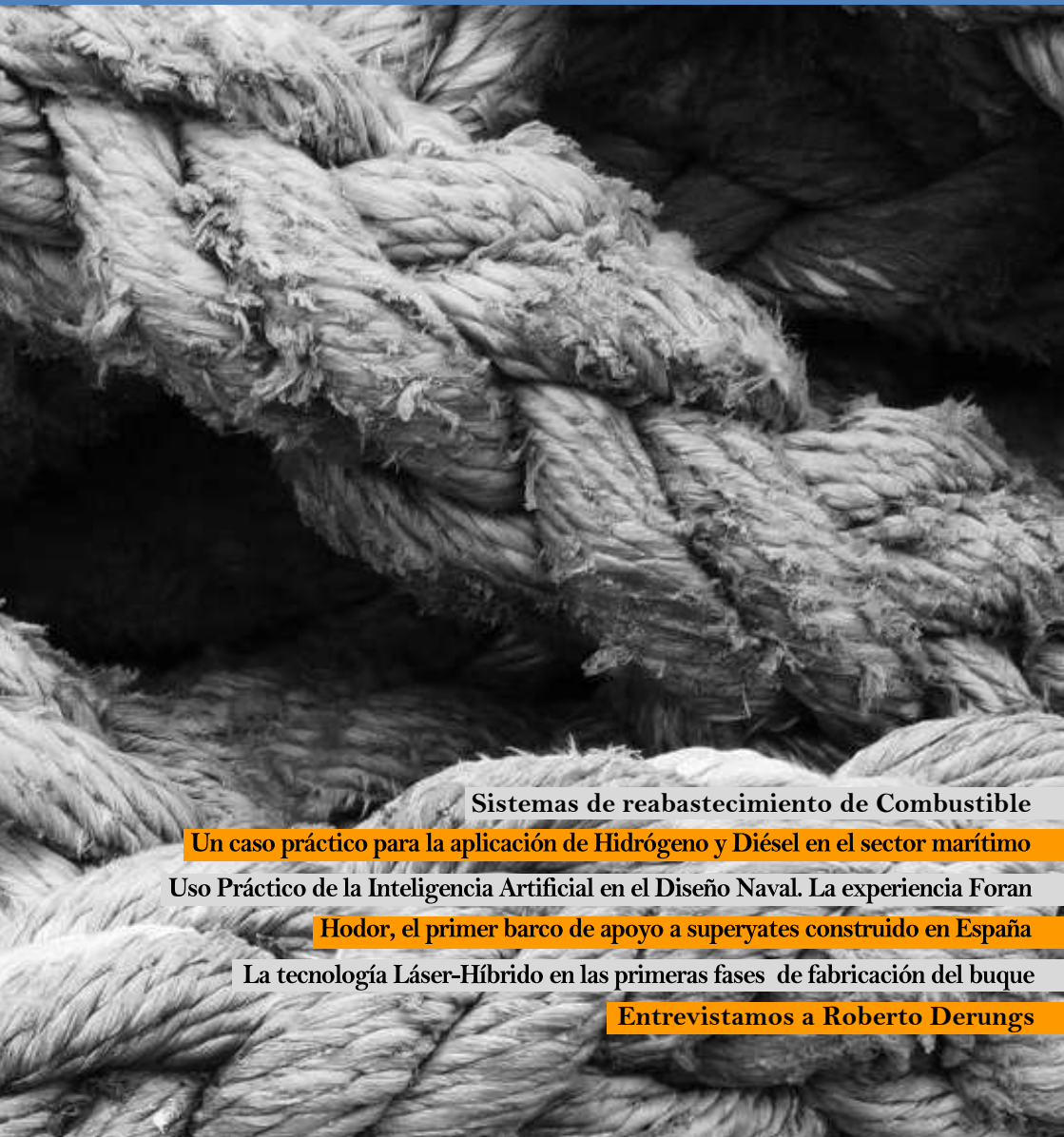


GMT *by* ACLUNAGA



Sistemas de reabastecimiento de Combustible

Un caso práctico para la aplicación de Hidrógeno y Diésel en el sector marítimo

Uso Práctico de la Inteligencia Artificial en el Diseño Naval. La experiencia Foran

Hodor, el primer barco de apoyo a superyates construido en España

La tecnología Láser-Híbrido en las primeras fases de fabricación del buque

Entrevistamos a Roberto Derungs



detegasa
S.A.

- ① Separadores de aguas oleosas
- ② Incineradores de residuos
- ③ Sistemas de repostaje de helicópteros
- ④ Hidróforos y Calentadores

MÁS DE
3.000
equipos
SUMINISTRADOS

PRESENCIA
a nivel
mundial



Plantas de tratamiento de aguas residuales



Biológicas



Biorreactores de membrana

www.detegasa.com

+34 981 49 40 00

comercial@detegasa.com

siguena en LinkedIn

ACLUNAGA
ASOCIACIÓN
CLUSTER DEL
NAVAL GALLEGO

GALICIAN MARITIME TECHNOLOGIES / N°5 / 2020

4

DETEGASA S.A. (GRUPO ARGOS) // SISTEMAS DE REABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

7

HSSMI // UN CASO PRÁCTICO PARA LA APLICACIÓN DE HIDRÓGENO Y DIÉSEL EN EL SECTOR MARÍTIMO

14

SENER // USO PRÁCTICO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DISEÑO NAVAL. LA EXPERIENCIA FORAN

20

“VA DE BARCOS.NET” HODOR, EL PRIMER BARCO DE APOYO A SUPERYATES CONSTRUIDO EN ESPAÑA

23

AIMEN // LA TECNOLOGÍA LÁSER-HÍBRIDO EN LAS PRIMERAS FASES DE FABRICACIÓN DEL BUQUE

30

TALLERES MECÁNICOS GALICIA S.L. // ENTREVISTAMOS A ROBERTO DERUNGS

En el momento en el que este nuevo número de la revista salga a la luz la situación habrá variado notablemente para el sector gallego de la construcción y reparación naval. Todavía no sabemos en qué medida, pero sí que conocemos cual ha sido la reacción del colectivo ante contextos desfavorables pretéritos: planificación, investigación, flexibilidad, *buen hacer*, desarrollo, especialización, tecnología, calidad y mucho esfuerzo; son algunas de las características que nos definen y que servirán como base sólida para la denominada recuperación, para la continuación.

El propio espíritu del Clúster, se basa en la unión del sector, en el fomento de la colaboración y el desarrollo de todo el ecosistema de empresas que lo integran. Éstas, algunas de ellas denominadas tractoras, ya han demostrado que tienen el músculo suficiente cuando la ocasión se presenta. El panorama de la construcción naval a nivel internacional, que es donde nos movemos, nunca ha sido fácilmente predecible. Quizás sí que tenga un componente de incertidumbre todavía más marcado, pero este factor siempre ha estado ahí en otras situaciones, por lo que no nos es ajeno. En cambio, nuestra certidumbre, la realidad que no ha variado, ni lo hará, es la capacidad de superación y adaptación de cada uno de los miembros que se dedican a hacer realidad los productos más sofisticados y avanzados del mercado desde Galicia.

Desde comienzos del presente siglo la construcción naval de la Comunidad Autónoma de Galicia ha provisto de embarcaciones a más de 32 países, siendo claramente predominantes las que aportan un gran valor añadido, esto es, que requieren de una especialización tecnológica que está a la altura de los mejores constructores mundiales. Siendo un referente absoluto en buques pesqueros, factorías flotantes modernas, con todo lo que ello implica en la actualidad. No es casualidad tampoco que estados punteros confíen en nuestro sector para la fabricación de los prototipos más sofisticados, como son los oceanográficos o buques escuela, por poner un ejemplo representativo. Por supuesto que el contexto golpeará e incidirá sobre la cartera de pedidos y la carga de trabajo, todavía no sabemos hasta qué niveles, pero siempre hemos sabido hacia dónde mirar, hacia dónde dirigimos. Y ciertamente dominamos sectores de construcción que además son necesarios.

Proponemos por tanto en esta línea, y tal como se verá reflejado a continuación, la potente y continua colaboración entre empresas investigadoras y centros tecnológicos. Aportes conjuntos para encarar con fuerza y optimismo la situación, con hechos, por el momento de cara al futuro más próximo, pero que sin duda son y serán nuestros cimientos; nuestra base.

Equipo editorial de ACLUNAGA

“...planificación, investigación, flexibilidad, *buen hacer*, desarrollo, especialización, tecnología y mucho esfuerzo...”

SISTEMAS DE REABASTECIMIENTO DE COMBUSTIBLE

Ángela Vivero / DETEGASA S.A, Grupo Argos



commercial@detegasa.es / Project Manager

¿PARA QUÉ SIRVEN?

Los sistemas de reabastecimiento, ya sea para helicópteros, zodiacs, o vehículos terrestres, son la solución al suministro de los distintos tipos de combustible, tanto en las plataformas offshore (Jack-up, semi-submersible, etc), como en las FPSOs, FSOs, yates, buques militares, o en cualquier otro tipo.

El fin último del equipo es recibir y almacenar combustible a bordo, para suministrarlo de forma segura, en óptimas condiciones y en el momento requerido.

COMPONENTES PRINCIPALES

Lo más habitual es que estén formados por cuatro módulos. El primero de ellos corresponde a los tanques de almacenamiento de combustible, los cuales pueden ser estáticos o aerotransportables.



Tanques aerotransportables sobre un Laydown skid



Tanque estático

En segundo lugar está el módulo de bombas, cuyo elemento fundamental son los grupos moto-bomba.



Unidad de bombas

En tercer lugar, la Dispensing, donde tiene lugar el filtrado de combustible y desde donde se realiza el suministro a través del boquerel de la unidad, que puede ser overwing o underwing.



Dispensing sin cabina y con cabina

Por último, el cuadro de control principal del sistema, el cual se instala en área segura.

¿CÓMO FUNCIONA?

El funcionamiento básico del equipo es el siguiente:

Se acciona la válvula solenoide que actúa sobre la válvula neumática de descarga del tanque, y el combustible es aspirado por una de las bombas instalada en el módulo de bombas. Esta unidad está protegida frente al funcionamiento en vacío y su ubicación habitual es anexa a los tanques de combustible.

El combustible pasará a través de la tubería que conecta el módulo de bombas con la Dispensing, la cual se instala lo más cerca posible del helipuerto. En este último módulo previo al suministro al tanque del helicóptero, el combustible (JET A-1, JP-5, etc) pasa a través del filtro separador, donde se eliminan las partículas sólidas y el agua libre presentes en el combustible. Posteriormente, el contador volumétrico nos indica los litros que se han suministrado. La calidad del combustible que llega al helicóptero está garantizada por las tomas de muestras, aguas arriba y aguas abajo del filtro separador, que nos permiten hacer las pertinentes comprobaciones de la posible presencia de agua en el fuel a través de las cápsulas de detección.

Finalmente, el combustible entra en el depósito del helicóptero a través del boquerel instalado en la manguera.

DISEÑO Y PRUEBAS

Los sistemas de suministro a helicópteros (Helicopter Refuelling Units), actualmente los más demandados, han sido diseñados por Detegasa según las recomendaciones de la CAP 437_Standards for offshore helicopter landing areas. El objetivo principal en el desarrollo de estos equipos es asegurar que el proceso de reabastecimiento se realizará de forma segura y que la calidad del combustible suministrado a la aeronave es la óptima.

Teniendo en consideración que el equipo trabajará con combustible, son fundamentales los componentes eléctricos con certificación ATEX/IECEX, adecuada para la zona específica en la que estará instalado cada uno de estos componentes.



Modelo 3D de una Dispensing

El diseño se adecúa a los distintos requisitos del cliente, tanto civil como militar, a las condiciones de temperatura, que en algunos casos son extremas, y a las distintas sociedades de clasificación.



Dispensing con aditivación de anti-icing



Spill tank

La casuística que se puede presentar es amplia, y no viene dada únicamente por el tipo de sistema al que tiene que reabastecer, sino que el tipo de combustible y las necesidades de cada cliente darán lugar a un diseño a medida en cada uno de los proyectos. De esta forma, se puede solicitar que el sistema además de hacer Refuelling, haga Defuelling, permitir una mayor flexibilidad en el suministro de forma que se puedan llevar a cabo operaciones de Refuelling inflight (HIFR), incluir el suministro de un tanque de derrames al que se conducen los drenajes de las bandejas, etc.

Por razones de seguridad, los equipos pueden contar con un sistema de detección de fugas, tanto de gases como de líquidos.

Por último, en Detegasa se llevan a cabo las pertinentes pruebas internas y después la Factory Acceptance Test en presencia de un inspector de la Sociedad de Clasificación del buque.



UN CASO PRÁCTICO PARA LA APLICACIÓN DE LA INYECCIÓN DE HIDRÓGENO Y DIÉSEL EN EL SECTOR MARÍTIMO

Brais Carballado, Tristan Coats & Ross Sloan / HSSMI (Londres)

brais.carballado@hssmi.org / tristan.coats@hssmi.org / ross.sloan@hssmi.org / Digital Manufacturing Tools

La inyección de hidrógeno es una tecnología de probada eficacia para reducir las emisiones en la industria del automóvil. Se logra inyectando hidrógeno en el ICE (Internal Combustion Engine) y reduciendo la cantidad total de diesel requerida. El proyecto HyDIME (Hydrogen & Diesel Injection in Marine Environment) se ocupa de probar esta tecnología en la industria marítima, a bordo del ferry MV Shapinsay en las Islas Orcadas.

El sistema HyDIME utilizará hidrógeno libre de carbono producido utilizando la energía extra de las turbinas eólicas y mareas como combustible a bordo para el sistema de inyección de hidrógeno.

El proyecto HyDIME está abordando las siguientes cuestiones clave :

- **El sector marino** es responsable del 3,3% de la producción mundial de Co2, y las cifras de la AEMA sugieren que esta cifra aumentará significativamente si la industria marina no hace nada para reducir su impacto ambiental.
- **Las Islas Orcadas** actualmente experimentan un problema comunitario con la reducción de la energía renovable - donde más del 100% de la demanda es producida por activos renovables y algunos deben ser apagados, desperdiciando esta energía limpia.



Se utilizó un modelo de simulación para crear una representación del transbordador de hidrógeno-diésel que funciona con diferentes porcentajes de reducción de diésel y como parte de la infraestructura de hidrógeno más grande. Este método permitió cuantificar el impacto del sistema y también puso de relieve los cuellos de botella y las amenazas dentro del sistema. También facilitó la elaboración de versiones ampliadas del sistema para ser modeladas con la finalidad de evaluar el posible impacto de los futuros desarrollos en este espacio.

IMPACTO AMBIENTAL

El impacto ambiental del sistema se cuantificó en términos de combustible diésel y emisiones de GEI desplazadas y el uso de la simulación permitió contabilizar parámetros de influencia como los horarios de los transbordadores y la logística del transporte de hidrógeno.

Había tres factores de emisión principales que debían de tenerse en cuenta:

- **Emisiones ahorradas** por la reducción del diésel en el transbordador alimentado con hidrógeno.
- **Emisiones reducidas** por la utilización de electricidad libre de carbono para producir el hidrógeno en uso.
- **Las emisiones producidas** por el transporte del hidrógeno desde el punto de producción hasta su utilización.

El modelo permitió que se consideraran todos estos factores y se simuló para niveles de sustitución del 20% y 60% de hidrógeno-diésel. Se obtuvieron los siguientes resultados:

| Parámetro | Valor | |
|---|--------|--------|
| Porcentaje de reducción de diésel | 20% | 60% |
| Total de diésel reducido (L) | 2,998 | 8,349 |
| Total de CO ₂ sustituido por el reemplazo del diésel (kg) | 8,034 | 22,375 |
| Total de H ₂ consumido por MV Shapinsay (kg) | 937 | 2,609 |
| Electricidad requerida para producir H ₂ usado por MV Shapinsay (kwh) | 51,522 | 143,49 |
| Total de CO ₂ sustituido de la producción de H ₂ libre de carbono (kg) | 14,584 | 40,620 |
| Total de CO ₂ sustituido (kg) | 22,618 | 62,995 |
| Emisiones de CO ₂ asociadas con el transporte de hidrógeno por el uso de HyDIME (kg) | 9,000 | 20,000 |
| CO ₂ neto reemplazado (kg) | 13,618 | 42,995 |

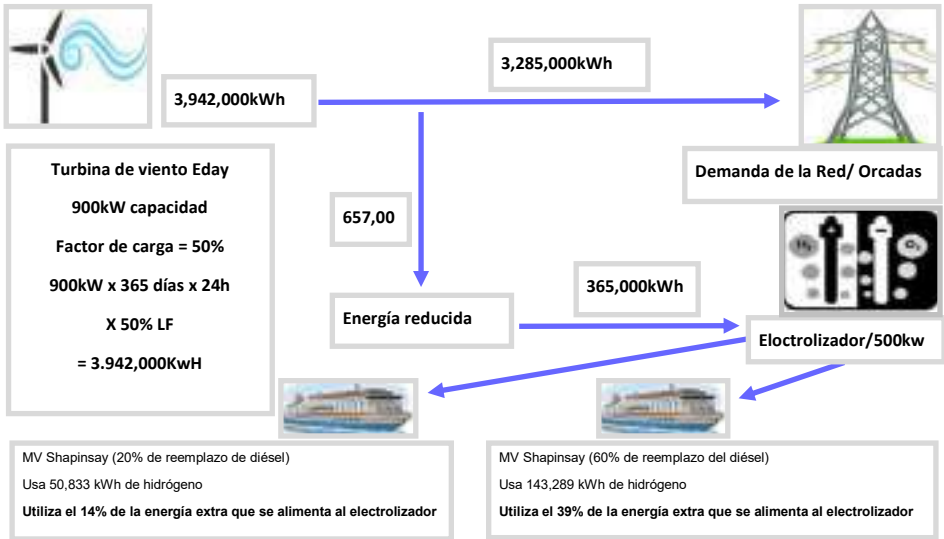
Resultados producidos después de alterar la logística de reabastecimiento del modelo (niveles de diésel reducido del 20% y 60%; los resultados son por año)



Ahorro de CO₂ logrado tras cambiar la logística de repostaje para niveles del 20% y 60%

El proyecto HyDIME está abordando otro problema energético: el recorte de la energía renovable que se experimenta en las Orcadas cuando se satisface toda la demanda de energía. Durante los tiempos de restricción, la energía se utiliza para producir hidrógeno verde que actualmente sólo tiene un uso - como combustible para una pila de combustible a babor. El proyecto HyDIME proporciona otro uso de este hidrógeno que permite una utilización de la energía más restringida.

El trabajo de modelización de la simulación estimó que la nave modernizada podría utilizar entre 1 y 2,5 toneladas de hidrógeno al año, lo que equivale a un valor de entre 52 y 140 MWh de electricidad. El diagrama que figura a continuación ofrece una indicación aproximada de cómo HyDIME proporciona una solución al problema de la reducción de energía que experimenta la turbina eólica Eday



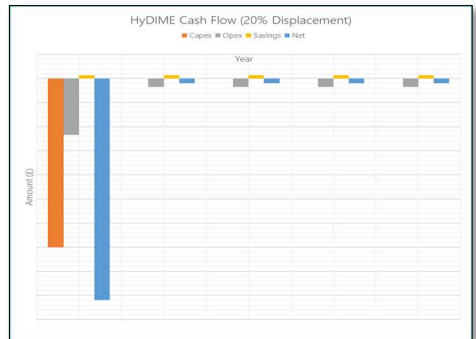
Visión general de cómo el sistema HyDIME utiliza la energía restringida de la turbina eólica Eday

IMPACTO ECONÓMICO

También se abordó el impacto económico del sistema HyDIME. El costo del hidrógeno como combustible se considera a menudo el principal escollo para incorporarlo plenamente como combustible alternativo para utilización en transporte. Esto es especialmente cierto para la industria marítima, donde el costo del diésel marino es bajo. Utilizando el modelo, fue posible evaluar algunos resultados económicos clave, como el coste asociado al hidrógeno que se utilizaba en el transportador, así como el ahorro de costos asociados a la reducción del consumo de gasóleo.

Utilizando otra información clave sobre el sistema y su funcionamiento junto con los datos de las cifras del gasto de inversión, fue posible estimar una evaluación económica de alto nivel del sistema. No se pueden proporcionar detalles completos de los costos debido a los acuerdos de confidencialidad.

Como se puede ver en los gráficos siguientes, el mayor desafío de la mayoría de los sistemas de hidrógeno - el coste - es evidente en el sistema HyDIME, donde el coste del hidrógeno como combustible resulta en una pérdida económica anual.



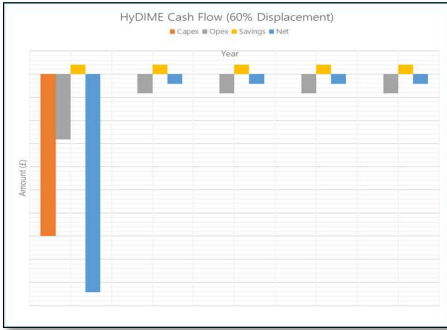


Gráfico de balance de costes del sistema operando a 20% y 60% de reemplazo de diésel.

Cabe señalar que estos resultados se han estimado partiendo del supuesto de que el precio de producción del hidrógeno y el coste del gasóleo marítimo no varían. En realidad, es probable que el coste del hidrógeno disminuya a medida que la tecnología y la eficiencia mejoren, y con el potencial de apoyo de los subsidios gubernamentales. Además, el precio del diésel marítimo aumentará debido al endurecimiento de la legislación sobre emisiones.

Es probable que en un futuro próximo se aplique un impuesto sobre el carbono u otros incentivos similares que aumenten considerablemente el precio del gasóleo y proporcionen un nuevo incentivo para dejar de utilizar el gasóleo marítimo y pasar a utilizar combustibles verdes. Una vez que el hidrógeno tenga un precio más competitivo, cabe esperar un saldo neto de caja positivo.

Además, el sistema de inyección de hidrógeno en cuestión, es una prueba de concepto y está instalado en el motor auxiliar del buque. Se trata de una unidad relativamente pequeña en comparación con el motor de propulsión y, por lo tanto, se esperaba que el ahorro de combustible fuera pequeño.

El sistema HyDIME también proporciona un beneficio adicional a la comunidad en el sentido de que ofrece un uso para la energía renovable.

Uno de los principales mensajes del proyecto HyDIME fue demostrar la importante reducción de las emisiones que podría lograrse con la tecnología, así como los nuevos beneficios que el proyecto aporta a la comunidad. Se esperaba que hasta que no hubiera una versión ampliada del sistema en funcionamiento, y el hidrógeno tuviera un precio más competitivo, no se obtendrían ahorros económicos significativos.

ADAPTACIÓN DE FUTUROS ESCENARIOS

El modelo se utilizó para representar los posibles escenarios a escala del sistema HyDIME. El modelo fue alterado para representar un lugar de producción centralizado, eliminando los problemas asociados con el transporte de hidrógeno hacia y desde las diferentes islas dentro de las Orcadas.

Además, también se creó una versión ampliada del sistema de inyección de hidrógeno para MV Shapinsay alterando los parámetros del modelo para representar el sistema de inyección que funciona con un 60% de reducción de diésel en el motor de **propulsión**. Para facilitar el aumento del consumo de hidrógeno, se aumentó el almacenamiento a bordo a 100 kg.

El funcionamiento del sistema con la unidad de propulsión tiene un impacto ambiental significativamente mayor, con un ahorro neto de casi 500 toneladas de CO₂ desplazadas.

No sólo se está substituyendo una mayor cantidad de diésel, sino que se han eliminado las emisiones de CO₂ asociadas al transporte del hidrógeno.

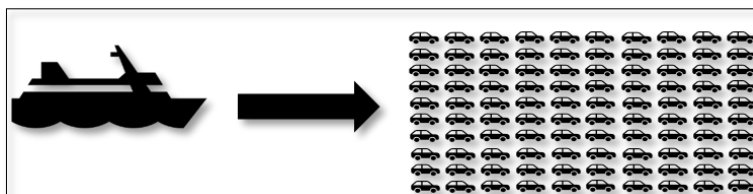
Se puede argumentar que no hay emisiones negativas asociadas al sistema HyDIME en esta configuración. El ahorro neto de CO₂ del sistema a un 60% de desplazamiento en la unidad de propulsión equivale a retirar 100 vehículos de pasajeros de la carretera por año

| Parámetro | Valor |
|---|-----------|
| Porcentaje de reducción | 60% |
| Total diésel reducido (L) | 63,192 |
| Total de CO ₂ sustituido por el reemplazo de diésel (kg) | 169,361 |
| Total de H ₂ consumido por MV Shapinsay (kg) | 19,748 |
| Electricidad requerida para producir H ₂ usado por MV Shapinsay (kwh) | 1,086,155 |
| Total de CO ₂ sustituido from Carbon Free H ₂ Production (kg) | 307,458 |
| Total CO ₂ Displaced (kg) | 476,819 |
| Emisiones de CO ₂ asociadas con el transporte de hidrógeno por el uso de HyDIME (kg) | 0 |
| CO ₂ neto sustituido (kg) | 476,819 |
| Reducción de costs mediante el ahorro de combustible (£) | 30,333 |

Resultados para una sustitución del 60% de diésel en el motor propulsor del buque (en un año de funcionamiento)



El ahorro de CO₂ logrado por el 60% de sustitución del diésel en el motor de propulsión.



Infografía que representa el ahorro de CO₂ logrado con un 60% de reemplazo de diésel en el motor de propulsión del buque.

OPORTUNIDADES DE RÉPLICA

Uno de los principales desafíos asociados a la tecnología y los combustibles innovadores en el ámbito marítimo es la falta de oportunidades para su aplicación. Sin embargo, el interés en el hidrógeno como combustible está creciendo.

El gráfico que se muestra a continuación detalla las oportunidades en las que se podría implementar un sistema similar al sistema HyDIME.

CONCLUSIÓN

El proyecto HyDIME se centró en abordar los problemas de las emisiones asociadas a la industria mediante el uso de combustibles fósiles, así como el problema de la reducción de la energía renovable en la comunidad que se experimentó en las Islas Orcadas.

El proyecto pudo hacer frente a esos desafíos demostrando que un sistema de combustible dual de hidrógeno en un transbordador público tiene el potencial de reducir significativamente las emisiones de GHG, así como de utilizar una parte importante de la energía restringida que de otro modo se perdería.

Hay un creciente interés por el uso del hidrógeno como combustible en la industria marítima y hay cada vez más oportunidades en el Reino Unido y Europa, donde esto puede ser realidad.

La principal barrera y desafío que se aborda en este artículo es el del coste del hidrógeno. Hasta que el costo sea similar al diésel marítimo, será difícil penetrar completamente esta tecnología dentro de la industria. Sin embargo, es de esperar que esto suceda pronto, ya que el precio del hidrógeno sólo va a disminuir, mientras que el precio del diésel aumentará.

Islas occidentales

- **Excelente** potencial en Energías Renovables.
- **Confianza** en el tránsito entre las Islas vía Ferry.
- **Potenciales** ahorros de 13.000 toneladas de CO₂ con 60% de sustitución en la ruta de ferry Stromway – Ullapool

El Centro de Hidrógeno de Lancaster

- **Buscando** desarrollar centros de hidrógeno en varios sectores, incluyendo las actividades portuarias de la región.
- **Usando** Hidrógeno con bajas emisiones de Carbono de las plantas de energía nuclear.
- **Los transbordadores** de pasajeros y los grandes buques de transporte entran y salen en un puerto cercano.
- **Dirigido** a albergar un centro dedicado a la investigación para analizar el repostaje de combustible y la logística de transporte

Isla de Wight

- **Actualmente** con una planta de energía solar que genera 4.68 GWh de "energía verde".
- **Experimentar** la restricción de energía - una buena oportunidad para producir hidrógeno.
- **Dependencia** de los transbordadores de pasajeros para transportar a los residentes hacia y desde tierra firme (más de 200 travesías diarias de transbordadores).
- **La isla persigue** el ambicioso objetivo de ser autosuficiente.
- **Las empresas** que operan los ferries han mostrado interés en el Hidrógeno como combustible.



Mapa del Reino Unido que muestra los lugares recomendados que podrían beneficiarse de un sistema similar al del proyecto HyDIME

XESMEGA

Más que una consultoría ambiental

Mucho más allá del simple cumplimiento legal para lograr:

Aumentar la productividad de tu organización

Mejorar la eficiencia

Reducir los costes operativos



www.xesmega.es

info@xesmega.es

NUESTROS SERVICIOS



USO PRÁCTICO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EL DISEÑO NAVAL. LA EXPERIENCIA FORAN

Rafael de Góngora / SENER Ingeniería y Sistemas S.A.

Director General Naval/ cristina.rsolano@sener.es

INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial se ha convertido en la expresión de moda. En cualquier ámbito está presente. Independientemente de que hablemos de moda, de agricultura, de urbanismo, IA es la palabra mágica encargada de cambiar nuestras vidas.

En el sector Naval, se observa sin embargo cierto retraso en su aplicación comparado con otros sectores. Tanto en el diseño como en la construcción y en la operación de buques, su uso es todavía reducido, convirtiéndose por tanto en una oportunidad para mejorar y transformar la construcción naval y la industria marítima en su conjunto.

LOS NIVELES DE LA IA

Se considera comúnmente que son cuatro las condiciones que deben cumplir las máquinas para ser consideradas como inteligentes:

- **Actuar** como los humanos.
- **Razonar** como los humanos.
- **Razonar** racionalmente.
- **Actuar** racionalmente.

La IA, como cualquier otra tecnología, no es algo monolítico que pueda implementarse globalmente. Existen diferentes niveles que definen la capacidad de las máquinas para reproducir pautas de comportamiento o para crear nuevas.

- **IA básica:** Incluye todo aquello que permite a las máquinas comportarse como los humanos: aprendizaje, comprensión natural, reconocimiento de imágenes, robótica, análisis de resultados, simulación...

- **Aprendizaje automatizado (Machine Learning, ML):** Es el subconjunto que trata con la extracción de pautas a partir de conjuntos de datos.

- **El aprendizaje profundo (Deep Learning, DL):** Consiste una clase específica de algoritmos que utilizan redes neuronales complejas.

IA EN CONTEXTO

La IA no es una tecnología capaz de transformar la industria de forma independiente, sino al contrario, es solo una de las tecnologías necesarias para el desarrollo de la digitalización de la industria. La IA debe interactuar y combinarse con el resto de tecnologías. Entre las más destacadas, podemos citar:

- **Internet de las cosas, IoT.**
- **Uso de la nube** para tareas de computación.
- **Blockchain.**
- **Fabricación aditiva.**
- **Big Data.**
- **Realidad Virtual** y aumentada.
- **Robótica.**
- **Ciberseguridad.**
- **Vehículos autónomos.**

Todas ellas son el catalizador que permite desarrollar el concepto de Industria .0, por lo que podemos denominarlas como tecnologías habilitadoras.

¿POR QUÉ IA EN CONSTRUCCIÓN NAVAL?

La mayoría de los argumentos en favor de la aplicación de la IA en el mundo naval es común con otras industrias. Pero hay razones más específicas de la industria naval, que además implican un impacto mayor.

- **Proyectos** cada vez más complejos. Los buques cada vez son más sofisticados, debiendo responder a especificaciones técnicas más demandantes y a reglamentos y normativa más estrictos. Y todo ello con presupuestos más bajos.
- **Plazos** de entrega más cortos. A la vez que los proyectos se hacen más complejos, la competitividad obliga a acortar plazos pero sin comprometer en absoluto la calidad del producto final.
- **Pérdida** de experiencia. Este hecho, común a todas las industrias, es si cabe más acusada en la industria naval, ya que los astilleros y oficinas técnicas se ven obligadas a involucrar en los proyectos personal joven y sin experiencia previa.

- **Entornos** más complejos. Las herramientas utilizadas en el diseño, construcción y operación de buques son cada vez más sofisticadas, al tratar de proporcionar una solución apropiada al objetivo de reducir costes y plazos. El uso de esas herramientas requiere un conocimiento que necesita un tiempo para ser adquirido, tiempo del que no se dispone habitualmente por los propios plazos del proyecto.

- **Pérdida** de conocimiento, La evolución cíclica de la industria naval forzó a astilleros y oficinas técnicas a prescindir de personal con amplia experiencia y conocimiento, que no se ha transmitido a las nuevas generaciones.

Todas estas razones suponen un riesgo alto para cualquier proyecto naval, que puede reducirse de forma significativa mediante el uso de la IA.

¿CÓMO PUEDE CONTRIBUIR LA IA AL PROCESO?

Asumiendo el uso extensivo de herramientas 3D CAD/CAM/CAE en el diseño de buques, resulta evidente la adición de funcionalidad de IA en la propia herramienta de diseño 3D (en el caso que nos ocupa, FORAN). Y esta puede aportar, entre otras cosas:

- **Eficiencia.** La gestión eficiente de opciones de diseño se logra mediante la consulta de manuales de uso, guías de diseño, normas de cálculo, etc, que el proyectista, mediante el uso de la IA puede tener accesible de modo interactivo.
- **Fiabilidad.** La IA puede incorporar algoritmos que verifiquen indicadores de rendimiento determinados, haciendo el Proyecto en su conjunto más consistente.

- **Experiencia.** La IA puede proporcionar al diseñador datos históricos comparativos, información de proyectos previos, lecciones aprendidas..., todo ello con el objetivo de facilitar la toma de decisiones en la selección de la mejor alternativa de diseño.
- **Optimización.** Mediante el uso de técnicas de IA, los ingenieros y diseñadores pueden recibir de forma automática avisos, recomendaciones y datos basados en buenas prácticas para automatizar determinadas tareas.

Adicionalmente, la capacidad de la IA de enriquecerse constantemente con nuevos datos convierte el diseño en algo realmente vivo con capacidad de auto-aprendizaje.

¿CÓMO FUNCIONA LA IA EN FORAN?

Los diferentes módulos FORAN están conectados con servicios de IA (Assistant, Natural Language Understanding, Explorer, Visual Recognition) por medio de una nueva aplicación denominada FORAN Cognitive, que se invoca desde los propios módulos.

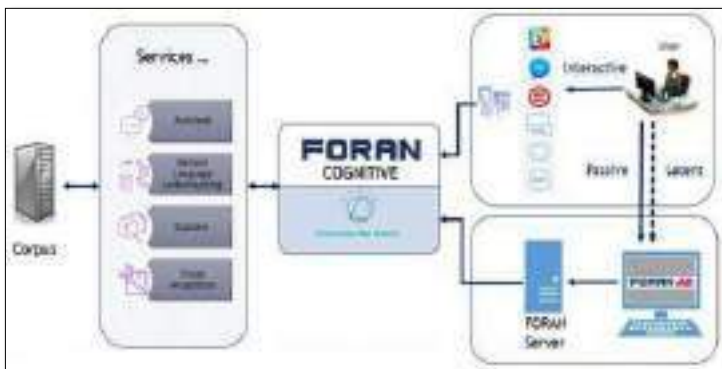
Cuando se trabaja en FORAN, el usuario puede lanzar la aplicación FORAN Cognitive para recibir

asistencia sobre el asunto requerido. En ese momento, el motor de la IA realiza las operaciones correspondientes y proporciona la respuesta apropiada. Esta respuesta se basa en el tipo de consulta, los datos disponibles, el perfil del usuario, y el Corpus de Conocimiento creado para la aplicación.

El modo de uso de la aplicación FORAN Cognitive puede ser:

- **Interactivo:** La aplicación trabaja a demanda, cuando el usuario lo invoca para solucionar una necesidad concreta.
- **Pasivo:** FORAN Cognitive trabaja permanentemente, comprobando lo apropiado o inapropiado de decisiones adoptadas por el usuario, lanzando mensajes de aviso cuando lo considera conveniente.
- **Latente:** La aplicación entra en modo Pasivo únicamente en ciertos casos previamente especificados por el usuario.

En cualquiera de los modos de uso, FORAN Cognitive compara la acción ejecutada con el Corpus de Documentación disponible, proporcionando al usuario información, sugerencias, avisos o desalineamientos frente a los resultados esperados.



Funcionamiento de FORAN Cognitive

¿QUÉ ES EL CORPUS DE DOCUMENTACIÓN?

El Corpus de Documentación se compone de cualquier dato considerado como valioso para el propósito del diseño con. FORAN Cognitive compara el nivel de afinidad e importancia de los datos del Corpus en relación con la acción realizada, seleccionando únicamente la información relevante.

Los datos incluidos en el Corpus pueden tener origen diferente:

- **Común:** Datos generales de aplicación para todos los proyectos, que pueden considerarse como estándares de diseño (reglamentos de Sociedades de Clasificación, información de equipos de suministradores...).
- **Restringido:** Relacionados con el know-how de cada empresa, generalmente confidencial (guías de diseño, procesos de fabricación...).

El modo de creación del Corpus depende del origen de sus datos. La parte considerada Común puede crearse a partir de información proveniente de terceros (suministradores, autoridades, sociedades de clasificación...), mientras que la parte Restringida será normalmente creada por la propia empresa usuaria del Corpus.

Los Datos típicos incluidos en el Corpus de Documentación, entre otros, son:

- **Requisitos** de diseño y fabricación.
- **Reglas** de diseño.
- **Reglamentos** y normativa de Sociedades de Clasificación y Autoridad de Bandera.
- **Soluciones** típicas.

- **Especificaciones** técnicas.
- **Información** de suministradores.
- **Datos** de proyectos anteriores.
- **Manuales** de usuario.
- **Lecciones** aprendidas.
- **Datos** de operación reales.

Las propias empresas pueden decidir la localización del Corpus de Documentación: en su propia red sin acceso desde el exterior, o de forma pública con acceso por parte de terceros que puedan colaborar en el enriquecimiento del propio Corpus. Y lo más probable será una configuración mixta, en la que parte de la información sea restringida y alimentada internamente, y otra pública.

El Corpus de Documentación no implica información fija, sino dinámica, que se realimenta y enriquece durante la realización del proyecto. Y yendo más allá, el sistema permite el autoaprendizaje, creándose nuevos datos de forma automática en función de resultados óptimos en situaciones análogas, siguiendo un proceso de optimización. Es decir, cuanto más se usa el Corpus de Documentación, más se mejora y se proporciona información más valiosa.

CASO PRÁCTICO: TRAZADO AUTOMÁTICO DE DISTRIBUIDORES

Uno de los aspectos más complejos del diseño de buques, y uno de los que más tiempo conlleva, es el trazado óptimo de distribuidores (tuberías, conductos de ventilación y bandejas de cables). Y a la vez, es uno de los casos paradigmáticos donde la aplicación de técnicas de IA puede ayudar a los diseñadores a desarrollar proyectos más robustos y eficientes.

Para ello, el Corpus que usan los algoritmos de IA debe considerar toda la información sobre especificaciones de materiales, requisitos de armador, restricciones de fabricación, reglamentos aplicables, información de suministradores, experiencias de proyectos anteriores, diagramas P&I o de flujo, entorno estructural...

Con todos ellos, la aplicación de FORAN Cognitive ayudará al diseñador a tomar decisiones y adoptar trazados que optimicen el diseño y reduzcan sus plazos. Entre otros, los siguientes aspectos son susceptibles de ser automatizados:

- **Priorización** de servicios.
- **Selección** de áreas principales de trazados (reserva de espacios).
- **Selección** de atributos tecnológicos de los componentes.
- **Optimización** geométrica y operativa del trazado.
- **Mejora** en resultados frente a proyectos anteriores.
- **Toma** en consideración de impactos en producción.
- **Realimentación** en nuevos diseños de experiencias operacionales reales.

El resultado de aplicación de técnicas de IA en el trazado de distribuidores llevaría a un ahorro de más del 70% de las horas actualmente empleadas en ese aspecto del diseño, quedando además un diseño mucho más robusto y consistente.

CASO PRÁCTICO: SECUENCIA DE MONTAJES DE BLOQUES

En un proceso ideal de trabajo, los bloques de estructura son montados cuando están terminados

y completamente prearmados (hasta donde el astillero lo considera aceptable). Pero hay casos en los que la planificación de la construcción puede recomendar el montaje de bloques que no están terminados.

Para detectar esos casos y reducir el plazo de construcción, la aplicación de la IA puede ayudar al responsable de la construcción a decidir el montaje de bloques con elementos pendientes (principalmente de armamento) y completar posteriormente. Entre otros, los siguientes aspectos son susceptibles de optimizarse:

- **Secuencia** de montaje.
- **Planificación** de la producción.
- **Preambamento** de bloques.
- **Situación** de parque de bloques.
- **Impacto global** de cualquier decisión, en términos de coste y plazo de entrega final.
- **Optimización** de material.
- **Flujo** de producción.

CASO PRÁCTICO: OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

La IA también puede optimizar la etapa de explotación operativa de un buque, considerando la información disponible y comparándola con parámetros procedentes de otras Fuentes, sugiriendo y tomando decisiones en aras de una mejor operatividad.

Partiendo del hecho de que la base de datos FORAN contiene toda la información referente al diseño y construcción, entre otros, los siguientes aspectos son susceptibles de optimizarse mediante el uso de la IA.

- **Sensorización** y recolección de datos.
- **Monitorización** de rendimiento.
- **Condiciones** meteorológicas.
- **Situación** en puerto.
- **Situación** de la carga y los consumibles.
- **Gestión** de repuestos.
- **Gestión** y emisión de certificados.

CONCLUSIÓN

La IA no es un tema de Ciencia Ficción; es una tecnología con un gran impacto en el diseño naval, en la construcción naval, y en la industria naval en su conjunto, que ayuda en la tarea de construir buques mejores, en plazos más cortos y con menores costes. Y siendo la herramienta de diseño 3D CAD/CAM/CAE el elemento clave, es esencial la implantación en la misma de capacidades de IA

- **La IA** es una de las tecnologías habilitadoras que más va a cambiar el diseño naval, teniendo un impacto directo en el desarrollo del concepto de Astillero 4.0.

- **La IA** en la construcción naval está actualmente en desarrollo, con un gran potencial.

- **La IA puede** aplicarse a todas las etapas del ciclo de vida: diseño, construcción y operación.

- **Es fundamental** partir de datos correctos y fiables.

- **La experiencia** adquirida en la implantación de técnicas de IA en otras industrias, es fundamental para su aplicación en el mundo naval, para así poder reducir el desfase tecnológico actual.



HODOR, EL PRIMER BARCO DE APOYO A SUPERYATES CONSTRUIDO EN ESPAÑA.

Juan A. Oliveira/ “Va de Barcos.net”



Ingeniero Naval/ jaoliveirar@gmail.com



Hay multimillonarios que tienen un superyate. Después hay multimillonarios que tienen un buque de apoyo para su superyate. Y por último está el multimillonario americano Lorenzo Fertitta, friki de Juego de Tronos que ha bautizado su buque de apoyo a superyates como Hodor .

Construido en 2019 por Astilleros Armón en Burela siguiendo el diseño de la firma australiana Incat Crowther, el Hodor es un catamarán de aluminio que dará soporte al superyate Lonian, aumentando las posibilidades de diversión de sus pasajeros, transportando diferentes embarcaciones (desde un submarino a motos de agua), contando con una cámara de descompresión para submarinistas o un helipuerto.

Aunque aparecieron durante la década de los noventa, no ha sido hasta los últimos años que el

uso de los buques de apoyo a superyates (shadow yachts o support yachts en inglés) se ha popularizado. Más de una veintena de barcos sirven de apoyo a los superyates de sus dueños, transportando embarcaciones de apoyo, motos de agua, vehículos submarino o terrestres, o cualquier otro juguete para el disfrute de los dueños del yate y sus invitados. Además, en su interior transportan combustible, alimentos o repuestos para el yate principal. Aunque la mayoría de buques de apoyo a superyates no están diseñados para transportar invitados, algunos cuentan con camarotes para aumentar el número de invitados.

Las razones para su uso son variadas: aumentar el tamaño del buque nodriza (el yate principal) para alojar todos esos juguetes y provisiones a bordo limitaría su acceso a ciertos puertos, reduciendo los lugares a los que puedes dirigirte; a veces, el coste de este aumento en tamaño es mayor que el coste de una nueva embarcación de apoyo; además, aumentar la capacidad de provisiones transportadas permite desplazarse a lugares más lejanos; y también puede ser que el propietario simplemente no quiera encontrarse a bordo con los juguetes y otros equipos hasta que los necesite.

El Hodor es el primer shadow yacht que se construye en España, y el primero en el mundo con



casco de catamarán. Los Astilleros Armón, ubicados en Burela (Galicia), entregaron en marzo de este año el buque tras 16 meses de construcción, basada en un diseño de los australianos Incat Crowther. Su labor será dar apoyo al superyate de 87 metros de eslora Lonian, construido por los holandeses Feadship en 2018. Los ingenieros de Incat Crowther trabajaron mano a mano con Lorenzo Fertitta, propietario del Lonian y el Hodor, para darle la solución lo mejor adaptada a sus necesidades.

¿Y quién es Lorenzo Fertitta? Según el portal Superyacht Fan Lorenzo es el dueño del fondo de capital Fertitta Capital, y su fortuna está valorada en unos 2.000 millones de euros. Lorenzo y su hermano Frank heredaron de su padre un casino de 5.000 metros cuadrados en Las Vegas, y con su venta financiaron la compra de los derechos del campeonato de artes marciales mixtas Ultimate Fighting Championship en 2001 por unos dos millones de dólares. Su venta en 2016, quince años después, les reportó 2.000 millones de euros a cada hermano.

El Hodor es un catamarán de 66 metros de eslora por 14 metros de manga, construido en aluminio y dividido verticalmente en tres cubiertas. Capaz de alcanzar 22,5 nudos de velocidad máxima, el Hodor incluye un helipuerto, un minisubmarino, una cámara hiperbárica de descompresión para submarinistas, una lancha auxiliar de 17 metros de eslora y diversas embarcaciones pequeñas, como lanchas fuera borda y motos de agua. Su diseño se basa en el modelo 70m Fast Crew Boat de Incat Crowther, provado ampliamente en el mundo offshore.



En su interior cuenta con zonas de almacenamiento para comida fresca y refrigerada, así como repuestos para el buque nodriza y camarotes para alojar a sus 20 tripulantes. Sus interiores, diseñados y fabricados por la empresa vasca Oliver Design cuentan con dos camarotes para los oficiales más otros siete dobles, así como cocina, comedor y salón, lavandería, espacios médicos y talleres.

Dos motores MTU que suman 5.660 kW le permiten alcanzar una velocidad máxima de 22,5 nudos. A velocidad de crucero de 13,2 nudos, su autonomía llega a las 5.500 millas náuticas. Un sistema de tratamiento de los gases de exhaustación conforme con IMO Tier 3 y EPA Tier 4 reduce las emisiones

Tras haber abandonado España este verano con destino a los EE.UU. en donde se encontró con su buque nodriza, el Hodor se encuentra en este momento navegando hacia Atenas, al igual que el Lonian, mientras cumple su función en la sombra.

Características principales

Eslora: 66,2 metros

Manga: 14 metros

Tripulación: 17 personas

Potencia instalada: 5.660 kW

Velocidad: 13,2 nudos (crucero);

22,5 nudos (máxima)



LA TECNOLOGÍA DE SOLDADURA LÁSER-HÍBRIDO EN LAS PRIMERAS FASES DE FABRICACIÓN DE BUQUES

Daniel Gesto / Coordinador de la Unidad Mixta de Investigación “NAUTILUS” en AIMEN

Eva Vaamonde / Responsable de la línea de soldadura láser-híbrido en la Unidad Mixta de Investigación “NAUTILUS” en AIMEN

Javier Caamaño / Responsable de la línea de soldadura láser-híbrido en la Unidad Mixta de Investigación “NAUTILUS” en NAVANTIA Ferrol



La tecnología de soldadura láser-híbrido viene empleándose desde hace dos décadas para la soldadura de paños y refuerzos longitudinales en la línea de paneles. Se trata de una tecnología que ofrece importantes ventajas con respecto a las técnicas de soldadura al arco convencionales, pero que requiere también de un fuerte grado de inversión y automatización de las operaciones, que no todos los astilleros pueden asumir. En el presente artículo, se repasan brevemente algunos ejemplos en los que la tecnología se ha implementado en Europa en la Construcción Naval, así como sus principales ventajas y limitaciones. Finalmente, se aborda brevemente la introducción de esta tecnología en el astillero de NAVANTIA en Ferrol, en su nueva línea de paneles dentro del nuevo taller de sub-bloques para la construcción de las Fragatas F-110 a partir de 2022

La tecnología láser-híbrido es una solución excelente para la soldadura de paños y refuerzos longitudinales en la fabricación de paneles en el sector de la construcción naval, que permite la realización de uniones soldadas de excelente calidad, ocasionando un grado de distorsión mínima de los componentes, lo que reduce al mínimo las operaciones de retrabajado.

Introducción a la soldadura de paños y refuerzos longitudinales en la línea de paneles

La fabricación de paneles es uno de los puntos críticos en la fabricación de un buque. Salvo algunas excepciones, en la mayoría de los astilleros, y prácticamente en la totalidad de los astilleros pequeños y medianos, las operaciones de sol-

dadura de paños y refuerzos longitudinales se lleva a cabo de forma manual o semi-automatizada, empleando procesos de soldadura al arco convencionales:

- **Soldadura de paños** mediante soldadura por SAW (Arco sumergido) por un solo lado.
- **Soldadura en filete** de refuerzos mediante proceso GMAW (MIG-MAG).

Sin embargo, la soldadura por procesos de arco eléctrico ocasiona importantes afectaciones térmicas que derivan en deformaciones en las estructuras soldadas que obligan a dedicar, a posteriori, una importante cantidad de horas de mano de obra a procesos de retrabajado para que así los paneles se encuentren dentro de tolerancias dimensionales.

En Europa, algunos grandes astilleros con fuerte capacidad de inversión han optado por sustituir la soldadura al arco de paños y refuerzos de los paneles por la tecnología de soldadura láser-híbrido.

Tecnología de soldadura láser – híbrido

El proceso de soldeo láser-híbrido consiste en hacer coincidir un arco eléctrico (MAG, TIG o plasma) con el keyhole generado por el haz láser. Aunque los primeros estudios sobre este proceso datan de los años 70 [1], fue a principios del s.XXI cuando empezó a suscitar un gran interés industrial, con la aparición de las fuentes láser de estado sólido de alta potencia [2].

El proceso láser híbrido permite combinar la elevada profundidad de penetración, proporcionada por el proceso de soldadura láser, con una mayor tolerancia en cuanto al posicionamiento de la

unión y capacidad de relleno proporcionada por el proceso MIG-MAG, lo que incrementa sustancialmente la productividad del proceso. Además, el mayor aporte térmico con respecto al proceso láser autógeno, permite disminuir la velocidad de enfriamiento y minimizar la formación de estructuras frágiles en la zona afectada térmicamente.



Figura 1. Esquema del proceso de soldeo Láser-Híbrido.

Por el contrario, el grado de complejidad en la puesta a punto del proceso es elevado, por el mayor número de variables a controlar.

El gran avance experimentado en años recientes en el desarrollo de nuevas fuentes láser de gran potencia (hasta 20kW) y elevada calidad de haz (diámetro de spot 100µm) permite la realización de uniones a tope de acero estructural de 20mm de espesor en una única pasada.

Empleo de la tecnología de soldadura láser-híbrido en astilleros europeos

Las primeras investigaciones sobre la aplicación de la soldadura láser a la construcción naval se produjeron en Europa a partir de 1980. Desde entonces, han sido varios los astilleros que han implementado la soldadura láser-híbrido en sus procesos productivos.

Así, el astillero MEYER WERFT introdujo la soldadura láser, y su variante híbrida láser-GMAW para la unión de paños a tope y refuerzos en la línea de paneles, empleando una fuente láser de CO₂ de 12 kW.

Otros astilleros en Europa siguieron la línea de MEYER e introdujeron diferentes soluciones para la soldadura láser y/o láser-híbrido en la línea de paneles. Es el caso, entre otros, de FINCANTIERI en Italia, AKER YARDS (antigua KVAERNER, posteriormente STX y actualmente perteneciente al grupo MEYER) en Finlandia, AKER YARDS en Alemania (actualmente MV WERFTEN), BLOHM & VOSS también en Alemania u ODENSE STEEL SHIPYARD (ya desaparecido) en Dinamarca.

A continuación, se muestran algunas de las soluciones implementadas en algunos de los astilleros anteriormente mencionados en los últimos 20 años.

AKER YARDS Rostock (actual MV WERFTEN) realizó en el año 2005 una instalación para la soldadura láser de paños para la línea de paneles empleando una fuente láser de fibra de 10kW, desarrollada por la firma alemana IMG [3].



Figura 2. Primer panel de 12m soldado en las instalaciones de AKER YARDS Rostock en 2005.

AKER YARDS Turku también actualizó a través de IMG una antigua instalación para soldadura a tope de paños por un solo lado mediante tecnología SAW y la convirtió en una instalación para la soldadura láser, empleando una fuente láser de fibra de 6kW en el año 2006 [3].



Figura 3. Celda actualizada en AKER YARDS Turku en 2006 para unión a tope mediante tecnología láser de paños en la línea de paneles.

FINCANTIERI Monfalcone implementó en 2008 [3] una línea completa de paneles soldados mediante tecnología láser-híbrido, desarrollada por IMG, en la que se instaló una fuente láser de fibra de 10kW para la soldadura de paños de 16x32m².



Figura 4. Instalación desarrollada por IMG para la soldadura láser-híbrido de paños en el astillero FINCANTIERI en Italia.

de 100M€ [9], que se traducirá en una avanzada línea de fabricación de subbloques planos, en la que se introducirá una nueva línea de paneles, dónde soldadura láser-híbrido tendrá un claro protagonismo.

En este sentido, en los últimos años NAVANTIA ha venido apoyándose en el centro tecnológico AIMEN mediante el lanzamiento de proyectos de innovación que permitan generar el conocimiento necesario para la aplicación de la tecnología.

Desde el año 2018 se viene desarrollando la Unidad Mixta de Investigación NAUTILUS, una colaboración entre NAVANTIA y el Centro Tecnológico AIMEN en la que se desarrollan diferentes líneas de actuación sobre PROCESOS y PRODUCTOS. La tecnología de soldadura láser-híbrido y su aplicación en la línea de paneles constituye una de dichas actuaciones.

evalúa la calidad de las uniones soldadas mediante la realización tanto de ensayos no destructivos (radiografía) como ensayos destructivos (tracción, doblado, durezas, etc.). Los resultados obtenidos se evaluarán frente a los requisitos definidos por la sociedad de clasificación competente.

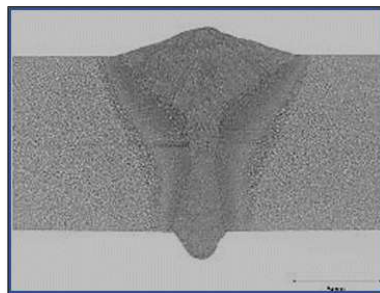


Figura 9. Sección de unión a tope en acero DH36 en 10 mm de espesor mediante proceso láser-híbrido.

Además de los parámetros óptimos del proceso, se busca la minimización de la distorsión generada por los procesos de soldeo convencionales para así minimizar las tareas de retrabajado posterior. Para ello se soldarán pequeños demostradores mediante la tecnología láser híbrido y se realizarán medidas de distorsión mediante un scanner 3D. Los resultados se compararán con el demostrador soldado con la tecnología de soldadura al arco disponible actualmente en el astillero de NAVANTIA Ferrol.

Acceso a la tecnología láser-híbrido por parte de los pequeños y medianos astilleros

La introducción de la tecnología láser-híbrido en astilleros pequeños y medianos supone un mayor reto. La implementación de dicha tecnología en el proceso productivo requiere de una fuerte inversión, difícilmente asumible por una pyme,

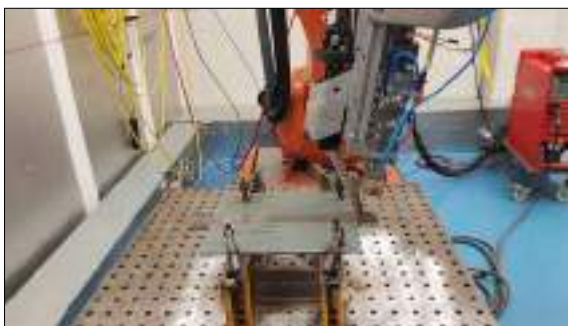


Figura 8. Pruebas de puesta a punto de proceso de soldeo láser-MAG en las instalaciones de AIMEN.

En este ámbito, AIMEN está desarrollando la puesta a punto de parámetros para diferentes configuraciones de proceso, en uniones a tope y en T (en filete) con penetración total, para diferentes combinaciones de espesores y calidades de acero. En todas las configuraciones estudiadas se

en particular en un sector como el de la construcción naval en el que resulta complicado tener una visión de negocio a largo plazo que permita asegurar la rentabilidad de la alta inversión. Otro condicionante lo constituye la capacidad limitada de espacio y personal cualificado para absorber una línea de paneles.

Una posible solución para superar gran parte de estas limitaciones pasaría por crear una instalación compartida común, gestionada por tecnólogos, que diese cobertura a las necesidades de los pequeños y medianos astilleros, bajo unas condiciones previamente acordadas. En algunas regiones como Galicia, esto supone romper con ciertas barreras históricas, lo que, sin duda, añade una mayor complejidad al reto.

Referencias

[1] M. Eboo, W. M. Steen, J. Clark: "Arc-augmented laser welding". Proc. 4th Int. Conf. On advances in welding processes, UK, 9-11 May 1978, 257-265

[2] F. O. Olsen, Hybrid laser-arc welding, Woodhead Publishing, 2009

[3] S. Müller, IMG, jornada "Tecnología de soldadura láser híbrida para el sector naval", 27 de septiembre de 2016, impartida en Centro Tecnológico AIMEN, en O Porriño, Pontevedra.

[4] <https://pemamek.com/case/fincantieri-awarded-pemamek-a-welding-automation-contract/>

[5] https://www.meyerwerft.de/en/meyerwerft_de/werft/produktionstechnik/laserzentrum/laserzentrum.jsp

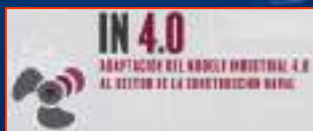
[6] <https://pemamek.com/news/stx-france-adds-capacity-by-investing-in-pema-laser-hybrid/>

[7] <https://pemamek.com/case/automated-pema-production-lines-to-mv-werften-shipyards/>

[8] G. Turichin et al. / Physics Procedia 89 (2017) 156 – 163.

[9] <http://www.sepi.es/es/sala-de-prensa/noticias/navantia-modernizara-los-astilleros-de-ferrol-y-san-fernando-con-una>

PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN EN LOS QUE ACLUNAGA PARTICIPA





Topflight Ship Design Experience



Ship Design and Engineering

SENER ensures the highest quality from Concept Design to Production Engineering since 1958, bringing affordability and innovation.

www.tisenb.com

ROBERTO DERUNGS

Administrador de **TALLERES MECÁNICOS GALICIA S.L.**



¿Cuál es el origen de Talleres Mecánicos Galicia?

Aunque Talleres Mecánicos Galicia, S.L. se creó en 1981, sus orígenes se remontan al año 1958, cuando, mi padre, Manuel Derungs Baño, junto con otro socio, fundaron Taller Mecánico Galicia. En aquella época, la empresa centraba su actividad en la fabricación de calderería ligera, fundición y galvanizado para la Armada Española y los astilleros de la ría de Ferrol. A finales de la década de los años 60, la firma queda íntegramente en manos de la familia Derungs, tras el abandono del otro socio. Y será en 1981, con la incorporación de la segunda generación, cuando se cree Talleres Mecánicos Galicia, S.L.

¿Continúan manteniendo las tres líneas de actividad primigenias?

No, en los años 90 se cerraron las áreas de galvanizado y fundición, ya que no eran rentables. En la actualidad, junto con la calderería ligera, nuestra actividad se centra en mecanizado por CNC y mantenimiento industrial, tanto mecánico como de calderería.

Llevan más de 60 años de actividad, ¿cuál es la clave para mantenerse seis decenios en el mercado?

Sin duda, diversificar hacia otras actividades y adaptarse a las nuevas demandas del mercado. Quiero aclarar que diversificar significa no depender de un solo cliente, sino trabajar con un variado elenco de clientes, y de distintos sectores. En Talleres Mecánicos Galicia hemos aprovechado el conocimiento, que nos aportado trabajar durante décadas para el sector naval, en otras actividades y sectores.

¿Cuáles son sus principales clientes?

Nuestra principal actividad es el naval, con Navantia como cliente principal. Pero por nuestra diversificación tenemos clientes en el sector de la automoción, sector industrial y energías renovables, fundamentalmente eólica. En cuanto a su tipología, por nuestras homologaciones trabajamos con grandes empresas, sin embargo, estamos abiertos a colaborar y, de hecho, colaboramos con muchas pymes de la zona.

Y sus competidores directos, ¿se encuentran a nivel regional, nacional o internacional?

En nuestros trabajos para el sector naval, nuestra competencia directa es a nivel local, pero en otras actividades nos encontramos con que competimos con empresas de ámbito regional y nacional.

¿Hay mucha competencia?

Sí, muchísima

¿Qué ofrece Talleres Mecánicos Galicia que no tienen sus competidores?

La capacidad de respuesta al cliente, somos rápidos y hacemos un trabajo de calidad. Competimos mejor porque tenemos calderería y mecanizado, de forma que somos capaces de ofrecer un servicio más completo al cliente. Para una ingeniería somos la empresa ideal. Y toda esa capacidad la debemos a tenemos unos excelentes profesionales.

En su actividad, ¿ha cambiado la demanda en los últimos años?

Sí, ha cambiado mucho. Ahora realizamos productos más sofisticados. Esto ha conllevado mucha inversión, sobre todo para hacer frente a pedidos para el sector eólico, en equipos y maquinaria, homologaciones y procedimientos.

¿Cómo ha sido la adaptación a todos estos cambios en el mercado?

Ha sido costosa a nivel económico. Hemos tenido que introducir nuevas tecnologías, como por ejemplo equipos de mecanizado por CNC, para poder ser competitivos en el mercado. A esto hay que añadir que las exigencias en materia de calidad han supuesto que hayamos tenido que incrementar la estructura de personal en áreas no productivas, elevando notablemente los costes de la empresa.

¿Cuál es la clave para el futuro del negocio?

Yo creo que es lo mismo que nos ha mantenido hasta ahora. Las ganas y el empeño en hacer un buen trabajo, invertir y adaptarse a las necesidades del mercado y a las nuevas tecnologías. Además, otro punto que considero fundamental es la colaboración con las empresas del sector, ya que la cooperación nos haría más competitivos.

En la actualidad, se habla de la llamada industria 4.0 ¿cuáles son los principales problemas que se encuentra el sector naval para avanzar en el camino de la innovación?

En el caso del sector naval, sin duda alguna, la falta de proyectos a ejecutar. Si tuviésemos más trabajo, trataríamos de ser más competitivos. A mi juicio, el desarrollo de la industria 4.0 se materializará en el momento que haya proyectos que me exijan invertir. Necesitamos continuidad y estabilidad en el trabajo para plantearnos inversiones en innovación.

Con el bagaje que atesora ¿cuál diría que es el futuro del sector naval en Galicia?

Yo diría que tendría que ser bueno, pero en el caso concreto de mi empresa y, por extensión, de toda la industria auxiliar del naval de Ferrol, va a depender del futuro de los astilleros públicos.

Galicia es una potencia en el sector naval ¿cuáles son a su juicio las debilidades y fortalezas del sector en la región?

Creo que coincidiré con la mayor parte de los empresarios que nos dedicamos a esta actividad, que una de las principales fortalezas del sector naval gallego es disponer de unos profesionales muy cualificados y muy formados. En cuanto a las debilidades, creo que uno de nuestros mayores retos es el relevo generacional, tanto a nivel directivo como en el área de producción. Tenemos un gran problema, no existen relevos para cuando los actuales trabajadores se jubilen.

Sobre este problema del relevo generacional ¿qué habría que hacer para conseguir que la industria de la construcción y reparación naval sea más atractiva para los jóvenes?

El problema de que los jóvenes no quieran trabajar en el sector naval es la falta de continuidad en el trabajo. Tenemos períodos con mucha demanda, a los que siguen etapas de muy escasa actividad, con lo que muchas empresas se ven abocadas a reducir personal. La solución a esto pasa por dar estabilidad al sector, es decir, trabajo continuado.

La protección del medio ambiente es uno de los retos a los que se enfrenta la industria naval, ¿cree que el sector ha tomado medidas al respecto?

Lo que comenzó como una exigencia se convirtió en concienciación por parte de la empresa. Hoy es impensable ya que una empresa no adopte medidas de protección al medio ambiente.



LISTADO DE ASOCIADOS

- » 360 INTEGRATA S.L.
- » AUTORIDAD PORTUARIA DE FERROL
- » AUTORIDAD PORTUARIA DE VIGO
- » ABANCA MAR, S.A
- » AIMEN Centro Tecnológico
- » AISLAMIENTOS SOAMAR, S.L.
- » AISTER S.A.
- » AMURA REPARACIONES NÁUTICAS S.L.
- » ASTILLEROS ARMON VIGO S.A.
- » ASTILLEROS Y VARADEROS LAGO ABEJON, S.L.
- » BALIÑO, S.A.
- » BANCO SABADELL GALLEGO
- » BCV MONTAJES, S.L.
- » BILFINGER BERGER INDUSTRIAL SPAIN, S.A.
- » BOTEROS AMARRADORES DEL NOROESTE, S.L.
- » BRIGO, S.L.
- » BUREAU VERITAS IBERIA
- » CAIXABANK
- » CAMUYDE, S.L.
- » CANLEMAR S.L.
- » CANON ESPAÑA, S.A.
- » CARBALLEDA ALONSO ABOGADOS
- » CARBUROS METÁLICOS, S.A.
- » CARDAMA SHIPYARD.
- » CETNAGA
- » CHORRO NAVAL, S.L.
- » CINGAL, S.L.
- » COGALSO FERROL TERRA SOC. COOP.
- » COIN
- » FREIRE SHIPYARD
- » DETEGASA, S.A.
- » DINAK, S.A.U.
- » DMI DESARROLLOS Y MAQUINARIA INDUSTRIAL, S.L.
- » DNV GL SERVICES SPAIN, S.L.
- » ELECTRO RAYMA, S.L.
- » GRUPO EMENASA S.A.
- » ELINCO CONSTRUCCIONES ELÉCTRICAS, S.L.
- » EMENASA INDUSTRIA Y AUTOMATISMO S.A.
- » ENZIQIUM, S.L.
- » ENOGA
- » FACET FILTRATION IBERICAS.A.
- » FAUSTINO CARCELLER, S.L.
- » FERNÁNDEZ JOVE S.A.
- » FLUIDMECANICA, S.A.U
- » FREIRE HERMANOS, S.A.U.
- » ENERGY LAB
- » FUNDIVISA, S.A.
- » GABADI, S.L.
- » GAIRESA, S.A.
- » GALICITIO, S.A.
- » GALVENTUS SERVICIOS EÓLICOS, S.L.
- » GAMELSA, S.A.
- » GEA REFRIGERATION IBERICA S.A.
- » GEFICO ENTERPRISE, S.L.
- » GHENOVA INGENIERIA
- » HGA, S.L.
- » HIDROFERSA FÁBRICA DE CHAVIN, S.L.
- » HIERROS ARTETA, S.A.
- » HIJOS DE J. BARRERAS, S.A.
- » IBERCISA DECK MACHINERY, S.A.
- » INGEMAR NAVAL ARCHITECTS
- » INAVAL INGENIERÍA Y HABILITACIÓN, S.L.
- » INDUSTRIAL DE ACABADOS, S.A. (INDASA)
- » INDUSTRIAS FERRI, S.A.
- » INDUSTRIAS Y TALLERES FRANCO, S.L. (INTAF)
- » INSDER, S.L.
- » INSENAVAL, S.L.
- » KAEFER SERVICIOS INDUSTRIALES, S.A.
- » KINARCA, S.A.U.
- » LLOYD'S REGISTER
- » M. BLANCO, S.L.
- » MAESSA
- » MAISVENTO, S.L.
- » MANTENIMIENTOS Y SERVICIOS TECMAN, S.L.
- » MANTENIMIENTOS MAFER, S.L.
- » MAR SERVICIOS SUBMARINOS, S.L.
- » MARITIME GLOBAL SERVICES S.L.
- » MECÁNICA NAVAL, S.A. (MECANASA)
- » METALSHIPS & DOCKS, S.A.U.
- » MONCINA, S.L.
- » MONTAJES CANCELAS, S.L.
- » MONTAJES HERMANOS RAMALLO, S.L.
- » MONTAJES LESACA, S.L.
- » MONTAJES TUBACER, S.L.
- » MOREIRA FACTURING S.L.
- » MUÉSTRALO ORGANIZADOR DE ENVENTOS, S.L.
- » NAVALIBER, S.L.
- » NAVAL CERVERA, S.L.
- » NAVANTIA
- » NEODYN, S.L.
- » NERVIÓN INDUSTRIES, S.L.U.
- » NEUWALME, S.L.
- » NIPON GASES ESPAÑA S.L.U.
- » NODOSA SHIPYARD
- » NORINVER MONTAJES E INGENIERÍA, S.L.
- » PANELFA, S.L.
- » PIPEWORKS, S.L.
- » POMAR WATER, S.L.
- » PREMONOR S.A.
- » PROPULSIÓN Y GENERACIÓN, S.A. (PROGENER)
- » QUEST GLOBAL ENGINEERING ESPAÑA, S.L.U.
- » REGENASA, S.A.
- » SEADRONE S.L.U.
- » SEGANOSA S.A.
- » SENER INGENIERÍA Y SISTEMAS S.A.
- » SERFRIMEC, S.L.
- » SERMARINE, S.L.
- » SINCRO MECÁNICA, S.L.
- » SOLING INSTALACIONES S.L.
- » SIASA S.A.
- » SUMYFER CABANAS, S.L.
- » SVENSKA BEARING, S.L.
- » T Y M GANAIN, S.L.
- » TALLERES CARPER VIGO, S.L.
- » TALLERES LÓPEZ VILAR, S.L.
- » TALLERES MAIZTEGUI, S.L.
- » TALLERES MECÁNICOS GALICIA, S.L. (TAMEGA)
- » TERMOGAL, S.L.
- » TESEIN S.A.
- » TESOL GRUPO, S.L.L.
- » THUNE EUREKA, S.A.
- » UNIVERSIDADE DE A CORUÑA
- » VIBRAL, S.L.
- » VICUS DESARROLLOS TECNOLÓGICOS, S.L.
- » VIGO SHIP REPAIR
- » VICARPO, S.L.
- » VIGUESA DE LIMPIEZAS ALMI, S.L.
- » WILLBÖ ENGINEERING 2 BUILD
- » WILLIS GALICIA CORREDURÍA DE SEGUROS, S.A.
- » XESTORES MEDIOMBIENTAIS DE GALICIA S.L. (XESMEGA)



ACLUNAGA
ASOCIACIÓN
CLUSTER DEL
NAVAL GALLEGO

AGRADECIMIENTO ESPECIAL POR VUESTRA COLABORACIÓN



Para la soldadura de los refuerzos en los paños se dispuso un sistema tipo pórtico con 4 carros de soldadura (2 con fuentes de 8kW y otros 2 con fuentes de 4kW para asumir refuerzos en diferentes espesores). Ya en 2013, FINCATIERI instaló una nueva línea para la soldadura de paños para su astillero de Monfalcone, desarrollada por PEMAMEK [4].

Por su parte, el astillero MEYER en Papenburg, Alemania, fue el primer fabricante de grandes cruceros que ya en 1999 apostó definitivamente por la tecnología láser-híbrido [5]. Actualmente dispone de un centro láser dotado de hasta 6 estaciones con fuentes de potencia CO2 de 12 kW cada una, para la soldadura de paños a tope y refuerzos en filete en la línea de paneles.



Figura 5. Instalación de soldadura de refuerzos mediante láser-híbrido en MEYER.

STX Saint Nazaire instaló en 2016 una línea de soldadura de paneles desarrollada por PEMAMEK, que permite la unión por un solo lado de paños de hasta 25mm de espesor empleando tecnología soldadura Láser-híbrido [6].



Figura 6. Instalación de STX Francia para la soldadura de paños.

Más recientemente, PEMAMEK ha instalado una línea de paneles de más de 300m de longitud en MV WERTFEN Rostock, quién ha realizado una inversión de más de 250M€ en sus actuales instalaciones [7].



Figura 7. Actual línea de paneles que incluye soldadura láser-híbrido de paños y refuerzos de MV WERTFEN, desarrollada e instalada por PEMAMEK.

Principales ventajas de la soldadura láser-híbrido

En líneas generales, la tecnología de soldadura láser-híbrido permite reducir en más de 5 veces, en comparación con la soldadura al arco convencional, el gasto en consumibles como material de aporte o gas de protección, y en electricidad, además de incrementar de manera significativa la productividad en una fase de construcción crítica en la construcción de un buque [8]. En este sentido, esta tecnología permite la unión de paneles con un grado de distorsión muy bajo en comparación con la soldadura al arco, lo que minimiza el tiempo destinado a operaciones de retrabajado de valor añadido nulo, que con frecuencia suponen un importante consumo de tiempo.

Introducción de la tecnología de soldadura láser-híbrido en el astillero de NAVANTIA en Ferrol

En los próximos 3 años, el astillero de NAVANTIA en Ferrol efectuará una inversión de algo más