cómo puedo evitar esos peligros?

Esas preguntas se deben plantear con dos objetivos principales:

1. Asegurar que cuando se adquiera un Sistema, sepamos exactamente y con anterioridad a su entrega, cómo operarlo, mantenerlo y repararlo durante la vida útil que se planificó.
2. Asegurar la correcta identificación de los peligros a bordo y su control desde una perspectiva de Ingeniería de Sistemas, asegurando la integración de plataforma y los factores humanos

### 2. Consideraciones de Apoyo al Ciclo de Vida durante el Diseño del Buque

#### 2.1. Contexto

Al adquirir un buque o estructura offshore se espera que, durante la vida útil que se ha previsto, cumpla correctamente con las funciones o misiones para las cuales fue diseñado. Es decir, no basta con que las realice en el momento de su adquisición, sino que esas capacidades deben poder mantenerse en el tiempo.

Es por ello por lo que, en líneas generales, el objetivo del Apoyo al Ciclo de Vida (ACV) es asegurar que, cuando se adquiera un buque o estructura offshore sepamos exactamente y con anterioridad a su entrega, cómo operarlo, mantenerlo y repararlo durante la vida útil que se planificó.

Para lograr este objetivo, además del buque, se requieren recursos tales como especialistas entrenados en operar/mantener/ reparar, repuestos, consumibles, documentación, instalaciones de apoyo, industria auxiliar, etc. Es indispensable conocer cuándo, durante cuánto tiempo y cómo necesitaremos cada uno de ellos.

La ingeniería naval comprende tanto las actividades de diseño y construcción, como las de mantenimiento y operación. El concepto de sostenimiento se relaciona directamente con las últimas y refiere al conjunto de acciones logísticas necesarias para mantener y reparar los sistemas que forman el buque, de manera que se garantice su correcta operación cuando y como sea requerido, así como el mantenimiento y la actualización de sus capacidades a lo largo de su ciclo de vida.

El Apoyo Logístico es el conjunto de acciones necesarias para proporcionar los medios que necesitan los buques (en adelante, o estructura offshore) para el cumplimiento de sus misiones o funciones.

Cuando nos referimos al Apoyo Logístico Integrado (ALI), Integrated Logistics Support (ILS), se incluyen las acciones de planificación y gestión generales y de las actividades de diseño, desarrollo, ejecución y entrega que permiten obtener de manera coordinada todos los recursos logísticos que serán necesarios. Para ello, se establece y define una estructura que tiene en cuenta requisitos básicos tales como los niveles de mantenimiento y las funciones a desempeñar en cada nivel, necesidades de personal y formación, apoyo de suministros (repuestos y requisitos adicionales de inventario), equipos de apoyo y prueba, instalaciones, requisitos de transporte y manipulación, recursos informáticos y datos de mantenimiento.

Los principales elementos logísticos que se espera encontrar en el lugar adecuado, momento preciso y en las condiciones deseadas, así como ciertas actividades clave de ALI, deben considerarse sobre una base como la que presenta la figura 1.

El Apoyo al Ciclo de Vida (ACV) es el conjunto de actividades encaminadas a definir, desa-

rollar e implementar el sostenimiento necesario para:

- Maximizar la disponibilidad operativa de buques y sistemas.
- Mantener y evolucionar sus capacidades y prestaciones.
- Optimizar la relación coste/eficacia entre disponibilidad y coste del sostenimiento.

Para ello, los buques deben diseñarse teniendo en cuenta su ciclo de vida completo y la aplicación de un enfoque de ingeniería de sistemas que asegure el cumplimiento de los requisitos operativos y sostenimiento durante toda la fase de servicios.

Es decir, el ACV abarca todas las fases del ciclo de vida. Se inicia en la fase de viabilidad y se prolonga durante toda su vida operativa, hasta su retirada del servicio.

Las claves de cada fase pueden representarse en el esquema representado en la Figura 2.

Se observa que se parte de la definición de la necesidad, con los requisitos operativos, de disponibilidad y de ALI que forman parte de ella. Para llegar a ellos a partir de esa necesidad, se consideran las posibles alternativas que satisfacen los requisitos, se evalúan y finalmente se seleccionan la viable más adecuada, que es la que permite generar la base para las actividades posteriores.

Una vez especificado el buque y los requisitos de ALI, debe diseñarse la solución adecuada y mantenerse actualizada según evolucionan el diseño y la construcción del buque, hasta obtener el paquete de recursos logísticos necesarios. En las fases iniciales principalmente se pretende integrar los conceptos de apoyo necesarios, influyendo en el diseño del buque, sistemas y equipos instalados en el mismo. Posteriormente, se desarrollan los requisitos de apoyo relativos a los objetivos de disponibilidad, de diseño y cualquier otro objetivo relacionado con el ACV para:

- Entregar un paquete inicial de Apoyo.
- Proporcionar el apoyo requerido durante la fase en servicio al menor coste posible.
- Preparar a las dotaciones y las personas designadas de las unidades de apoyo y soporte (Bases / Arsenales / Talleres industria auxiliar) para operar y apoyar de forma efectiva los buques en su CV.

Durante la fase de servicio, además de llevar a cabo las actividades de operación y mantenimiento, las actividades de ACV deben estar definidas y llevarse a cabo para mantenerse alineadas con las modificaciones que a las que el buque se ve sometido. Es decir, se requieren actualizaciones continuamente.



Figura 1.

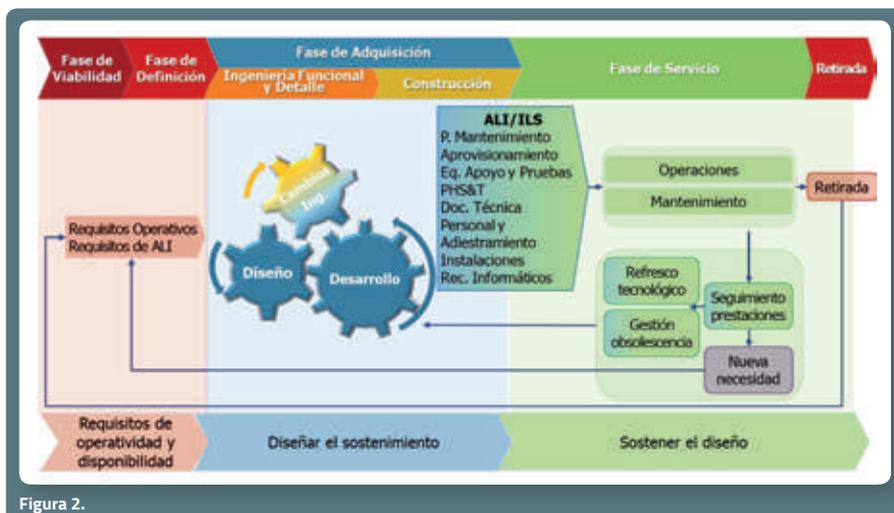


Figura 2.

Es fundamental no perder de vista que, a lo largo del ciclo de vida, aparecerá una brecha de capacidades relacionada con una gestión ineficaz del apoyo logístico y obsolescencias de varios tipos, además de la propia evolución de las necesidades del usuario final. Un seguimiento adecuado de las prestaciones del buque permitirá no solamente realizar las modificaciones adecuadas de los recursos logísticos para mejorarlas, sino que también apoyará las actividades relacionadas con refrescos tecnológicos y gestión de la obsolescencia.

Finalmente, al llegar el momento de la retirada de servicio de un buque, sus sistemas y equipos pueden ser reutilizados, vendidos o desechados. Las actividades de ACV facilitan procesar correctamente todos los recursos del sistema de apoyo relacionados con cada elemento y la toma de decisiones sobre cada uno de ellos.

### 2.2. ¿Por qué ACV?

Los requisitos del cliente o usuario final de un buque suelen incluir aspectos que deben de considerar al buque como conjunto y en su contexto de operación, con la vista puesta en los objetivos ya mencionados de maximizar la disponibilidad operativa de buques y sistema, mantener y evolucionar sus capacidades y prestaciones, así como optimizar la relación coste/eficacia entre disponibilidad y coste del sostenimiento.

Encontraremos, especificaciones técnicas del sistema de apoyo, que incluyen requisitos como:

- Disponibilidad buque/buques.
- Fiabilidad.
- Análisis que realizar.
- Requisitos de aprovisionamiento.
- Necesidades de adiestramiento.
- Instalaciones.

Igualmente se refiere al concepto de ALI que debe utilizarse como base:

Niveles y tipos de mantenimiento.

- Tipos de tareas de mantenimiento preventivo.
- Optimizar apoyo disminuyendo el coste.
- Normativa ALI propia del cliente.
- Etc.

Por otra parte, desde un punto de vista económico, es fundamental tener una visibilidad global del Coste del Ciclo de Vida (CCV).

El CCV de un buque se puede descomponer en los siguientes grandes bloques:

- Coste de Adquisición: Incluye todos los costes de diseño, desarrollo y producción.

Constituye del orden de un 40% del coste total del ciclo de vida.

- Coste de Operación y Mantenimiento: Incluye todos los costes asociados con la operación y mantenimiento del buque durante su vida en servicio.
- Coste de Retirada: Son muy inferiores a los costes de Adquisición y a los costes de Operación y Mantenimiento, además de ser muy dependientes del proceso seguido para la retirada del buque, sus sistemas, componentes y recursos de apoyo logístico asociados.

Otro aspecto para considerar es que, una vez definida la configuración del sistema y de su apoyo, quedarán comprometidos los costes para la utilización, mantenimiento y retirada. Es por ello por lo que, para poder optimizar el coste total del ciclo de vida, deben llevarse a cabo desde las fases tempranas análisis que permitan definir un apoyo logístico óptimo.

Frente al total, se observa que los costes más importantes y en los que deben centrarse estos análisis con el fin de optimizar el CCV son el coste de combustible y lubricantes, el coste de mantenimiento en tierra y el coste de personal.

### 2.3. Diseño y desarrollo (IACV)

La planificación de las actividades de Ingeniería de apoyo al ciclo de vida (IACV) en la fase de adquisición comienza con la concepción del programa y debe estar integrada en la planificación global de diseño y construcción del buque.

Inicialmente se establece la configuración logística, cuya estructura funcional y jerárquica será el soporte del resto de recursos logísticos. Además de los planes de gestión, las primeras actividades a realizar son las que sirven de base para el desarrollo de los productos logísticos. Es decir, se analizan los criterios de diseño para mantenibilidad, se inician las actualizaciones del análisis de coste de ciclo de vida, se modelan y analizan la disponibilidad y



Figura 3.

fiabilidad del buque y sus sistemas, se estudian las necesidades de apoyo en las instalaciones en tierra e inician las tareas relacionadas con los análisis de apoyo logístico en cuanto a grados de esencialidad de los sistemas, factor de uso anual de cada uno de ellos, identificación de fallos, niveles de reparación, etc.

Una vez congelado el diseño del buque, se va disponiendo de datos concretos e información específica que permiten desarrollar todos los productos logísticos, estos se van elaborando y completando. Finalmente se generan la documentación y bases de datos de apoyo en los formatos acordados y que serán útiles para la fase de servicio.

La integración en la planificación global de diseño y construcción del buque debe ser tal que permita entregar no solamente entregar esos datos y documentación a tiempo, sino también adquirir y entregar al cliente o usuario final todos los elementos de apoyo necesarios e impartir los cursos de adiestramiento para las personas que operarán y mantendrán el buque.

Un enfoque habitual es dividir las actividades de IACV en dos grandes grupos que denominamos planes:

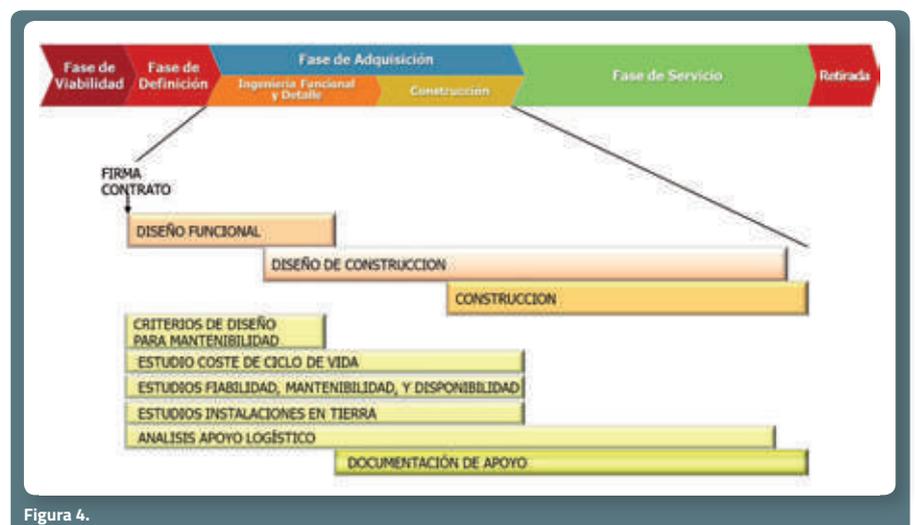


Figura 4.

- Planes Generales: Están orientados a la definición y desarrollo de las actividades de ingeniería logística relacionadas con el diseño y construcción de una unidad/sistema. Su objetivo es integrar las consideraciones de apoyo en el diseño del buque.
- Planes Parciales: Están orientados a la definición detallada y obtención de las necesidades de apoyo.

Se exponen a continuación los principales objetivos de cada una de los planes y sus actividades principales, lo que también permite conocer mejor los recursos logísticos referidos anteriormente.

PLANES GENERALES.

**Gestión.**

**Objetivo:** Definir la organización y mecanismos de gestión (dirección, planificación, coordinación, seguimiento y control) para el desarrollo y obtención del Apoyo Logístico Integrado (ALI).

**Actividades principales:**

- Elaboración del documento Plan de Apoyo Logístico Integrado (PALI).
- Definición del modelo de gestión: planificación, reuniones de gestión, revisiones técnicas, etc
- Gestión del PALI de acuerdo con lo establecido.

**Gestión de la configuración.**

**Objetivos:**

- Establecer criterios, procedimientos y responsabilidades que permitan conocer en todo momento las características funcionales, físicas y logísticas de los sistemas y equipos instalados en los buques, para lograr un apoyo eficaz a lo largo del Ciclo de Vida.
- Asegurar que los sistemas y equipos instalados disponen de apoyo documental actualizado.

**Actividades principales:**

- Elaboración del Árbol de Elementos Configurados (AEC).
- Documentación asociada (planos, manuales técnicos, de mantenimiento, de aprovisionamiento, especificaciones técnicas, etc.)
- Control de cambios.
- Auditorías de configuración.

**¿Por qué la utilizamos?**

- Complejidad del producto/sistema.
- Ciclo de vida prolongado (sostenimiento).
- Producto/sistema crítico.
- Exigencia contractual.

**Ingeniería Logística.**

**Objetivos:**

Agrupar las actividades logísticas que están directamente relacionadas con el diseño del buque



Figura 5.

o submarino y permiten abordar las actividades de los Planes Parciales de Apoyo Logístico.

**Actividades principales y cuestiones a las que responden:**

Asignación de los Grados de Esencialidad de los Sistemas (GRES).

*¿Contribuyen todos de igual manera al cumplimiento de las misiones?*

Estudio del Factor de Utilización de los Sistemas (FUA).

*¿Se utilizan la misma cantidad de horas al año?*

Análisis de Fiabilidad, Mantenibilidad y Disponibilidad (ARM).

*¿Qué esperamos? ¿qué requisitos tenemos?*

Análisis de Apoyo Logístico (LSA).

*¿Cuáles son las estrategias de apoyo aplicables?*

*¿Cómo falla? ¿Puede evitarse?*

Elaborar el Análisis del Ciclo de Vida del buque o submarino.

*¿Cuáles serán las inmovilizaciones programadas para el ciclo de vida?*

Análisis del Coste del Ciclo de Vida (CCV).

*¿Estamos a tiempo de tomar decisiones que optimicen el CCV?*

PLANES PARCIALES

**Mantenimiento.**

**Actividades principales:**

- Definición de los criterios y actividades a desarrollar para obtener los planes de mantenimiento a bordo y en tierra.
- Concepto de mantenimiento y criterio para reparaciones.
- Escalones de mantenimiento
- Documentación de mantenimiento.
- Criterios de inmovilizaciones y misiones del buque.
- Capacidades de mantenimiento.
- Identificación y definición detallada de los planes y de las tareas de mantenimiento para los Sistemas/Equipos/Componentes.

- Determinación de la carga de trabajo de mantenimiento de la dotación del buque.

**Aprovisionamiento.**

**Objetivos:**

Definición, obtención y entrega de todos los materiales y documentación de aprovisionamiento.

**Actividades principales:**

- Elaboración de la Propuesta Inicial De Apoyo con los repuestos, herramientas y equipos de prueba, necesarios para mantenimiento.
- Identificación de elementos de largo periodo de acopio y de gran seguridad.
- Elaboración de una propuesta de POOL de reparables (elementos reparables, intercambiables, críticos, caros).
- Elaboración de los Libros de Cargo.
- Gestión de la obsolescencia.
- Catalogación OTAN (Un artículo > Un NSN y un nombre).

**Equipos de Apoyo y Prueba.**

**Objetivos:**

- Determinar los equipos de prueba y aparatos de medida necesarios a bordo y en tierra.
- Definir intervalos de calibración y las instalaciones requeridas para almacenarlos y mantenerlos.

**Empaquetado, Embalaje, Almacenaje y Transporte.**

**Objetivos:**

Definir los recursos, procedimientos, consideraciones y métodos para asegurar que los elementos de apoyo logístico sean almacenados, empaquetados, etiquetados, mane-



En este contexto contamos con que un buque genera una gran cantidad de datos que pueden ser almacenados y tratados. Estos datos, junto con los sistemas telemétricos de monitorización de la condición y de control de plataforma, se emplean para aumentar la eficiencia de los servicios de sostenimiento y gestión de activos, adaptándose a las necesidades individuales y únicas de cada cliente.

La aplicación de las tecnologías habilitadoras clave, tales como IoT, Cloud Computing, IA, Gemelo Digital, modelización y simulación, RV y RA, Big Data o Data Analytics, posibilitan ofrecer servicios digitales de Apoyo al Ciclo de Vida, incluyendo las áreas de ingeniería, producción, cadena de suministro y sostenimiento desde la fase pre conceptual y diseño hasta el cese de los buques.

¿Cuáles son las claves para que esto funcione?:

- El control del dato, garantizando su veracidad y calidad durante todo su ciclo de vida.
- La integración de todos los actores que participan en el ciclo de vida del buque.

### 3. Consideraciones de SAFETY durante el diseño del buque

#### 3.1. ¿Por qué SAFETY?

En inglés, la palabra española "Seguridad" se puede traducir como Safety o Security, con dos significados bien diferenciados. Este es el motivo del uso de la palabra inglesa.

La idea de Safety está integrada en el mundo de la construcción naval desde hace mucho tiempo, traducida en una serie de normativa y legislación que en muchos casos es de obligado cumplimiento.

Esta reglamentación se establece previamente entre el cliente y el astillero.

- Esta normativa se incluye en la Especificación Técnica del contrato de construcción. Es contractual
- El diseño está sujeto a revisión para verificar su cumplimiento.

La normativa técnica está basada en la experiencia previa para evitar situaciones no deseadas que ocurrieron en el pasado:

- IMO.
- Sociedades de Clasificación (Cotas de Clase)
- Requisitos de Bandera

¿Es suficiente para decir que un buque es seguro?

Un Sistema se considera seguro cuando se demuestra mediante **evidencias técnicas**

Tabla 1

ENFOQUE PRESCRIPTIVO	SYSTEM SAFETY
<p>DEFINE LOS REQUERIMIENTOS MÍNIMOS, DENTRO DE UNA INDUSTRIA DADA, PARA QUE UN SISTEMA SEA CONSIDERADO "SEGURO".</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ No identifica niveles de riesgo.</li> <li>▪ No plantea reducciones de riesgo.</li> <li>▪ Basado en experiencia y datos históricos: reacción a accidentes, más que anticipación a ellos.</li> </ul>	<p>SU GESTIÓN SE ADAPTA A LAS PARTICULARIDADES DE CADA PROYECTO. SE MIDE EL RIESGO QUE PRESENTAN LOS PELIGROS IDENTIFICADOS.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Demuestra que los riesgos (Safety) han sido:</li> <li>▪ Identificados.</li> <li>▪ Evaluados como tolerables y razonablemente mitigados.</li> <li>▪ Gestionados de manera adecuada.</li> <li>▪ Tiene más que ver con la prevención de accidentes que con la reacción a los mismos</li> </ul>

que los distintos componentes han sido diseñados para cumplir correctamente su función.

Es aquí donde se matiza la diferencia entre un Enfoque prescriptivo frente a la disciplina de System Safety. (Ver Tabla 1).

#### Importancia de la Seguridad de los Sistemas

Toda actividad laboral está sometida a peligros (hazards) que, una vez evaluadas sus posibles consecuencias y frecuencia, permite estudiar el riesgo (risk) asociado para minimizarlo.

Un correcto análisis de los riesgos a bordo nos permite adelantarnos y evitar que sucedan. Safety como disciplina interviene en todas las fases de la vida del buque para prevenir accidentes y mejorar su desempeño.

#### Beneficios

- Reducción del número de accidentes.
- Conocimiento exhaustivo de la configuración de los sistemas y del entorno operativo en el que se desenvuelven.
- Adecuación de medios materiales y personales para la función que deben desempeñar los sistemas.

Con esos conceptos, podemos definir **System Safety** de la siguiente forma:



Figura 7.

- La aplicación de principios de ingeniería y gestión, procedimientos y técnicas para conseguir que los riesgos sean aceptables, considerando criterios de eficiencia en la operación, disponibilidad, tiempo y coste, a lo largo del ciclo de vida de los sistemas.

Hay cuatro objetivos principales que no debemos olvidar:

1. Incluir e integrar criterios de Safety en el diseño del buque y de los sistemas (hardware y software)
2. Desarrollar entregables de Safety que estarán actualizados y disponibles a lo largo de la vida del buque.
3. Proporcionar información para una operación y un mantenimiento seguros.

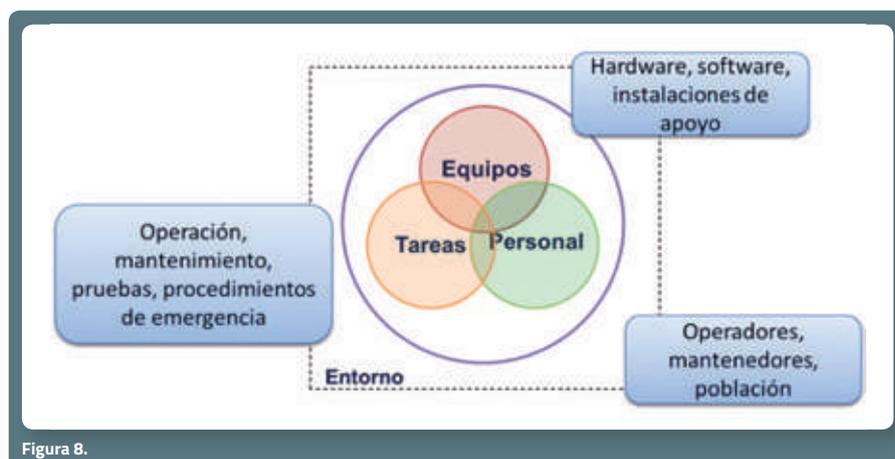


Figura 8.

4. Proporcionar información para el proceso de aprendizaje (training).

Los análisis Safety deben enfocarse desde un punto de vista sistémico, considerando siempre y de forma integrada:

- Los elementos que lo componen.
- Las funciones que realiza cada sistema del buque.
- Su funcionamiento integrado.

Los sistemas no deben analizarse aislados de su entorno operativo. El enfoque «sistémico» de los análisis Safety se basa en que un sistema es realmente algo más que hardware y software. Es una combinación de componentes físicos, procedimientos y recursos humanos organizados para cumplir una función determinada.

### 3.2. Identificación y mitigación de peligros en el diseño

#### 3.2.1. Planificación

Esta actividad debe ser debidamente planificada y acordada en un Plan del Programa de System Safety (SSPP por sus siglas en inglés). En él se deben detallar las tareas necesarias para alcanzar los objetivos finales de Safety acordados entre el cliente y el astillero:

- Planificar las tareas a realizar, siguiendo estándares consolidados de Seguridad de los Sistemas (i.e. MIL-STD-882E).
- Identificación de peligros mediante técnicas adecuadas.
- Durante el diseño:
  - FMECA
  - Functional Hazard Analysis (FHA)
  - Preliminary Hazard Analysis (PHA)
  - System Hazard Analysis (SHA)
  - Subsystem Hazard Analysis (SSHA)
- Durante la fabricación y pruebas:
  - Operational and Support Hazard Analysis (OSHA)
  - Other specific assessment (HHA, etc.)
- Identificación de los **Controles** de Seguridad, incluyendo su proceso de Verificación.
- Registro de peligros y su análisis: **Hazard Log**
- Elaboración del Argumento de Seguridad: **Safety Case**

Es un argumento estructurado, soportado por un cuerpo de **evidencias**, que proporciona una justificación válida, comprensible y convincente de que un buque es seguro para una aplicación y un entorno operativo dados. (DEF-STAN-0056)

Como parte del Programa de Safety y dentro de la aplicación de la normativa internacional, debe incluirse la identificación y gestión de las sustancias peligrosas:

- Cumplimiento con la normativa internacional sobre contaminación:
- Hong Kong International Convention For The Safe And Environmentally Sound Recycling Of Ships, 2009
- Normativas nacionales e internacionales: Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH)
- Declaración de los proveedores
- Disponibilidad de las fichas de seguridad (MSDS)
- Desarrollo de:
  - Hazardous Material Log (HML) integrado en el Hazard log
  - Inventory of Hazardous Material (IHM) para la Nota de Clase (Green Passport o cota equivalente)
- Se aplica en el desarrollo del DISPOSAL PLAN si se requiere.

#### 3.2.2. Identificación y Análisis

Todos los peligros (de cualquier tipo) asociados a los Sistemas deben identificarse dentro de su contexto operacional.

- La identificación incluye la declaración de cuáles son sus causas y consecuencias, además de qué controles permiten evitar la evolución del peligro.
- Los controles pueden ser de los siguientes tipos:
  - Eliminación del peligro
  - Sustitución
  - Control mediante diseño
  - Controles administrativos
  - EPIs
  - La información presentada debe ser verificable y soportada por evidencias objetivas.

Toda la información generada debe ser debidamente registrada, accesible y mantenida durante el proceso de diseño y construcción, y posteriormente transferida al cliente para que pueda actualizarla durante la vida operativa del buque.



Figura 9.

**El Hazard Log es la herramienta que permite registrar toda la información relativa al proceso de Safety.**

- Proporciona un método consistente que asegura la integridad de aquella información que permite controlar, monitorizar y revisar el estado del buque en términos de Aseguramiento de Safety
- Incluye:
  - Descripción de cada peligro incluyendo los riesgos asociados.
  - Estatus de cada peligro y sus controles asociados.
  - Trazabilidad de las acciones realizadas desde la identificación de un peligro hasta que el riesgo asociado ha sido reducido a niveles aceptables.
  - Responsables de las diferentes acciones.
  - Debe ser mantenido y actualizado a lo largo de la vida operativa del buque para asegurar que toda la información sigue estando actualizada y es válida.

#### 3.2.3. Evaluación del riesgo

Una vez identificados los peligros, debemos asignarles una Probabilidad y Severidad para

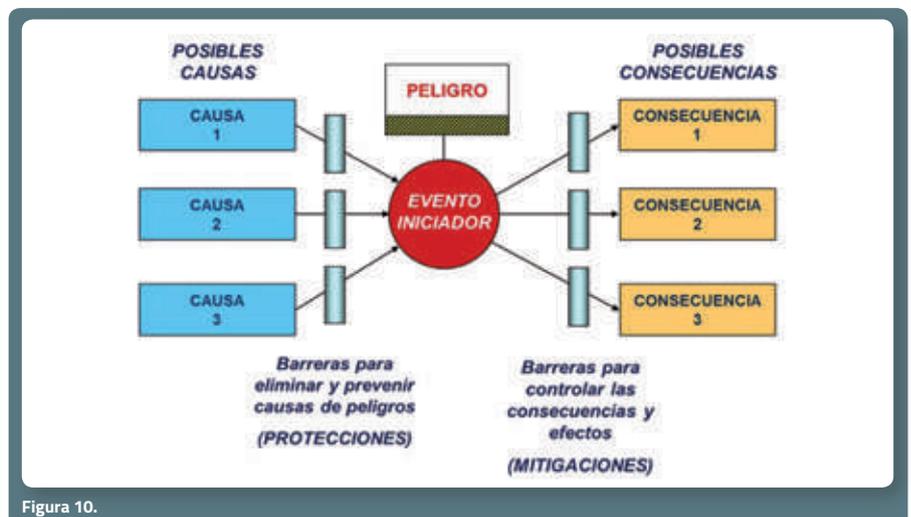


Figura 10.

Severity Probability	Catastrophic (1)	Critical (2)	Marginal (3)	Negligible (4)
Frequent (A)	High	High	Serious	Medium
Probable (B)	High	High	Serious	Medium
Occasional (C)	High	Serious	Medium	Low
Remote (D)	Serious	Medium	Medium	Low
Improbable (E)	Medium	Medium	Medium	Low
Eliminated (F)	Eliminated			

Imagen 11.

**As Low As Reasonably Practicable (ALARP):**  
 Criterio para la eliminación o reducción de un riesgo hasta niveles razonables y prácticos que permiten que el sistema siga teniendo las mismas funcionalidades en el entorno operativo previsto.

Figura 12.

poder ordenarlos y tomar las decisiones adecuadas

**Existen dos tipos de EVALUACIONES DE RIESGO:**

- CUALITATIVAS:
  - Matrices de Riesgo
- CUANTITATIVAS:
  - Análisis de Árboles de Fallo (Failure Tree Analysis – FTA)
  - Análisis de Árboles de Eventos (Event Tree Analysis – ETA)
  - Análisis de Coste Beneficio (Cost-Benefit Analysis CBA)

**3.2.4. Reducción y Aceptación del Riesgo**

La mejor forma de reducir un riesgo es eliminar el peligro. Si el peligro no puede ser eliminado, los riesgos asociados deben ser reducidos a **ALARP** (As Low As Reasonably Practicable) según el siguiente orden de prioridad:

1. Sustituir el peligro por otro con un menor riesgo asociado
2. Aislar el peligro
3. Diseñar una solución para minimizar el riesgo
4. Minimizar el riesgo mediante medios administrativos (cartelería, formación, instrucciones de trabajo, etc)
5. Usar EPIs

**Concepto ALARP (As Low As Reasonably Practicable):**

Un riesgo es “ALARP” si se considera tolerable y reducido en lo posible, dentro de lo razonablemente viable

**Reducción y Aceptación del Riesgo**

- La evaluación de riesgos no es una ciencia exacta y, por lo tanto, el criterio para decidir si un riesgo es “ALARP” o no, conlleva cierto nivel de subjetividad.
- En cualquier caso, si el marco legal exige adoptar algún tipo de medida, el concepto “ALARP” no es aplicable y dicha medida debe ser implementada.
- NO ES SUFICIENTE decir simplemente que un riesgo es ALARP. Un riesgo es ALARP cuando se analizan las opciones para reducirlo y se justifica por qué no son razonablemente factibles de implementar.
- Las buenas prácticas pueden ser razón suficiente para argumentar que un riesgo es ALARP. Sin embargo, deben ser sólo un punto de partida si el peligro es relevante o las medidas de control complejas

Con esta metodología tenderemos la mayor certeza posible sobre los posibles peligros a los que está expuesto un sistema sabiendo, dentro de su marco operativo, qué medidas hay disponibles para minimizar el riesgo, su estado de validez para dicha función y las personas que han recibido la formación adecuada para mantener ese estado.

Un Programa de Safety nos proporciona, en definitiva, una mayor disponibilidad del sistema ya que minimiza los incidentes o accidentes que paralizan su función en caso de ocurrir.

**3.3. Influencia del Factor Humano**

El error humano está potencialmente presente en todos los eventos no deseados. La administración del factor humano entende-

mos todo el conjunto de políticas y actividades que, en el seno de la organización se llevan a cabo para identificar y mejorar las competencias de los colaboradores, así como su grado de satisfacción y compromiso con la organización.

Todo ello con el objeto de mejorar tanto la diligencia y potencial profesional de los colaboradores como su nivel de motivación e implicación con la empresa, posibilitando así el refuerzo mutuo del logro de los objetivos organizativos y personales.

**Eventos con Errores Humanos**

- Investigaciones de accidentes no rigurosas atribuyen la causa a “fallos humanos”
- En realidad, hay muchos tipos de fallos humanos, y muchos motivos para que se produzcan
- Es importante entender estos diferentes tipos:
  - Cuando se intenta reducir la probabilidad de fallos, y
  - Para descubrir la verdadera razón que motivó el fallo.

**Beneficios potenciales de la gestión de Factores Humanos:**

- Para el trabajador:
  - Alineación de tareas con capacidades
  - Procedimientos claros
  - Adecuada gestión de la formación y las competencias
  - Correcta organización de turnos, tiempos de descansos, áreas de trabajo, herramientas, etc..
- Para la Gestión:
  - Reducción de fallos, incidentes y accidentes
  - Mejora de la Productividad
  - Reducción de costes

**Influencia de los factores organizacionales y humanos.**

El desempeño se ve influenciado por:

- Equipos y Sistemas
- Ergonomía
- Alarmas

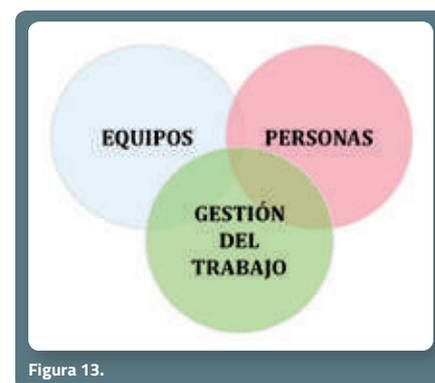


Figura 13.

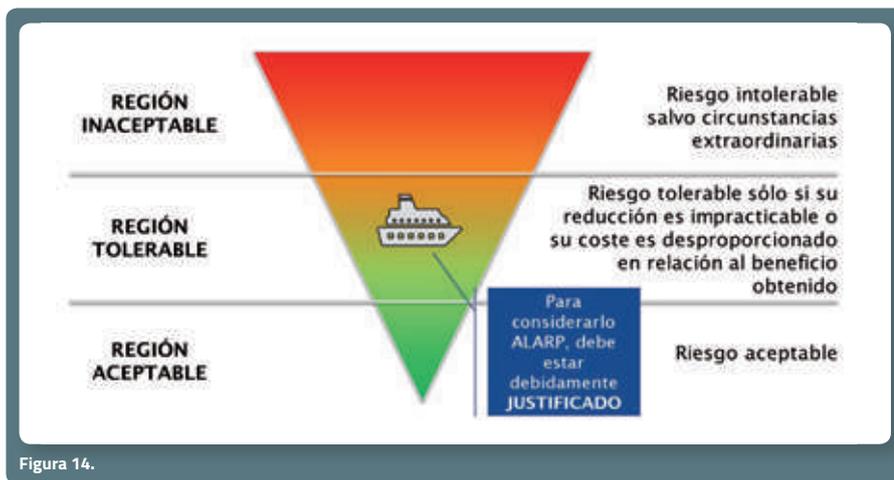


Figura 14.

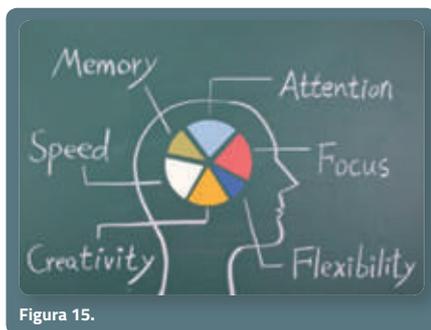


Figura 15.

### Beneficios de un análisis de los Factores Humanos

- En el desempeño de las personas:
- Tareas ajustadas a capacidades.
- Claridad de los procedimientos y sistemas de trabajo.
- Adecuada gestión de la formación y las competencias.
- Diseño adecuado de sistemas de guardias y descansos, espacios de trabajo y sistemas.
- En la gestión:
- Reducción de fallos, incidentes y accidentes.
- Mejora del desempeño.
- Aumento de la disponibilidad.

### 3.4. Evolución SAFETY. Integración Operación Segura vs Factor Humano

En el escenario de la Industria 4.0, es fundamental un planteamiento de la disciplina SAFETY que se apoye en las nuevas herramientas disponibles para implantar toda la metodología explicada anteriormente. Una de las herramientas disponibles actuales está basada en la modelización de un proceso/tarea que se considera crítica para la seguridad operativa del buque (tanto para el personal como para el propio buque), como es el proceso de Escape y Abandono del Buque. La tecnología y el conocimiento actual permiten estudiar esta evolución del proceso de Escape y Abandono del Buque mediante su modelización.

En base a unos peligros ya conocidos asociados al escape y abandono del buque, la modelización nos permite analizar el nivel de riesgo asociado a eventos que se pudieran desencadenar durante dicho proceso y actuar sobre el modelo/diseño, de forma que dichos eventos alcancen un nivel de riesgo considerado ALARP (concepto explicado anteriormente).

Los peligros asociados al proceso de Escape y Abandono del Buque son entre otros, la congestión en las rutas de escape, indisponibilidad de rutas de escape debido a una incidencia a bordo, tiempo excesivo de escape, incapacidad de llevar a cabo una correcta lucha contra la incidencia, etc.

Las herramientas actuales permiten, al modelizar este proceso, evaluar cuantitativamente estos riesgos (identificación de tiempos de congestión, inhabilitación de rutas de escape y análisis con rutas alternativas, medición de tiempo de escape, etc).

Esta evaluación permite la identificación de valores críticos para la seguridad y la posible actuación sobre el diseño, minimizando el valor del riesgo asociado (modificación de las rutas de escape, adición de elementos de salvamento, etc).

### 4. Conclusiones

La integración desde etapas tempranas de diseño de todos los conceptos revisados en el documento permite una mayor funcionalidad de los sistemas y, por tanto, un buque más eficiente.

Diseñar desde la perspectiva de la operación final del buque, del contexto en el que se va a desarrollar dicha operación y considerando también los tiempos y la organización de la dotación del buque nos permite:

- Maximizar la disponibilidad operativa de buques y sistemas
- Mantener y evolucionar sus capacidades y prestaciones
- Optimizar la relación coste/eficacia entre disponibilidad y coste del sostenimiento
- Minimizar el número de incidentes y accidentes
- Maximizar el desempeño de la dotación

Esto, obviamente, incrementa los tiempos de diseño al tener que considerar más requisitos que deben ser verificados. Sin embargo, la ganancia durante la operación del buque es evidente al disponer de un buque más fiable, disponible y seguro.

### 5. Bibliografía

- Ingeniería Logística. Benjamin S. Blanchard.
- Cuadernos de Apoyo al Ciclo de Vida. Navantia.
- Marco de Aseguramiento de Safety de Navantia (MASN). ■

- Interfaces hombre-máquina
- Personas
- Error humano
- Cultura de seguridad
- Equipos y liderazgo
- Organización del trabajo
- Procedimientos
- Comunicación
- Formación

Las decisiones sobre ingeniería humana deben tomarse desde la etapa de diseño de los sistemas, llegando hasta la organización de los trabajos diarios.

### Influencia en los accidentes.

Aproximadamente el 70% de los accidentes se atribuye a errores humanos. Muchos son consecuencia de un mal diseño, una mala asignación de recursos o de procedimientos incorrectos o que no se siguen adecuadamente.

# 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



Agente para España de MÄRKISCHES WERK

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



Germar 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



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

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 Pírcipem 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



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

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.  
Nº 10 Calles de San Juan de los Rios (CALLEJARRIO)  
TEL: 912 57 92 12 FAX: 912 57 61 64  
Email: sajanavy@sajoindyna.es - Web: www.sajoindyna.com

### 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](mailto: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](mailto:viking-e@viking-life.com) • [www.viking-life.com](http://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](mailto:nsi@nslourdes.es) - Web: [www.nslourdes.es](http://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](mailto: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](mailto:info@acco-trade.com)  
[www.acco-trade.com](http://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**  
AENOR  
Empresa Registrada

DIVON, S.L.  
C/ Almirante, 15 - 1.º Dcha. - 28004 Madrid  
Tels.: 915 24 07 15 - 915 24 04 71  
[www.divon.es](http://www.divon.es)  
E-mail: [divon@divon.es](mailto: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 - 39018 Castro (CANTABRIA)  
TEL: 942 57 92 12 - FAX: 942 57 61 66  
Email: sjaind@sjaind.com - Web: www.sjaind.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**



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](http://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](mailto: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 [cotenaival@cotenaival.es](mailto:cotenaival@cotenaival.es)  
[www.cotenaival.es](http://www.cotenaival.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  
Teléfax: 00.34.986 42 44 88  
E-mail: [rectyamot@vibrat.net](mailto: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](http://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](mailto:seaplace@seaplace.es) • web: [www.seaplace.es](http://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**

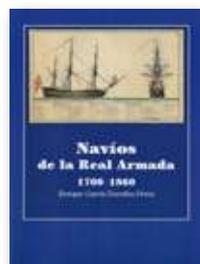
Suscríbete ya en: [www.sectormaritimo.es](http://www.sectormaritimo.es)

**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



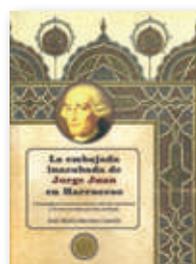
12,00 €

**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<sup>a</sup>. 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<sup>a</sup> 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

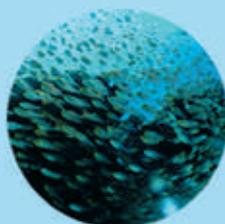


## FEBRUARY

*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](http://www.sectormaritimo.es)

# CURSOS JULIO 2020

2

**CERTIFICACIÓN  
ENERGÉTICA CE3X**

3

**MARCADO CE:  
MÓDULO VI**

6

**LEAN  
MANUFACTURING**

9

**ARQUITECTURA  
NAVAL CON ARGON**

10

**EXCELENCIA EN  
GESTIÓN**

14

**MAXSURF  
BÁSICO**

15

**AUTOCAD 2D Y 3D  
PARA PROFESIONALES**

16

**CIRCUITOS  
HIDRÁULICOS**

17

**TECNOL. OFFSHORE  
EN OIL & GAS**

22

**PROPULSIÓN  
MARINA**

24

**MARCADO CE:  
MÓDULO VII**

24

**FORMAS. CREACIÓN  
DE MODELOS EN 3D**



[www.ingenierojorgejuan.com](http://www.ingenierojorgejuan.com)

Fundación  
Ingeniero Jorge Juan



SAJA-INDYNA, S. A.



**Especialistas en trabajos navales desde 1975**

[www.sajaindyna.com](http://www.sajaindyna.com)

