



ACLUNAGA
ASOCIACIÓN
CLÚSTER DEL
NAVAL GALLEGO

GMT

by ACLUNAGA

nº 13 // 2025

EDITORIAL // ALBERTO MAESTRINI
Presidente de SEA EUROPE

CT INGENIEROS // Retrofit hacia
los nuevos combustibles

VICUS DT // Dispositivos de ahorro
energético: tecnología clave para la eficacia
energética en el transporte marítimo

SIEMENS // La inteligencia artificial
transformará la construcción naval tradicional

VA de BARCOS // El Moules Frites,
un mejillonero de nueva generación de
AISTER para el mar de Bélgica

AIMEN // Aplicaciones robóticas y de realidad
aumentada centradas en el operario para tareas
de montaje y soldadura en componentes navales

DETEGASA // ANDRÉS MOYA (CEO)
(La entrevista)

ISSN: 2990-0700

*Imagen cedida por DETEGASA

Galician Maritime Technologies
DRAIN

JUNGSMIND

INNOVAR ES NUESTRO RUMBO.



Consultoría y dirección de proyectos I+D en el sector naval.

TRAVESÍA DE VIGO N°21, OFICINA E

info@jungsmind.com

www.jungsmind.com



Nº 13_año 2025

ISSN: 2990-0700

- 3 EDITORIAL:** Alberto Maestrini // Presidente de SEA Europe
- 5 CT INGENIEROS** // Retrofit hacia los nuevos combustibles
- 10 VICUS DT** // Dispositivos de ahorro energético: tecnología clave para la eficacia energética en el transporte marítimo
- 14 SIEMENS** // La inteligencia artificial transformará la construcción naval tradicional
- 20 VA de BARCOS** // El Moules Frites, un mejillonero de nueva generación de AISTER para el mar de Bélgica
- 22 AIMEN** // Aplicaciones robóticas y de realidad aumentada centradas en el operario para tareas de montaje y soldadura
- 28 LA ENTREVISTA** // Andrés Moya, CEO de **DETEGASA**

Galician Maritime Technologies

2025: El año de la estrategia industrial marítima de la Unión Europea

En 2024, SEA Europe logró un hito significativo en sus esfuerzos de sensibilización política al obtener el reconocimiento de la Unión Europea sobre la necesidad de una estrategia industrial marítima para los astilleros europeos y los fabricantes de equipos marítimos.

El camino hacia este reconocimiento fue largo y lleno de desafíos, pero cobró un impulso significativo gracias al apoyo político del Parlamento Europeo, la administración de la Comisión Europea, el Consejo de Competitividad de Ministros de Industria, el informe sobre “El futuro de la competitividad europea” de Mario Draghi y la Carta de Misión de la Presidenta de la Comisión Europea, von der Leyen, al Comisario de Transporte, Tzitzikostas.

El informe del Sr. Draghi fue contundente reconociendo la importancia de la industria marítima europea y su dimensión militar; en su énfasis entre las fuertes conexiones de la construcción naval comercial y militar; y en su llamamiento para que Europa recupere el liderazgo en ferries, transporte de energía y buques de investigación. El Sr. Draghi también destacó la importancia de que Europa alcance el liderazgo global en la producción de tecnologías flotantes y buques de aprovisionamiento para la instalación y mantenimiento de parques eólicos marinos.

A medida que avanza 2025, SEA Europe se prepara para participar en las en los próximos y cruciales debates políticos con la Comisión Europea y otros agentes relevantes en la construcción y reparación naval sobre la elaboración de la tan necesaria estrategia marítima industrial.

Esta estrategia se basará en el Clean Industrial Deal, recientemente publicado, que pretende combinar la agenda climática de la UE con una política de reindustrialización. Esta política de reindustrialización también se aplicará a la construcción naval, que vuelve a considerarse estratégica en un mundo de tensiones geopolíticas y socios menos confiables; considerándose a los astilleros y a los fabricantes de equipo como elementos cruciales para al-

canzar los objetivos climáticos de la UE en materia de transporte marítimo, y de una industria fuerte y eficiente para construir la defensa naval de Europa.

En los próximos meses, SEA Europe contribuirá en los debates sobre la estrategia marítima industrial, con propuestas concretas ya presentadas en su declaración pública de abril de 2024. Estas propuestas se refieren a la competitividad de los astilleros europeos y fabricantes de equipo; a la demanda de buques sostenibles y digitalizados; a la continuidad del Programa Partnership on Zero-Emission Waterborne Transport, y al establecimiento de una alianza similar para la digitalización del transporte marítimo; y a la mejora del acceso a los fondos públicos de la UE, así como a la financiación privada para las inversiones marítimas.

En un mundo de creciente proteccionismo y guerras comerciales, confiar en una industria de construcción naval y de fabricantes de equipo propia y estratégica, es crucial para el potencial naval militar, la seguridad económica, el impacto social en las comunidades locales y en la autonomía estratégica en Europa. Después de dos décadas de limitado interés en la construcción naval y fabricantes de equipo, ha llegado el momento de emprender acciones decisivas y de impacto que permitan a Europa consolidar su liderazgo mundial en la construcción de buques de gran complejidad (incluida la construcción de cruceros), aprovechar mercados emergentes dentro de la Economía Azul y recuperar mercados perdidos pero estratégicos para Europa (por ejemplo, el del transporte marítimo de corta distancia).

Como presidente de SEA Europe, me complace contribuir con mi experiencia a estos debates políticos. Del mismo modo que anticipo el completo apoyo de ACLUNAGA en estos temas, ya que todos debemos de ser colaboradores constructivos en la configuración del futuro horizonte de la industria de Europa. Debemos de mantenernos concentrados en una idea muy sencilla y clara: solo una Europa más integrada, cohesionada y cooperativa puede garantizar un futuro próspero y pacífico para las próximas generaciones.



Alberto Maestrini
Presidente de SEA Europe



Software Solutions for Naval Architecture & Shipbuilding

Member of



ACLUNAGA
ASOCIACIÓN
CLÚSTER DEL
NAVAL GALLEGO

ndar.com - ndar@ndar.com

Retrofit hacia los nuevos combustibles

José Miguel Mahía // CT INGENIEROS

Doctorando Industrial. Ingeniero ILS e I+D+i

josemiguel.mahia@ctingenieros.es



El Consejo de la Unión Europea aprobó el pasado 25 de julio de 2023 el Reglamento *FuelEU Maritime* para la descarbonización del sector marítimo en el marco del paquete climático *Fit for 55*, que pretende reducir las emisiones netas de gases de efecto invernadero en un 55 % para 2030 (frente a 1990) y alcanzar la neutralidad climática en 2050.

El objetivo de este reglamento es el fomento de los combustibles renovables y de baja concentración de carbono en el sector marítimo, con el objetivo de disminuir los gases de efecto invernadero sin comprometer para ello la competitividad del mercado interior del Espacio Económico Europeo.

Este reglamento plantea una reducción gradual de emisiones de los combustibles marítimos desde un 2 % en 2025 hasta el 80 % en 2050, además de incentivar los combustibles renovables no biológicos por su alto potencia de descarbonización.

Además de abordar la situación de los combustibles, también establece la obligación de mantener la conexión eléctrica a puerto para buques de pasaje y portacontenedores con estancias prolongadas en puerto a partir de 2030, con el objetivo de disminuir la contaminación en estas áreas que, normalmente, están en zonas densamente pobladas.

Tras haber entrado en vigor los artículos 8 y 9 del reglamento el pasado 31 de agosto de 2024, desde el 1 de enero de 2025 esta nueva legislación está plenamente en vigor junto con otro de los grandes mecanismos a los que se enfrenta el sector, y es su inclusión en el comercio de derechos de emisiones con el objetivo de reducir un 43% las emisiones de GEI en 2030 con respecto a las de 2005.

A partir del 1 de enero de 2024, las actividades de transporte marítimo quedaron integradas en el sistema de comercio de derechos de emisión de la Unión Europea (*European Union Emissions Trading Systems*), gracias a la modificación de la Directiva 2003/87/CE, afectando a todos los buques de más de 5.000 toneladas que realicen operaciones en los ámbitos definidos por ella con independencia de la bandera bajo la que naveguen.

Desde el 1 de enero de 2025, el umbral se ha reducido hasta las 400 toneladas en el marco del Reglamento MRV (*Monitoring, Reporting and Verification*).

Bajo esta normativa, los buques tendrán que declarar y abonar:

- 50% de las emisiones de viajes entre un puerto de la UE, Noruega o Islandia y un puerto fuera de la UE, Noruega o Islandia
- 100% de las emisiones de viajes entre dos puertos de la UE, Noruega o Islandia
- 100% de las emisiones de los barcos atracados en puertos de la UE, Noruega o Islandia.

Además, el reglamento abarca inicialmente emisiones de dióxido de carbono, ampliándose en 2026 para incluir el fenómeno conocido como *Methane Slip* o deslizamiento de metano por inquemados en su combustión y óxidos de nitrógeno, aunque dichos gases ya estén en el marco del Reglamento MRV desde enero de 2024.

A partir de este año, 2025, se pagará el 40% de las emisiones generadas a lo largo de 2024 en base a una implantación progresiva del mecanismo que se desarrollará en 2026 con el pago del 70% de las

emisiones de 2025, y con el 100% de pago sobre las emisiones generadas en 2026.

Esta nueva legislación tiene un impacto directo sobre los posicionamientos que tendrá el sector marítimo a lo largo de los próximos años; primero desde el punto de vista de las rutas comerciales, y segundo desde el punto de vista de las modificaciones que se tengan que realizar a bordo de los buques existentes, conocidas como *retrofits*.

En referencia a los cambios de las rutas, el estudio elaborado por el Centro de Innovación del Transporte (CENIT) de Barcelona sobre las principales rutas de contenedores entre puertos españoles y ocho rutas entre América y Europa, y otras seis entre Asia y Europa, ha puesto de manifiesto que la entrada en vigor de esta normativa puede desarrollar la creación de paraísos fiscales de CO₂ en entornos

muy cercanos en el estrecho de Gibraltar y en el Mediterráneo por la proximidad de las costas africanas con las costas europeas.

El estudio analiza el impacto de la reorganización de las rutas marítimas en el sur de Europa centrándose en los costes, el tiempo, las emisiones y las fugas de carbono con el foco puesto en el tráfico de contenedores, que supone el 90% de las mercancías marítimas. Los resultados muestran que, aunque la reconfiguración reduciría costes para las navieras, aumentarían las emisiones y se generaría una elevada evasión fiscal en rutas transatlánticas y del este.

En las rutas transatlánticas, seis de ocho ahorrarían costes, pero las emisiones crecerían entre un 0,5% y un 24% a largo plazo. Las rutas del este reflejan un aumento de emisiones de entre un 1% y un 5%, con fugas de carbono significativas en todas las rutas.



Figura 1. A la izquierda las rutas actuales, a la derecha, las rutas con paradas en puertos del norte de África para evadir el control del EU ETS y evitar el pago del 50% de las emisiones. Fuente: CENIT.

En referencia a los *retrofits*, ya son varias las navieras que llevan años ejecutando una estrategia de reducción de emisiones con la instalación de sistemas de captura de carbono, torres de lavado de gases (*scrubbers*), propulsión asistida por viento o implementando modificaciones en los motores para el uso de combustibles alternativos como el metanol, el hidrógeno, el amoníaco y, con mayor fuerza, buques que operan con Gas Natural Licuado (GNL).

De realizarse una comparación entre el impacto en la reducción de emisiones entre el GNL y el metanol, el GNL permitiría una reducción de óxidos de azufre de hasta el 99%, de nitrógeno de entre 85-90% y de dióxido de carbono de entre el 20-25%, además de ser muy competitivo en función del coste operativo gracias a su mayor densidad energética.

Por otro lado, el metanol elimina los óxidos de azufre, re-

duce los óxidos de nitrógeno en un 60% y reduce el dióxido de carbono en un 15%, siendo más fácil de manejar y almacenar debido a su estado líquido a temperatura ambiente. Sin embargo, su menor densidad energética implica mayores costes por milla.

CMA CGM emplea de forma muy activa el GNL en su flota, siendo el buque CMA CGM *Jacques Saadé* el primer portacontenedores de gran tamaño propulsado íntegramente por GNL. Con este cambio, se ha logrado una reducción del 99% de emisiones de óxidos de azufre, un 92% de partículas en suspensión y hasta un 20% de emisiones de dióxido de carbono.

De hecho, la industria pesquera de Noruega ha liderado diversos proyectos de *retrofits* para adoptar combustibles más limpios, especialmente biogás y sistemas 100% eléctricos para hacer frente a la potente regulación medioambiental que tiene el país nórdico, como ha sido el caso de los buques *Karoline*, *Libas* o *Harvest* entre otros.

En este sentido, la Xunta de Galicia, a través de la Dirección Xeral de Pesca de la Consellería del Mar, trabaja junto con la Escuela Técnica Superior de Náutica y Máquinas de la Universidad de A Coruña en anticiparse tanto a las necesidades tecnológicas que tendrán que implantarse a bordo de los buques de pesca, consecuencia de los cambios en los combustibles, como en la capacitación de los tripulantes para su uso y control.

Aunque el GNL tenga un mercado más consolidado que otro combustible con bajo contenido en carbono por la amplia experiencia generada en su manipulación, esto no quiere decir que sea la única opción que se esté implementando.

En abril de 2015, Stena Lines comenzó a operar el primer barco en el mundo con un motor dual de MGO y metanol, el *Stena Germánica*, logrando reducciones significativas en las emisiones de azufre, óxidos de nitrógeno y carbono.



Figura 2. Viking Energy. Foto de Peter Tubaas / Equinor

La selección de uno u otro combustible dependerá de la disponibilidad del mismo en las rutas de operación y condiciones de mercado entre otros factores. Prueba de ello es el éxito de la reconversión por parte de MAN del motor principal del *Maersk Halifax*, un buque de 15.000 TEU que entró en servicio en 2017 y que originalmente estaba propulsado por un motor principal MAN B&W 8G95ME-C9.5. Su retrofit a un motor 8G95ME-LGIM Mk10.5 permite al *Maersk Halifax* operar con metanol verde, lo que hace posible reducir sus emisiones de dióxido de carbono hasta en un 90%.

En cuanto al uso del amoníaco en el sector, aunque prometedor, se está asentando en base a prototipos.

El buque *Viking Energy*, operado por Eidesvik Offshore en colaboración con Equinor en el marco del proyecto europeo *ShipFC*, es el primer buque propulsado por amoníaco del mundo y cuenta con Wärtsilä como motorista. Este proyecto, financiado por la Unión Europea, busca consolidar el uso de pilas de combustible de amoníaco para eliminar por completo las emisiones de CO₂ durante sus operaciones.

En este sentido también destaca el proyecto de Mitsui O.S.K. Lines (MOL), y MAN Energy Solutions para el desarrollo de motores de combustión dual capaces de operar con amoníaco y los combustibles tradicionales del sector, centrándose en buques del tipo portacontenedores y graneleros con la intención de realizar pruebas comerciales durante este año 2025.

Desde el punto de vista de hidrógeno, existen varios buques de pequeña eslora en el que se está poniendo a prueba su viabilidad. El catamarán *Hydroville*, botado en 2017, emplea hidrógeno comprimido como combustible en un motor de combustión interna o el *Topeka*, un buque ro-ro desarrollado por Wilhelmsen en Noruega, diseñado para el transporte de carga con pilas de combustible de hidrógeno.

Actualmente, la reducción del uso de combustibles fósiles es esencial para alcanzar el objetivo de cero emisiones marcado para 2050. No obstante, el sector marítimo enfrentará durante el año 2025 un largo proceso de adaptación para el cumplimiento de las nuevas normativas y consolidar los avances tecnológicos en que se están logrando.

El principal papel de los combustibles alternativos en la industria marítima probablemente será como parte de los combustibles sintéticos que se desarrollen antes de 2050. En este contexto, el gas natural, seguido del metanol, liderará la transición hacia un futuro libre de emisiones, mientras se continúa avanzando en soluciones para el amoníaco e hidrógeno.

No existe una solución única para la descarbonización total del sector marítimo. Aunque el mercado ha adoptado el GNL como combustible de transición, las mezclas de combustibles y los combustibles sintéticos parecen ser las opciones más viables para alcanzar las metas fijadas para 2030, minimizando al mismo tiempo el impacto económico de incluir al sector marítimo en el mercado europeo de emisiones.

Toda la revolución que se está viviendo en el sector marítimo y a nivel global, va a desembocar en la necesidad de perfiles profesionales cualificados con amplios conocimientos sobre los nuevos combustibles y tecnologías.

En este sentido, *The CT Engineering Group* está comprometida con la formación y la sensibilización de todo su personal respecto a la protección del medio ambiente, y está involucrada en proyectos como el Erasmus+ [GREEN European Vet Network](#), un proyecto que contribuye a fomentar las competencias medioambientales en los profesionales del futuro a través de la educación superior y la formación profesional, apoyando, así, la transición ecológica en los diferentes sectores económicos mediante la integración de este conjunto de competencias en los planes de estudios, así como en la formación de profesores y formadores y el desarrollo profesional.

Nuestro papel en este proyecto es claro: identificar, desarrollar, probar y evaluar enfoques innovadores para una educación “más verde” que tengan potencial para generalizarse en todos los sistemas, países y contextos, mejorar los sistemas de educación y formación, y contribuir a la mejora de las políticas y prácticas en el ámbito de la educación y formación dentro de los sectores industriales más importante, entre ellos el sector marítimo.

Un papel en la línea con los valores de la compañía como son sostenibilidad, rentabilidad y liderazgo.



Interactive

360-degree experience with touchable labels and hotspots



Offline

The App can be run without an internet connection once downloaded



Step-by-step

Guided 'step-by-step' tour, easy to play and retry as many times as necessary



Savings

You can do it by yourself and save your resources



SEWAGE TREATMENT PLANT COMMISSIONING

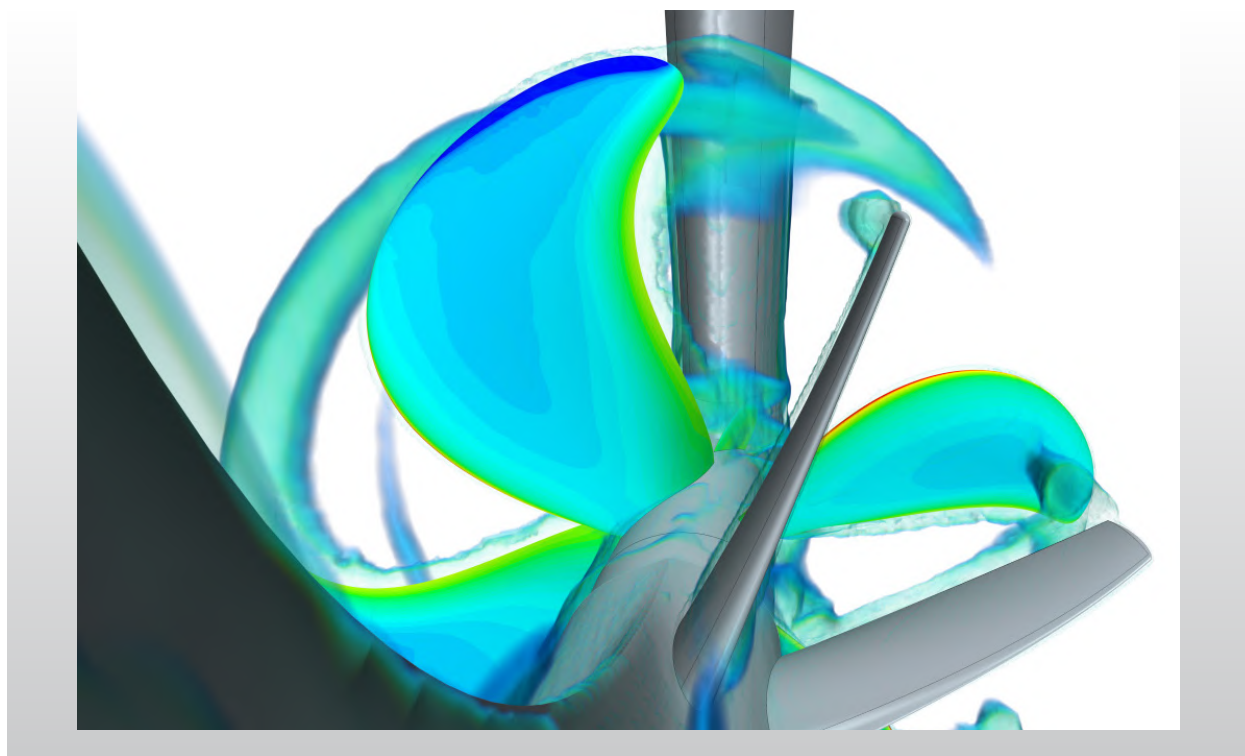
A new approach to commissioning with interactive 360-degree videos

Simple to use with your phone, tablet or VR headset to immerse yourself fully

Dispositivos de ahorro energético: tecnología clave para la eficacia energética en el transporte marítimo

Adrián Sarasquete // VICUS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS
CEO de VICUS DT

info@vicusdt.com



En un contexto de creciente presión regulatoria y necesidad de mejorar la sostenibilidad del transporte marítimo, los Dispositivos de Ahorro Energético (ESDs, por sus siglas en inglés) se han consolidado como soluciones eficaces y rentables para reducir el consumo de combustible y las emisiones de gases contaminantes. Durante un reciente webinar organizado por VICUSdt, empresa de ingeniería naval especializada en eficiencia propulsiva, se abordaron con detalle las tecnologías más relevantes,

sus ventajas y desafíos, así como casos reales de aplicación.

El reto regulatorio y la eficiencia energética

El cumplimiento de las normativas actuales como el EEXI (Índice de Eficiencia Energética para Buques Existentes), el CII (Índice de Intensidad de Carbono) y el régimen de comercio de emisiones de la UE (ETS) ha generado una necesidad urgente entre

armadores y operadores para adaptar sus flotas. En este contexto, los ESDs se presentan como una estrategia viable que permite cumplir con los requisitos sin recurrir a grandes modificaciones estructurales o a inversiones desproporcionadas.

¿Qué son los ESDs y por qué son efectivos?

Los ESDs son dispositivos instalados en la zona propulsiva, que modifican el flujo de agua que llega a la hélice, optimizando su rendimiento. Esto se traduce en una mejora de la eficiencia propulsiva, mejorando los diferentes coeficientes propulsivos del buque como el rendimiento rotativo-relativo reduciendo de esta forma la potencia necesaria para dar el mismo empuje.

Además, algunos ESDs ayudan a recuperar parte de

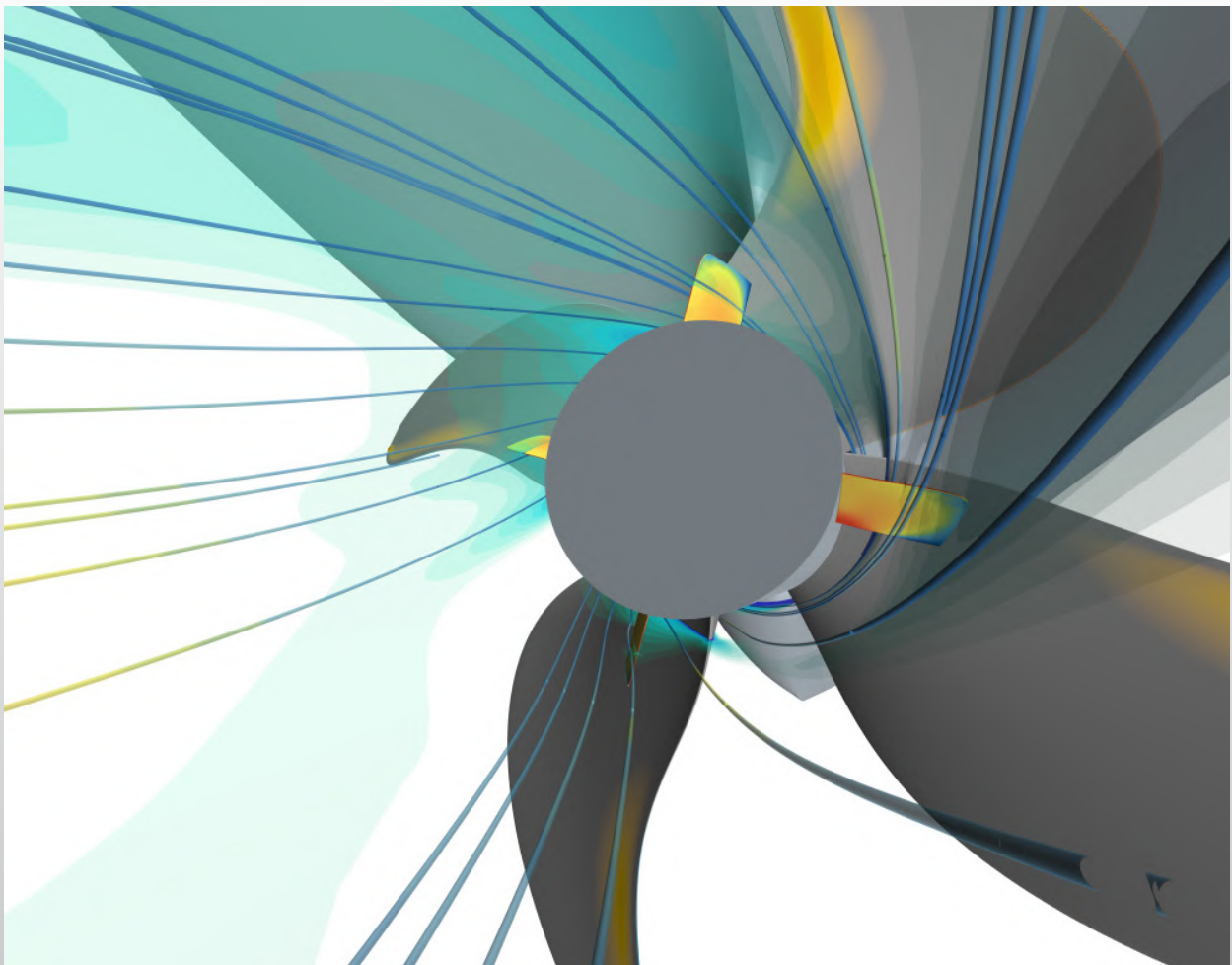
la energía que normalmente se perdería en la generación de vórtices del núcleo.

A través de simulaciones CFD (dinámica de fluidos computacional), es posible diseñar soluciones a medida que garanticen una interacción óptima entre el casco, la hélice y estos dispositivos.

Tipologías de ESDs y sus características

Durante el seminario se analizaron los principales tipos de dispositivos disponibles en el mercado:

■ **Pre-Swirl Stator (PSS):** ubicado aguas arriba de la hélice, trabaja sobre la rotación del flujo (wake swirl), mejorando el rendimiento relativo. Es un dispositivo asequible, fácil de instalar y adaptable a distintos tipos de casco. Sin embargo, su capa-





cidad de influir el flujo es limitada y al modificar la estela puede modificar el punto de funcionamiento de la hélice. Su mejora está entre el 1 y el 6%.

■ **Pre-Duct:** una tecnología más antigua pero aún vigente. Mejora la entrada del flujo a la hélice, especialmente en barcos con altos coeficientes de bloque. Sus mejoras pueden variar entre el 1% y 6%, aunque su transporte, alineación e instalación requieren planificación cuidadosa y costes adicionales.

■ **PBCF (Propeller Boss Cap Fins):** aletas montadas en el capuchón de la hélice que recuperan parte del vórtice que se genera tras el núcleo. Es barato y fácil de instalar incluso bajo el agua, pero su efectividad es limitada (0,5% a 1,5%).

■ **Bulbo y aletas de timón:** dispositivos montados sobre el timón, también centrados en reducir el vórtice generado en el núcleo. Generalmente ofrecen mejores resultados que el PBCF (entre el 0,5 y el 3%), aunque no se pueden instalar bajo el agua y en algunos casos requieren modificaciones en el capuchón.

■ **Rediseño de hélice:** aunque no es un ESD como tal, rediseñar la hélice para adaptarse a las nuevas condiciones creadas por los ESDs puede mejorar significativamente el rendimiento. Las mejoras varían del 1% al 5%, aunque el coste y la complejidad del rediseño deben ser tenidos en cuenta.

Combinación de dispositivos

Uno de los errores comunes es asumir que los porcentajes de ahorro pueden sumarse directamente al combinar ESDs. En la práctica, la energía no se puede recuperar dos veces. Por ejemplo, si se instala un pre-duct y un PBCF, este último podría tener un rendimiento marginal si ya se ha optimizado el flujo en la zona del núcleo, pues la vorticidad remanente en el núcleo será menor y el ESD situado aguas abajo del núcleo puede incluso ser contraproducente. La selección adecuada y el análisis del retorno de inversión (ROI) son esenciales.

Importancia del análisis a escala real

Las pruebas a escala de modelo (ensayos de canal) pueden sobreestimar los beneficios de ciertos ESDs debido a los efectos de escala, especialmente aquellos dispositivos en los que la capa límite juega un papel importante. Por ello, es fundamental complementar estos ensayos con estudios CFD a escala real y compararlos con resultados de pruebas de mar. Esta metodología garantiza predicciones más realistas sobre el rendimiento de los dispositivos en operación real.

En el caso de las toberas Pre-Duct, estas suelen mostrar valores excesivamente optimistas en los ensayos de canal, debido al elevado espesor de la capa límite en escala modelo, lo cual subestima la resistencia generada por la propia tobera. Estas mejoras se reducen significativamente cuando el análisis se realiza a escala real, por lo que es importante evaluar la solución a implementar directamente en escala buque.

Retrofitting y nuevos diseños

Los ESDs son especialmente útiles en proyectos de retrofitting, ya que permiten mejorar la eficiencia energética de buques existentes sin necesidad de grandes intervenciones estructurales. Sin embargo, su integración en diseños nuevos desde la etapa de ingeniería conceptual ofrece aún mayores beneficios. Una planificación adecuada es fundamental para reducir costes de instalación y evitar retrasos en la varada.

Un proceso integral:

de la simulación a la implementación

VICUSdt ofrece un enfoque integral para la implementación de ESDs: análisis técnico y económico, di-

seño hidrodinámico a medida, fabricación y soporte durante la instalación. Esta cadena de valor completa asegura que cada solución esté optimizada para las condiciones específicas de cada buque, respaldada por datos objetivos y no por suposiciones.

Casos reales

Durante el webinar se presentaron varios casos reales de buques que han llevado a cabo un retrofit, donde los resultados obtenidos en pruebas de mar coincidieron con las simulaciones CFD previas. Esto refuerza la confiabilidad de la metodología y demuestra que, con un enfoque técnico riguroso, es posible alcanzar ahorros de combustible realistas, generalmente entre el 3% y 7%, dependiendo de la configuración del barco y los dispositivos seleccionados.

Conclusión

En un sector presionado por la normativa ambiental, el coste del combustible y la necesidad de mantener la competitividad, los ESDs representan una solución eficaz, adaptable y con un retorno de inversión atractivo. No obstante, su implementación requiere una evaluación técnica rigurosa, personalización del diseño y un entendimiento profundo de la interacción entre casco, hélice y flujo de agua.

La experiencia acumulada por VICUSdt demuestra que no existen soluciones universales, pero sí metodologías efectivas para maximizar el rendimiento propulsivo en cada caso. La eficiencia energética no es una opción, sino una necesidad. Y los ESDs son una de las herramientas clave para alcanzarla.



La inteligencia artificial transformará la construcción naval tradicional

Juan A. Oliveira // Siemens Digital Industries Software

Technical Account Manager para el sector naval
y Director técnico del CESENA

juan.oliveira@siemens.com

SIEMENS

No hay un día en que no oigamos hablar de la inteligencia artificial (IA). Hay algunos sectores a los que ya está transformando, especialmente en entornos industriales y manufactureros, ayudando a automatizar tareas rutinarias y repetitivas o a reducir la escasez de mano de obra. Aun así, en muchas salas de reuniones y conferencias la pregunta sigue en el aire: “¿Cómo podemos aprovechar la IA?”.

La Ley Nacional de Inteligencia Artificial de EE. UU. de 2020 definió el término “inteligencia artificial” como “un sistema basado en una máquina que, dado un conjunto de objetivos definidos por el ser humano, puede hacer predicciones, recomendaciones o tomar decisiones que influyen en el entorno real o virtual”. Hoy en día, la IA es un copiloto que ayuda a los trabajadores humanos a obtener una visión virtual completa del entorno de trabajo, realizar tareas rutinarias y tomar decisiones con más información más rápido.

Quizá nos sorprenda que hoy en día la IA ya sea una parte integral del sector naval. Y está preparada para transformarlo todavía más en el futuro. Por ejemplo, diferentes organizaciones y empresas del sector naval militar en todo el mundo han adoptado el uso de la IA de forma temprana en aplicaciones como la navegación autónoma, el mantenimiento predictivo y los sistemas inteligentes de apoyo a la toma de decisiones. Estas organizaciones y empresas han invertido considerablemente en el desarrollo de sistemas basados en IA para optimizar las capacidades operativas de sus flotas. Sin embargo, en la industria naval civil, si bien se ha avanzado en

la digitalización del diseño, la ingeniería y la fabricación, la adopción de la IA está siendo más lenta, analizando todavía sus beneficios y buscando un modelo de negocio en el que tenga cabida.

En este artículo analizaremos las tendencias y los desafíos de la industria naval, tanto militar como comercial, y cómo la IA puede ayudarnos a abordarlos dentro del marco de la transformación digital.

Los desafíos actuales de la construcción naval y de la industria marítima

Aunque la industria naval ha evolucionado durante siglos, la alta demanda tecnológica mundial de hoy en día presenta nuevos desafíos, tanto en tierra como en alta mar. La reducción de astilleros a nivel mundial ha hecho que aumente la competencia por construir más rápido y a menos coste. La jubilación de los trabajadores de mayor edad, llevándose consigo valiosos conocimientos, presenta una dificultad añadida para los astilleros tanto militares como civiles, a los que cada vez les cuesta más contratar y mantener una fuerza laboral de profesionales cualificados. Las deficientes infraestructuras de muchos astilleros, los silos internos de los equipos de trabajo y los problemas con la cadena de suministro alargan los plazos de ingeniería y construcción. Además, los armadores se enfrentan a altos costes de mantenimiento, reparación y revisión (MRO) de sus flotas existentes, a lo que hay que añadir la presión por cumplir con las exigentes normativas que impulsan el sector hacia la descarbonización.



Navantia y su Astillero 5.0 señalan cómo la digitalización puede transformar el diseño y la construcción de nuevos buques. (imagen: Navantia)

Navegar con el viento en popa requiere madurez en la transformación digital

La transformación digital es crítica para resolver muchos de los desafíos anteriores. Pero no se trata solo de gestionar datos y digitalizar procesos. Se trata realmente de transformar la forma en que la empresa opera y genera valor. Siemens ha desarrollado una estructura de cinco pasos que sirve de guía en el proceso de transformación digital, ayudando a las empresas a evaluar su madurez y a dar los siguientes pasos en su transformación.

El primer paso de esta estructura es **configurar**. Configurar implica pasar de flujos de trabajo basados en documentos a sistemas basados en modelos. De esta forma podemos gestionar los datos de nuestro producto asegurando que toda la información relevante está almacenada de forma centralizada y accesible durante todo el ciclo de vida de este. Adoptando un enfoque de sistemas basado en

modelos, las empresas pueden empezar a optimizar sus operaciones y a mejorar la precisión y la reutilización de sus datos.

La siguiente fase es **conectar**. Aquí las empresas conectan sus datos entre múltiples dominios, creando una fuente única de información veraz durante todo el ciclo de vida del producto, asegurando que todas las partes interesadas trabajan con la información más precisa y actualizada. Muchas empresas se encuentran actualmente en esta etapa, en donde las herramientas digitales están implementadas pero aún no están optimizadas del todo. Para aprovechar al máximo los beneficios de la transformación digital, las empresas deben avanzar hacia las siguientes etapas.

Automatizar es la tercera fase, y es la base de la transformación digital y la IA. La automatización libera a ingenieros y trabajadores de tareas tediosas y repetitivas, permitiéndoles centrarse en los

aspectos más valiosos y creativos de su trabajo. La automatización consta de dos partes: primero, automatizar las tareas rutinarias que los humanos no quieren hacer y, segundo, automatizar las tareas complejas que creíamos que solo los humanos podían hacer.

Esta fase comienza automatizando las tareas rutinarias de configuración y conexión, para después automatizar aspectos como el desarrollo de informes y requisitos. Una vez que una empresa ha automatizado las tareas rutinarias, ha empezado el camino hacia un mejor entorno de trabajo del que más ingenieros querrán formar parte. Además de aumentar la eficiencia, esto atrae a nuevos talentos y reduce la rotación.

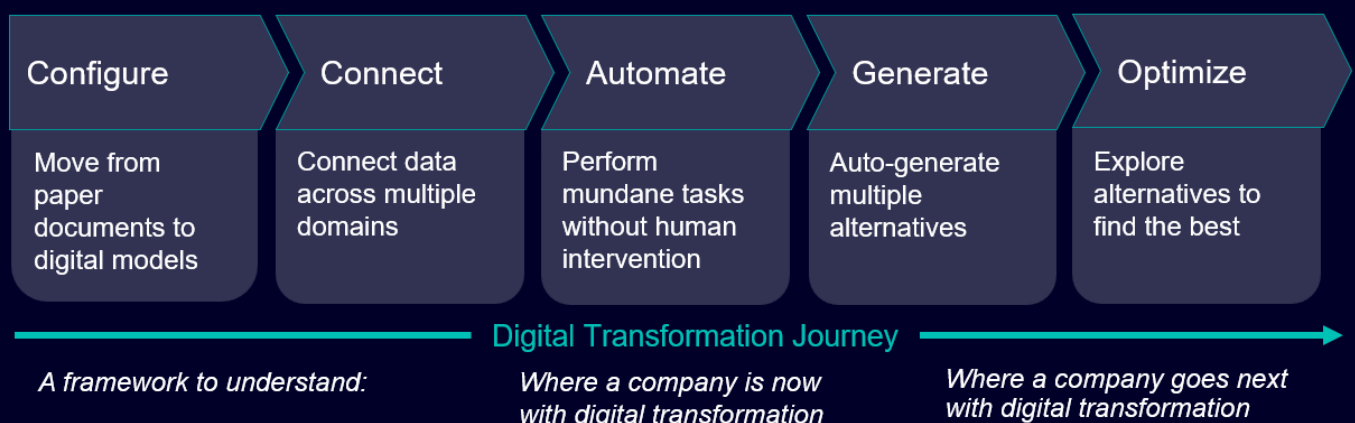
En la fase de **generación**, las empresas se aprovechan de tecnologías avanzadas, como el diseño generativo, para explorar múltiples alternativas de diseño basadas en parámetros predefinidos. Este enfoque no se limita al diseño de producto, sino que también se extiende al desarrollo de procesos de fabricación. Los ingenieros y planificadores pueden evaluar rápidamente diferentes disposiciones

del astillero, configuraciones de los equipos y flujos de materiales para optimizar la construcción, el diseño y la ingeniería del barco. Al generar múltiples opciones, los equipos pueden agilizar la toma de decisiones acerca de la planificación de la producción, de la disposición del astillero y de la ejecución del proyecto.

Finalmente, la fase de **optimización** implica el uso de un completo gemelo digital y otras herramientas avanzadas para refinar y perfeccionar el diseño. Esta fase cierra el ciclo de la transformación digital evaluando múltiples alternativas y utilizando la simulación para predecir el rendimiento de un producto antes de su fabricación física. Esto no solo reduce los costes de producción, sino que también acorta el tiempo de comercialización y minimiza el riesgo de costosos errores.

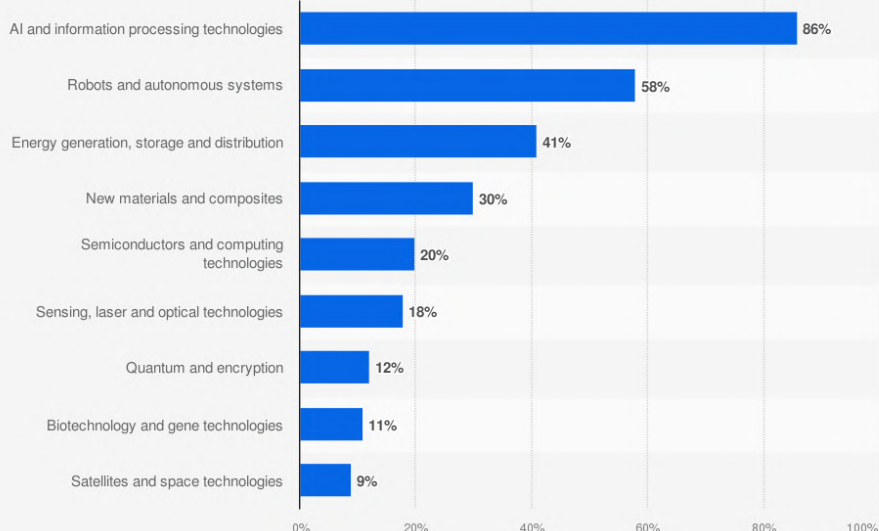
Algunos de los astilleros más grandes del mundo han completado los dos primeros pasos configurando sus datos y conectando sus equipos a lo largo de una columna vertebral digital común. Analizaremos más profundamente el tercer paso, la automatización, en donde la IA es un elemento clave.

Digital Transformation Maturity



La estructura de madurez de transformación digital ayuda a las empresas a entender en qué punto están de su transformación y cuáles son los siguientes pasos. (Imagen: Siemens)

Global leading technologies driving business transformation from 2025 to 2030



Líderes empresariales de todo el mundo consideran a la IA como la tecnología más transformadora en los próximos cinco años (Fuente: Foro Económico Mundial, Qualtrics; imagen: Statista)

Cómo la IA puede mejorar el diseño y la ingeniería naval

Al tratarse de una industria de menor volumen la construcción naval es muy diferente de la automotriz o la aeroespacial, por lo que la IA está adoptándose más lentamente y utilizándose de manera diferente. No es de extrañar que, con una tecnología tan transformadora, muchas organizaciones del sector naval prefieran adoptar una actitud de “a ver qué pasa”.

Sin embargo, no debemos quedarnos a ver qué pasa durante mucho tiempo. La implementación de la IA puede aumentar de manera significativa la eficiencia global de los procesos de la construcción naval.

Una encuesta en 2025 del Foro Económico Mundial mostró que el 86% de las empresas a nivel mundial están priorizando la IA y las tecnologías de procesamiento de información, haciendo de estas las tecnologías habilitadoras más adoptadas.

La inteligencia artificial es una prioridad estratégica para todas las industrias en el portafolio de software, servicios y aplicaciones Siemens Xcelerator, mediante soluciones enfocadas principalmente en la generación de contenido, la experiencia de usuario

(UX) y la productividad, automatización, optimización y búsqueda para el usuario. Nuestra infraestructura evoluciona continuamente y se mantiene al día gracias a sólidas alianzas con OpenAI, Microsoft y Amazon AWS. Gracias a la potencia de la IA, cualquier organización puede alcanzar los siguientes beneficios:

■ **Experiencia de usuario mejorada:** gracias a la inteligencia artificial, podemos desarrollar aplicaciones de software más intuitivas, personalizadas y que se adapten mejor a las necesidades de cada cliente. Además, podemos asegurarnos de que el contenido relevante para el usuario esté siempre a su alcance y facilitar la automatización de tareas repetitivas y tediosas, lo cual disminuye significativamente el trabajo manual tradicional.

Por ejemplo, en grandes organizaciones puede resultar difícil encontrar datos históricos o modelos de diseño y simulación, a menos que sepa exactamente donde se encuentran o cómo buscarlos. Si no es así, puede que el contenido relevante pase desapercibido. Sin embargo, la inteligencia artificial puede servir de apoyo al interpretar automáticamente la solicitud, aun-

que sea vaga e imperfecta, y proporcionar resultados, incluso si el usuario no está completamente seguro de cómo definir los criterios de búsqueda. Con el tiempo, la inteligencia artificial obtendrá más contexto con cada nueva solicitud y construirá una biblioteca de conocimiento de datos y modelos relevantes, mejorando así la calidad general del producto.

En el futuro, los grandes modelos de lenguaje (LLMs, por sus siglas en inglés) aumentarán aún más la productividad. Estos modelos están entrenados con enormes conjuntos de datos para comprender y generar texto similar al humano. Los LLMs incluyen chatbots que encuentran respuestas relevantes más rápido; copilotos que interactúan con chatbots para descubrir conocimientos más profundos y automatizar tareas comunes, mejorando así la productividad; y agentes autónomos, que pueden planificar e iterar para completar tareas complejas de alto nivel, ya sea en colaboración con el usuario humano u otros agentes.

Algunas organizaciones pueden no encontrarse cómodas entregando sus datos a la inteligencia artificial, mientras que otras pueden no confiar en los resultados que esta ofrece. Para aquellas preocupadas por los flujos de trabajo conectados y la seguridad de los datos, los modelos avanzados de inteligencia artificial, como la generación aumentada por recuperación (RAG, por sus siglas en inglés), ofrecen una solución. Estos modelos permiten a las empresas aprovechar las capacidades de la inteligencia artificial pública mientras protegen su información confidencial, garantizando que la información sensible no se comparta ni se use de manera indebida.

■ **Apoyo innovador al diseño:** un solo objetivo puede tener virtualmente ilimitadas alternativas de diseño. Diseñadores e ingenieros pueden aprovechar el poder de la IA para encontrar diseños alternativos o incluso revolucionarios, acelerando la innovación.

Los softwares que incluyen IA generativa mejoran el proceso de diseño con capacidades como el análisis (enséñame cómo), la generación (crea un modelo de) y la optimización (qué opción resuelve). Así los usuarios pueden trabajar con su modelo siguiendo instrucciones paso a paso, gestionando la información, generando

contenido preciso de diseño e ingeniería, a la vez que gestionan sin esfuerzo tareas en múltiples dominios. El agente inteligente evalúa diferentes opciones de diseño en busca de la mejor solución, mejorando la eficiencia y efectividad del producto. Al integrar estas funcionalidades avanzadas de la IA, los usuarios pueden trabajar de forma más inteligente, consiguiendo mejores resultados más rápido y haciendo el proceso de diseño más eficiente.

■ **Toma más rápida de decisiones:** el tiempo de simulación puede reducirse mediante una combinación de solucionadores de física e interferencia basados en IA. La IA es capaz de analizar enormes cantidades de datos identificando patrones, tendencias y correlaciones. Gracias a los modelos de orden reducido (ROM, por sus siglas en inglés) se simplifican complejos gemelos digitales, manteniendo el comportamiento general pero reduciendo la complejidad, agilizando la ejecución de las simulaciones en tiempo real.

La IA es uno de los métodos para generar ROMs mediante la identificación de patrones y dinámicas esenciales en sistemas complejos a través de grandes conjuntos de datos, replicando el comportamiento de los modelos. El comportamiento del sistema puede ser predicho con precisión mediante técnicas de machine learning que identifiquen y aprendan patrones clave. Después, según se dispongan de nuevos datos, la IA seguirá aprendiendo y adaptando los ROMs en tiempo real, garantizando así la precisión del modelo.

Estos modelos de simulación más rápidos reducen el tiempo de comercialización, la complejidad de la simulación de productos, aseguran la continuidad digital y ayudan a crear barcos más tecnológicos e inteligentes. Los modelos facilitan también la integración de equipos multidisciplinares, en donde la simulación es necesaria en varias disciplinas. Consolidando las simulaciones y sus resultados en cada subdominio mejoramos la precisión general del modelo.

El compromiso de Siemens con la creación del gemelo digital más completo se reforzó a principios de este año con la adquisición de Altair Engineering, Inc., compañía líder en simulación mecánica, computación de alto rendimiento, ciencia de datos e IA.

La incorporación de estas soluciones a la plataforma Siemens Xcelerator creará el portafolio de diseño, ingeniería y simulación impulsado por IA más completo del mundo. Los astilleros podrán utilizar las capacidades de ciencia de datos y simulación impulsadas por IA de Altair para acelerar su transformación digital, acortar el tiempo de comercialización y reducir el tiempo de diseño de sus barcos.

El futuro no es solo digital, también es virtual

El próximo paso en la evolución de la transformación digital es el metaverso industrial (IMv, por sus siglas en inglés), combinando el gemelo digital más completo, la IA y la automatización definida por software para acercar aún más los mundos real y digital. Gracias al software de última generación, los astilleros podrán crear un entorno virtual y colaborativo basado en datos reales de gran precisión. El IMv funcionará también como una única interfaz detrás de la cual se recopilen, orquesten y muestren todos los datos del ciclo de vida del producto para su revisión u operación.

Gracias a la colaboración de Siemens con NVIDIA, los equipos de ingeniería podrán crear gemelos digitales ultra intuitivos, fotorrealistas, que funcionen en tiempo real y estén basados en la física. Estos gemelos digitales unirán la precisión del software industrial con la potencia de la IA generativa y la renderización física en tiempo real que proporciona la NVIDIA Omniverse Cloud. Así, los datos de Ingeniería podrán ser visualizados como se verían en el mundo real. Y tareas que antes llevaban días ahora se completarán en tan solo unas horas.

Tomemos como ejemplo a HD Hyundai, el mayor astillero del mundo. Los buques propulsados por amoníaco e hidrógeno de la compañía requieren la supervisión de más de siete millones de piezas. Gracias a los nuevos gemelos digitales fotorrealistas impulsados por IA, HD Hyundai puede visualizar en un entorno unificado estos enormes conjuntos de ingeniería de una forma interactiva.

El resultado es la comercialización de nuevos barcos más sostenibles con mayor rapidez y a un menor coste. Esta solución acelera además la transformación del transporte marítimo y la descarbonización del comercio global en general, lo que demuestra cómo la adopción de la IA y avanzar en la transformación digital y el metaverso industrial ayudan a las empresas a acelerar el cambio y el progreso.

Prepárate para la transformación que llega con la IA

Cada día que pasa la influencia de la IA crece a nuestro alrededor, desde simples consultas en internet hasta coches de conducción autónoma, siendo incapaces de conocer todo su potencial. Lo que sí conocemos es su habilidad para su autoaprendizaje mediante grandes cantidades de datos en un tiempo récord y que su colaboración con profesionales cualificados en el diseño, la ingeniería, la construcción y la operación de plataformas navales permitirá, en última instancia, que barcos más sostenibles entren en operación de una forma más rápida y económica.



La estructura de madurez de transformación digital ayuda a las empresas a entender en qué punto están de su transformación y cuáles son los siguientes pasos.
 (Imagen: Siemens)

Siemens Digital Industries Software ayuda a organizaciones de todos los tamaños a transformarse digitalmente utilizando software, hardware y servicios de la plataforma empresarial Siemens Xcelerator. El software de Siemens y el completo gemelo digital permiten a las empresas optimizar sus procesos de diseño, ingeniería y fabricación para convertir las ideas de hoy en los productos sostenibles del futuro. Desde chips hasta sistemas completos, desde productos hasta procesos, en todos los sectores. Software Siemens Digital Industries: aceleración de la transformación.

El Moules Frites, un mejillonero de nueva generación de AISTER para el mar de Bélgica

Juan A. Oliveira // Va de Barcos

Ingeniero Técnico Naval y MBA

vadebarcos@gmail.com



Los moules-frites, literalmente mejillones con patatas fritas, son uno de los platos más típicos de la cocina belga. Y ese ha sido el nombre con el que se ha bautizado la última entrega de AISTER. El nuevo buque del astillero de Moaña, en la orilla norte de la ría de Vigo, es un encargo de Colruyt, la compañía de alimentación líder de Bélgica, en donde opera bajo las marcas bajo las marcas Colruyt Meilleurs Prix, Okay, Comarché o Spar. El buque trabajará a través de la naviera Fleetco NV en operaciones de cosecha y cultivo de mejillones en mar abierto desde su puerto base de Nieuwpoort.

El Moules Frites está construido en aluminio, la especialidad del astillero pontevedrés. Con unas dimensiones de 24,3 metros de eslora, 6,95 metros de manga y un puntal de 1,8 metros, en su interior puede albergar hasta a 8 tripulantes, que disponen a bordo de cocina, comedor para 6 personas, vestuario con baño y un taller mecánico.

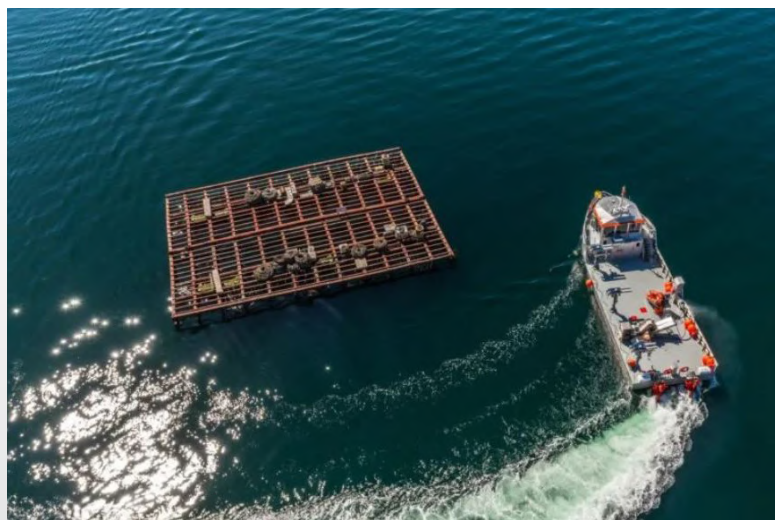
El puente de mando, que ofrece una vista de 360º, cuenta con un sistema de automatización avanzada que permite controlar y monitorizar todos los sistemas y maquinaria del barco desde una única

estación, simplificando la operativa y mejorando la seguridad del barco. La amplia cubierta de trabajo permite configurar de diferentes maneras la maquinaria de procesamiento, además de contar con una grúa de 1 tonelada de capacidad de elevación a 10 metros y una capacidad de carga sobre la cubierta de 15 toneladas.

Dos motores Volvo D8MH de 310 kW cada uno permiten al Moules Frites alcanzar una velocidad máxima de 14 nudos. En el interior del casco del buque se ha reservado un espacio para la futura instalación de un banco de baterías de iones de litio que permitirá en el futuro la conversión a propulsión totalmente eléctrica, alineándose con los objetivos de cero emisiones de la Organización Marítima Interna-

cional. Un propulsor transversal en proa y el poco calado de la embarcación le permiten una gran maniobrabilidad, incluso en aguas poco profundas.

El Moules Frites operará en mar abierto en zonas dedicadas al cultivo del mejillón, realizando tareas de cosecha según el sistema *long-line*. Este método consiste en la instalación de una línea madre de hasta varios kilómetros de longitud suspendida mediante el empleo de sistemas de flotación como boyas, dispuestos dependiendo de la carga productiva. La línea se fija a diferentes sistemas de fondeo en función de las condiciones oceanográficas y ambientales del lugar, con el fin de evitar que sea arrastrada por la corriente, para finalmente suspender de ella las unidades productivas que se van a criar.



Aplicaciones robóticas y de realidad aumentada centradas en el operario para tareas de montaje y soldadura en componentes navales

Afra María Pertusa Llopis // AIMEN Centro Tecnológico

Investigadora en Robótica en Advanced Robotic Technologies
and Applications en AIMEN Centro Tecnológico

Ana Rodríguez Vidal // AIMEN Centro Tecnológico

Project Manager de los proyectos Mari4_YARD y CASANDRA en
AIMEN Centro Tecnológico

comunicacion@aimen.es



Introducción

El método de fabricación en los componentes navales se basa en el subensamblaje de elementos parciales, lo que implica trabajar con distintas geometrías, y dando como resultado unos entornos cambiantes con componentes variables. El principal inconveniente de la industria naval es la gran emisión de gases de efecto invernadero, de forma que, optando por una industria conectada, se podrá mejorar la eficiencia y sostenibilidad de los procesos productivos.

Además, el sector naval se enfrenta a la falta de expertos en soldadura, llegando a promover formaciones relacionadas en ciclos formativos para poder cubrir con estas necesidades [1][2].

AIMEN es una asociación privada de investigación sin ánimo de lucro creada para aumentar la competencia tecnológica en la industria manufacturera mediante proyectos de I+D+i, servicios industriales y transferencia tecnológica. Últimamente, la actividad investigadora ha estado centrada en la parte de tecnologías digitales con el fin de generar una metodología de fabricación flexible, sostenible, reconfigurable, circular y de calidad.

Estos aspectos se han tratado desde proyectos nacionales y europeos, todos ellos orientados a apoyar al operario en los procesos de fabricación y con el enfoque hacia una industria conectada donde se adquiera información del ciclo de vida del producto, cubriendo las etapas de diseño, planificación y fabricación. Entre los últimos proyectos enfocados en el sector naval se encuentran Mari4_YARD y CASANDRA.

Mari4_YARD

Es un proyecto europeo realizado entre 2020 y 2024 liderado por AIMEN y financiado por el programa H2020, GA 101006798.

En Mari4_YARD [3] [12] Se han desarrollado herramientas específicas orientadas al operario para el soporte en la ejecución de procesos productivos en la industria de fabricación naval. Esta cartera tecnológica comprende doce soluciones focalizadas principalmente en aplicaciones destinadas a pequeños y medianos astilleros. Estos desarrollos, que incluyen soluciones de robótica colaborativa portable, robótica de alta capacidad de carga,

exoesqueletos, manipuladores móviles, sistemas de proyección, realidad aumentada y drones, se han implementado y validado en entornos reales, astilleros. Todas estas tecnologías enfocadas en el operario se centran en la mejora de la ergonomía, sostenibilidad y calidad de los procesos de fabricación.

Los resultados de Mari4_YARD han sido reconocidos internacionalmente, otorgándole dos premios, WATERBORNE Award [4] en la categoría de Viabilidad Económica [4] dentro de los WATERBORNE Days [6] (Bruselas, febrero 2025). El reconocimiento destaca que Mari4_YARD, *aprovechó el potencial del Internet de las cosas (IoT), las herramientas TIC móviles y ubicuas y la robótica para implantar un nuevo astillero conectado, ofreciendo a la construcción naval europea la oportunidad de mantenerse en la vanguardia. En concreto, el proyecto puso en marcha una cartera de soluciones centradas en los trabajadores apoyándose en la novedosa robótica colaborativa y las soluciones portátiles ubicuas.*



Figura 1. Premios

Recientemente, en Vigo (junio 2025), AIMEN fue galardonado en otro evento internacional en la categoría de Colaboración [7], premiando su labor en proyectos colaborativos destacando Mari4_YARD, una iniciativa que impulsa la modernización de pequeños y medianos astilleros con soluciones tecnológicas centradas en el trabajador, favoreciendo la seguridad y ergonomía, así como mejorando la competitividad de estos astilleros en el sector.

CASANDRA

Es un proyecto nacional (2025-2028) [10, 11] formado por dos consorcios: CDTI (compuesto por empresas) y AEI (centros tecnológicos y universidades, liderada por AIMEN). Está financiado bajo los acuerdos EXP-00169779 / MIG-20242031.

El objetivo de CASANDRA es la implementación de un hilo digital para la trazabilidad de todos los procesos productivos de fabricación de componentes de grandes piezas, con uno de los casos de uso en la industria naval. Se apoyará con el desarrollo de tecnologías robóticas, exoesqueletos, realidad aumentada e inteligencia artificial para la mejora de la ergonomía, productividad y sostenibilidad de dichos procesos.

Soluciones centradas en el operario

AIMEN se ha centrado en los últimos proyectos en el desarrollo de soluciones centradas en el operario para la realización de las distintas tareas de los procesos de fabricación naval.

Realidad aumentada

Las soluciones de realidad aumentada se han empleado mediante sistemas de proyección y sistemas de realidad virtual. La principal ventaja de estas tecnologías es que se evita la consulta de planos en los distintos procesos de fabricación y montaje, y su posterior marcado en la escena, así como la posibilidad de supervisión y monitorización de forma remota de dichos procesos gracias a su conectividad, cámaras y sistema de voz.

Desde AIMEN se ha trabajado en el desarrollo de un sistema de proyección 3D portable y con buena relación coste-eficiencia (Figura 2) [8]. Esta solución hace uso de sistemas de percepción 3D, ficheros CAD y una unidad pan-tilt para localizar el sistema y proyectar los elementos de interés en el área objetivo.

Esta solución se ha validado en las instalaciones de los astilleros Brodosplit (Split, Croacia) mostrando una buena precisión en la proyección de elementos.



Figura 2. Sistema de proyección. © AIMEN

Robótica portable y colaborativa para corte plasma o soldadura

La robótica colaborativa actualmente ofrece una solución ligera y portable. Esto será de gran ayuda al operario para la reconfiguración de las soluciones y la realización de tareas de fabricación en distintos puntos del astillero.

AIMEN ha desarrollado una solución de robótica colaborativa y portable gracias a su montaje sobre una base imantada para actividades de corte plasma (Figura 3) [8]. De la misma forma que para el sistema de proyección, se hace uso de visión artificial y el archivo CAD para localizar el robot en la estructura. Con esta información, el robot podrá dirigirse automáticamente al plano de corte para detectarlo y obtener la trayectoria a realizar. Siguiendo el mismo procedimiento de localización, y modificando las herramientas del robot o algoritmos de visión, se podrán abordar otras tareas como la soldadura de juntas.

Esta solución se ha validado en las instalaciones de NODOSA (Marín, Pontevedra) donde se ha comparado el proceso robotizado con el manual, disminuyendo el tiempo requerido para la realización del corte y reducción en el número de operaciones, así como la obtención de una alta precisión en el proceso de localización y corte.

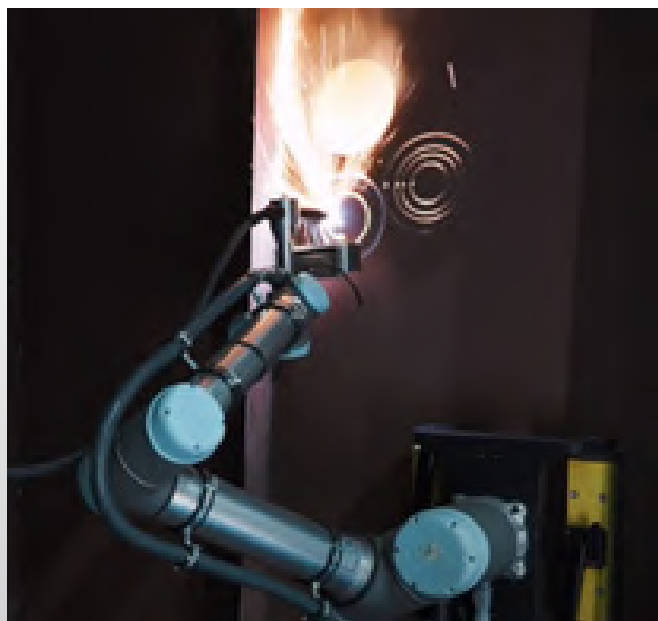


Figura 3. Robot de corte plasma. © AIMEN

Sistema de guiado manual

El sistema de guiado manual desarrollado por AIMEN y disponible actualmente para ABB, KUKA y COMAU, consiste en el movimiento del robot de forma intuitiva mediante la aplicación de esfuerzos sobre la muñeca del robot (Figura 4). Este sistema incorpora todas las seguridades para que la interacción con el operario no suponga riesgos.

Esta tecnología se podrá usar para el transporte de cargas pesadas en función de la capacidad de carga del robot, así como para la programación sencilla de puntos. Esto último permite la reconfigurabilidad de trayectorias y se logra también acercar la robótica a operarios que no estén familiarizados con los sistemas robóticos, gracias a su facilidad de uso. El uso del sistema de guiado manual será de gran utilidad en el posicionado de elementos para su posterior soldadura o procesos requeridos.



Figura 4. Sistema de guiado manual. © AIMEN.

Robótica móvil y manipuladores móviles

La robótica y manipuladores móviles se pueden emplear en la fabricación naval desde la fase de intralogística para el transporte de componentes navales en etapas iniciales como para la parte de Pick&Place de componentes en el segundo de los casos, así como para la interacción con el entorno como la realización de soldaduras, cortes u otras actividades del proceso. Cabe destacar que, para tareas de intralogística, se emplean robots capaces de soportar altas cargas debido al alto peso de los componentes navales.

Estos robots serán capaces, a partir de un mapa de la nave, conocer su posicionamiento y dirigirse a distintos puntos de ella con un posicionamiento preciso como podría ser mediante el uso de marcadores. Los algoritmos de navegación están preparados para adaptarse a posibles obstáculos que aparezcan en la escena, recalculando la trayectoria o deteniéndose para garantizar la seguridad.



Figura 5. Soluciones de robótica móvil. © AIMEN

Exoesqueletos

Los exoesqueletos tienen un amplio sector de aplicaciones, desde el ámbito médico para rehabilitación como para la mejora de la ergonomía para el sector naval, aeronáutico u otros sectores [9]. En concreto, en los proyectos que se tratan en este artículo, se han empleado exoesqueletos de soporte lumbar y de miembros superiores para reducir el esfuerzo en las articulaciones del operario, ya que son esfuerzos que se pueden prolongar durante toda la jornada laboral, afectando no solo a la salud del operario, sino a los resultados de sus trabajos.

Aplicando los exoesqueletos lo que se consigue es que, cuando el operario adopta una postura incómoda (Figura 6), se le brinde una asistencia de forma que el esfuerzo de las articulaciones lo asuma el exoesqueleto, reduciendo la fatiga en sus tareas de soldadura.



Figura 6. Exoesqueletos. Fuente: [3]. © MARI4_YARD

Digitalización y conectividad

Desde AIMEN se está trabajando en la digitalización de los procesos, con el foco principal en la trazabilidad del ciclo de vida de producto desde las etapas de diseño hasta las etapas finales de fabricación. Durante este proceso se recogerá la información de proceso como los planos, ficheros de configuración o parametrización. También se almacenará información de proceso de los equipos empleados como posiciones del robot o imágenes, monitorización de los equipos de soldadura. Toda esta información se recogerá a través de gemelos digitales para poder

interactuar con capas superiores. Además, se contará con un hilo digital para poder recopilar todos los datos en un mismo punto de acceso, en el que el operario podrá añadir y consultar los datos de forma intuitiva.

XXL Pilot Factory

La XXL Pilot Factory consiste en un entorno situado en las instalaciones de AIMEN y equipado con sistemas de visión, robótica y control, así como de componentes navales o calderería reales. El objetivo de estas instalaciones es la validación de las tecnologías desarrolladas por AIMEN o por los socios de los proyectos antes de ser validadas en las instalaciones de los usuarios finales. Además, se podrá ofrecer la XXL Pilot Factory como servicio a terceros para probar sus tecnologías en entornos realistas, ya que debido a los tiempos de producción puede resultar difícil acceder a las instalaciones reales de un cliente para poder realizar dichas pruebas.



Figura 7. XXL Pilot Factory de AIMEN. © AIMEN

Desde AIMEN, se está empleando también la XXL Pilot Factory para la realización de trainings y workshops abiertos (Figura 8) a trabajadores del sector para dar a conocer las tecnologías desarrolladas en los distintos proyectos.



Figura 8. Training sobre la XXL Pilot Factory. © AIMEN

Específicamente, entre los equipamientos e instalaciones que componen la XXL Pilot Factory se encuentran:

- **Plataformas móviles**, incluyendo un robot con sistema de elevación (Figura 5) capaz de soportar hasta 1000 kg y de dimensiones 1717x850 mm, permitiendo la manipulación y transporte de cargas de gran peso y tamaño, y cumpliendo con los estándares y normativas relativas a seguridades.
- **Manipuladores móviles** para tareas de intralógica e interacción con el entorno como soldadura o posicionamiento de elementos.
- **Robots industriales y colaborativos** con distinta capacidad de carga y alcance. Aquí encontramos ABB, KUKA, UR en diferentes configuraciones de montaje.
- **Celda abierta de espacio compartido** (Figura 7) con sistemas de visión artificial para la monitorización del operario y sistemas de seguridad industriales.
- **Componentes navales** de gran escala como un mamparo o doble fondo, así como una virola del sector de calderería.

Futuro Shipbuilding 5.0

El futuro de la industria naval se plantea como una industria conectada donde se recoja información de producto, proceso y recurso, conectada desde capas de gestión o control globales con los sistemas físicos, y mejorando las capacidades del operario,

ya sea mediante sistemas de inteligencia artificial, realidad aumentada, robótica o exoesqueletos.

La digitalización y aplicación de tecnologías emergentes tendrá como resultado la optimización de los distintos recursos mediante el aprendizaje de los sistemas y el ajuste dinámico de los parámetros de soldadura u otros procesos, así como la planificación y definición de las secuencias de producción.

La evolución hacia Shipbuilding 5.0 conseguirá aumentar de la eficiencia de producción, reducción de retrabajos y costes, directamente relacionado con la sostenibilidad y una mejor adaptación a los cambios en las necesidades de producción.

Conclusiones

Desde AIMEN se está trabajando en la investigación y desarrollo de soluciones tecnológicas para la

mejora de la ergonomía y calidad de los procesos productivos. A partir de los desarrollos en los proyectos con aplicación naval, se ha observado una buena aceptación por los usuarios finales, ya que se minimizan los riesgos para el operario debido a la reducción de exposición a riesgos gracias a la robótica, así como la prevención de posibles trastornos musculoesqueléticos por la adopción de posturas incómodas, lo que deriva en la prevención de errores producidos por la fatiga mediante los exoesqueletos. La incorporación de sistemas AR/VR logra evitar que el operario tenga que consultar un plano y realizar mediciones, lo que contribuye a la mejora de la eficiencia de los procesos.

El objetivo de AIMEN para futuros proyectos será la implementación e integración de todas estas tecnologías y su validación inicial en la XXL Pilot Factory para después, probarlas en entornos reales del sector naval en las instalaciones de los usuarios finales de los distintos proyectos.

Referencias

- [1] [El sector naval, en busca de trabajadores cualificados en San Fernando: una “oportunidad histórica” para “un empleo garantizado”](#)
- [2] [El repunte de la construcción naval encalla en la falta de mano de obra](#)
- [3] Proyecto Mari4_YARD: <https://www.mari4yard.eu>
- [4] https://cinea.ec.europa.eu/news-events/news/waterborne-days-2025-scaling-sustainable-and-competitive-solutions-waterborne-transport-2025-02-06_en
- [5] [250211_Press_Release_Waterborne_Days.pdf](#)
- [6] [MAGAZINE_FINAAL_interactief_LR.pdf](#)
- [7] <https://mindtechvigo.com/se-anuncian-los-ganadores-de-los-mindtech-awards/>
- [8] Masood, J., Vidal, F., Castro, D., Pertusa, A. M. y Feijóo, A. “Robotized technologies for enhanced shipyard operations: challenges and solutions” (2024, volumen 2, artículo 6). *Green Manufacturing Open*. DOI: 10.20517/gmo.2023.102601
- [9] Masood, J. y Vidal, F. “Didactic Factories for Emerging Technologies: Occupational Exoskeleton”. (Octubre, 2023, Volumen 1, Tema 1) *Advances in Robotic Technology*. Medwin Publishers. DOI: 10.23880/art-16000103
- [10] [Impulsando la adopción de flujos de datos en la cadena de suministro en AIMEN Centro Tecnológico](#)
- [11] <https://proyectocasandra.net>
- [12] Grazi, L., Feijóo A., Gasoírek, A., Pertusa A., Graveda, A., Kanakis, A., Rodríguez, A., Parri, A., Vidal, F., Ergas, I., Zeljkovic, I., Parmies, J., Perez, J., Katsamiris, K., Rocha, L., Núñez, L., Petry, M., Neufeld, M., Dimitropoulos, N., Köster, N., Mimma, R., Varao, S.; Crea, S. Makris, S., Giartzas, S., Settler, V., Masood, J. “Methodology and Challenges of Implementing Advanced Technological Solutions in Small and Medium Shipyards”. *Electronics* 2025, 14(8), 1597; <https://doi.org/10.3390/electronics14081597>

Hoy entrevistamos a:

Andrés Moya

CEO de DETEGASA

Vicepresidente de ACLUNAGA

deteGasa

commercial@detegasa.com

DETEGASA es una empresa líder a nivel mundial en ingeniería y fabricación de equipos de tratamiento de residuos, agua y combustible.

4 décadas de excelencia en innovación y diseño han convertido a DETEGASA en un referente nacional e internacional para armadas, armadores y operadores de todo el mundo. Suministran y apoyan el ciclo de vida de equipos y sistemas, para ayudar a mitigar las emisiones prestando especial atención a la sostenibilidad medioambiental y el cuidado de la vida marina a través del diseño de sus productos.

Sus productos incluyen equipos de: depuradoras de aguas residuales, incineradoras, módulos de refrigeración, tratamiento de residuos alimentarios, estaciones de lucha contra incendios, repostaje para helicópteros, separadores de agua y aceite, etc.

DETEGASA ha sido pionera en la digitalización y el desarrollo tecnológico, con la creación de gemelos digitales para sus productos, realidad aumentada y realidad virtual para la formación de las tripulaciones, etc.

• **¿Qué tipología de buques son los que desde vuestra experiencia se están demandando en la actualidad y serán más demandados en los próximos años?**

En Europa se construyen principalmente buques militares, cruceros, buques especiales, pesqueros y megayates. Creo que las perspectivas son, en general, razonablemente buenas para todos ellos, y especialmente favorables para los buques militares. Los buques de transporte se construyen en Asia, y ese mercado podría sufrir una desaceleración a partir de ahora, en caso de que las nuevas barreras arancelarias no se reviertan.

Creo que una de las claves para competir y sobrevivir a largo plazo es lograr ventajas competitivas gracias a la especialización y a la incorporación de tecnología. Cada empresa debe seguir su propia estrategia, potenciando sus capacidades individuales y su posición en el mercado.

• **¿Qué puntos fuertes ves en nuestro sector, dada la tipología de empresas que lo componen?**

La mayor parte de los pocos astilleros civiles que aún operan en España —y en particular en Galicia— tienen una larga trayectoria, han sobrevivido a las distintas crisis y, en general, cuentan con posiciones sólidas en sus nichos de negocio. Eso demuestra

que son empresas bien gestionadas. Creo que la buena gestión, el nivel de especialización y su reputación en el mercado son sus principales puntos fuertes.

Como puntos débiles, destacaría el escaso tamaño del hub de construcción en Galicia y en España, la falta de trabajadores cualificados y la potencial conflictividad laboral, que podría volver a repuntar en el futuro.

En cuanto a la industria auxiliar, para lograr estabilidad conviene diversificarse e internacionalizarse en la medida de lo posible; eso depende de cada caso. Y en cada negocio debemos trabajar para generar ventajas competitivas que nos permitan alcanzar una rentabilidad adecuada y una buena posición en el mercado, que nos asegure la supervivencia en los momentos difíciles.

Respecto a la industria militar, Navantia y el sector de defensa en general cuentan con unas excelentes perspectivas. El principal riesgo lo veo a medio o largo plazo, en caso de que se produzca una pérdida de soberanía por parte de cada país europeo a la hora de decidir qué buques construir y dónde hacerlo.

• **¿Bajo tu punto de vista, ¿qué consejo o advertencia darías a las empresas del sector naval gallego?**

Creo que las empresas debemos trabajar constantemente en la mejora de nuestros procesos de negocio y de producción. Esto implica innovar de forma continua, incorporando la tecnología disponible tanto en maquinaria para la fabricación como en herramientas digitales. Es fundamental controlar los riesgos. La principal razón por la que algunos astilleros han desaparecido en las últimas décadas ha sido la incorrecta presupuestación de los buques y la deficiente negociación de los contratos.

En cuanto a la industria auxiliar, las empresas suelen quebrar por tener demasiado volumen de negocio concentrado en un único cliente que atraviesa dificultades, deja de pagar o pierde actividad.

• **¿Cuál es la categoría reina para DETEGASA? ¿Qué particularidades tiene este tipo de construcción?**

Nuestra principal área de negocio siempre ha sido la Defensa. Desde hace décadas, somos un subcontratista estratégico para la Armada y contamos con un equipo de técnicos permanentemente





disponible en cada una de las bases navales. Además, somos un proveedor de referencia para clientes como Navantia o BAE Systems, entre otros. Estos tres grandes clientes reciben de nuestra parte la máxima atención y prioridad.

• **¿Cuál es el origen de DETEGASA? Desde su fundación, ¿continuáis manteniendo las mismas líneas de actividad originales, o, habéis diversificado vuestra actividad? ¿Qué es lo que os hace diferentes respecto a vuestros competidores?**

Este año, DETEGASA ha cumplido 40 años desde su establecimiento. En la última década, hemos acelerado el proceso de internacionalización, diversificación de mercados y ampliación del portfolio de equipos y sistemas. Asimismo, hemos llevado a cabo una reingeniería de los diseños y del proceso productivo. Actualmente, estamos inmersos en un proceso de digitalización tanto de los servicios como de los procesos internos.

Lo que nos hace diferentes en el área de Defensa es que contamos con las capacidades y la experiencia necesarias para ofrecer soluciones integrales y a medida en la gestión de residuos, agua y combustible a bordo, entre otros aspectos. En el sector de los buques comerciales, disponemos de media docena de diseños altamente optimizados, con los que podemos competir a nivel mundial.

• **¿Dirías que ha cambiado la manera de competir en la actualidad? ¿En qué sentido? Tanto en el mercado nacional como internacional, ¿conside-**

ras que se ha producido algún cambio significativo en la manera de hacer negocios, de conseguir contratos?

No me parece que en la última década se hayan producido cambios significativos en nuestro sector. Destacaría que la especialización es ahora más importante que nunca. Europa se ha consolidado en el nicho de mercado de los buques especiales, y creo que esa tendencia se mantendrá a medio plazo. El sector naval es bastante tradicional: hay poca incorporación de tecnología y los procesos productivos evolucionan lentamente, debido a la falta de economías de escala.

• **¿Encontráis dificultades para el desarrollo de vuestra actividad: infraestructuras, transporte, logística, normativas ambientales...? ¿Podrías indicarnos las ventajas y desventajas, fortalezas y debilidades de la región?**

El coste logístico que implica estar establecidos en Galicia es claramente superior al que soportan otras regiones de Europa. En nuestro caso, supone una desventaja competitiva porque encarece nuestro producto, en algunos casos de manera significativa. En el caso particular de Ferrol, estamos conectados a través de una autopista cara, no hay tren, los vuelos a Madrid son caros y prácticamente no hay vuelos internacionales, lo que dificulta el flujo de personas, mercancías, la internacionalización de las empresas y la competitividad, en comparación con otras zonas de Europa mejor conectadas. Tener tres aeropuertos no es una ventaja.

• **¿Cuáles son, en tú opinión, los puntos flacos de la construcción naval en Galicia?**

Respecto al sector de buques comerciales, pienso que el escaso tamaño del sector es lo más destacable. Además, el tamaño de los astilleros está limitado por las instalaciones disponibles. La industria auxiliar tiene un bajo grado de internacionalización, debido a la tipología de empresas que tenemos. La falta de mano de obra cualificada es, desde hace varios años, otro factor limitante.

• **¿Qué diferencia a DETEGASA del resto de empresas competidoras en cuanto a productos y servicios concretos?**

Respecto al producto, tenemos una destacada capacidad para adaptarlo a las necesidades y especificaciones de cada proyecto. Podemos trabajar con los requisitos y las normativas más complejas, y ofrecer a nuestros clientes una solución completa para la gestión de residuos, el agua y el repostaje de combustible a helicópteros.

Además, tenemos como objetivo seguir el ritmo de la transformación digital. Hace ya cinco años desarrollamos nuestro primer gemelo digital. Desde entonces, hemos digitalizado varios servicios, como la puesta en marcha y la formación. Ahora estamos implementando una IA local, entre otras cosas. Hemos decidido hacerlo de forma local por motivos de confidencialidad de información propia y de

nuestros clientes, que es muy sensible y está sujeta a contratos de confidencialidad. Internamente, hemos prohibido el uso de aplicaciones genéricas de IA, ya que no podemos permitir que esta información salga de nuestro control directo.

También la utilizaremos para traducciones, mejora de textos, etc. Es una herramienta que aumentará nuestra productividad, por ejemplo, en la lectura de documentación específica que es muy extensa, permitiendo generar resúmenes y destacar cuestiones relevantes para nuestra operativa.

Además, nos será de gran utilidad en tareas que requieren precisión, como el lenguaje legal. Se trata de que la IA analice textos complejos, los compare con nuestros *inputs* y nos indique las diferencias respecto a condiciones habituales, entre otros aspectos.

• **¿De qué forma tenéis pensado seguir desarrollando y expandiendo el negocio? ¿Qué objetivos tenéis a corto y medio plazo?**

Tenemos pensado seguir mejorando las prestaciones, la calidad y también el alcance de nuestro portafolio de productos. Vamos a continuar enfocados en diversificar, principalmente hacia clientes grandes y estratégicos, interesados en establecer relaciones a largo plazo. Está previsto que nuestro volumen de negocio siga creciendo a lo largo de los próximos cinco años.





- **Un desafío al que nos estamos enfrentando es a la renovación de las de trabajadores ¿Por qué los más jóvenes no se sienten atraídos por el sector? ¿De qué manera pueden las empresas seducir a los jóvenes talentos? ¿Tenéis este problema o dificultad en DETEGASA? ¿por qué crees que es así?**

En general, los oficios han perdido atractivo entre los jóvenes, y no es un problema exclusivo de nuestro sector. Creo que se debe seguir potenciando la Formación Profesional para mitigar este problema en lo posible.

Además, los trabajadores ya no están comprometidos como lo estaban hace diez o veinte años. Es algo que hay que asumir y gestionar de la mejor manera posible. También hay que tener en cuenta la evolución que ha experimentado la legislación laboral, así como la incertidumbre legal en la materia, que se encuentra en máximos históricos.

En cuanto al talento, en general son las grandes empresas quienes lo captan en primer lugar, sobre todo las empresas tecnológicas, ya que resultan más atractivas para los jóvenes.

El sector naval tiene como atractivo el producto que se construye y el nivel de internacionalización. La parte negativa es que está compuesto en su mayoría por empresas medianas y pequeñas, es poco tecnológico y arrastra cierta mala fama, ya que se percibe como muy afectado por los ciclos económicos.

En DETEGASA no somos una excepción, y actualmente también tenemos dificultades relevantes

para contratar profesionales cualificados. Hace dos años sufrimos una salida bastante significativa de profesionales —la mayoría ingenieros— que optaron por incorporarse a Navantia, aunque fuimos capaces de recomponernos con bastante rapidez.

- **Se habla de la innovación como uno de los pilares para el desarrollo actual de las empresas ¿En qué medida la I+D+i ha sido importante en la trayectoria de DETEGASA? ¿Y hasta dónde os ha llevado? ¿está una empresa como DETEGASA preparada para abordar esta transformación digital?**

DETEGASA es una empresa de producto, y es en los diseños donde reside una gran parte de nuestro valor como empresa y de nuestra capacidad para generar negocio. Dedicarle la suficiente atención y recursos al desarrollo de producto e innovación es lo más importante. Sin ello, no podríamos asegurar nuestra supervivencia a largo plazo. En DETEGASA tenemos la necesidad de estar constantemente desarrollando nuevos productos y mejorando los existentes. Diseñamos y fabricamos prototipos, los industrializamos, homologamos y lanzamos al mercado. Nuestra capacidad de generar negocio, reputación y posición en el mercado, tanto a corto como a largo plazo, dependen en buena parte de la calidad de nuestros diseños.

Respecto a la digitalización, la estamos implementando tanto a nivel de producto como para mejorar los procesos de negocio internos. Por el momento, no es sencillo visualizar la rentabilidad económica que la digitalización de producto nos puede llegar a aportar. Aun así, continuaremos con su desarrollo. También estamos dedicando muchos recursos a la digitalización de procesos internos. Creo que las empresas que se despreocupen de la digitalización se situarán en desventaja en algún momento.

- **Los índices de productividad en España siguen siendo relativamente bajos comparados con los de la media europea. ¿De qué manera está relacionado este problema con la formación de los profesionales?**

Hay muchos factores que afectan a la productividad. La formación es uno de ellos. En España, la formación siempre ha estado bastante desconectada de las necesidades reales de las empresas. Y creo que lo seguirá estando, porque la mayor parte de las organizaciones públicas y de las personas que se dedican a la formación no tienen apenas incentivos

para estar coordinadas con la industria privada, que es quien realmente conoce sus necesidades. Así que las empresas se ven en la necesidad de formar por su cuenta.

Por otra parte, hay muchas personas que quieren trabajar, pero no tienen la cualificación necesaria. Y las empresas no pueden pagar lo mismo a un trabajador cualificado que a uno no cualificado. Este es el dilema, para el que no se encuentra una solución que sea eficaz en la práctica.

• **En un momento como el actual, ¿qué medidas consideraríais urgentes o necesarias para potenciar y proteger el sector?**

En lo que respecta a la industria auxiliar de la que formamos parte, creo que es importante que continúe, e incluso se intensifique, la labor que se está llevando a cabo desde la administración en Galicia con las ayudas a la internacionalización, la innovación y la inversión. Las ayudas deben ser suficientemente flexibles en cuanto a los plazos y al contenido de los proyectos, para que las empresas tengan margen suficiente para desarrollarlos según sus necesidades.

Además, creo que, desde la administración, Aclunaga y el resto de asociaciones, se debe seguir potenciando la internacionalización de las empresas como motor de generación de negocio y promoción de nuestra marca Galicia.

• **La presencia de las mujeres es escasa en el sector naval. ¿Se está incentivando la participación de la mujer en el sector?**

Creo que se debería incentivar que tanto mujeres como hombres se interesen por el sector naval, tanto para puestos operativos como también para oficios de taller. Excepto Navantia, ninguna empresa de nuestro sector tiene capacidad por sí sola para promover el trabajo en el sector naval, por lo que esta iniciativa sectorial podría estar coordinada por la administración y el Clúster.

• **¿Trabaja el sector naval de forma unida? ¿Cómo se ve desde una empresa auxiliar?**

Mi opinión es que hay una excesiva atomización en cuanto a las organizaciones que nos representan. Por ejemplo, en España hay más de media docena de clústeres de la industria naval en diferentes regiones, sin contar otras asociaciones o entidades que también representan al sector, total o parcialmente. En Defensa también hay un elevado número de asociaciones y clústeres. Esta dispersión hace que se pierda eficacia y que la influencia ejercida sea menor. Y, como ya estamos en una situación en la que hay muchas, lo mejor sería trabajar para que exista la máxima coordinación y entendimiento posible entre todas ellas.

• **Teniendo en cuenta los desafíos y retos que se plantean, ¿eres optimista de cara al futuro?**

Las cosas han ido bien en los últimos años, y 2024 ha sido un año récord para muchos en nuestro sector. Aunque pienso que podríamos estar a las puertas de un cambio de ciclo económico, especialmente negativo para la industria europea, que podría acelerar su declive. Solo hay que ver lo que está ocurriendo en la industria de la automoción. No obstante, hay nichos industriales con buenas perspectivas, como la industria de defensa o la relacionada con las nuevas energías, por ejemplo. En cuanto al sector de la construcción naval, y por la tipología de buques que construimos en Europa, creo que las perspectivas son aceptablemente buenas, a pesar de la incertidumbre actual.



Agradecimientos:

deteGasa



SIEMENS



SEA Europe
Shipyards' & Maritime Equipment Association



AISTER
MARINAS • BOATS • MARITIME

aimen
CENTRO TECNOLÓGICO



VICUSdt

Dónde encontrarnos:



Oficina de VIGO: Montero Ríos nº38, 1º izquierda. 36201. Vigo, Pontevedra.

Oficina de FERROL: Edificio CIS Tecnoloxía e Deseño, A Cabana s/n,
Desp.1.1-15590 Ferrol, A Coruña.

Teléfono: 981 57 82 06

Fax: 986 90 52 83

www.aclunaga.es