

# GMT *by* ACLUNAGA



Proyecto de modernización en entorno 4.0 de la Subestación Eléctrica Transformadora 132kV/15kV

Evolución de las válvulas motorizadas en los contratos de construcción naval

Los cruceros fluviales La Demoiselle y La Charente de AISTER para el río Charente

PLM - Un enfoque realista para el éxito

Aplicación de las RNAs para la obtención de fórmulas de diseño empíricas para remolcadores

La entrevista: Manuel J García // THUNE EUREKA



# ¡Especialízate en robótica industrial!

“Cambia antes de que tengas que hacerlo”

Ponte a prueba y  
toma el control de  
robots industriales  
con nuestros  
técnicos especialistas



[www.surcontrol.com/academy](http://www.surcontrol.com/academy)

**GALICIAN MARITIME TECHNOLOGIES // nº10 // 2022**

**Página 1:** EDITORIAL: CHRISTOPHE TYTGAT // SECRETARIO GENERAL DE SEA EUROPE

**Página 2:** NAVANTIA FERROL //

Proyecto de modernización en entorno 4.0 de la Subestación Eléctrica Transformadora 132kV/15kV

**Página 12:** GRUPO FERNÁNDEZ JOVE //

Evolución de las válvulas motorizadas en los contratos de construcción naval

**Página 16:** Va de Barcos //

Los cruceros fluviales La Demoiselle y La Charente de AISTER para el río Charente

**Página 20:** NDAR Software Solutions //

PLM - Un enfoque realista para el éxito

**Página 25:** DNV-GL Spain & Hochschule EMDEN·LEER (University of Applied Sciences) //

Aplicación de las RNAs para la obtención de fórmulas empíricas para remolcadores

**Página 31:** ENTREVISTA CON: THUNE EUREKA S.A.//

Manuel J. García y Sergio Álvarez

## ***La industria de la tecnología marítima en Europa: ¿Evolucionar o desaparecer?***

La crisis provocada por la Pandemia, la guerra en Ucrania, y la reciente crisis energética han enfrentado a la Unión Europea a la incómoda verdad de que algunos “principios sagrados”, como la “apertura de mercados” o el “no al proteccionismo”, no pueden darse por sentados. Estas crisis obliga a la Comisión Europea a replantear sus estrategias en términos de “resiliencia” y “autonomía estratégica”.

Esta evolución política es relevante para los astilleros europeos y los fabricantes de equipos marítimos (“sector de tecnología marítima”), ya que el sector también se enfrenta a tiempos complejos. Sin embargo, a diferencia de otros muchos sectores, la pandemia y la crisis en Ucrania se sumaron a una ya larga y prolongada competencia desleal desde Asia.

Al mismo tiempo, el conjunto formado por el Green Deal y “Fit for 55”, ofrece la oportunidad a los astilleros de construir buques con cero emisiones, modernizar buques contaminantes, o retomar mercados; mientras que los fabricantes de equipos podrán producir tecnologías y equipamientos con cero emisiones.

Sin embargo, esta prometedora oportunidad de negocio no se ha logrado todavía en Europa, sino en Asia, ya que los armadores europeos siguen encargando buques, incluidos los ecológicos, en China o Corea del Sur. La razón es bien conocida pero aún no resuelta por los responsables políticos de la UE: sin igualdad de condiciones a nivel global y sin medidas de defensa comercial, los astilleros europeos permanecen “desarmados” para competir con Asia. Un barco construido en la UE suele ser entre 30 y 40% más caro que uno construido en Asia, debido a los abusivos precios de los buques en este continente. Como consecuencia, solo el 1% de los armadores europeos encargan barcos en la UE.

Las recientes crisis, las tensiones geopolíticas, y el debate sobre la dependencia energética deberían de abrir los ojos a los políticos de la UE en favor del sector de la tecnología marítima, ya que la UE se ha vuelto demasiado dependiente de la construcción naval asiática. Una crisis con China tendrá repercusiones de mayor alcance para la economía, las cadenas de suministro y los ciudadanos de la UE que la actual crisis energética con Rusia.

Por lo tanto, la Comisión Europea y sus estados miembros deben de aprovechar el impulso político para replantear su actitud política hacia el sector de la tecnología marítima, y tratarlo como a una industria verdaderamente estratégica, poniendo en marcha una estrategia industrial holística, ofreciendo medidas sectoriales a medida, especialmente:

- Herramientas de defensa comercial contra las distorsiones competitivas y el proteccionismo comercial de Asia.
- Apoyo financiero para la investigación, desarrollo, despliegue e integración de tecnologías ecológicas maduras y combustibles alternativos a bordo de los buques.
- Un acceso más fácil a la financiación para inversiones de alto riesgo.
- Apoyar financieramente el Pacto Sectorial para la Formación, que permita al sector atraer, retener y actualizar/recapacitar a la mano de obra.

Con una estrategia industrial, el sector de la tecnología marítima podrá evolucionar y prosperar. Sin ella, la construcción naval desaparecerá en Europa, con efectos negativos para las cadenas de suministro y los armadores de la UE, pero, en última instancia también para la resiliencia y la autonomía estratégica de Europa.



**CHRISTOPHE TYTGAT**

**Secretario general de Sea Europe**

## Proyecto de modernización en entorno 4.0 de la Subestación Eléctrica Transformadora 132kV / 15kV

DAVID ROCA // Responsable de Mantenimiento Ría de Ferrol

davidroca@navantia.es



### 1-INTRODUCCIÓN.

El Arsenal Militar, la Escuela de Especialidades Navales Antonio de Escaño y el Astillero de Navantia Ferrol, con sus divisiones de Construcción Naval, Reparaciones y Fábrica de Turbinas, son infraestructuras militares e industriales de alto consumo eléctrico que ocupan una inmensa superficie cercana a 2.000.000 m<sup>2</sup>, y que poseen una subestación propia para gestionar la demanda eléctrica. Ésta cuenta con una alimentación de 132 kV mediante una línea dedicada desde la subestación de Cornido y una capacidad de transformación de 2 x 15 MVA.



Figura 1. Zona de afectación de alimentación de energía eléctrica en 15 kV.

El proyecto de renovación de la subestación de 132 kV /15 kV (30 MVA) e instalación de alimentación alternativa de 10 MVA es una modernización al más

alto nivel tecnológico bajo el entorno 4.0, realizado en unas instalaciones del año 1971. El parque de intemperie y el centro de distribución de energía han sufrido una renovación integral para adaptarse a la tecnología actual.

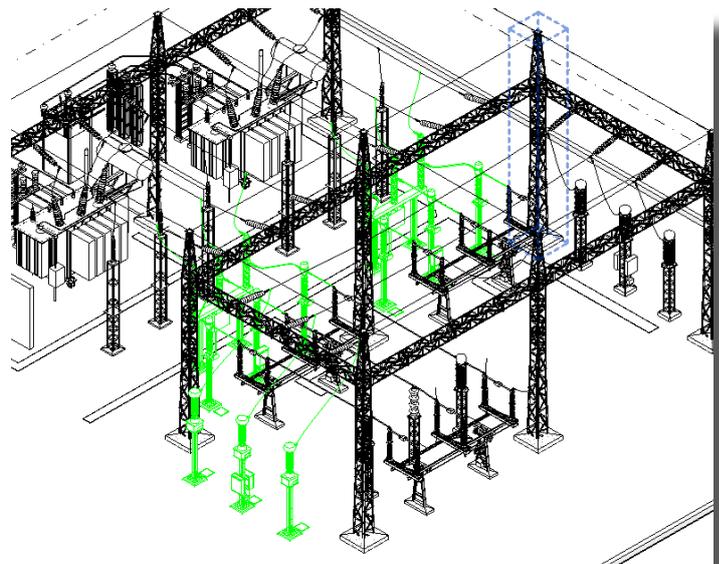


Figura 2. Diseño 3D con tecnología de escaneo 3D y BIM.

### 2- SOLUCIÓN TEMPORAL Y NUEVA LÍNEA DE SOCORRO 10 MVA.

En una primera actuación se realiza un by-pass a la instalación eléctrica mediante el montaje provisional y temporal de celdas en dos contenedores marítimos, asegurando de este modo la continuidad y funcionalidad del servicio habitual, mientras se solventa la funcionalidad del edificio de distribución de energía eléctrica.



Figura 3. Subcentrales portátiles provisionales utilizados para el bypass del edificio municipal.

Se instala un nuevo centro de seccionamiento que dota al Astillero y a la Armada de una alimentación alternativa en caso de fallo de la alimentación principal. Esta alimentación ha sido probada con éxito durante trabajos de renovación y modernización del parque de intemperie. Dispone de dos líneas de socorro, cada una con capacidad de transporte de 10 MVA, para acometer de manera independiente cada una de las salas de celdas.



Figura 4. Nuevo centro de seccionamiento con nueva alimentación en 15kV.

### 3- REFORMA INTEGRAL DEL EDIFICIO: SALAS 1 Y 2 REDUNDANTES, ACCESOS Y PERÍMETRO.

Se renuevan completamente los accesos y el cierre perimetral con un nuevo enrejado de acero forrado y se instala una nueva escalera de acceso de acero inoxidable AISI-316L, perfiles conformados y chapa estriada. Todos los accesos cuentan con videovigilancia.

En el edificio se realiza la reforma integral de suelo, paredes, cerramientos, etc. con instalación de suelo elevado registrable, nuevas escaleras de accesos a

foso de cables y se construyen dos salas independientes con tabiques y puertas cortafuegos para dotar de redundancia a la instalación, además de diferentes locales independientes para albergar sala de control, servidores, baterías de condensadores, UPS de respaldo y grupo electrógeno externo de 40 kVA para servicios auxiliares en caso de fallo de alimentación general.



Figura 5. Nueva escalera de acceso.

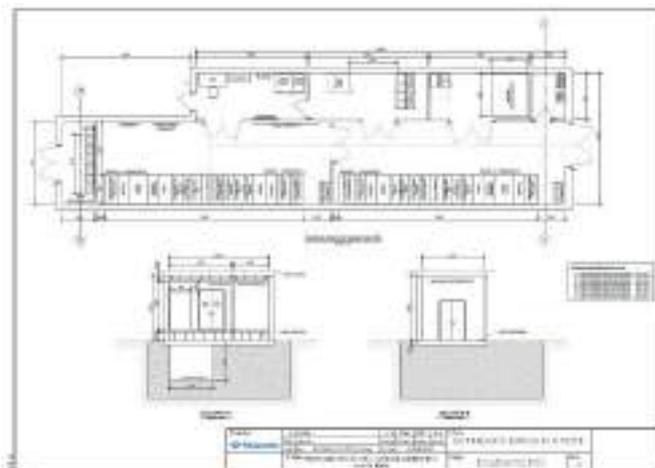


Figura 6. Nueva distribución en planta con dos salas principales de operación de control.

Todas las estancias se encuentran videovigiladas, poseen renovación de aire y resistencia al fuego EI2 60-C5. El foso se dota de cámaras con visión por infrarrojos, sensores térmicos y de inundación además de sensores de detección de incendio por aspiración.

La sala de control cuenta con una pantalla táctil de 65" para maniobra y supervisión de la instalación, con 3 estaciones cliente distribuidas por el Astillero para acceso remoto.

Siguiendo la normativa del REBT, para la instalación eléctrica de los cuadros de servicios auxiliares, una vez verificado la tensión nominal de servicio en CA y en CC, se ha procedido verificando la intensidad máxima admisible de los cables, la sección por caída de tensión y la intensidad de cortocircuito, resultando en la elección de la sección mayor de los tres apartados. Para ello, se han seguido las fórmulas:

Intensidad máxima admisible

líneas monofásicas

líneas trifásicas

$$I = \frac{P}{V \times \cos\phi}$$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \times V \times \cos\phi}$$

Sección por caída de tensión

líneas monofásicas

líneas trifásicas

$$S = \frac{2 \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{\Delta V}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \times \rho \times L \times I \times \cos\phi}{\Delta V}$$

Intensidad de cortocircuito

$$I_{cc} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U}$$

#### 4. APARAMENTA ELÉCTRICA. INTERRUPTORES Y TRANSFORMADORES DE TENSIÓN 132 kV.

Formado por un conjunto de 34 celdas de media tensión de tipo modular, libres de mantenimiento, de barra simple con aislamiento en SF6, de envolvente metálica y compartimentadas, distribuidas en dos bloques de 17 celdas configuradas en espejo, logrando una redundancia operativa que garantiza el máximo nivel de continuidad del suministro eléctrico ante incidencias.

Cada bloque de celdas recibe las dos líneas de acometida desde los transformadores de potencia del parque de intemperie y una correspondiente a la línea de socorro. Todas las partes metálicas de la celda que no estén en tensión, incluyendo la pantalla de los cables, están conectadas a una barra de tierra, de 200 mm<sup>2</sup> de sección.



Figura 7. Vista general de las nuevas salas de operación y control.

Las celdas están dotadas de un equipo electrónico multifunción de mando y protección, que permite la maniobra de interruptor y seccionador a pie de equipo y de forma remota desde el sistema SCADA de la instalación, así como la visualización y registro de toda la información de estado y parámetros de red. Además, están integradas con los equipos de protección correspondientes a los interruptores de 132 kV y a los transformadores de potencia del parque de intemperie, posibilitando el disparo de los interruptores de las celdas de acometida de transformador.



Figura 8. Detalle de acceso remoto por CCTV al panel de supervisión y control de la celda.



# Centro de Excelencia del Sector Naval - Impulsando la transformación digital

[siemens.es/cesena](https://www.siemens.es/cesena)

El Cesena da soporte a la industria la industria naval española en su travesía hacia el Gemelo Digital.

**SIEMENS**

Las dos posiciones de interruptor del parque de 132 kV disponen de equipos de análisis de altas prestaciones para monitorizar el estado general de la red y verificar la calidad del suministro de energía eléctrica.

Se sustituyen los transformadores de tensión y los antiguos interruptores (1971) de pequeño volumen de aceite (PVA) de 132 kV y se incorporan al SCADA para su maniobra a distancia ganando en seguridad, precisión, fiabilidad y robustez de la instalación.

Todos los circuitos, incluidos los de baja tensión asociados a servicios auxiliares, están dispuestos para manejo en remoto y, en particular, para cada una de las maniobras tanto en 132 kV como en 15 kV el CCTV apunta a la celda o interruptor para visionado de la actuación en tiempo real.

Los paneles de control y protección de las celdas de media tensión y los armarios de alta tensión se ha sometido a exhaustivas pruebas y test funcionales. Se verifica la construcción del armario acorde a la ingeniería y se somete a una serie de pruebas funcionales de polaridad de alimentación y actuación de relés auxiliares. Todos los equipos de control y protección se someten a pruebas en las entradas y en las salidas binarias, los circuitos de corriente y tensión, así como los enclavamientos. Los resultados de todas las pruebas realizadas son favorables.

El estudio de las emisiones de campo magnético en el exterior accesible por el público de la subestación se ha realizado empleando un software de simulación de campo magnético en instalaciones eléctricas. La entrada de datos es la topología 3D del conjunto de conductores de la subestación, así como las

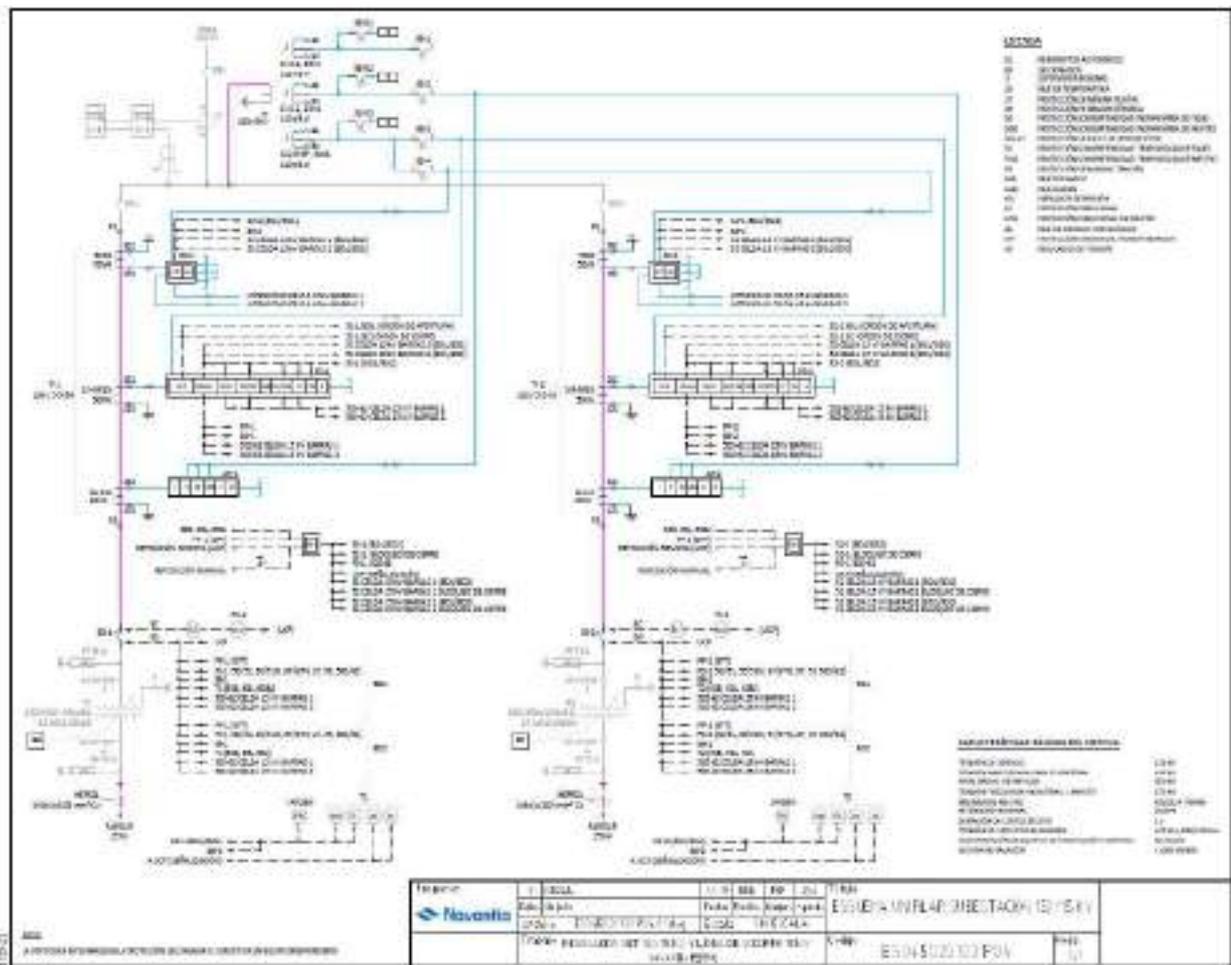


Figura 9. Plano de protecciones de la subestación.

corrientes que circulan por cada uno de ellos.

De acuerdo con la UNE-EN 62110, el cálculo se realiza a una altura de 1 metro y se verifican los resultados en los límites exteriores de la subestación accesibles por el público, considerándose una distancia de 0,2 metros del cierre perimetral, verificándose que los resultados obtenidos no superan el límite establecido por el R.D. 1066/2001 de 100  $\mu$ T a 50 Hz de frecuencia, no requiriendo medias de restricción.

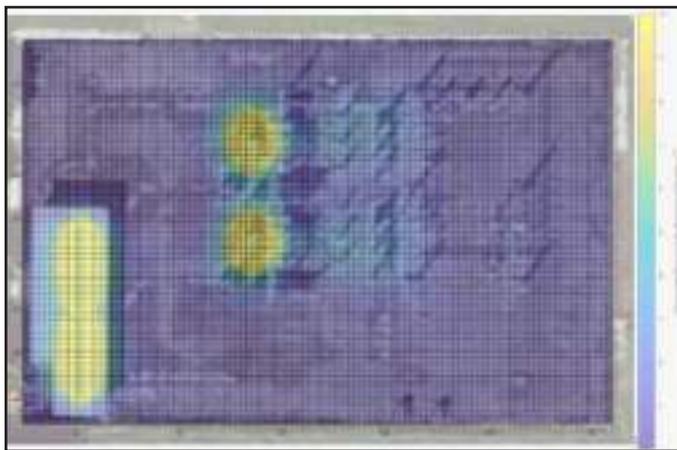


Figura 10. Campo magnético en 2D con límite 10 microteslas.

Se verifica toda la red subterránea de cables de Alta Tensión, según UNE 211006. Se comprueba el estado de la continuidad y orden de fases y el estado de la continuidad y resistencia óhmica de las pantallas, mediante un Megóhmetro digital y un Microhmetro 100 A, así como el estado de la rigidez de la cubierta con un Sistema portátil de localización de fugas en Cubiertas MFM 10, o el ensayo de tensión soportada, mediante un VLF 60 Plus. Todos los ensayos, realizados con equipos calibrados, han sido correctos.



Figura 11. Esquema de cable de Alta Tensión.

## 5· SISTEMA DE DETECCIÓN Y EXTINCIÓN CONTRA INCENDIOS.

El sistema contra incendios integrado en la red de comunicaciones de Navantia permite una gestión remota completa en tiempo real, permitiendo la visualización gráfica de la instalación, configuración, consulta del estado de los equipos, registro y gestión de eventos y alarmas, activación y desactivación.



Figura 12. Pantalla de PCI.

Cuenta con detectores de aspiración, con instalación de capilares de captación a lo largo de los diferentes locales, y dispone de un sistema automático de extinción de incendios en base a descarga sectorizada de CO<sub>2</sub>, situado en los locales de las celdas de media tensión, la batería de condensadores, las baterías del sistema de corriente continua, el grupo electrógeno y el sótano de cables. En los accesos de estos locales se disponen de pulsadores manuales de bloqueo y disparo de la extinción e indicadores luminosos exteriores de extinción activa.

Las botellas de agente extintor se estructuran en un rack equipado con sensores de diferencial de presión y pesaje continuo.

El nivel de riesgo intrínseco (NRI) de cada sector o área de incendio se ha evaluado calculando la densidad de carga de fuego ponderada y corregida de los distintos sectores o áreas de incendio que configuran el establecimiento industrial, según lo indicado en el Reglamento de Seguridad Contra Incendios en los Establecimientos Industriales.

Para actividades de producción, transformación, reparación u otra diferente a la de almacenamiento, se ha evaluado mediante la siguiente expresión:

$$Q_s = \left| \frac{\sum (q_{si} \times S_i \times C_i)}{A} \right| \times R_\alpha$$

Donde:

- $Q_s$  = Densidad de carga de fuego ponderada y corregida, del sector o área de incendio.
- $q_{si}$  = Densidad de carga de fuego de cada zona con proceso diferente.
- $S_i$  = Superficie de cada zona con proceso diferente y densidad de carga de fuego  $q_{si}$  diferente.
- $C_i$  = Coeficiente adimensional que pondera el grado de peligrosidad, por la combustibilidad, de cada uno de los combustibles (i) que existen en el sector de incendio.
- $R_\alpha$  = Coeficiente adimensional que corrige el grado de peligrosidad (por la activación) inherente a la actividad industrial que se desarrolla en el sector de incendio, producción, montaje, transformación, reparación, almacenamiento, etc.
- $A$  = Superficie construida del sector de incendio o superficie ocupada del área de incendio.

El establecimiento industrial está formado por todos los sectores con una superficie total de 185,54 m<sup>2</sup>, se obtiene una densidad de carga de fuego, ponderada y corregida ( $Q_s$ ) de 60,98 Mcal/m<sup>2</sup>, inferior a 100 Mcal/m<sup>2</sup>, resultando en un NRI del sector BAJO 1.

## 6- PROTECCIÓN Y CONTROL: UCS Y UCP.

Se instala un sistema digital escalable de protección y control en base a una Unidad de Control de Subestación (UCS), relés de protección primaria y secundaria en cada posición de interruptor automático-transformador de potencia, unidades de control de posición (UCP) y equipos de control para los sistemas auxiliares asociados, sobre a una infraestructura de comunicaciones basada en IEC-61850.

Con una arquitectura de niveles de control en cascada, el sistema de protección y control se gestiona a nivel local desde las Unidades de Control de Posición (UCP), desde los relés de las celdas de media tensión y desde el interfaz hombre-máquina de la subestación, así como a nivel remoto desde estaciones de operación del sistema SCADA.

El mando local permite la selección de mando local o remoto, activar o desactivar la regulación automática de tomas del transformador de potencia, subir o bajar las tomas del transformador de potencia, abrir o cerrar los interruptores de 132 kV, abrir o cerrar los interruptores y seccionadores de las celdas 30 kV, supervisar eventos, alarmas, incidencias, etc. y consultar y visualizar medidas e informes en analizadores de red.



Figura 13. Detalle de analizadores de redes instalados en 132kV y 15kV.



Figura 14. Detalle de posiciones de 132kV.

El mando remoto permite las mismas actuaciones que el mando local, a excepción de la desactivación del mando local.

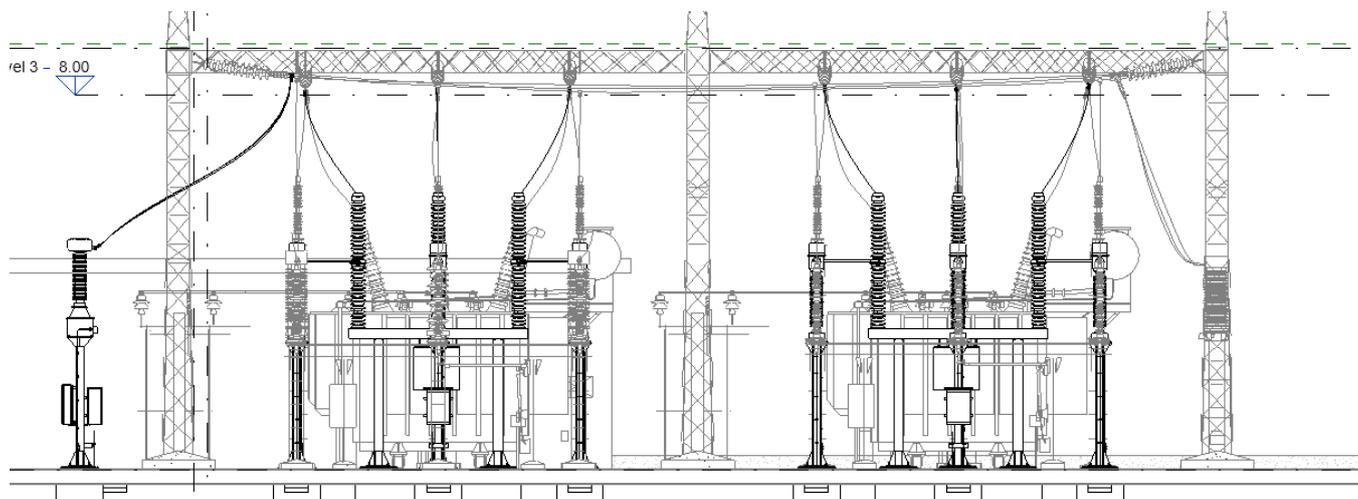


Figura 15. Vista en alzado de parque de intemperie 132kV.

El sistema de control está dotado de una protección principal por cada posición de transformador de potencia (unidad digital de protección diferencial de transformador y registro oscilográfico de perturbaciones) y de una protección secundaria por cada posición de interruptor automático de 132 kV, (unidad digital multifunción de protección de sobrecorriente de fases y neutro, sobrecorriente, de mínima y máxima tensión entre fases, de fallo de interruptor y vigilancia de circuitos de disparo).

Cada posición de Interruptor Automático-Transformador de Potencia dispone de una Unidad de Control de Posición (UCP). Esta unidad es la encargada de gestionar la información del estado de cada posición y sus protecciones asociadas, y está integrada en la red de comunicaciones de la subestación, conectada al switch de la Unidad de Control de Subestación (UCS), facilitando al sistema SCADA toda la información del estado de los equipos.

Un sistema de cámaras termográficas supervisa las zonas del parque de intemperie susceptibles de control térmico: transformadores, seccionadores, etc.

El sistema de control y a nivel de UCP permite la captación de señales dobles (abierto/cerrado) correspondientes a los estados de la apertura de 132 kV, automatismos y señalización en pantalla local, la emisión de órdenes dobles (abrir/cerrar) de los interruptores automáticos, con los enclavamientos

correspondientes, la captación de señales simples correspondientes a las señales/alarmas asociadas, y visualización en pantalla local, la captación de señales analógicas de tensión e intensidad y cálculo en base a éstas de potencias, factor de potencia, energías... con visualización local de magnitudes, la integración de las señales de alarma y disparo provenientes de las protecciones mecánicas del transformador de potencia y cambiador de tomas y un registro oscilográfico de perturbaciones.

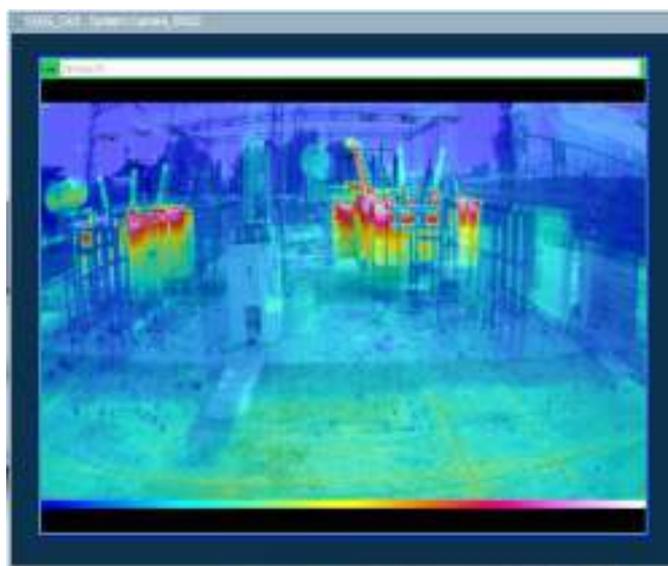


Figura 16. Supervisión termográfica de los transformadores 132 kV/15kV.

## 7 · SCADA, COMUNICACIONES, CIBERSEGURIDAD Y ANALÍTICA DE DATOS.

Pieza fundamental de este proyecto, el sistema de control y adquisición de datos (SCADA) integrado en la instalación permite la visualización de estado en tiempo real, la gestión de los equipos y la maniobra de las protecciones, la consulta de históricos de eventos y alarmas, además del control y visualización del sistema CCTV, de modo que la explotación del conjunto de la instalación sea posible de modo local y remoto, con idénticas garantías, y el máximo nivel de digitalización.



Figura 17. Pantalla de control de SCADA.

Un equipo modular de tipo PLC se encarga de concentrar y procesar los datos captados en las diferentes posiciones, proporcionando la información tanto a nivel local, a través de diferentes consolas, como a nivel remoto, comunicando con los centros de telecontrol.

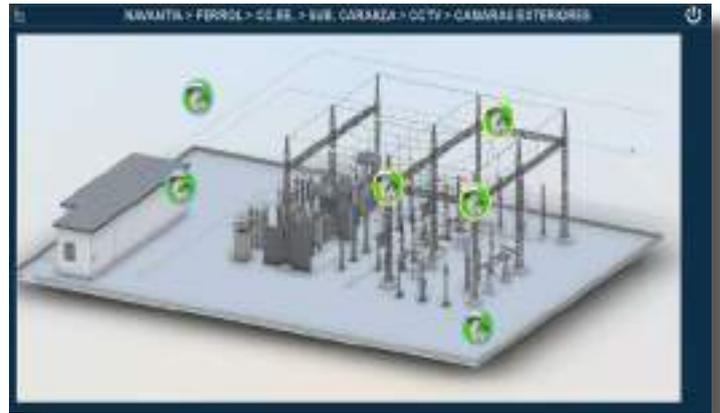


Figura 18. Pantalla de control CCTV y supervisión termográfica del parque de intemperie

Se ha implementado dentro de la subestación un anillo de fibra óptica HSR de 1 Gbit/s con tiempo de conmutación 0 ms, conforme a una arquitectura OT de última generación, para recoger todos los datos del sistema de automatización y control, incluida la información de los relés de protección, tanto de disparos y actuaciones como de oscilografía. Está totalmente aislada de la red del astillero a través de un firewall perimetral.

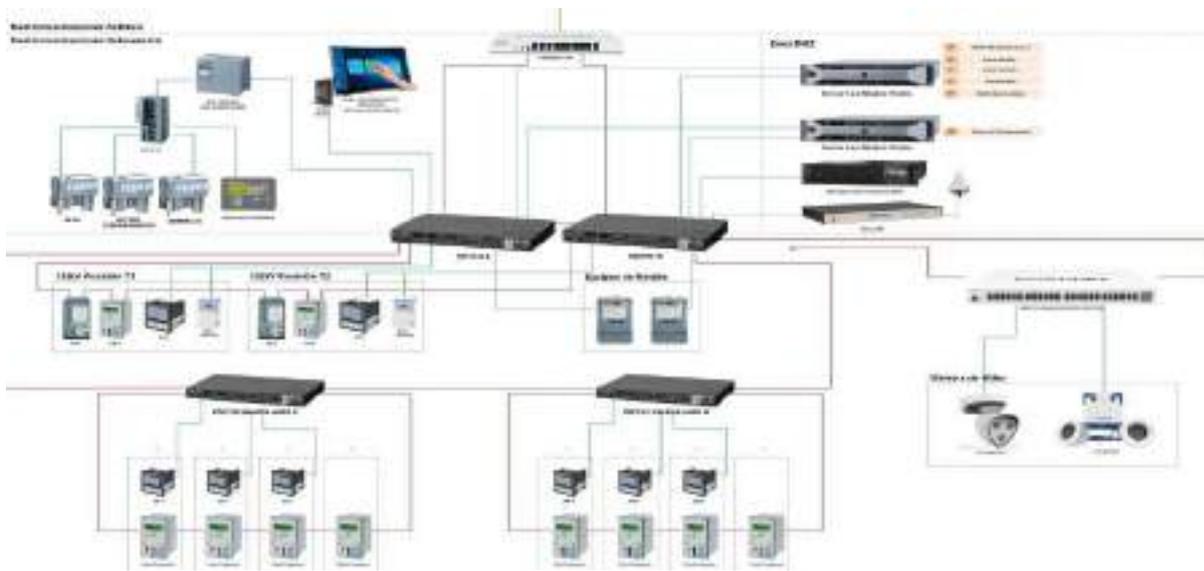


Figura 19. Topología de la red de comunicaciones.

Toda la información recogida en el sistema se almacena durante 6 meses, dando pie a una analítica de datos máximo nivel, que permite alcanzar un gran nivel de optimización y control en varios ámbitos, redundando principalmente en mejoras económicas y energéticas.

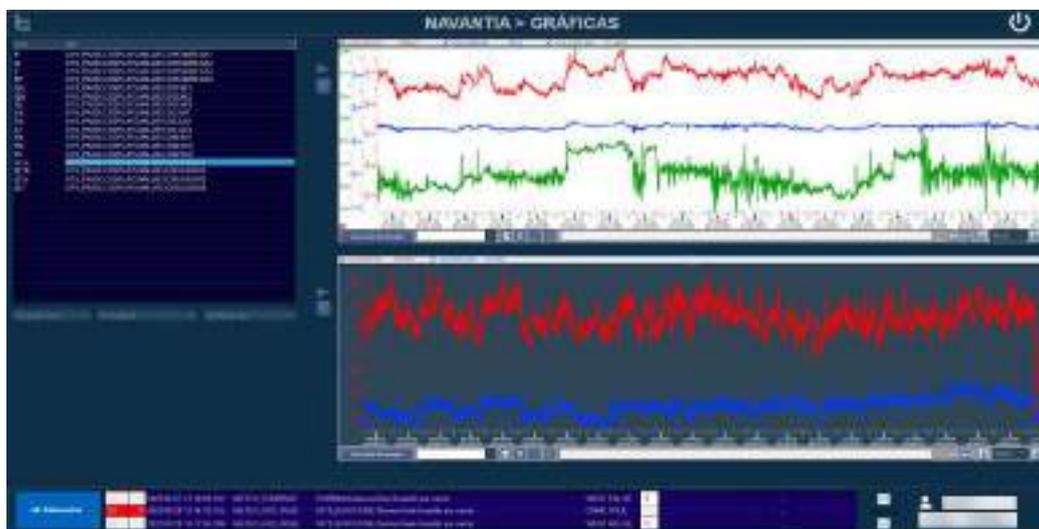


Figura 20. Detalle de gráficas de parámetros exportables

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

We power  
your dreams



## Tratamientos de *agua de lastre*



## Evolución de las válvulas motorizadas en los contratos de construcción naval

**ALBERTO CACHAZA //**

Responsable de proyectos/sistemas en Fernández Jove Integral Supply

info@fjove.com



### 1. INTRODUCCIÓN

Las válvulas son elementos críticos dentro de un buque, de cuyo correcto funcionamiento depende la integridad de la plataforma y sus sistemas básicos de manejo y habitabilidad, como los sistemas de lastre, achique, contraincendios, combustible o ventilación, entre otros.

Entre otros factores, el aumento general de la automatización de procesos a bordo, la reducción de coste de los equipos electrónicos, o la aparición de productos específicos enfocados al sector han provocado que el porcentaje de válvulas motorizadas haya aumentado notablemente en las últimas décadas.

Derivado de lo anterior, la responsabilidad de los sistemas de válvulas motorizadas es cada vez mayor, los contratos asociados son cada vez más cuantiosos, y la complejidad en la integración ha aumentado notablemente. Todo ello ha llevado a que, durante los últimos años, haya habido un cambio en la metodología de gestión de estos equipos durante el proceso de construcción de un buque.

De manera general, las válvulas motorizadas no solían tratarse como un paquete diferenciado, sino que se adquirían los componentes de forma independiente por parte del astillero, siendo el encargado del diseño, integración y posterior puesta en funcionamiento. El proceso de integración era sencillo y

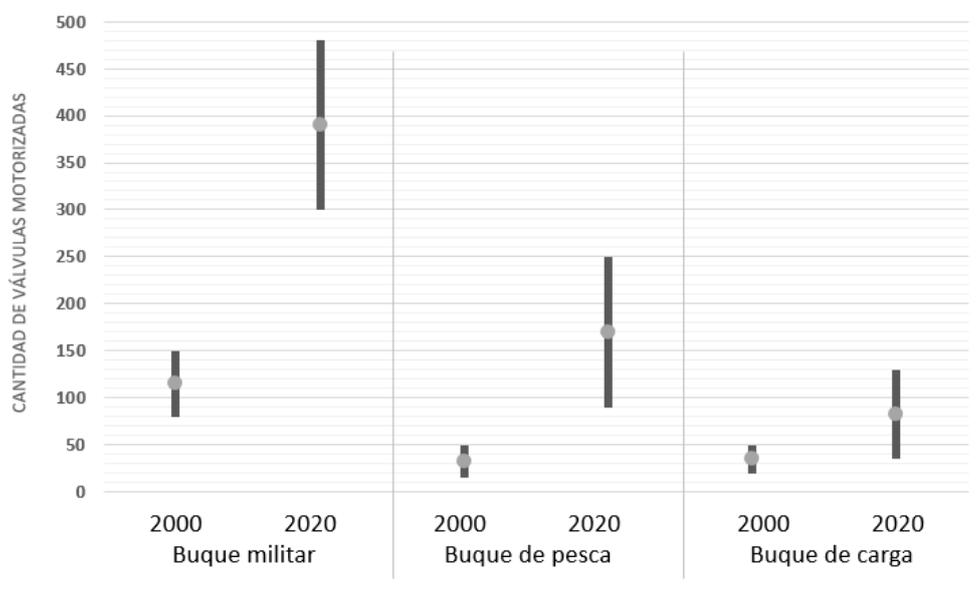


Tabla 1: Comparativa entre cantidad de válvulas motorizadas en 2000 y 2020, según tipo de buque. Rangos máximos y mínimos promedios. Fuente: elaboración propia.

de un alcance limitado, debido a la poca cantidad de equipos y la poca información transmitida por cada uno. Los proveedores de los equipos tenían una baja implicación en el proceso constructivo, al no tener una responsabilidad clara sobre el funcionamiento coral de sus equipos.

No obstante, actualmente suele entenderse el sistema de válvulas motorizadas como un elemento principal dentro de los procesos de diseño y adquisición de los componentes del buque. Su diseño comienza pronto, habitualmente en la etapa de ingeniería funcional, y el proceso de compra suele iniciarse en las etapas tempranas de construcción. Es habitual que el proveedor de este sistema esté involucrado desde las etapas iniciales de diseño (en mayor o menor medida, según la complejidad del buque), y su presencia sea una constante de inicio a fin de la construcción, siendo habitualmente el encargado de la puesta en funcionamiento de los equipos.

Este cambio de filosofía hace necesario que las empresas proveedoras de estos equipos sean capaces de gestionar proyectos medianamente complejos, dispongan de una solvencia técnica suficiente para participar en diversas etapas de diseño y producción y, en general, den un paso adelante en la prestación de servicios al astillero.

## 2· COMPONENTES DE UN SISTEMA DE VÁLVULAS MOTORIZADAS

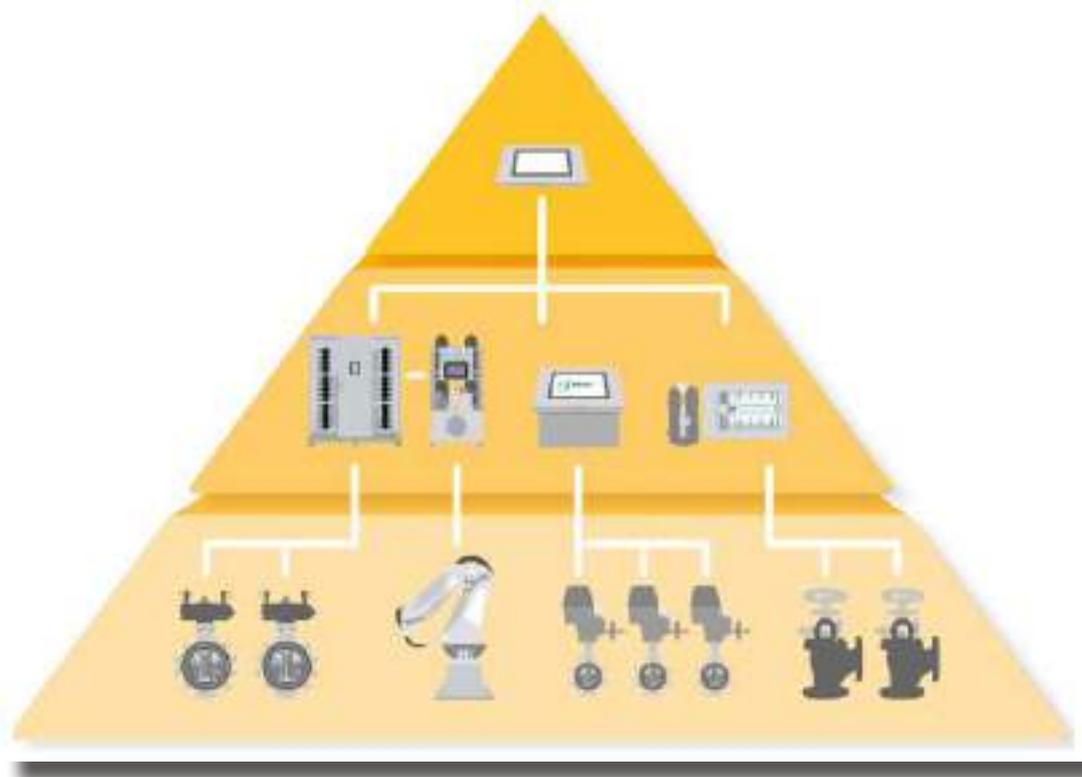
Un sistema de válvulas motorizadas se compone, generalmente, de:

- Válvulas
- Actuadores para válvulas
- Sistema de monitorización y control

### VÁLVULAS

Inicialmente, las válvulas que se comenzaron a motorizar eran aquellas de servicios críticos, como tomas de mar o de colectores contra incendios, y que tradicionalmente eran válvulas de globo o compuerta con asientos metálicos, que resultan costosas de motorizar y son relativamente grandes.

Actualmente, la mayoría de las válvulas motorizadas en un buque son de mariposa con cierre mediante elastómero envolvente, debido a su bajo costo, facilidad de operación y buen rendimiento en la mayoría de escenarios. Estas son también las más extendidas entre las válvulas manuales del buque, lo que hace que, en la mayoría de los casos, el astillero busque estandarizar fabricantes entre las manuales y las motorizadas.



El creciente enfoque de los astilleros hacia el sostenimiento y el ciclo de vida de los buques hace que la estandarización y comunalidad de componentes y fabricantes sean fundamentales en el proceso de compras.

## ACTUADORES

Dado que la automatización de válvulas en el sector naval no está tan extendida como en otros sectores (tales como oil&gas, químico o petroquímico, donde un gran porcentaje de las válvulas están motorizadas), hasta hace relativamente poco no había una gran variedad de actuadores en el mercado enfocados al uso en buques o ambientes marinos.

Ante esta situación, la tendencia ha sido emplear actuadores diseñados para otras aplicaciones y adaptarlos para su uso a bordo, resultando en dos caminos distintos, alejados el uno del otro y con un difícil término medio: por un lado, el uso de actuadores de grandes tamaños y pesos elevados allí donde los requisitos son más altos, con funcionalidades en ocasiones sobredimensionadas y costos generalmente altos; por otro lado, el uso de actuadores de bajas prestaciones, poca robustez y costos muy bajos, no diseñados para soportar la agresividad del ambiente marino.



Ilustración 1: Válvulas marinas SAVAL con actuador eléctrico

Ante esta creciente necesidad, en los últimos años ha habido un crecimiento notable en la cantidad de fabricantes de actuadores que han desarrollado líneas de producto específicas para el sector naval. Estos modelos suelen ser reducidos en tamaño, con unas funcionalidades de control concretas enfocadas hacia un buque, y con un coste generalmente ajustado a las prestaciones necesarias en cada proyecto. Incluso hay fabricantes con gamas concretas enfocadas a buques militares, con certificaciones específicas frente a normas de choque, vibraciones o compatibilidad electromagnética.

## SISTEMA DE MONITORIZACIÓN Y CONTROL

En lo relativo a la monitorización y control remoto de estas válvulas, hay diferentes factores que influyen en el aumento de uso de equipos dedicados exclusivamente a esta tarea, convirtiendo los sistemas de válvulas motorizadas en subsistemas para el propio IAS, o sistema de integración y automatización del buque.

Inicialmente, las válvulas motorizadas se integraban directamente al IAS del buque mediante controles diseñados por el propio astillero o integrándolas en sistemas de control de otros equipos (como cuadros arrancadores de bombas, etc.). El trato era similar al de cualquier elemento de instrumentación del buque, sin una diferenciación específica. La cantidad de señales a manipular era reducida, y los controles bastante rudimentarios (generalmente lógicas eléctricas mediante relés, etc.).

Por un lado, el aumento de la cantidad de válvulas motorizadas a bordo resulta directamente en que la cantidad de información que se debe de integrar es cada vez mayor. Al mismo tiempo, la evolución de la electrónica de los actuadores hace que cada vez sean capaces de proporcionar una mayor cantidad de información, tanto de operación como de diagnóstico. Esto se traduce en una mayor cantidad de datos hacia el usuario, de modo que se aumenta notablemente la cantidad de señales que se integran en los sistemas de control de plataforma del buque. Un sistema de válvulas motorizadas eléctricas en un buque puede conllevar la integración de hasta 20.000 señales en el IAS. Tal cantidad de señales provoca que se apueste por la instalación de un subsistema integrador, que facilite la incorporación de todos los datos en el IAS.

Otro punto a tener cuenta es que, durante los últimos años, ha habido una evolución en la normativa

marina que obliga a una mayor sofisticación en el control de ciertos equipos y sistemas a bordo. Entre los sistemas incluidos se encuentran los servicios de lastre y achique, dentro de los cuales son críticas las válvulas motorizadas. Como ejemplo de ello están las regulaciones SOLAS II-2 21, II-2 22, II-2 23 and II-1 8, introducidas en MSC.1/Circ.1369 (22 junio 2010) y colectivamente referidas como 'Safe Return to Port (SRtP) Regulations'. Estas regulaciones aplican a buques de pasajeros construidos desde el 01 de julio de 2010 y que tengan un mínimo de 120m de eslora y 3 niveles verticales, y en ellas se establece que ciertos sistemas críticos para la navegabilidad y estabilidad del buque deben seguir operativos tras un incendio o inundación, con el objetivo de lograr un retorno seguro a puerto empleando medios propios. Las sociedades de clasificación han emitido sus guías para la adaptación e implementación de esta normativa, como por ejemplo la DNVGL-CG-0004 del DNV-GL, o NR 598 DT R01 E del Bureau Veritas. Dentro de estas regulaciones se expone la necesidad de un doble control de las válvulas motorizadas, lo cual orienta claramente hacia la necesidad de disponer de sistemas de control de cierta sofisticación.

Al mismo tiempo, y por razones diversas de sobra conocidas, se pone cada vez más énfasis en la ciber-seguridad de los equipos a bordo, de modo que se minimicen los riesgos de comprometer la seguridad del buque debido a un ciberataque sobre los sistemas de gestión. Esto se evidencia en circulares de la OMI como MSC.1/Circ.1526 (1 junio 2016) o MSC-FAL.1/Circ.3/Rev.1 (14 junio 2021), y diversas recomendaciones y adaptaciones que realizan las sociedades de clasificación. Dado que las válvulas motorizadas manejan servicios críticos para la supervivencia del buque, los sistemas de automatización que las manejan no están exentos de incluir mecanismos de seguridad que limiten al máximo estas amenazas.

Dado que el IAS es un objetivo claro para cualquier posible ciber-ataque, una estrategia seguida cada vez más a menudo es, de nuevo, la segmentación en subsistemas. De este modo, ante un posible ciberataque general que inhabilite o limite el control desde este sistema, se pueden aislar los subsistemas sanos y manipularlos de forma independiente. Este aspecto también potencia el uso de sistemas de control dedicados a las válvulas motorizadas.

Como resultado de todo lo anterior, se evidencia la necesidad de un control de las válvulas más complejo, sofisticado, robusto y seguro, dando como resul-

tado la aparición de soluciones comerciales específicas para el sector naval, algo que no era habitual anteriormente.



Ilustración 2: Sistema de control PRIOR, específico para válvulas motorizadas en un buque, desarrollado por Fernández Jove.

### 3-FUTURO CERCANO DE LOS SISTEMAS DE VÁLVULAS MOTORIZADAS

Los niveles de automatización del buque cada vez son más altos, llegando incluso a existir proyectos de desarrollo de buques totalmente autónomos (la IMO incluso ha publicado directrices preliminares sobre ensayos de estos buques, entre otras en la publicación MSC.1/Circ.1604 del 14 junio de 2019). Se prevé, por lo tanto, que el nivel de automatización de las válvulas también siga aumentando gradualmente, a ritmo similar al de los últimos años. Las propias sociedades de clasificación están ampliando y revisando los requisitos sobre las válvulas motorizadas, los actuadores de los diversos tipos (todavía hay discrepancia entre las SSCC sobre los requisitos específicos a aplicar a los actuadores eléctricos, por ejemplo) y los sistemas de control asociados.

La inclusión de nuevas tecnologías (como el gemelo digital o la fabricación aditiva) y nuevos requerimientos, especialmente en materia de seguridad (incluyendo la ciberseguridad de los sistemas), tendrán un papel importante en la construcción naval y, por lo tanto, en estos sistemas.

En este marco, cobran especial importancia las compañías como la nuestra, Fernández Jove Integral Supply([www.fernandezjove.com](http://www.fernandezjove.com)), que sean capaces de ofrecer soluciones end-to-end, integrando (o fabricando, incluso) los diferentes componentes que conforman un sistema de válvulas motorizadas.

## Los cruceros fluviales La Demoiselle y La Charente de AISTER para el río Charente

JUAN A. OLIVEIRA // Autor de: "vadebarcos.net"

Ingeniero Técnico Naval y MBA // vadebarcos@gmail.com



La Demoiselle y La Charente, fabricadas por la vi-guesa AISTER, son las dos últimas incorporaciones a la flota de embarcaciones que realizan cruceros fluviales por río Charente, emulando a las antiguas gabarras que trasladaban hace siglos el coñac desde los viñedos en el interior hasta los puertos de la costa y de ahí al norte de Europa.

El Charente serpentea a lo largo de 381 kilómetros a lo largo del suroeste francés, desde su nacimiento en Chéronnac hasta su desembocadura en el océano Atlántico cerca de Rochefort. El "río de aguas tranquilas", como se lo conoce en Francia, ha sido desde la Edad Media un importante eje comercial, albergando un importante tráfico fluvial vinculado al comercio de sal, madera, vino y piedra.



Sus aguas atraviesan las zonas de viñedos de las ciudades de Cognac o Jarnac, en donde se cultiva la uva blanca que después de ser destilada dos veces da lugar al coñac, y durante años las barcazas trasladaron este brandy desde las casas comerciales situadas en las orillas del río hasta su desembocadura en donde era embarcado con destino a los países del norte de Europa y las islas británicas.

La llegada de la industrialización fue sustituyendo las barcazas, primero por barcos a motor más modernos, luego por el ferrocarril y finalmente por el tráfico por carretera a mediados del siglo XX. Abandonado durante décadas, no ha sido hasta los últimos años que el tráfico fluvial ha sido recuperado, pero desde un prisma totalmente diferente. Ahora las barcazas recorren el río con turistas y pasajeros que buscan reconectarse con la naturaleza gracias a los cruceros fluviales que recorren el Charente durante un día.

Con ese fin, en 2021 el Departamento de Charente puso en marcha una licitación para construir dos embarcaciones gemelas que emulasen a las antiguas gabarras de transporte de coñac con un presupuesto de 771.000 euros. Siguiendo el diseño de la ingeniería francesa SDI, la empresa viguesa AISTER se encargó de la construcción de ambas unidades, bautizadas como La Demoiselle y La Charente.

Las embarcaciones están construidas en aluminio revestido de madera, con unas dimensiones de 20 metros de eslora por 4,5 metros de manga y un calado de tan solo 0,45 metros. En su interior pueden viajar cómodamente sentados 69 pasajeros que pueden disfrutar de tres rutas al día de aproximadamente una hora y media de duración. Los barcos cuentan también con capacidad para transportar dos bicicletas, en el caso de que algún pasajero desee continuar el recorrido junto al río sobre dos ruedas.



Una de las claves del proyecto es la propulsión híbrida con la que cuentan estas embarcaciones. Las exigencias del pliego marcaba que las embarcaciones debían recorrer una parte de la ruta en modo eléctrico y el resto en modo diésel, pero la experiencia de AISTER en este tipo de motorización, comenzada ya en 2011 con la construcción de la embarcación eléctrica Juan de Homar para el Canal de Castilla, consiguió que los barcos entregados por el astillero puedan realizar la totalidad de la ruta de hora y

media en modo eléctrico a una velocidad de seis nudos, reduciendo totalmente las emisiones contaminantes así como mejorando la experiencia a bordo al eliminar tanto el ruido como las vibraciones.

Tras ser finalizada su construcción, las barcasas fueron transportadas a Francia en donde desde este mes ya realizan sus cruceros fluviales desde Quai des Flamands de Cognac hasta Saint-Brice y de vuelta a Cognac.



Follow us  
Facebook Twitter LinkedIn

LONG-LASTING CUSTOMISED SOLUTIONS AND  
EVER-READY AFTERSALES SUPPORT

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

**IBERCISA**  
DECK MACHINERY



Software Solutions for  
Naval Architecture & Shipbuilding

Member of



**ACLUNAGA**  
ASOCIACIÓN  
CLÚSTER DEL  
NAVAL GALLEGO

## PLM - Un enfoque realista para el éxito

NICK DANESE // CEO of NDAR Software Solutions

Arquitecto naval e Ingeniero mecánico // [ndar@ndar.com](mailto:ndar@ndar.com)



La construcción naval es un tipo de industria única y, sin embargo, pocos toman nota de ello en el contexto de la gestión del ciclo de vida del producto (PLM). Su cultura, procesos y dirección dificultan la adopción de tecnología normalmente disponible, además de estrategias de implementación pragmáticas y realistas.

También se debería de reconocer que un entorno PLM no está reservado únicamente a astilleros. Por el contrario, es enormemente útil para todas las empresas que ejecutan proyectos paralelos y/o de gran envergadura.

Una verdadera transformación digital, y una visión clara del estado actual y de los objetivos futuros son requisitos previos sine-qua-non para el éxito de una iniciativa de PLM. Un corolario simbiótico se refiere, en este caso, a que los conjuntos de herramientas monolíticas podrían no abordar la complejidad de los múltiples procesos simultáneos que abarcan el ecosistema de diseño y la construcción de buques.

Los elementos esenciales de una implantación exitosa de PLM incluyen (pero no se limitan a): identificar y cómo lograr los objetivos finales, evaluar los recursos disponibles y necesarios, por dónde empezar, qué hacer y a quién llamar, reconocer los procesos múltiples y paralelos implicados, y permanecer muy atentos a los cambios e igualmente flexibles.

### IDENTIFICAR Y PERSEGUIR EL OBJETIVO FINAL

El objetivo final – la “visión”- es definido por personas y su viabilidad se basa en los recursos. La vi-

sión puede ser abstracta, por ejemplo, “aumentar la facturación en un 10% en 3 años”, pero lograrlo es un ejercicio práctico, por ejemplo, estableciendo un entorno de procesamiento de datos asíncrono y automatizado de PLM.

La parte central de una implantación de PLM consiste en la creación de valor a partir del ecosistema, explotando una cantidad significativa (y en general igualmente fragmentada y desconectada) de información digital ya presente, mientras se desarrollan e integran las piezas del mosaico y enlaces que faltan.

Evolucionando a partir de la, generalmente mal entendida, Evaluación de Procesos de Negocio (BPA), un Proceso de Creación de Valor (VCP) buscará el objetivo final cruzando procesos y recursos sobre una serie de objetivos de negocio principales, e identificará el flujo de información y los resultados correspondientes.

Un entorno de PLM en funcionamiento requiere que muchas herramientas de software trabajen juntas: 3D CAD, ERP<sup>1</sup>/MRP<sup>2</sup>, MES<sup>3</sup>, HR<sup>4</sup>, Planificación, VR/AR<sup>5</sup>, PLM, etc.- Y, siendo realistas, un enfoque AGILE y LEAN seleccionará software de varias fuentes. Cada herramienta puede considerarse una Plata-

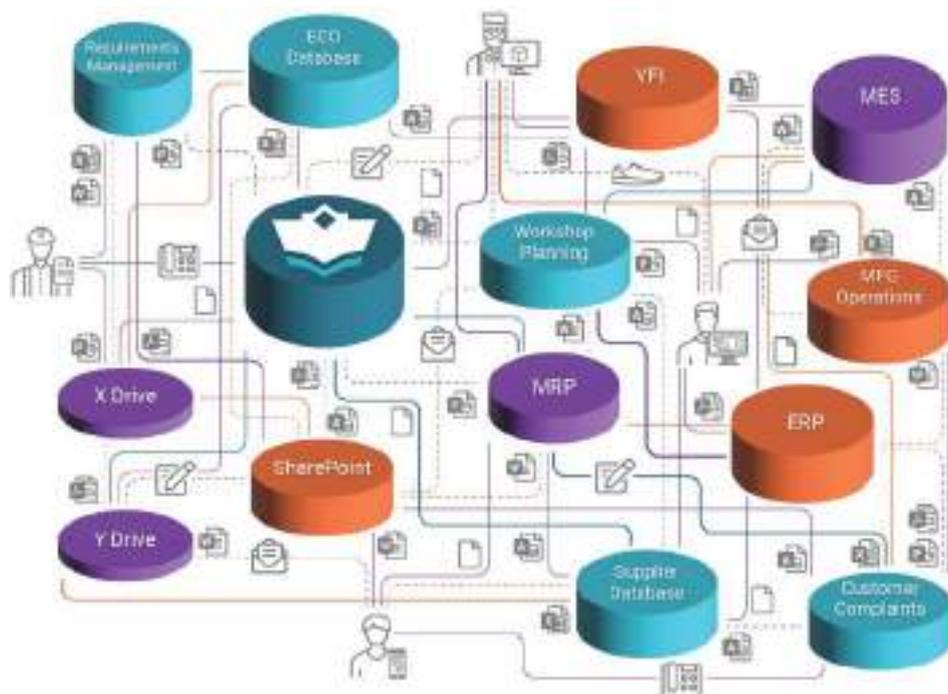
1- ERP: planificación de recursos empresariales

2- MRP: planificación de requerimientos de material

3- MES: sistema de ejecución de la fabricación

4- HR: recursos humanos

5- VR/AR: realidad virtual / realidad aumentada



forma, y un entorno de múltiples herramientas que suele denominarse “Plataforma de Plataformas”. Cada herramienta debe proporcionar las funciones necesarias y ser capaz de comunicarse con otras desde el primer momento, pero también debe prestarse a ser desarrollada posteriormente, como a menudo será necesario. En algunos casos, dos plataformas similares funcionan en paralelo, por ejemplo, dos herramientas FE pueden analizar un mismo modelo a nivel respectivamente local y global compartiendo el mismo modelo.

La búsqueda exitosa de la visión se verá respaldada por la adopción de los principios AGILE y LEAN desde el inicio de la transformación digital, en este caso, se integra simbióticamente en la implantación del entorno PLM. Posiblemente sorprenda que cuanto más grande sea la organización más cortos y progresivos deben de ser los pasos iniciales. Entre otras ventajas, este enfoque protegerá la integridad y mejorará la calidad del ecosistema PLM en evolución al permitir las inevitables correcciones de la hoja de ruta de implantación.

## EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES Y NECESARIOS

Lo poco eficaz de esta realidad es que la información es a menudo difícil de encontrar y su fiabilidad es

desconocida, los procedimientos de transferencia de tareas dependen de las acciones manuales del personal, los resultados no se componen utilizando procedimientos consistentes, los errores son encontrados tarde durante el proceso, las órdenes de cambio son difíciles de gestionar, varios participantes repiten el trabajo “solo para estar seguros”, etc.

El paradigma clave aquí, es que la Disponibilidad sustituye a la accesibilidad<sup>6</sup>. Disponibilidad significa gestionar la entrega de los datos y la información apropiada al destinatario previsto en un formato específico para tal propósito – la “M” de PLM. “M” también puede significar Maestro: los operarios deben de conocer, supervisar y controlar lo que está sucediendo, especialmente si los procesos están automatizados.

Un VCP objetivo y una estrategia realista de transformación digital son los primeros y cruciales pasos para satisfacer esa transparencia de datos e información. Irónicamente, algunas tecnologías habitualmente disponibles niegan la disponibilidad: de los correos electrónicos ricos en contenido, los docu-

<sup>6</sup> Disponibilidad y no accesibilidad: expresión acuñada por Denis Morais (SSI, Ca) hacia 2011, este concepto es discutido por el aturo en varias ponencias

mentos no gestionados, los chats de WhatsApp, los mensajes SMS, las notas garabateadas en dibujos (incluidos digitalmente) y todos los “silos” de información similares.

## POR DÓNDE EMPEZAR, QUÉ HACER, A QUIÉN LLAMAR

La visión es el faro, pero uno en movimiento, y me gusta resumir y referirme a lo anterior como el enfoque de la apisonadora: ir despacio, no parar nunca, cambiar de dirección si es necesario, y combinar el potencial de los incrementos con AGILE y LEAN. Un poco como en los procesos de optimización interrumpidos, los esfuerzos de transformación digital seguirán apuntando hacia el faro mientras navegan por condiciones ambientales predecibles sólo a corto plazo.

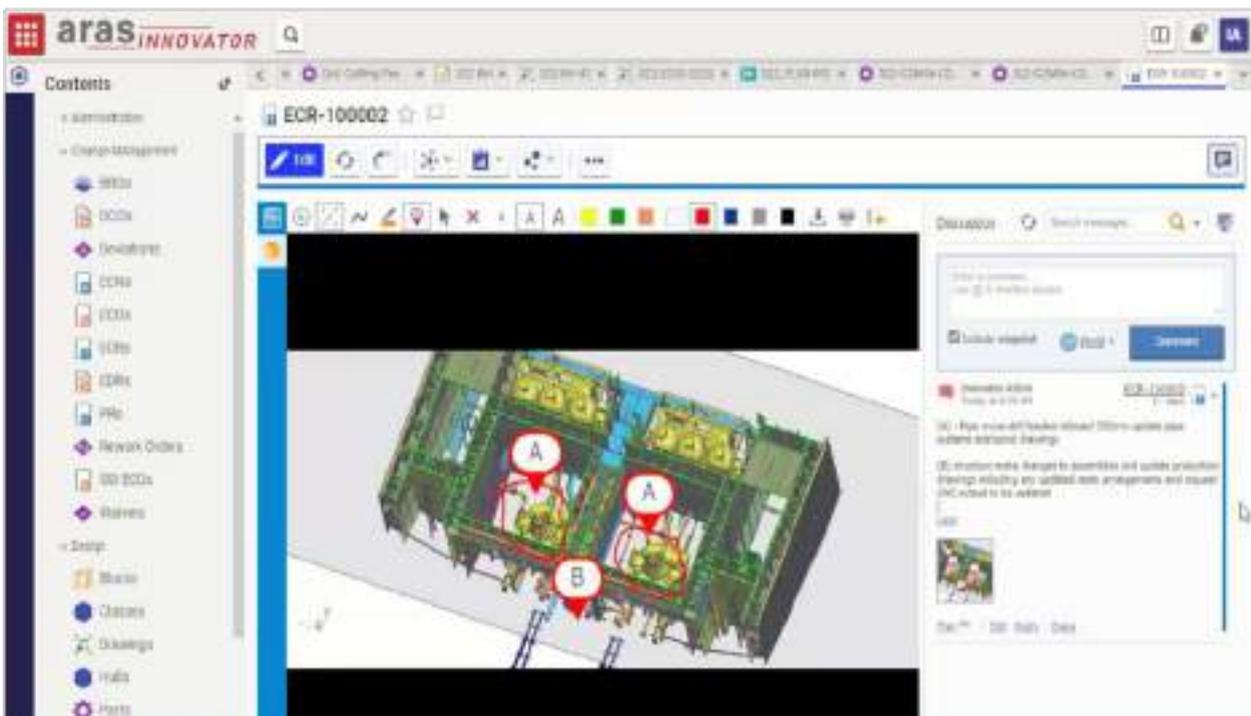
Los cuellos de botella y los procesos ineficaces se deben muy a menudo a factores humanos. Identificar los más fáciles de resolver consiste en un enfoque “local”, de bajo nivel, para solucionarlos por evolución, no por revolución. De hecho, se trata de una forma de “meditación industrial” que revela los aspectos más ocultos de porqué una empresa funciona de la forma en que lo hace (limitaciones objetivas frente a subjetivas, etc.). La adhesión de la gente a la causa apoyará el proceso y permitirá que

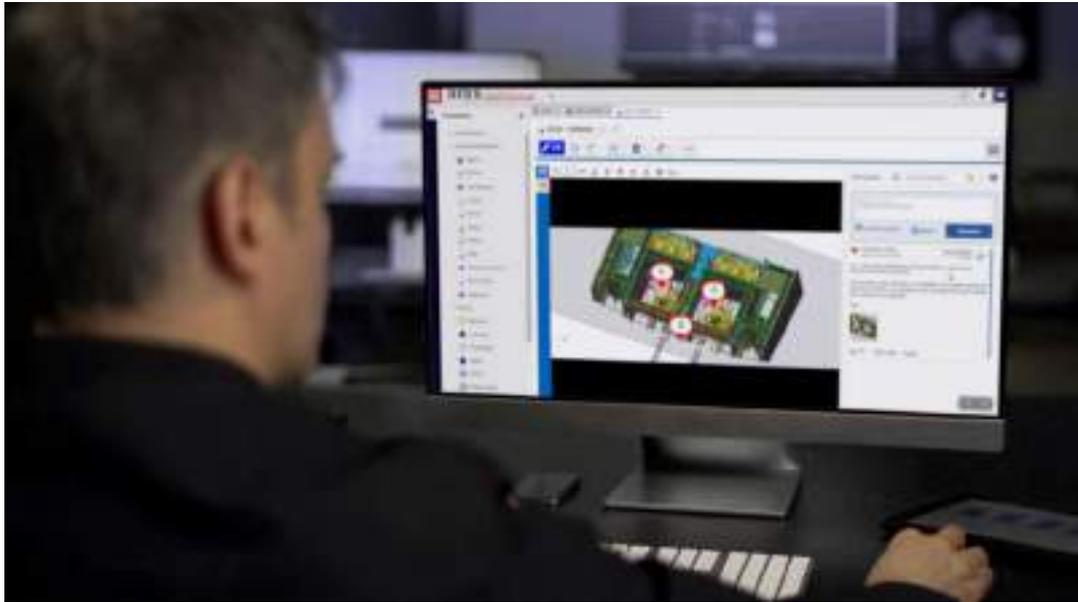
todos se beneficien porque la empresa en general se beneficia.

Por tanto, la implantación de un PLM se adapta al entorno objetivo de cada astillero, y se necesita tiempo y una perspectiva objetiva para prepararlo adecuadamente. Además, aunque se trata de un proceso “eterno”, se pueden alcanzar hitos importantes en cuestión de semanas o meses (o, en algunos casos, incluso días).

Por ejemplo, el intercambio agnóstico de modelos 3D adaptados a las partes interesadas que incluyen metadatos integrados, mejor aún, revisiones interactivas y colaborativas, etc., se consigue fácilmente con plataformas existentes como Autodesk Navisworks, Aerys<sup>7</sup> SmartShape, etc., que también sirven para las iniciativas de aprobación de gemelos digitales de varias sociedades de clasificación. Igualmente centrado en el PLM, el software ShipbuildingPLM de SSI ofrece la posibilidad de rastrear el historial de una pieza determinada con un par de clics en un cliente web (por ejemplo, en un smartphone mediante la LAN o la nube).

7. Aerys, [www.aerys.in](http://www.aerys.in): software création and developers of SmartShape ([www.Smartshape.io](http://www.Smartshape.io)). References: Bureau Veritas, Chantiers de l'Atlantique, etc.





Si bien es cierto que los ojos “frescos” y experimentados son especialmente útiles durante un VCP, pronto será necesaria la contribución analítica de un experto en PLM específico para la construcción naval. La experiencia sobre el terreno y el conocimiento práctico de las herramientas de software, junto con la capacidad de ver el panorama general, son factores de discriminación decisivos. Según la experiencia del autor (sin pretender excluir a nadie), el éxito del PLM lo han conseguido PROSTEP<sup>8</sup>, Hamburgo, SSI<sup>9</sup>, Canadá y sus respectivos socios.

## CONCLUSIÓN

La transformación digital y la implantación del PLM requieren de una gestión comprometida y su visión realista, es decir, una sincera transformación del negocio. Un VCP de verdad, pequeños pasos prácticos y el apoyo de expertos alimentarán la evolución hacia oficinas de diseño y astilleros de alto rendimiento y adaptables.

## SOBRE EL AUTOR

Nick Danese, fundador de NDAR y SYRRKLE, es licenciado en Ingeniería Mecánica (BS, Universidad de Arizona) y Arquitectura Naval (MS Universidad de Michigan). La función principal de Nick es ayudar a los clientes de NDAR a maximizar el retorno de la inversión al utilizar las soluciones de software de NDAR. Nick ha publicado numerosos artículos de investigación a lo largo de los años, ha colaborado en

varias revistas del sector y participa regularmente en conferencias sobre diseño y construcción naval.

## AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial a Denis Morais (SSI) por haber sido mi “sparring de PLM” durante más de 15 años; a Matthias Grau (PROSTEP) por compartir libremente ideas y brainstormings; y a Greg Goulanian (SSI) por la ayuda para hacer mi escritura (más legible).

## NDAR & SYRRKLE

**NDAR** (ndar.com) ofrece soluciones de software para arquitectura naval y la construcción naval, y servicios relacionados, como formación, asistencia a proyectos, evaluación de la creación de valor, implementación y consultoría de integración de sistemas.

**SYRRKLE** se especializa en soluciones IIoT y IIIoT&S plug & play para la industria marítima y otras industrias y trabaja solo por referencia.

8- PROSTEP, [www.prostep.com](http://www.prostep.com): proveedor independiente de soluciones PDM y PLM. Las referencias incluyen Austal (AUS), Fassmer (D), Ulstein (N), GERMAN NAVAL YARDS (D), ABEKING & RASMUSSEN (D), etc.

9- SSI, [www.ssi-corporate.com](http://www.ssi-corporate.com): creators and developers of ShipConstructor, ShipbuildingPLM, ShipExplorer, etc. References: Huntington Ingalls (USA), Austal (USA and AUS), Seaspan (Ca), etc.

# Take the helm of your projects.



Over 30 years of empowering shipbuilders' choices.



SSI provides software, services, and expertise for the business of shipbuilding. Learn more about how we can empower your shipyard. [SSI-corporate.com](https://www.ssi-corporate.com)



## Aplicación de las RNAs para la obtención de fórmulas de diseño empíricas para remolcadores de puerto

**VOLKER BERTRAM** // DNV, Hamburgo, Alemania  
voker.bertram@dnv.com



**MARCUS BENTIN** // HS Emden/Leer, Alemania  
marcus.bentin@hs-emden-leer.de



### RESUMEN

Este artículo describe cómo una base de datos de remolcadores portuarios fue utilizada para obtener fórmulas de diseño simples para el diseño conceptual. En el planteamiento se utilizaron redes neuronales artificiales para predecir la potencia y el desplazamiento en función de la velocidad y la tracción a punto fijo, utilizando la eslora como parámetro adicional que podría ser estimado usando fórmulas de diseño convencionales para remolcadores.

### 1-INTRODUCCIÓN

Los remolcadores son buques de trabajo que se diferencian en muchos aspectos de los buques de carga normales, Fig. 1, *Allan (2003)*. La principal especificación de diseño se refiere a la maniobrabilidad, y a la capacidad para asistir a los buques de escolta en las maniobras. La experiencia y las fórmulas empíricas de diseño para buques de carga convencionales o embarcaciones de recreo rápidas no son aplicables a los remolcadores. Esto nos motivó a desarrollar las correspondientes fórmulas semiempíricas para el diseño de remolcadores portuarios, *Bentin y Bertram (2000)*, *Bertram y Bentin (2001)*.

El análisis de regresión convencional se ha utilizado frecuentemente en la arquitectura naval para la identificación de sistemas para proporcionar los parámetros y coeficientes requeridos. A partir de las bases de datos de diseños existentes, los coeficientes se interpolan o incluso se extrapolan para calcular los parámetros para un nuevo uso, por ejemplo, para los métodos de diseño simples como en *Watson (1998)*, *Schneekluth and Bertram (1998)*, *Bertram (2012)*. Este procedimiento requiere la especificación no solo de los principales parámetros de entrada, sino también el tipo de relación funcio-

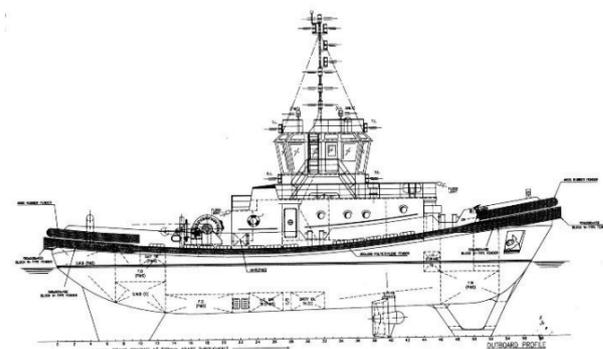


Fig 1. Típico remolcador de puerto

nal entre parámetros de entrada y salida. Con frecuencia, en el pasado, fueron elegidas relaciones lineales simples (o incluso peor, solo constantes). Los diseñadores trazaron los datos y mediante inspección visual eligieron también relaciones polinómicas simples en algunas ocasiones. Los polinomios de orden superior tienen la desafortunada tendencia de introducir oscilaciones no físicas.

Este enfoque es complicado e inadecuado para muchas relaciones no lineales. Las aproximaciones poco satisfactorias en los análisis de regresión convencionales se deben principalmente a la elección inadecuada de la función inherente utilizada en la estadística. Utilizando el idioma de los alemanes y los matemáticos, fallamos desde el "ansatz". ¿No sería bueno tener alguna forma matemática de imitar la curva que dibujaríamos instintivamente a través de tales conjuntos de datos, ignorando los valores atípicos inverosímiles y siguiendo las tendencias que ve nuestro ojo, algo flexible pero suave y libre de oscilaciones inapropiadas? Para el arquitecto naval, esto es algo anticuado. Hemos aproximado conjuntos de puntos arbitrarios durante siglos, Fig.3), usando primero chavetas delgadas flexibles (splines), Fig. 4), y más tarde usando acertadamente llamadas curvas *spline*, que no oscilan y forman curvas y superficies suaves, ver por ejemplo *Veelo* (2004).

La comunidad de aprendizaje automático prefiere otras funciones, como las funciones sigmoideas, Fig.5. Combinando muchas de ellas, tenemos cualidades básicas similares de aproximación flexible y de evitar las oscilaciones.



Fig 3: Un constructor de barcos usando curvas suaves para describir las líneas del barco. Pintura de Rembrandt



Fig 4: Chavetas tradicionales para el diseño de barcos, fuente: TU Berlín

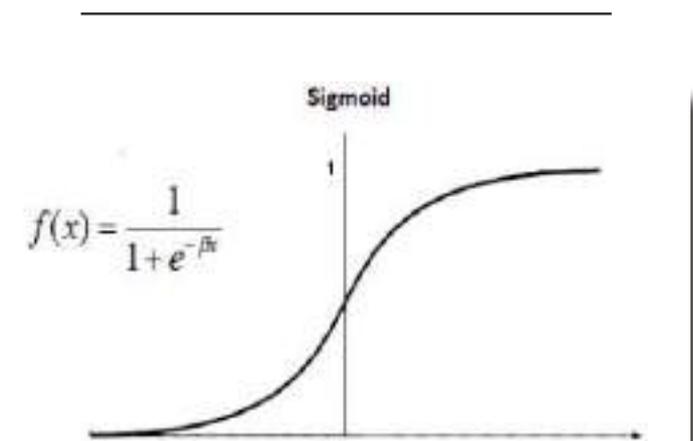


Fig 5: Función sigmoidea (normalmente  $\beta = 1$  en nuestras aplicaciones)

## 2· REDES NEURONALES ARTIFICIALES PARA LA APROXIMACIÓN FUNCIONAL

Las redes neuronales artificiales (RNAs) ofrecen un enfoque más versátil e intuitivo para la identificación de sistemas, Mesbahi (2003), [https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial\\_neural\\_network](https://en.wikipedia.org/wiki/Artificial_neural_network). En general, las RNAs pueden representar el mapeo de conjuntos de datos de entrada/salida multidimensionales, es decir, un número arbitrario de variables de entrada  $x_i$  y de salida  $y_i$ . La estructura de una RNA consta de varias capas; cada capa está formada por varios nodos. En el ejemplo de la Fig. 6, tenemos la capa de entrada, la capa de salida y una capa oculta.

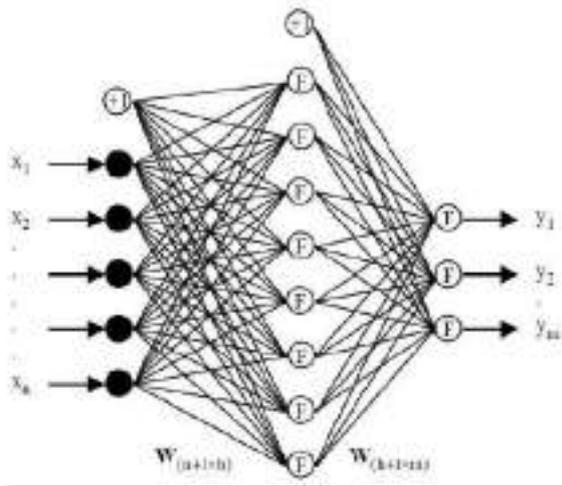


Fig 6: Estructura general de una red neuronal artificial

salida  $y_i$  y las variables de entrada  $x_i$ , por ejemplo, de la forma (para una RNA de una sola entrada y una sola salida):

$$y = c_0 + c_1 \cdot \text{sig}[b_0 + b_1 \cdot \text{sig}(a_{10} + a_{11} \cdot x_1 + a_{12} \cdot x_2 + \dots) + b_2 \cdot \text{sig}(a_{20} + a_{21} \cdot x_1 + a_{22} \cdot x_2 + \dots) + \dots]$$

Aquí, *sig* denota la función sigmoidea. Tras un entrenamiento suficiente, se obtienen valores ajustados para los coeficientes  $a$ ,  $b$  y  $c$ , determinándose la relación no lineal. Ahora la RNA puede determinar muy rápidamente los valores  $y_i$  para unos valores  $x_i$  dados. Por razones numéricas, es aconsejable normalizar los valores de entrada y salida entre 0 y 1:

$$\text{Valor Normalizado} = \frac{(\text{Valor real} - \text{Valor Min.})}{(\text{Valor M\acute{a}x.} - \text{Valor Min.})}$$

“Deep Learnign”, [https://en.wikipedia.org/wiki/Deep\\_learning](https://en.wikipedia.org/wiki/Deep_learning), es una palabra de moda reciente, que se utiliza cuando se emplean redes neuronales con dos o m\as capas ocultas. Tener una capa adicional significa que la funci\on de transferencia (por ejemplo, la funci\on sigmoidea) es llamada en s\i misma una funci\on de transferencia. Esto a\ade m\as

La RNA est\ “entrenada” en conjuntos de datos. Este proceso de entrenamiento da como resultado una relaci\on matem\atica entre las variables de

**QUALITY, RELIABILITY AND COMMITMENT ARE OUR IDENTITY**

NATO AQAP PECAL ISO STANDARDS



**30** YEARS  
SECTORAL  
EXPERTISE

**90** PROJECTS FOR  
SPANISH  
DEFENCE

**139** HIGH  
TECHNOLOGY  
PROJECTS

## OUR SERVICES

ELECTRICAL PROJECTS, INSTALLATIONS AND ENGINEERING DESIGN FOR MILITARY AND CIVIL VESSELS

DESIGN AND MANUFACTURING OF CONSOLES, AUTOMATION SYSTEMS, DISTRIBUTION PANELS AND STARTERS

COMPLETE MAINTENANCE OF NAVAL AND INDUSTRIAL INSTALLATIONS

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN RENEWABLE ENERGIES

flexibilidad en la aproximación de funciones, pero también requiere más datos para que el entrenamiento sea exitoso.

Las RNAs son una poderosa herramienta en estadísticas numéricas para muchas aplicaciones, y en particular en nuestro contexto para las fórmulas empíricas utilizadas en el diseño conceptual y de buques, o en aplicaciones de optimización formal, cuando se necesitan estimaciones rápidas y medianamente precisas. No son una “bala mágica”; no pueden hacer milagros. Las RNAs alcanzan sus limitaciones en varios casos, *Bertram (2022)*, *Colle y Morobé (2022)*:

- procesos aleatorios o cuasi-aleatorios
- conjuntos de datos escasos
- extrapolación mucho más allá del conjunto de datos utilizados en la identificación del sistema.

### 3: APLICACIÓN A LOS REMOLCADORES PORTUARIOS

El punto de partida de cada análisis RNA es una base de datos. En nuestro caso, la base de datos se elaboró a partir de los diseños de remolcadores de los ingenieros consultores Kölln/Jacoby de Hamburgo, enriquecida con datos adicionales suministrados por los astilleros Hitzler, Schottel y Voith Hydro. 58 remolcadores de diferente tamaño, antigüedad y sistemas de propulsión recuperados de los archivos en papel para alimentar la base de datos.

Para los análisis de la RNA, se utilizó entre el 70% y el 80% de los conjuntos de datos para el entrenamiento de la RNA; el resto se reservó aparte para la validación. La precisión de las predicciones de la RNA se presentó calculando la correlación entre las salidas reales y las previstas

Los parámetros clave de entrada son la velocidad de diseño  $V$  en  $[kn]$ , fuerza de arrastre  $t$  en  $[t]$  y la eslora  $L_{pp}$  en  $[m]$ . Se utilizan las unidades no métricas de nudos y toneladas (para fuerzas), ya que son las unidades habituales en la comunidad de diseño de remolcadores.

Los parámetros clave de salida son el desplazamiento de masa  $\Delta$  en  $[t]$  y la potencia del motor  $P$  en  $[kW]$ . Si  $L_{pp}$  no se conoce en el diseño inicial (ya que depende a su vez normalmente de la potencia instalada), puede estimarse en función de la fuerza de arrastre requerida  $t$  y del tipo de propulsión:

- Schottel:  $L_{pp} = (60.513 \cdot t - 40.278)^{0.1560} / 0.1269$

- Voith-Schneider:  $L_{pp} = (72.103 \cdot t - 8.0)^{0.2244} / 0.1996$

- Conventional:  $L_{pp} = 7.272 \cdot t^{0.4063}$

Para que los resultados sean accesibles para la comunidad en general, extrajimos la representación interna del software de la RNA para derivar las siguientes fórmulas explícitas y programables, *Bertram y Mesbahi (2000)*:

$$\Delta = 26 + 886 \cdot \text{sig}[-4.36 \cdot \text{sig}(-0.1093 \cdot t - 0.6485 \cdot V + 14.1646) - 3.08 \cdot \text{sig}(-0.0579 \cdot t - 0.6912 \cdot V + 7.402) + 36]$$

$$P = 1060 + 3354 \cdot \text{sig}(1.23 - 6.44 \cdot \text{sig}(0.08652 \cdot L_{pp} - 0.3171 \cdot t - 3.84 \cdot V + 60.4709))$$

$$+ 2.97 \cdot \text{sig}(0.8539 \cdot L_{pp} + 0.2307 \cdot t - 0.484 \cdot V - 23.07)$$

$$- 5.98 \cdot \text{sig}(0.2596 \cdot L_{pp} + 0.0856 \cdot t + 0.51 \cdot V - 17.577)$$

$$+ 2.61 \cdot \text{sig}(0.2857 \cdot L_{pp} + 0.7132 \cdot t + 0.476 \cdot V - 25.7645))$$

Tras ejercitar la red neuronal con el subconjunto de datos para el entrenamiento, los resultados pronosticados se compararon con los valores reales del subconjunto de datos para la validación. La concordancia fue buena, por ejemplo, para la predicción de la potencia, Fig. 7, con un coeficiente de correlación de 0,9945.

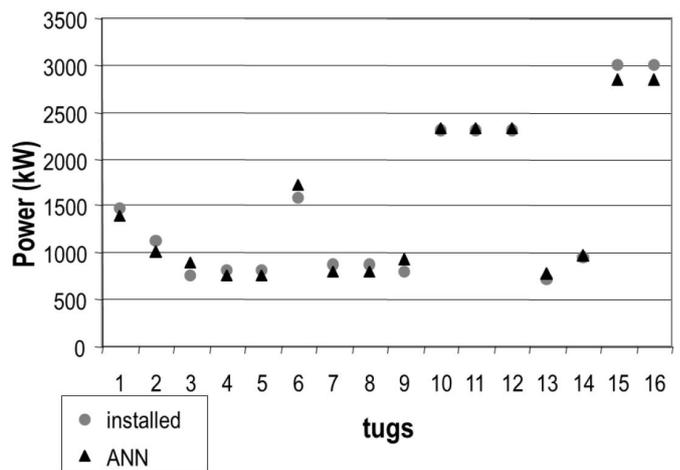


Fig 7: Comparación de la potencia prevista e instalada de RNA en el conjunto de datos de validación.

## 4 · CONCLUSIÓN

Las redes neuronales artificiales son una potente herramienta para obtener fórmulas de diseño empíricas. Requieren un conjunto de datos suficientemente amplio, lo que puede suponer un reto en algunas aplicaciones de diseño de buques, en concreto para los tipos de buques no convencionales. El proceso de formación y la aplicación, son sencillos en comparación.

## AGRADECIMIENTOS

Damos las gracias a Ehsan Mesbahi por habernos introducido en el mundo de los análisis de redes neuronales hace casi 25 años, y al difunto Georg Stockdreher, de Kölln/Jacoby Consulting Engineers, de Hamburgo, por sus considerables conocimientos sobre remolcadores y su material de datos. También hay que dar las gracias a las empresas Schottel, Voith Hydro y Hitzler por suministrar material de datos adicional.

---

## BIBLIOGRAFÍA

**ALLAN, R.G. (2003)**, *Tugs and towboats*, Ch.48 Ship Design and Construction (Ed. T. Lamb), SNAME

**BENTIN, M.; BERTRAM, V. (2000)**, *Entwurfsgrundlagen für Hafenschleppern*, Handbuch der Werften, Hansa-Verlag

**BERTRAM, V. (2012)**, *Practical Ship Hydrodynamics*, Butterworth & Heinemann

**BERTRAM, V. (2022)**, *Capabilities and Limits of Machine Learning*, 7th HullPIC Conf., Tullamore, pp.16-23, [http://data.hullpic.info/HullPIC2022\\_Tullamore.pdf](http://data.hullpic.info/HullPIC2022_Tullamore.pdf)

**BERTRAM, V.; MESBAHI, E. (2000)**, *Anwendungen Adaptiver Neuronaler Netze im Schiffsentwurf/ Adaptive Neural Network Applications in Ship Design*, Jahrbuch der Schiffbautechnischen Gesellschaft, Springer

**BERTRAM, V.; BENTIN, M. (2001)**, *Tugs*, 36th WEGEMT Summer School, [http://www.wegemt.com/wp-content/uploads/2019/04/36th\\_WEGEMT\\_Summer\\_School\\_on\\_Manoeuvering\\_and\\_Manoeuvering\\_Devices.pdf](http://www.wegemt.com/wp-content/uploads/2019/04/36th_WEGEMT_Summer_School_on_Manoeuvering_and_Manoeuvering_Devices.pdf)

**COLLE, C.; MOROBÉ, C. (2022)**, *Saving AI from its Own Hype: Getting Real about the Benefits and Challenges of Machine Learning for Ship Performance Modelling Aimed at Operational Optimizations*, 7th HullPIC Conf., Tullamore, pp.198-206, [http://data.hullpic.info/HullPIC2022\\_Tullamore.pdf](http://data.hullpic.info/HullPIC2022_Tullamore.pdf)

**MESBAHI, E. (2003)**, *Artificial neural networks – Fundamentals*, 39th WEGEMT School OPTIMISTIC – Optimization in Marine Design, pp.191-216, [http://www.wegemt.com/wp-content/uploads/2019/04/39th\\_WEGEMT\\_Summer\\_School\\_on\\_Optimistic\\_Optimization\\_in\\_Marine\\_Design.pdf](http://www.wegemt.com/wp-content/uploads/2019/04/39th_WEGEMT_Summer_School_on_Optimistic_Optimization_in_Marine_Design.pdf)

**MESBAHI, E.; BERTRAM, V. (2000)**, *Empirical design formulae using artificial neural networks*, 1st COMPIT Conf., Potsdam, pp.292-301, [http://data.hiper-conf.info/compit2000\\_potsdam.pdf](http://data.hiper-conf.info/compit2000_potsdam.pdf)

**SCHNEEKLUTH, H.; BERTRAM, V. (1998)**, *Ship Design for Efficiency and Economy*, Butterworth & Heinemann

**WATSON, D.G.M. (1998)**, *Practical Ship Design*, Elsevier

**VEELO, B. (2004)**, *Variations of Shape in Industrial Geometric Models*, PhD thesis, NTNU, Trondheim, <https://www.sarc.nl/publications/variations-of-shape-in-industrial-geometric-models/>



Quality • Reliability • Flexibility

EXPERTS IN SHIP AND OFFSHORE INTERIOR

We have successfully delivered the “Edda Breeze“ and the “Edda Brint“ in 2022 and give the best wishes for the owner and crew.



We wish all our Clients and Suppliers  
Merry Christmas and a prosperous New Year!

Lido Marine sincerely appreciates your confidence and trust in 2022 and we look forward to continue this in 2023.

Some of our strategical partners:

EKORNES



[www.lidomarine.eu](http://www.lidomarine.eu)

## Entrevistamos a: **THUNE EUREKA S.A.**



**Manuel J. García (CEO) & Sergio Álvarez (Director General)**

[thuneureka@thuneureka.com](mailto:thuneureka@thuneureka.com)

# ThuneEureka

El origen de Thune Eureka se remonta a 1815, cuando en Drammen (Noruega) se crea Thune, que se fusionará posteriormente con Eureka dando lugar al grupo de ingeniería y fabricación KVÆRNER EUREKA. En 1973 se instalaron en España fundando la primera fábrica fuera de Noruega, en Galicia: Thune Eureka Española, concebida inicialmente para la fabricación de bombas y equipos para el sector naval. En la actualidad, Thune Eureka es un proveedor de servicios completos de fabricación de bienes de capital complejos. Dispone de secciones de calderería, soldadura, mecanizado, montaje, integración y pruebas de funcionamiento; además de un equipo de profesionales altamente cualificado, motivado y comprometido.

La ventaja competitiva radica en que la fabricación de sus productos abarca el ciclo completo, desde la adquisición de materias primas hasta la entrega al cliente, pasando por diversas fases intermedias y sometiendo a los equipos a rigurosas pruebas de aceptación. Exporta el 99% de su producción. Siendo los países nórdicos su principal clientela, aunque también se pueden encontrar sus productos en otras partes del mundo (U.S.A., China, Alemania...). El objetivo de Thune Eureka es satisfacer todas las necesidades de sus clientes logrando los más altos niveles de calidad, preservando y manteniendo el medio ambiente y la salud de sus trabajadores.

---

**• Desde su fundación, ¿continuáis manteniendo las líneas de actividad originales, o habéis diversificado vuestra actividad?**

La empresa se constituyó en España en el año 1973 para ser exclusivamente una fábrica de bombas. Desde sus orígenes, y a través de las diferentes etapas y evoluciones por las que ha pasado la compañía, hemos llegado a la situación actual, en la que damos soporte de ingeniería y fabricamos bienes de equipo metalmecánicos a nivel global para múltiples industrias.

**• ¿Diríais que ha cambiado la manera de competir en la actualidad?, ¿en qué sentido?. Nacional**

**e internacionalmente, ¿consideráis que se ha producido algún cambio significativo en la manera de hacer negocios, de conseguir contratos?**

La manera de competir está en cambio constante. En una empresa con una tradición tan larga como la nuestra hemos vivido múltiples etapas. Desde hace no tanto tiempo, en el que para ofertar un proyecto se recibía la documentación y planos físicos por mensajería, hasta la situación actual donde un mismo email, con toda la información, se reenvía a proveedores en diversas partes del mundo para que oferten a la vez.

Nuestros clientes tratan de hacer compras cada vez

más asépticas a través de la cadena de suministro y los distintos agentes actúan como filtro a los órganos de decisión real. La labor comercial se hace más difícil. En el fondo, se trata de escuchar a los clientes, entender sus necesidades y adaptar nuestra empresa a lo que ellos demandan. También, en la búsqueda de nuevos clientes y mercados, es importante enfocar adecuadamente las acciones y dirigirse a aquellos clientes que encajen en las características de la empresa.

• **¿Qué particularidades y retos tiene el sector naval desde vuestro punto de vista?**

A nivel de astilleros locales existe una presión muy elevada en precios, que viene dada fundamentalmente por el elevado número de empresas auxiliares. Nuestra ubicación, que dista de los principales astilleros, hace que solo podamos ser competitivos en la fabricación de proyectos especiales.

En el ámbito internacional estamos colaborando con clientes en el mercado de la industria offshore. Si incluimos la eólica marina dentro de la industria naval, se presentan buenas oportunidades de negocio, pero solo para aquellas empresas que se especialicen en alguna línea de producto específica y adapten sus medios productivos a las demandas del sector.

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

Hay tres elementos clave que nos distinguen de la competencia:

El primero, como se indica en la introducción, es el disponer de unas instalaciones en las que se aborda el ciclo integral de fabricación. La instalación en activos viene acompañada de una fuerte inversión en activos no tangibles, licencias, certificaciones de calidad, homologaciones etc...

El segundo, es esa vocación internacional que nos caracteriza y que está inscrita en el ADN de la empresa.

El tercero, es el equipo humano que es muy cualificado y está muy enfocado en el servicio al cliente y el mantenimiento de un elevado estándar de calidad en los procesos que ejecutamos.

• **¿En qué forma tenéis pensado seguir desarrollando y expandiendo el negocio?, ¿Qué objetivos tenéis de cara a 2023?**

Los efectos arrastrados de la pandemia, la situación acaecida por guerra de Ucrania, la escasez de materiales, incrementos de precios, y en general la coyuntura actual hace difíciles las previsiones a largo plazo; es tiempo de prepararse, de fortalecerse y seguir avanzando, pero con pasos seguros y considerando que la prudencia debe prevalecer en la toma de decisiones. Prevemos un inicio de año aceptable, pero el fantasma de la recesión en Europa está presente y obviamente vamos a sufrir sus consecuencias.

El control del gasto y la focalización de las inversiones se vuelven elementos fundamentales, es importante mantener un nivel de apalancamiento muy controlado, que no suponga un lastre excesivo en los momentos de bache.

Por un lado, a nivel interno seguimos ampliando capacidades, hemos adquirido recientemente una fresadora de mayores dimensiones y seguimos ampliando la plantilla tanto en estructura, a nivel ingeniería y comercial, como con personal de taller; con todas las dificultades que conlleva la captación de trabajadores cualificados en el sector. Tenemos la previsión a medio plazo de ampliación de las instalaciones, con un nuevo edificio que centralice la logística de material.

A nivel comercial, estamos desarrollando mercado con clientes relacionados con la transición energética y desarrollos científicos, aunque paradójicamente la coyuntura actual, que ha producido una escalada en los precios del petróleo, ha provocado la reactivación de antiguos proyectos del mercado de oil&gas y actualmente estamos trabajando a corto plazo también intensamente en esta línea.

• **Thune eureka desarrolla su actividad para diversos sectores productivos, incluido el sector naval, ¿cuáles son los planes a medio y largo plazo para el mercado peninsular?, ¿y para el internacional?**

No concebimos el negocio sin un enfoque internacional. La comunicación empresa-cliente se desarrolla en inglés, que sigue siendo la asignatura pendiente de este país.

Los tres ejes de trabajo actuales giran en torno a la transición energética, las grandes instalaciones científicas, y el crecimiento transversal del negocio con los clientes actuales.

Nuestra oferta de valor va dirigida a ingenierías y poseedores de tecnología, y éstos están concentrados

en el norte de Europa. Es allí en donde ahondamos en nuestros esfuerzos comerciales. La labor comercial tiene un importante componente técnico y las barreras de entrada son difíciles de franquear. El periodo que va desde que se realiza un primer contacto con un cliente hasta que se consolidan pedidos de un modo más o menos repetitivo es en la mayoría de los casos superior a dos años. El proceso desgasta, ya que la presión de precio a la baja en las fases iniciales es muy intensa y se hace necesario una buena situación financiera para poder soportarla. Las auditorías de calidad, y de procesos también hacen el camino difícil. Solo la constancia y la demostración continua de que se hacen las cosas bien acaba consolidando a los clientes. En el otro lado de la balanza, cabe reseñar que una vez consolidada la relación en términos generales es de largo plazo. La mayor parte de nuestra actividad comercial se centra en mantener y reforzar la relación con los clientes actuales, a la par que se realiza prospección de mercado y acciones de acercamiento específico con algún potencial cliente.

• **Se habla de la innovación como uno de los pilares para el desarrollo de las empresas, ¿en qué medida la I+D+i ha sido importante en la trayectoria de Thune Eureka?, y ¿hasta donde les ha llevado?**

Es importante entender que Thune Eureka es una empresa cuya actividad principal es la fabricación, de modo que la parte de Investigación no la abordamos.

En lo que a innovación de procesos se refiere, estamos en constante evolución, ya sea de forma interna, o mediante colaboradores. Destacaría que recientemente hemos realizado un trabajo en el cual mediante soldadura por *electron beam*, hemos ejecutado una unión entre cobre y acero inoxidable, también un recubrimiento abrasable en un componente para una turbina de gas.

Además, estamos optando a la participación consorciada de un proyecto europeo de fabricación aditiva mediante soldadura, y en interno estamos en las últimas fases de desarrollo de un equipo de frío industrial que pretendemos comercializar con marca propia.

• **Se dice que desde hace varios años que la digitalización y la implementación de nuevas tecnologías serán claves en el sector, ¿está una empresa como Thune Eureka preparada para abordar esa transformación digital?**

Aunque pueda parecer extraño, la fabricación me-

cánica de equipos industriales de pieza unitaria o lote corto todavía mantiene un punto de artesanía, aunque intervengan máquinas de control numérico.

La transformación digital a nivel información es un hecho y tratamos de adaptarnos a ella. Ya hemos realizado la migración de datos a la nube, hemos automatizado tareas que antes se hacían manualmente e implementado dispositivos electrónicos en el control de procesos en taller o *stock* en almacén.

En lo que se refiere a *machine learnig*, *Business intelligence*, e inteligencia artificial, estamos atentos a las novedades del mercado, de momento no hemos encontrado ninguna aplicación que pueda suponer un revulsivo en nuestro negocio.

Tal vez el mayor salto a corto plazo en el sector venga dado por la popularización de los robots en el ámbito de la soldadura y la fabricación aditiva, combinada con los procesos tradicionales.

• **Otro desafío al que nos estamos enfrentando es la renovación de los 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/dificultad en Thune Eureka?**

Es de todos conocida la problemática de captación de mano de obra en el sector, y no es solo a nivel regional, sino que se extiende a nivel global. Es algo extraño, ya que históricamente los profesionales del sector se han caracterizado por su fácil empleabilidad y los convenios del metal gozan de buenas condiciones. Parte de la problemática se debe a que los jóvenes prefieren formarse en profesiones más relacionadas con las tecnologías y como el sector requiere de "oficio" y el entorno no es tan agradable, pues el talento no se acerca.

Luego, también está la falta de productividad inicial de los trabajadores, debido a que les lleva tiempo aprender el oficio, en Thune consideramos que un trabajador con buenas aptitudes, que se incorpora a la empresa desde un ciclo formativo tarda entre dos y cinco años en empezar a dominar la profesión.

Tal vez desde el sector se deberían de hacer más campañas de promoción para incentivar a los nuevos estudiantes a decantarse por las profesiones del metal. Lanzo desde aquí el guante a las agrupaciones como Aclunaga o similares, y a la administración, para que recojan la idea y hagan un poco de promoción. Llevamos ya unos años y estamos teniendo ex-

perencias muy positivas con la formación dual.

También me gustaría destacar la presencia cada vez mayor de la mujer en el sector. Hasta hace pocos años era algo extraordinario. Actualmente, en Thune Eureka trabajan en planta cinco mujeres que representa ya cerca de un 8% de la plantilla, si hablamos de los puestos de oficina el número se eleva a cerca de la mitad de los trabajadores.

• **Se dice que 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 profesionales?**

La productividad es un término que se puede prestar a confusión según se mida. En el fondo no deja de ser un indicador económico en el que interviene el valor de los productos elaborados y los insumos consumidos en producir los bienes.

No creo que la productividad de los países europeos venga dada por una mayor eficiencia de sus trabajadores, sino porque son capaces de poner en más valor los bienes que producen y esto les mejora el numerador en el indicador.

• **La protección del medioambiente es uno de los retos a los que se enfrenta la industria, ¿creéis que se están tomando medidas al respecto, os afectan negativamente?, ¿en que se podría mejorar?**

Sí, claro que se están tomando. Todos los estamentos y empresas están en mayor o menor grado concienciados con la protección del medio. Hace años que nos hemos certificado en la ISO14000, y además de la legislación o los requerimientos de la propia normativa, nuestros clientes auditan periódicamente nuestros niveles de cumplimiento.

Las acciones de mejora y reducción de impacto ambiental, llevan asociados cambios en los procesos y fuertes inversiones que no producen un efecto directo en la productividad. Claro, en la cuenta de resultados tiene su reflejo, y este incremento de costes hace perder competitividad; pero no puede ser de otro modo, es algo que hay que afrontar y en lo que hay que avanzar. Tenemos la obligación de cuidar el planeta.

Tengo que decir que nuestros clientes en general no solo valoran, sino que a la par exigen que seamos respetuosos con el medioambiente, por lo tanto, en nuestro caso particular lo que de modo directo

afecta al nivel de costes negativamente, a su vez se convierte en un elemento diferenciador.

En cuanto a las mejoras, a nivel operativo o de inversión, son infinitas. Este año instalaremos casi 200Kw de paneles solares para autoconsumo, y hemos mejorado la clasificación en la separación de residuos.

Una idea de mejora externa podría ser, por ejemplo, que la administración se hiciese cargo de la gestión de residuos. Esto liberaría la carga económica y administrativa para las empresas, mejoraría la competitividad y fomentaría un mejor comportamiento de las empresas que actualmente son menos responsables.

• **A punto de finalizar el año, ¿qué balance hacéis de la empresa en un ejercicio de cierta recuperación tras la especial situación vivida en los últimos años?, ¿dónde le gustaría ver situado a Thune Eureka en el medio y largo plazo?**

En cierto modo parte de la respuesta a estas preguntas ya está expuesta más arriba.

Después de un 2020 y 2021, que aunque hemos resuelto con resultado positivo, han supuesto un frenazo a la buena inercia que traíamos de 2019, el ejercicio en curso, en efecto, marca una recuperación en la senda de crecimiento.

Con paso firme y prudente vamos a seguir apostando por un crecimiento moderado y sostenido, anclándonos en los tres ejes de trabajo que he mencionado anteriormente.

Nuestro reto a largo plazo es estar a la altura, y ser considerados a nivel europeo un referente en la fabricación metalmeccánica de equipos industriales.

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

Sí, optimistas pero prudentes. Se prevé un escenario de mucha incertidumbre, y como señalamos anteriormente, con una fuerte recesión a la vuelta de 2023. El mundo va a seguir girando y es necesario suministrar bienes industriales; y allá donde haya una oportunidad vamos a estar nosotros.

La clave pasa por localizar los nichos en los cuales podamos defender nuestra propuesta de valor, y en trabajar duro para acceder a ellos y hacer negocio.

La empresa está en su mejor momento en cuanto a equipamiento, y el equipo humano está preparado para afrontar el futuro.

# GRACIAS POR VUESTRA COLABORACIÓN:

**SEA EUROPE**



**NAVANTIA**



**DNV GL**



**NDAR**



**FERNÁNDEZ JOVE**



**SSI**



**SIEMENS**



**Va de Barcos.net**



**SURCONTROL**



**IBERCISA**



**PROGENER**



**NORINVER**



**THUNE EUREKA**



**LIDOMARINE**



**EMDEN-LEER**



*Dónde encontrarnos:*

- Página web:

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



@aclunaga



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

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

Teléfono: 981 57 82 06

Fax: 986 90 52 83