

GMT

by **ACLUNAGA**

Galician Maritime Technologies

Nº 2 - 2018



El buque oceanográfico polar **BAP Carrasco**

Proyecto Piloto Industria Naval 4.0

Tecnologías de desalinización y sistemas de tratamiento de agua a bordo

El GNL como combustible marítimo, una oportunidad para Galicia

Complejidades de la soldadura de aceros inoxidables

El oficio de soldador: aprender de la experiencia

Tipología de buques en astilleros gallegos 2T 2018. Cartera de pedidos

Entrevista a Pablo Carceller y José Ramón Antón



ACLUNAGA
ASOCIACIÓN
CLÚSTER DEL
NAVAL GALLEGO

BBVA

“Controlar las cuentas de una empresa no es fácil”

CUENTAS BBVA

25/06/18	4090	-89,00€
27/06/18	7768	-120,00€
28/06/18	9902	-31,60€
28/06/18	1134	-55,75€
30/06/18	3367	2.000,00€
01/07/18	3734	-800,00€
---	---	---

OTROS BANCOS

22/06/18	4090	-15,00€
22/06/18	7768	-150,00€
23/06/18	9902	-31,60€
24/06/18	1134	-44,55€
31/06/18	3367	-234,65€
22/06/18	4090	-15,00€
22/06/18	7768	-150,00€
23/06/18	9902	-31,60€
24/06/18	1134	-44,55€
31/06/18	3367	-234,65€

BBVA ONE VIEW

Todos los bancos de tu empresa en un mismo sitio

Con el nuevo servicio de agregación BBVA One View puedes controlar los movimientos de tus cuentas de un vistazo, recibir alertas ante imprevistos en cualquiera de ellas, tener una visión global de la tesorería, obtener informes personalizados...

Porque cuanto más sabes, mejor decides.

Entra en bbvaoneview.com



Creando Oportunidades

GMT by Aclunaga se pone a disposición de todos vosotros para daros voz, para presentaros y ponerlos en contacto

Esta nueva edición de la revista GMT by Aclunaga se centra nuevamente en aportar artículos de contenido técnico. Con la ilusión de ser una publicación que promueva información sobre la realidad más actual de nuestro sector. Y con la aspiración de servir como soporte local de referencia, para ser utilizada por todos los miembros como trampolín para compartir conocimientos y buenas prácticas.

Este conocimiento, atesorado durante tantas décadas, ha sido el que ha forjado el buen nombre de la construcción naval gallega. Compuesto y formado por todos aquellos que han aportado su esfuerzo y mucho trabajo. Gracias también a todo ello nuestro sector se encuentra a día de hoy en disposición de acceder, aceptar y defender cualquier reto.

Por ello consideramos que dotar al panorama regional de un medio de difusión de estas características, no puede hacer otra cosa más que dinamizarlo. Facilitando que profesionales del más alto nivel divulguen y contagien su know-how de carácter más técnico.

Un sector fortalecido será también un sector que esté en disposición de aceptar los más desafíos difíciles. Sin duda la

transmisión de conocimiento contribuirá a ello, ya que servirá de hoja de ruta a otras muchas empresas compañeras. Servirá también como referente y como marca de nivel hacia dónde dirigirse. Por lo que ayudará al crecimiento conjunto de todo el sector.

Contar con un medio de difusión de estas características, de una publicación especializada y centrada en las relaciones, ayudará a normalizar y facilitar la transmisión de información. De alguna manera puede ayudar a crear estímulos positivos, creándose una plataforma que genere ese efecto tractor para el crecimiento de todos. Compartir, en definitiva, cultura y experiencias que sirvan como ayuda y referente para el desarrollo del resto.

GMT by ACLUNAGA se pone a disposición de todos vosotros para daros voz, para presentaros y ponerlos en contacto. Como un elemento más que ayude al progreso conjunto de todos los factores. Y son el del intercambio y acceso al conocimiento y a la información considerados clave.

Aclunaga
Equipo editorial

Número 2 - 2018

- 4** "Proyecto Piloto Industria Naval 4.0" Proyecto Piloto Industria Naval 4.0 de Alister, Aclunaga, Gabadi, Ibercisa, Norinver y Thune Eureka
- 8** "Tecnologías de desalinización y sistemas de tratamiento de agua a bordo" Álvaro Baaliña y Marta Herva
- 10** "El GNL como combustible marítimo, una oportunidad para Galicia" Carlos Vales
- 12** "Complejidades de la soldadura de aceros inoxidable" Juan Bautista González Aguilar
- 14** "El oficio de soldador: aprender de la experiencia" José García Díaz
- 17** "El buque oceanográfico polar BAP Carrasco" Juan A. Oliveira
- 20** Datos Aclunaga: Tipología de buques en astilleros gallegos 2T de 2018 - Cartera de pedidos
- 21** Entrevista: Pablo Carceller y José Ramón Antón, gerente y director técnico de F. Carceller

Edita: Asociación Clúster del Naval Gallego (Aclunaga)

Diseño: Pingota Comunicación

Proyecto Piloto Industria Naval 4.0

Participantes: AISTER, ACLUNAGA, GABADI, IBERCISA, NORIVER, THUNE EUREKA

La industria a nivel mundial se aproxima a un cambio de paradigma. Dejando atrás la Tercera Revolución Industrial—término aceptado en 2006 por el Parlamento Europeo a proposición de Jeremy Rifkin—, para muchos especialistas estamos ya ante lo que se considera la Cuarta Revolución Industrial, con la Industria 4.0. como máximo exponente. La construcción naval en Galicia no puede ser ajena a estos cambios si en un futuro se quiere consolidar el liderazgo del sector, y no lo es. Lleva años preparándose para afrontar lo que hoy es el futuro inmediato.

Para tal fin será necesaria la reingeniería de toda la cadena de valor, introduciendo cambios a partir de la aceleración de tecnologías como son la inteligencia artificial y la robótica; los nuevos sensores; la realidad virtual; etc. Este vuelco en la producción ya está siendo asumido por líderes económicos mundiales como Corea del Sur o Alemania. En Galicia los principales actores del sector también preparan este salto tecnológico que nos sitúe en la vanguardia.

Durante los últimos años en el escenario económico internacional se ha generado un entorno empresarial cada vez más libre y competitivo, los modelos tradicionales han quedado obsoletos y ha sido urgente la adaptación hacia otro modelo de competitividad. Alguno de los problemas surgidos de la cooperación entre las empresas del sector naval es la elevada dependencia de la industria auxiliar respecto a los astilleros, la cual ha condicionado las posibilidades de innovación de producto, ya que el subcontratista se limita a fabricar lo que se le encarga desde el astillero. Las escasas innovaciones se producen con el objetivo de reducir costes o mejorar la calidad del producto, dedicando pocos recursos a la innovación, lo que contrasta con la importancia que esta representa para el desarrollo de su actividad y para la necesaria adecuación a las futuras exigencias de los astilleros.

Inmersos en este nuevo contexto, la experiencia confirma que las empresas más dinámicas surgen y se desarrollan en espacios con cierto tipo de condiciones favorables. Es por esto que se ha considerado la conveniencia de desarrollar una actuación a favor de la cooperación inter-empresarial por parte de todo el sector naval gallego.

Siendo conscientes de la importancia del desarrollo de la Industria 4.0., todos los actores implicados buscaron nuevos formatos innovadores que pudieran ser aplicados a nuestro modelo. Sumado a que la Agenda de Competitividad de Galicia recogió planes de impulso que se desarrollarían entre 2015 y 2020. Así, se pusieron en marcha actuaciones a corto plazo que pretendían impulsar las innovaciones en procesos y productos en las empresas gallegas.

El Proyecto Piloto Industrial Naval 4.0. sirvió para dar impulso hacia la diversificación y digitalización de instalaciones productivas que se pretenden conseguir en Galicia. Poniendo en marcha un programa piloto hacia la “Fábrica Inteligente” con el objetivo de actuar como ejemplo y demostración de la virtualización de la industria en el ámbito naval. El proyecto fue seleccionado por la diversidad de tecnologías aplicadas, la coherencia con los objetivos de las empresas implicadas y su factibilidad técnica y económica.

Se atendió a la necesidad de la revitalización de procesos productivos y de gestión para mejorar la competitividad nacional e internacional. En el caso gallego, se contaba con precedentes como el Shipbuilding 4.0. junto con la decisión de Navantia de incorporar las tecnologías 4.0. a los procesos productivos, que ya habían demostrado el efecto tractor que se podía generar en la industria complementaria. Así pues, el clúster presentó con cinco empresas asociadas el proyecto Industria Naval 4.0. Basado en la digitalización de procesos principalmente, su finalidad era la de impulsar la implantación de tecnologías modernas y productivas, buscando soluciones innovadoras para los problemas reales que afectan a las empresas.

Para un sector tan tradicional y manual como el nuestro, implantar tecnologías avanzadas no supone un reto en cuanto al deseo de hacerlo, sino en relación a la dificultad de obtener retorno de la inversión. Ante estas dificultades resalta aún más la participación de las empresas que acompañaron a este proyecto, que claramente preocupadas por el futuro del sector, se enfrentaron al cambio de tendencia, posibilitando que unos pocos “demuestren” y se adelanten a las mejoras tecnológicas que llevan tantos años siendo reclamadas, convirtiéndose en los auténticos protagonistas de la revolución tecnológica naval.

Las empresas participantes poseían, y poseen, procesos de producción y fabricación manuales, basados en la pericia y experiencia de los trabajadores a cargo de las respectivas máquinas y procesos, siendo esto una constante en todo el sector. Por eso, el proyecto presentado por cada empresa buscaba aumentar el grado de seguridad en las operaciones hacia la productividad y contar con la interacción con nuevos sistemas de gestión de la fabricación, en donde la información que les llega a los operarios en tiempo real se basa en sus necesidades productivas, aspectos que sin sensorica o Big Data sería imposible.

El conjunto de empresas presentadas a la convocatoria plantearon de entrada un valor mínimo de ahorro y mejora de sus resultados individuales del 12%, valor mínimo que es lógico suponer para el

conjunto del sector. Poniendo en marcha un plan de inversiones que les permitirían: reducir sus costes en un 12% como mínimo; reducir la huella de carbono en un 20% como mínimo; aumentar la rentabilidad de la empresa en un 10% como mínimo, y aumentar el número de horas trabajadas por procesos automatizados o digitalizados en un 20% como mínimo; aún a sabiendas de que el flujo productivo o la calidad de los productos finales resultaría muy complicada de cuantificar.

Los ámbitos en que las empresas decidieron actuar y fortalecer sus servicios han sido: automatización extendida; mecatrónica y visualización de producción; sensórica y actuadores mecatrónicos; conectividad y comunicación extendida; internet de las cosas, intercomunicación máquina-máquina; personalización de productos; digitalización; Big Data; Logística 4.0; modelado y simulación de procesos industriales, operativos y logísticos. De este modo, con proyectos individuales que abarcan cada ámbito, las diferentes empresas tratan de adaptar las nuevas tecnologías existentes en el mercado a sus procesos productivos para alcanzar una mejora de la productividad, una disminución de los defectos actuales y un mayor control sobre la operación de la fabricación y producción.

A la hora de seleccionar el proyecto, algo que tuvo mucho peso fue la relevancia de las empresas que formaban parte de la agrupación en el sector concreto de aplicación. Cada una de ellas es única a nivel subsector de actividad de la cadena de valor. Por esto, su participación servirá como efecto incentivador hacia el resto de empresas que forman parte de la subactividad. Son proyectos de comienzo de una senda de automatización y digitalización basada en sus procesos productivos y, que va a permitir que otros que se dedican al mismo ámbito puedan acometer las mismas inversiones y posicionarse en niveles tecnológicos más acordes con la situación del mercado mundial.

Las empresas implicadas representan a cuatro de los principales eslabones de la cadena de valor sectorial, como es el caso de los "Equipamientos y maquinaria de cubierta", "Fabricación de bienes de equipo", "Electricidad, Electrónica y Automatización" y "Estructura", quedando garantizada la variedad en la posición de las compañías en la ya mencionada cadena de valor sectorial. Son firmas totalmente representativas y relevantes dentro de sus propios campos de actuación por su antigüedad, trayectoria, catálogo de productos, presencia a nivel nacional/internacional, facturación y empleo. Es por esto que se encuentran en el nivel más alto de las principales empresas de sus respectivos sectores de actividad.

Pasemos a ver ahora más en detalle las propuestas presentadas:

NORINVER evoluciona hacia una Industria 4.0

Norinver evoluciona hacia una industria 4.0 con la implantación de un sistema inteligente que, a partir de la digitalización de los procesos de su departamento de producción, se sirve de tecnologías Big Data e Inteligencia Artificial para lograr un impacto positivo en su productividad.

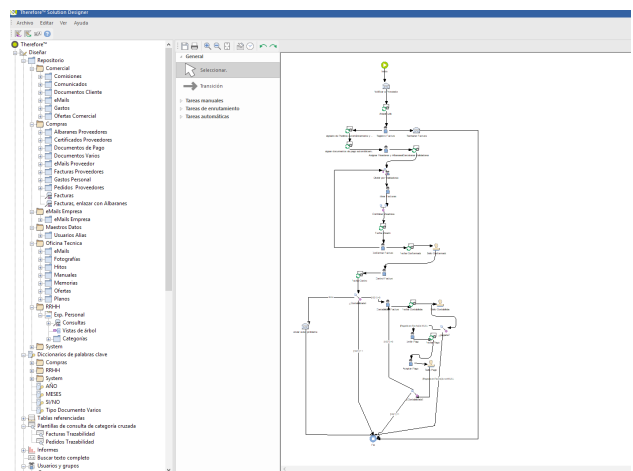
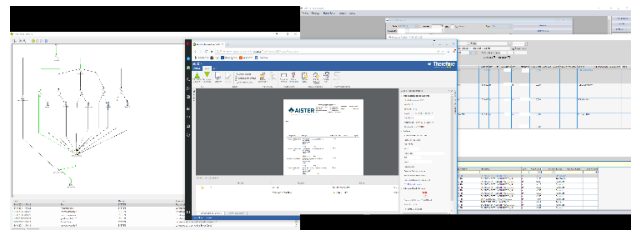
La plataforma se implementa sobre una arquitectura basada en Linux y sistemas móviles Android, y se sirve de tecnologías como NoSQL, HTML5, CSS3, BIRT, PENTAHO, Java Web Start, Java EE, OAuth, TLS, etc. para la toma de datos, la gestión de la documentación y los medios de producción, la creación y seguimiento de los ordenes de trabajo, y la implementación del programa de puntos de inspección.

Se genera así un repositorio Big Data a partir del cual se extraen de forma automática conclusiones sobre los trabajos realizados y, por medio de algoritmos de Inteligencia Artificial, se realizan predicciones sobre posibles incidencias, lanzando si es necesario avisos y/o alarmas que permiten prevenir situaciones no deseadas.

Tras la implantación y puesta en marcha del sistema, se han empezado a extraer datos que apuntan a una mejora en la productividad y eficiencia del departamento de producción, con lo que se espera un ahorro apreciable en los costes totales de los proyectos en ejecución.

El sistema se ha enfocado originalmente hacia la realización de instalaciones eléctricas en buques, si bien es susceptible (y con esa idea se ha desarrollado) de ser exportado y adaptado para su utilización no solo por otros gremios, sino incluso en otros sectores industriales.

AISTER se apunta al reto de la industria 4.0



La firma Aister ha puesto en marcha un proceso de digitalización con el fin de automatizar procesos y aumentar su productividad.

Aister ha dado un paso adelante hacia la transformación digital. El astillero ha puesto en marcha un minucioso proyecto de digitalización que consiste en la integración del sofisticado software de gestión documental Therefore en el ERP que utiliza la compañía, DUX.

Este sistema de almacenamiento y recuperación permite el acceso instantáneo a toda la información de la empresa mejorando los flujos de comunicación interna, entre sus diferentes departamentos, y externa, con clientes y proveedores.

Pero la digitalización también tiene claras ventajas más allá de la agilización de la información y la optimización de las comunicaciones. Aister podrá aumentar su eficacia en tiempos de respuestas así como acceder a la información de la empresa desde cualquier lugar, independientemente de la ubicación del usuario y de la unidad productiva.

El objetivo es, además, eliminar el uso del papel en la gestión global de la empresa y, consecuentemente, minimizar los costes de mantenimiento de archivos y su deterioro.

Para aprovechar al máximo las ventajas de la digitalización, Aister ha pensado en introducirla en diferentes ámbitos de la compañía comenzando con el procesamiento de documentos con carácter administrativo (pedidos, facturas, albaranes, nóminas...), documentación comercial y organización de la documentación de oficina técnica.

Además, Aister dispone de un sistema de gestión integrado de calidad, prevención y medioambiente con certificaciones ISO 9001 e ISO 14001 por Bureau Veritas que se verá beneficiado con el nuevo proceso de digitalización ya que se podrá llevar a cabo un mayor control de toda la información de la empresa.

De esta forma, la firma se reconvertirá en una empresa 4.0 cuyo funcionamiento es monitorizado con tecnologías TIC.

GABADI: Proyecto Piloto Fábrica 4.0 - Industria naval 4.0

Debido a las crecientes exigencias de carácter técnico así como de calidad de los productos requeridos por los clientes internacionales y debido también a la necesidad de aumentar la capacidad productiva y mejorar la productividad, Gabadi ha decidido abordar un proyecto de modernización de los procesos productivos incorporando nuevas tecnologías 4.0

La ejecución de dicho proyecto le permitirá a la empresa transformar el actual taller de chapa fina en una fábrica 4.0 con la que abordar de manera competitiva la producción en serie tanto de los productos desarrollados internamente como la nueva cartera de productos de mayor valor añadido.

Los objetivos perseguidos son aumentar la capacidad productiva reduciendo el "Time to Market", mejorar la productividad para reducir costes y aumentar la flexibilidad de producción; y mejorar la eficiencia reduciendo consumos de materias primas,

energéticos y optimizando la generación y el tratamiento de residuos.

En relación con otra de las principales líneas de negocio de la empresa, la reparación y construcción de tanques de membrana para el almacenamiento y transporte de gas natural licuado, Gabadi desarrollará e implantará un sistema de pegado automático programable y transportable, para facilitar su uso en los diferentes proyectos que la empresa lleva a nivel internacional, que permitirá la optimización del proceso de pegado del aislamiento primario en los tanques de membrana.



IBERCISA DECK MACHINERY, en el Proyecto Piloto Industria Naval 4.0

Desde su creación en el año 1969, la empresa Ibercisa Deck Machinery se ha especializado en el diseño y fabricación de maquinaria

de cubierta para todo tipo de buques: pesqueros, remolcadores, oceanográficos, mercantes o buques offshore. Y también desde sus orígenes, Ibercisa ha sabido que el desarrollo de tecnologías propias y la innovación son la clave de su éxito para competir a nivel internacional.

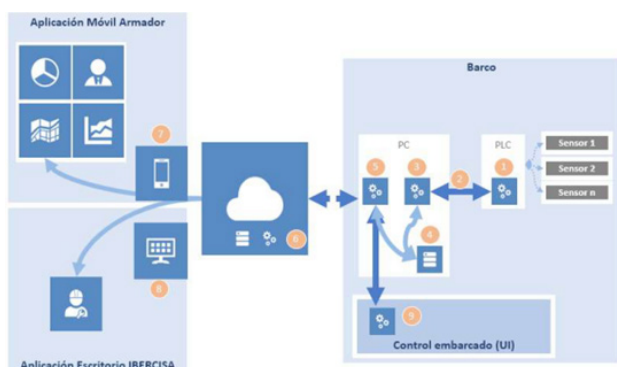
En la actualidad, la compañía está presente en los cinco continentes, comercializando sus productos en más de 45 países diferentes.

Cuenta con una moderna factoría provista con avanzados sistemas de producción y una cuidadosa organización interna, aspectos que permiten los más altos estándares de fiabilidad y calidad de sus productos.

La empresa ha mantenido una apuesta constante por el I+D+i. Así, cada año desarrolla nuevos productos como estrategia de crecimiento y sostenibilidad, respondiendo a las demandas del mercado y ofreciendo soluciones a medida de las necesidades de los clientes.

Con esta visión estratégica, Ibercisa ha participado en el proyecto Piloto Industria 4.0 promovido por IGAPE a través de Aclunaga, dentro del programa FEDER Galicia 2014-2020, con proyectos que incluyen:

- La reingeniería de la logística para una integración total de la cadena de suministro con la interconexión de sistemas y la máxima coordinación de los procesos logísticos.
- El desarrollo del programa de puntos de Inspección, analizando datos históricos registrados e integrándolo con el ERP de la compañía, definiendo durante el proceso los indicadores de evaluación.
- El desarrollo de un sistema de planificación e indicadores para pruebas y ensayos de maquinaria, integrado con el ERP.
- Desarrollo de sistema de seguimiento y trazabilidad de la chapa desde entrada en fábrica, de las piezas resultantes de procesos de oxicorte y su montaje en maquinaria final, integrados con el sistema de Gestión integral de su ERP.
- Desarrollo de una plataforma en la nube para monitorización de nuestras máquinas y presentación a clientes de información y 'dashboards' de mantenimiento en tiempo real, alarmas, etc., captando datos en las máquinas instaladas en buques de nues-



tros clientes a través de PLC. Desarrollando las aplicaciones para el análisis de los datos recibidos, y las herramientas de visualización de datos, establecimiento de alertas, etc., que permitan una rápida toma de decisiones e incrementar el valor añadido de nuestros servicios.

- Digitalización (digitalización documental, implementación de conexiones con el ERP), para agilizar los flujos de información tanto a nivel interno, como externo. Digitalizando documentación de la empresa y estableciendo flujos de trabajo.
- Optimización del Lead Time, mejorando la capacidad fabril y consiguiendo mejoras a nivel productivo. El alcance del proyecto incluye toda la cadena de valor operacional (desde la especificación comercial hasta la instalación, pasando por el diseño, las compras y la producción) haciendo énfasis en cómo se planifican y sincronizan las actividades.

Thune Eureka, en el Proyecto Piloto Industria Naval 4.0:

Thune Eureka ha impulsado a lo largo de los últimos años el crecimiento del área de diseño tanto de utillaje y equipos como de maquinaria.

En estos años se han dedicado exponencialmente recursos al área de I+D, incorporando ingenieros de diseño, nuevo software de diseño 3D y formación continua para trabajar en la vanguardia tecnológica que requieren sus clientes.

Dicha área de investigación y desarrollo ha diseñado, fabricado y adaptado equipos y maquinaria propios de acuerdo a necesidades internas de la compañía para alcanzar la excelencia, ofreciendo nuevas soluciones técnicas.

En el marco de este proyecto, Thune Eureka ha llevado a cabo una completa transformación electrónica y digital de uno de sus tornos para adaptarlo a las nuevas necesidades de integración con los sistemas de diseño y gestión que la empresa emplea. Así, el torno Schiess ha sido adaptado a un control numérico Fagor 8055, con un ajuste del sistema de rectificado y guiado para recibir instrucciones de la sala de diseño directamente.



FINANCIACIÓN

Este proyecto, cuyo coste global ascendió a 912.219,76€, ha sido financiado en un 37,34% con la subvención del IGAPE "Piloto Fábrica 4.0", con código de expediente IG223.2017.1.9, y en un 62,66% con fondos propios de las empresas participantes.

Tecnologías de desalinización y sistemas de tratamiento de agua a bordo

Álvaro Baaliña

Profesor doctor de la ETS de Náutica y Máquinas de la UDC
Asesor I+D+i Gefico

Marta Herva

Doctora en Ingeniería Química y Ambiental
Directora Dpto. Ingeniería Gefico

Esta temática fue abordada durante la primera edición de la jornada de formación sobre Tecnologías de desalinización y sistemas de tratamiento de agua a bordo, que se celebró el pasado mes de marzo de 2017 en la sede de Gefico. Esta primera edición contó con la presencia de personal de las Oficinas Técnicas y Dptos. de Compras de astilleros del norte de España y empresas afines.

El proceso de desalinización implica la obtención de agua prácticamente libre de sales a partir de agua de mar o salobre. Las sales se concentran en una corriente que es rechazada. El proceso de separación conlleva el consumo de energía mecánica, térmica y eléctrica.

Existen numerosas tecnologías de desalación, pero si nos ceñimos a las de mayor implantación práctica, cabría destacar dos: ósmosis inversa y evaporación.

Asociado al proceso de desalinización, existen otros equipos de tratamiento que permiten tratar el agua en las etapas previas y posteriores. Estas últimas permiten acondicionar el agua al uso final de la misma.

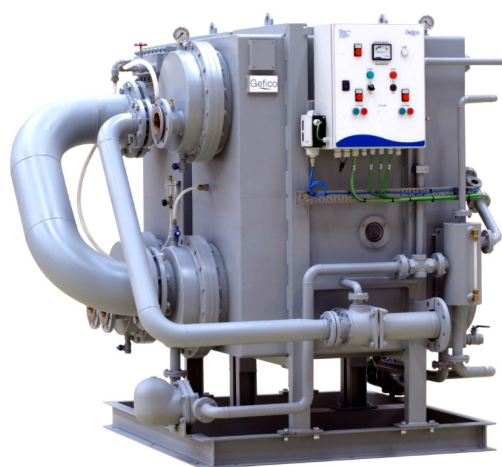
Tecnologías de desalinización

En la jornada se trataron los dos grandes grupos de tecnologías de desalinización de agua de mar: tecnología de membranas (ósmosis inversa) y tecnología de evaporación.

1) EVAPORACIÓN

El proceso de desalación térmica se asemeja al ciclo natural del agua, puesto que integra la vaporización parcial del agua a desalar, seguida de una condensación del vapor generado, obteniéndose de este modo agua prácticamente libre de sales. El proceso de vaporización implica un aporte energético considerable. A modo de ejemplo, se precisan 2257 kJ/kg a la presión atmosférica, sin

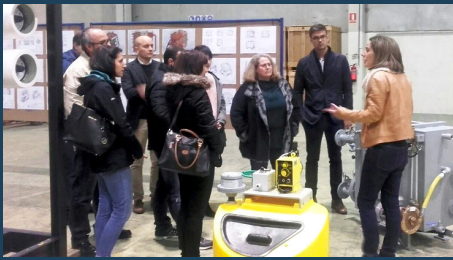
embargo, en los equipos comerciales el cambio de fase se verifica a presiones inferiores a la atmosférica, que implican en los equipos de GEFICO temperaturas de vaporización entre 35 y 45 °C. Esto permite aprovechar energía calorífica de baja temperatura presente en la mayoría de instalaciones térmicas, y que en muchos casos es desechada, mejorando de este modo el rendimiento térmico global de la instalación.



Evaporador modelo AQ-25/2, doble etapa, capacidad 25t/día

Dependiendo del tipo de vaporización, podemos tener el tipo convencional mediante intercambiador de calor sumergido, de película descendente o ebullición súbita (flash). Por otro lado, la disposición de múltiples etapas da lugar a equipos de destilación multiefecto (MEE) y multietapa con flash (MSF), en los que se consigue mejorar la eficiencia energética del proceso. Otro sistema que cabe mencionar es el de destilación por compresión de vapor, en el cual el vapor generado incrementa su temperatura por compresión, permitiendo el aprovechamiento de su energía latente en el propio proceso de vaporización del fluido a tratar. De este modo, el tamaño y costes del equipo son menores, comparados con los equipos anteriormente mencionados.

Teniendo en cuenta que la ósmosis inversa presenta menores costes de instalación y de consumo energético, los sistemas térmicos están especialmente indicados en el tratamiento de aguas de alta salinidad como el agua de mar, cuando se requieren grandes caudales de desalación o si se dispone de una fuente de energía térmica de bajo coste o residual



Varios momentos durante las jornadas formativas



Foto de grupo tomada durante las jornadas de formación

2) ÓSMOSIS INVERSA

La tecnología de ósmosis inversa representa el grado de filtración más fino disponible, permitiendo alcanzar un nivel de rechazo de las sales disueltas por encima de un 99%. Se basa en la aplicación de una presión superior a la osmótica, revertiendo así el proceso natural y consiguiendo que el agua fluya del lado más concentrado al menos.

Uno de los parámetros clave que caracterizan un equipo basado en tecnología de ósmosis inversa es el *recovery*, que mide el porcentaje de agua recuperada como permeado frente al total de agua alimentada al equipo. Una configuración en la que se añadan etapas adicionales (el rechazo de una primera etapa se alimenta a una segunda), permiten aumentar el *recovery* del sistema. Por otro lado, una configuración en pasos (el permeado de una primera etapa se alimenta a una segunda) permite alcanzar una concentración de sales mucho menor en el permeado. De este modo, con la configuración adecuada, un equipo de ósmosis inversa permite obtener agua de calidad técnica.

No obstante, en comparación con los sistemas de evaporación, la tecnología de membranas presenta la desventaja de ser más sensible a la calidad del agua que se alimenta, y generalmente requiere de una fase de pretratamiento que puede ser más o menos complejo dependiendo del origen y características del agua alimentada.

Sistemas de tratamiento de agua a bordo

Generalmente los sistemas de tratamiento de agua a bordo están encaminados a asegurar una correcta calidad del agua en la red de distribución, tanto si procede de bunkering como de los generadores. La adecuación al cumplimiento de estándares internacionales como los de la OMS implica habitualmente una etapa de mineralización, que a su vez permite ajustar el pH del agua, y la aplicación de métodos de desinfección como lámparas UV o unidades de cloración.



Equipo ósmosis inversa modelo AQE-20S (skid-mounted), capacidad 20 t/día

EL GNL COMO COMBUSTIBLE MARÍTIMO, UNA OPORTUNIDAD PARA GALICIA



Carlos Vales
*Director del Proyecto
Hub de Reganosa*

El mundo camina hacia un futuro movido mayoritariamente por las energías renovables. Así lo exige la ciudadanía y así lo han comprendido sus gobernantes. No en vano, casi doscientos de ellos, en representación de otros tantos países, han suscrito el Acuerdo de París 2015, que, en vigor desde noviembre de 2016, aboga por combatir el cambio climático manteniendo el incremento de la temperatura media del planeta por debajo de los dos grados centígrados con respecto a los niveles preindustriales. Ello obliga a recortar radicalmente las emisiones de gases de efecto invernadero; solo en Europa y solo antes del año 2030, más de un 40% en comparación con 1990.

Pero entre los viejos combustibles derivados del petróleo y la ansiada economía descarbonizada, del negro al verde, media todo un mar. O sea, hace falta un puente para cruzarlo. Y ese puente, esa transición hacia el mañana, tiene nombre: gas natural. Un recurso que, aun completada la travesía a esa otra orilla, siempre tendrá hueco igualmente dentro del sistema energético como backup o respaldo de las renovables, en caso de indisponibilidad de éstas.

En ese contexto de creciente demanda social de usos energéticos eficientes y sostenibles económica y medioambientalmente, emerge el gas natural licuado como combustible marítimo. Porque, respecto al fueloil, con el barril de Brent en el entorno de los 60 dólares, el GNL resulta un 40% más barato. Además, reduce un 100 % las emisiones de óxidos de azufre y de partículas, un 90% las de óxidos de nitrógeno y un 20% las de dióxido de carbono. Se trata de un recorte crucial, teniendo en cuenta que solamente dieciséis de los mayores portacontenedores liberan tanto óxido de azufre como todo el parque mundial de coches. Traído este avance al caso gallego, si la flota pesquera y la de titularidad pública se pasaran al gas, ahorrarían anualmente 21,2 millones de euros y dejarían de contaminar con 233.435 toneladas de CO₂.

Con esa tarjeta de presentación, no extraña el porvenir que se augura al gas natural no solo en la generación eléctrica. Se lo vaticinan también, y mucho, en el ámbito del movimiento de mercancías. De hecho, en su informe "Un modelo energético sostenible para España en 2050", Deloitte incluye entre sus catorce recomendaciones dos que abogan por potenciar el empleo de este recurso tanto para el transporte pesado por carretera como para la navegación marítima. "Para ello -puede leerse en ese documento- es necesario incentivar las inversiones en el empleo de gas natural en transporte marítimo".



El citado documento prescribe fomentar la navegación a GNL ofreciendo subvenciones y desgravaciones o exenciones fiscales a la construcción de nuevos buques que utilicen dicha tecnología y también al cambio de motores en todo tipo de embarcaciones. Una oportunidad de negocio, en definitiva, para el sector naval gallego, para sus astilleros. Necesariamente, el nicho de mercado irá acrecentándose a medida que entren en vigor las cada vez mayores restricciones a la utilización en el mar de carburantes dañinos



por su alto contenido en azufre, como el HFO (heavy fuel oil), que actualmente representa un 76 % de la demanda de bunker (carga de combustible) a nivel mundial. Así, la flota propulsada a GNL está aumentando ya a un ritmo anual del 15-20%.

Es preciso, no obstante, incentivar la demanda articulando una oferta atractiva. Esto es, hay que estimular la transformación de la flota básicamente a GNL con el desarrollo de infraestructuras que permitan el aprovisionamiento de gas natural licuado, tanto desde muelle como en fondeo, de forma segura, sencilla, accesible y asequible.



Sería un error el considerar que los puntos de suministro de GNL a buque van a replicarse en los mismos lugares en que se abastece en la actualidad el HFO. Y esto se debe principalmente a que la primera condición necesaria para el suministro de GNL es disponer en el entorno (máximo unos pocos cientos de kilómetros) de una infraestructura que disponga de gas natural licuado, como es una planta de regasificación, tal como la de Reganosa en el puerto de Ferrol.

Reganosa se configura en ese marco como un gran impulsor de la evolución, como palanca del necesario cambio. Con socios potentes como la Xunta, la Universidad de Santiago y las autoridades portuarias de los principales puertos gallegos, como Ferrol-San Cibrao o Vigo, y con el firme apoyo, entre otras instituciones, del Parlamento autonómico, la primera multinacional gallega de la energía persigue la creación en torno a la terminal de GNL de Mugardos de un centro de suministro de combustible para navegación, el gran hub de GNL del noroeste ibérico.



La cartera de clientes potenciales la conforman los 5.786 barcos con base en la zona, los metaneros que acuden a reparación a Navantia, los gaseros que ya operan en Mugardos y los porta-contenedores limpios que lo harán en el puerto exterior de Ferrol. Además, por su posición geoestratégica clave, frente a las costas de Galicia o junto a ellas navegan en torno a 40.000 buques en tránsito de Europa a América, África y Asia o viceversa. Se trata de poner en valor todo ese tráfico marítimo vinculado al separador de tráfico de Fisterra, para no solo soportar sus inconvenientes (naufragos, vertidos, pérdidas de carga...), a través de la oferta de unos servicios de aprovisionamiento bien estructurados.

Los buques a GNL podrían aprovisionarse en la propia terminal de Reganosa, sita en el puerto más resguardado del norte de la Península, dado que nunca ha cerrado al tráfico desde 2001. También en la dársena exterior de Ferrol y en zonas de fondeo próximas, previa construcción de un barco de suministro, tal como el proyectado por Reganosa, con capacidad para 10.000 metros cúbicos de combustible. Y también a través de una futura red de plantas satélite portuarias distribuidas por el resto Galicia, a las que surtirían, tanto el citado buque de avituallamiento, como camiones cisterna. Con esta iniciativa, los puertos gallegos lograrían posicionarse dentro del desarrollo de la Directiva Europea de Combustibles Alternativos y captar fondos como los del programa Connecting Europe Facility, dotado con 21.000 millones de euros para el período comprendido entre 2014 y 2020.

Igualmente válidas para garantizar la seguridad del suministro al cliente y la eficiencia del sistema gasista español, la materialización de la idea requiere llevar a cabo una serie de obras en la terminal de GNL de Mugardos, que ya está preparada para recibir a los mayores metaneros del mundo (266.000 metros cúbicos), pero no barcos de menos de 15.000. Precisa adaptar para operaciones menores el único jetty (dotado con brazos de carga y descarga) del que dispone actualmente y dotarse de un segundo, así como hacerse con un tercer tanque de almacenamiento de gas natural licuado, algo con lo que, como mínimo, ya cuentan todas las demás plantas del país.

En definitiva, ya hay trazada toda una senda hacia un horizonte prometedor. Y Reganosa quiere recorrerla de la mano del sector naval gallego.

COMPLEJIDADES DE LA SOLDADURA DE ACEROS INOXIDABLES



Juan Bautista González Aguilar
Marker Manager Gases de Soldadura y Corte Praxair España S.L.U.

La denominación "Aceros Inoxidables" agrupa un heterogéneo y sofisticado grupo de aleaciones cuyos componentes principales son Fe, Cr y Ni, pero como elementos secundarios pueden intervenir Mo, Nb, N2, Vn, Cb, etc... Esta gran variedad de elementos en su composición hace que sean materiales con una metalurgia compleja y por lo tanto "delicados" a la hora de ser soldados. Sus peculiaridades deben ser tenidas en cuenta de cara a no deteriorarlos en procesos de unión, principalmente por arco. Dada su elevada afectación térmica se pueden producir efectos realmente negativos, que pueden ir desde pérdidas de propiedades mecánicas hasta disminución de las propiedades anticorrosivas. A continuación se detallan los principales puntos críticos.

A. VARIEDAD

Los aceros inoxidables se agrupan por familias en función de su composición. En la Figura 1 se pueden ver las principales familias y sus propiedades más destacadas. Cada familia tendrá un comportamiento frente a la soldadura específico, por lo que el primer paso antes de soldar un acero inoxidable será identificar de qué tipo es. De esta manera se podrán tener en cuenta sus particularidades frente a la soldadura. A continuación se detallan los aspectos más destacados:

ACEROS INOXIDABLES FERRÍTICOS

Aceros ricos en cromo, sin níquel, permitiendo ser resistentes a la corrosión, pero con limitaciones. Buenas propiedades mecánicas dado su mayor contenido en carbono. Presentan buena soldabilidad, pero se caracterizan por baños poco fluidos, lo que obliga a una preparación de bordes más amplia, con la consiguiente pérdida de material. Tienen fuerte tendencia a fenómenos de crecimiento de grano y pérdida de propiedades mecánicas, lo que exige un control térmico exhaustivo, ya que es común la pérdida de tenacidad, resistencia y posibles fenómenos de agrietamiento y faltas de fusión.

ACEROS INOXIDABLES MARTENSÍTICOS

Son aleaciones con elevados contenidos en carbono para obtener altos ratios de dureza, lo que las hace difícilmente soldables. Son muy templables tendiendo a la formación de estructuras frágiles en el enfriamiento, que combinadas con las tensiones residuales producen grietas y fisuras.

ACEROS INOXIDABLES AUSTENÍTICOS

Son ricos en Cr y Ni, presentando unas excelentes propiedades a la corrosión, que decrecen cuando son sometidos a tensiones mecánicas (no siendo la mejor opción para resistir corrosión bajo tensión). En el mundo de la soldadura son los más extendidos, se trata de la serie 300, siendo los más comunes el AISI 304 y el AISI 316. Presentan una soldabilidad excelente, con baños fluidos. Hay que tener precaución con el input térmico para evitar fenómenos de agrietamiento en caliente, pérdidas de propiedades en la ZAT, etc. Su alto contenido en Ni hace que tengan matriz austenítica y sean inmunes al H2, pudiendo ser usado este gas en la composición de los gases de protección, lo que puede mejorar la productividad de

Fig. 1: Familia aceros inoxidables

Tipo	Composición Elementos básicos %						Características	Clasificación AISI
Ferrítico	C		Cr		Ni		<ul style="list-style-type: none"> Imantado Especial resistencia a la corrosión Estructura α (Cúbica centrada en el cuerpo) Tenacidad, ductilidad y soldabilidad mediocres No se endurece por TT.TT pero sí por deformación de frío en caliente 	405 409 430 446
	Valores	Estándar	Valores	Estándar	Valores	Estándar		
	0.01-0.35	0.12	18-28	17				
*Otros elementos añadidos: Mn, Si, P, S, Mo, Ti, Nb, Cu								
Martensítico	C		Cr		Ni		<ul style="list-style-type: none"> Magnético Estructura hexagonal compacta con fuerte precipitación de CrC Propiedades mediocres de tenacidad y ductilidad Puede endurecer por TT.TT pero pierde ductilidad y resistencia a la corrosión Mediocre resistencia a la corrosión y soldabilidad 	410 420
	Valores	Estándar	Valores	Estándar	Valores	Estándar		
	0.01-1.40	0.8	12.0-20	12.0-13	0-4	0		
*Otros elementos añadidos: Mn, Si, P, S, Mo, Cu, Al								
Austenítico	C		Cr		Ni		<ul style="list-style-type: none"> El Ni es el elemento que permite obtener la estructura austenítica estable El % de Ni necesario dependerá del Cr No magnético Estructura γ (cúbica centrada en las capas) Muy buenas propiedades de tenacidad y ductilidad Muy buena resistencia a la corrosión y soldabilidad Gran estabilidad estructural No se endurece por TT.TT pero sí por deformación en frío o caliente 	304, 304L 316, 316L 321 347 308 309 310
	Valores	Estándar	Valores	Estándar	Valores	Estándar		
	<0.15	0.03-0.08	18-27	18	8.0-31	8-10.1		
*Otros elementos añadidos: Mn, Si, P, S, Ti, Nb, Cu, N, W, Al, V, B								
Dúplex Austenoferrítico	C		Cr		Ni		<ul style="list-style-type: none"> Magnético Estructura mixta α y γ (60-40% austenita y 40-60% ferrita) Excelente resistencia a la corrosión y soldabilidad Buenas propiedades de ductilidad y tenacidad No se endurece por TT.TT pero sí por deformación en frío o caliente 	312 329
	Valores	Estándar	Valores	Estándar	Valores	Estándar		
	<0,05	0.03	19.5	5	2	0,19		
*Otros elementos añadidos: Mn, Si, P, S, Cu								

la soldadura por arco con gas protector y disminuir las labores de decapado posteriores, así como mejorar propiedades anticorrosivas como la resistencia a la corrosión por picadura.

ACEROS INOXIDABLES DÚPLEX

Su composición produce un acero inoxidable de matriz mixta austenoferrítica, combinando las buenas propiedades mecánicas de los aceros inox ferríticos con la excelente resistencia a la corrosión de los austeníticos. Esto nos devuelve la mejor opción, tanto para resistir al fenómeno de corrosión bajo tensión como para obtener excelentes resistencias a la corrosión en estructuras ligeras. Su soldabilidad es buena, pero presentan baños menos fluidos que los austeníticos. En el brusco ciclo de enfriamiento de la soldadura, tienden a perder fase austenítica, empobreciéndose sus propiedades, esto debe ser controlado mediante control del input térmico y puede ser de ayuda incluir N₂ en el gas de protección y/o en la composición del propio acero.

B. AFECTACIÓN TÉRMICA

El acero inoxidable presenta un coeficiente de expansión térmica superior al del acero convencional. Si lo combinamos con su baja conductividad térmica, concluimos que el calor se acumula rápido en su interior y lo deforma. Esto hace que cuando se suelda el input térmico aportado deforme con facilidad la unión, lo que obliga a someterla a embridamientos y se inducen fuertes tensiones residuales en las zonas de soldadura.

Un fuerte heat input producirá adicionalmente pérdida de tenacidad en la zona afectada térmicamente (ZAT) por crecimiento de grano y promoverá fenómenos de agrietamiento en caliente producidos por segregación de fases blandas (p.ej: Sulfuros) en el enfriamiento del cordón. Este fenómeno de agrietamiento se da en las zonas de solidificación tardía, siendo típico en la línea media del cordón y fácilmente identificable, pero también puede darse en las líneas de enfriamiento trasversales al cordón, produciendo grietas finas y pequeñas (1 a 2 mm de longitud) difíciles de observar a simple vista, pero perniciosas como fuente concentradora de tensiones y sobre todo de inicios de fenómenos de corrosión.

Dado que los procesos de soldadura con arco son energéticos, su aplicación en los aceros inoxidables requiere un buen control del Heat Input. Esto hace casi imprescindible el uso de arco pulsado o posibles variantes que permitan soldar con una aportación de energía baja, allí donde la tecnología lo permita (GMAW, GTAW, etc.). Una correcta selección en el gas de protección puede permitir soldar con parámetros energéticos más bajos disminuyendo la sensibilidad al agrietamiento y la pérdida de tenacidad.

C. AFECTACIÓN METALÚRGICA

Como ya se ha visto, la composición y microestructura de los aceros inoxidables es compleja. Hay que tenerlo en cuenta a la hora de soldar ya que cambios no controlados en este sentido producirán zonas de soldadura con propiedades pobres, no sólo a nivel mecánico, sino a nivel de propiedades anticorrosión. El gas de protección debe ser correctamente seleccionado ya que puede ayudarnos a combatir posibles problemas. Cabe destacar los siguientes fenómenos metalúrgicos:

SENSIBILIZACIÓN

El carbono presente en el material o aportado por el gas de protección a través de la disociación del CO₂, presenta gran avidez por el cromo, de manera que en la soldadura el material se empobrece en cromo y éste precipita en forma de carburo de cromo en los límites de grano. Este empobrecimiento y posterior precipitado facilita la corrosión del acero inoxidable y es especialmente crítico en los aceros inoxidables austeníticos. Para evitarlo, prácticas comunes son usar inoxidables bajos en C (grado L), estabilizados que contienen elementos (V,Nb,etc.) que reaccionan con el C evitando que éste lo haga con el Cr y limitar el CO₂ en los gases de protección (concentraciones < 2%).

CONTROL FN

El éxito de los aceros inoxidables dúplex se basa en su microestructura mixta austenítica-ferrítica. Esta se puede ver alterada en la soldadura y perder parte de la fase austenítica obteniendo un inoxidable con pobres propiedades, una zona especialmente delicada es la ZAT y los códigos más exigentes obligan a la medición del contenido de Ferrita máximo (FN-Ferritic Number) de manera que no sobrepase unos límites y se garantice la cantidad de austenita adecuada. La forma de controlar este fenómeno es mediante el heat input pero puede ser ayudado mediante la acción de un elemento fuertemente gamágeno como el N₂, que puede ser usado en la composición del acero y/o el gas de protección. Ver Figura 2.

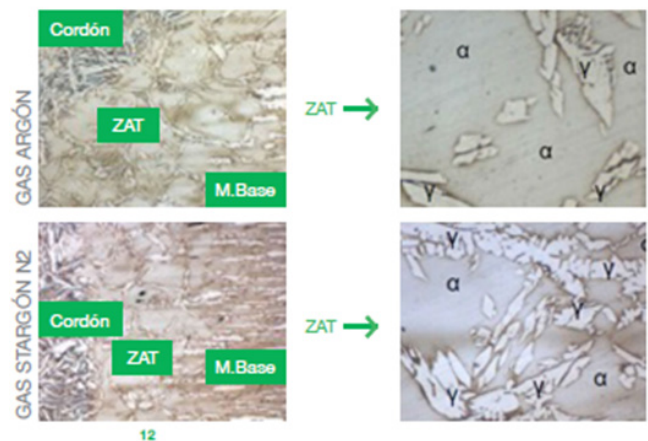


Fig.2: Mejora del contenido de Austenita (γ) frente a la Ferrita (α) cuando se usa N, en el gas de protección, en la zona afectada térmicamente

D. CONCLUSIÓN:

Mediante este artículo se trata de destacar las consideraciones más importantes a tener en cuenta antes de proceder a soldar un acero inoxidable. Por cuestiones de espacio no se profundiza en cada una de ellas y por la misma razón no se citan otras, como puede ser limpieza superficial, operatoria de soldadura, gas de protección, diseño de junta y preparación de bordes, etc.

La soldadura de las aleaciones inoxidables debe ser analizada desde el enfoque de la aleación, conociendo sus características, puntos críticos, metalurgia, comportamientos al calor, etc.

Para ampliar conocimientos invito a visitar el área de soldadura y corte de nuestro blog técnico: <http://blogs.praxair.es/blog/category/soldaduraecorte/>

EL OFICIO DE SOLDADOR: aprender de la experiencia



José García Díaz
Miembro de CESOL y
American Welding Society (AWS)

A pesar de la fuerte intervención que la robótica está teniendo en el mundo de las uniones soldadas, desplazando a la mano de obra tradicional, **es obligado y necesario que nos acordemos de los soldadores**, que afortunadamente siguen siendo una parte muy importante de las construcciones metal-mecánicas, sean buques, bienes de equipo o toda clase de productos y estructuras englobadas en el mundo de la calderería.

Es cierto que nuestro país, entre otras carencias de valores profesionales, y lo digo de forma limpia y sin dobleces, no se ha caracterizado por el reconocimiento de los oficios, entendiéndolo por oficio, la **maestría** que uno puede alcanzar en el dominio de ciertas técnicas, sea pintor, arquitecto, cantero, investigador, etc. Todo requiere un nivel de oficio. Por supuesto, también el de soldador.

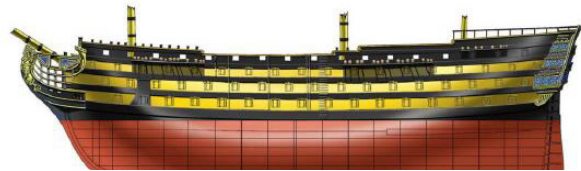


El dominio del oficio de soldador, permite hacer una unión soldada como la de la figura con verdadera "maestría"

Esta carencia no es nueva, pues citando a Carlos III, allá por mediados de 1700, se encuentra con una España *"en que la única pretensión hidalga es de ser caballeros y nunca artesanos. El desprecio por los oficios mecánicos es manifiesto"*.

¿Por qué será esto así, si nos avala una tradición densa, profesional y digna de tener en consideración? Baste recordar que en 1751, hace la friolera de 266 años, se construyó bajo la dirección de Jorge Juan, el Arsenal de Ferrol.

No debemos de olvidar que los bisabuelos de nuestros barcos de acero de hoy en día fueron aquellos galeones que montaban nada menos que 70 piezas artillería, modelos únicos de la época y envía técnica de muchos países.



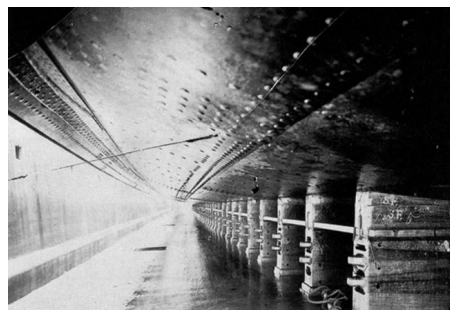
El Santísima Trinidad

Pues bien, de la madera se ha pasado al acero, conservando muchas de las ideas de diseño, detalles constructivos, de montaje, etc. Era la referencia a tener en cuenta. Es decir, los oficios se adaptaron a nuevos materiales y nuevas soluciones.



Superpetrolero

La soldadura y los soldadores fueron sustituyendo, afortunadamente para el ser humano, al remachado y los remachadores. Se tuvo que hacer poco a poco, pues como es natural en toda ciencia-técnica y oficio, las desconfianzas primeras son naturales.



Fondo remachado "Titanic"



Detalle de remachado

Oí hace ya muchos años referirse a los soldadores como "quema varillas". Este término murió, gracias a que durante los primeros años del siglo XX un sueco fundador del Grupo ESAB, llamado Oscar Kjelber, pone a punto los electrodos revestidos, cuyos excelentes resultados llegan hasta nuestros días. Tal fue su influencia,

que los propios soldadores decían: “*el que suelda con OK no se equivoca.*” (OK, Iniciales del inventor y que acompañan a la denominación comercial de los electrodos).

A lo largo de todo el siglo XX y continúa en el XXI, se produce tal grado de compromiso y especialización en las construcciones soldadas, y por supuesto en los soldadores, que podemos afirmar, sin duda, que no hubiera habido el mismo desarrollo en los siglos mencionados sin la intervención de la soldadura.

Oleoductos, refinerías, centrales nucleares, equipos, construcción naval, ferrocarriles, aviación, automoción, etc., son, entre otros muchos, ejemplos de su intervención directa.

Estímulo y motivación de la profesión de soldador

¿Qué más necesitamos todos, no sólo los soldadores, que también, ver salir por nuestras rías y por nuestros talleres para estar orgullosos de lo que hicieron nuestros mayores, lo que hemos hecho nosotros y lo que les toca continuar haciendo a los que nos están relevando?

Buques de guerra de todo tipo de compromisos técnicos, buques civiles para todo tipo de cargas, condiciones de navegación y tamaños, complejos equipos, etc.

Quiero recordar que en un barco como el Arteaga, primer superpetrolero del mundo botado desde una grada (hace casi 50 años), se emplearon 12 millones de electrodos, además de camiones (no se me ocurre otra unidad) de alambre macizo para soldadura semiautomática y lo mismo para el proceso de arco sumergido, o unionmelt como también se le conoce. ¡Ay si los quema varillas no supieran fundir esos millones de electrodos... dónde estaríamos!

Es aquí donde nos tenemos que acordar de los tiempos de Carlos III, ya mencionados. ¿Qué más estímulo? ¿Qué más motivación? ¿Los demás son mejores? En esto, categóricamente no. No nos dejemos hundir por el día a día, que siempre es duro y a veces poco gratificante. Pero el resultado final siempre es otro. Satisfactorio, por supuesto. Hay que abandonar la tendencia, tan extendida, a pensar que lo de “fuera” siempre es mejor que lo nuestro.

Al hilo de esto, recuerdo que en una visita al astillero danés de Burmeister&Wein, por motivos profesionales, pude comprobar cómo la dirección de la factoría estaba realmente orgullosa de la labor de los soldadores españoles. Llegaron allí en los años duros de la emigración y con el tiempo alcanzaron el máximo nivel dentro de la profesión, convirtiéndose en “Maestros de soldadores” que enseñaban el oficio a las nuevas generaciones. Yo también me sentí muy orgulloso.

Pero no nos podemos olvidar de los quimiqueros, pesqueros, remodeladores, talleres de los más diversos tamaños que hacen equipos altamente responsables, fabricantes de estructuras metálicas para edificios o naves o plantas industriales, torres eólicas y un larguísimo etcétera, cuya lista sería interminable sin salir de nuestra querida Galicia, que tantos profesionales de esta especialidad ha dado y queremos que continúe.

¿Qué es el soldador y qué aporta a la construcción soldada?

En una publicación de los años 30, leía con cierto asombro que el soldador es un laboratorio metalúrgico en miniatura. Cierto, pues la cantidad de variables que maneja es mayor que las que en una primera impresión nos parece. De ahí que el proceso de soldadura sea considerado, desde el nacimiento de la primera edición de la ISO 9000, como un proceso especial.

Opino sin duda alguna que los soldadores son nuestros ojos y nuestras manos.

Por mucho que los técnicos de soldadura, sean del nivel que sean, sepamos, estudiemos o entendamos de soldadura, si no sabemos comunicar qué es lo importante de cualquier unión soldada, si no hacemos uso de la experiencia y secretos de la profesión, es decir, del oficio, eso que no viene en los libros, mal nos irá.

¿Cómo y con quién aprende el soldador?

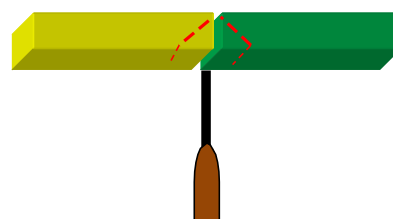
Vivimos desafortunadamente épocas en las que se ha roto el solape de las generaciones. Los que empiezan tratan de ser la continuación de los que ya llevan muchos años. Pero en el medio hay un vacío difícil de llenar, por lo tanto el relevo es algo incierto, puesto que también han cambiado otros valores.

La revista internacional de soldadura –Welding Journal– de la Sociedad Americana de Soldadura, popularmente conocida como AWS, alertó repetidamente durante los años 2006 y 2007 de que el déficit de soldadores para el año 2010 en EEUU era de 200.000. ¿Es cuestión de dinero? No. ¿Lo tienen? Sí. ¿Qué falta entonces? Motivación y **tiempo mínimo necesario para hacer el solape profesional, es decir, aprender de la experiencia.**

El operario joven debe de estar pegado al operario maduro y experto. Esta circunstancia, por necesaria, no se da todo lo frecuentemente que desearíamos.

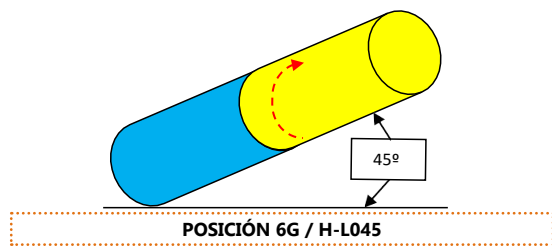
Es justa y de un alto reconocimiento, la incansable labor que desde hace muchos años, **realizan los monitores de cursos de formación** para suplir las carencias del solape antes mencionado. Monitores cuyo conocimiento y dominio del oficio les capacita para formar tanto a nivel básico, como de alta especialización.

Cuando el soldador alcanza el nivel de poder soldar una unión a tope, en posición Techo (4G/PE), el camino recorrido no ha sido corto y mejor aún si es consecuencia de horas de dedicación en la “obra real”. Al lado de profesionales con experiencia.



POSICIÓN 4G / PE (TECHO)

Pero las dificultades no han terminado. Soldar dos tubos a tope (Tubería), o estructuras tubulares colocados a 45°, sea con proceso de soldadura manual con electrodo (SMAW/111), semiautomática (GMAW-135-/FCAW-136-) o (TIG-141-) es una difícil meta profesional que no todos alcanzan, o no tienen oportunidad de alcanzar.



El curso de formación, por excelente y excepcional que sea, es en una cabina y sobre unas probetas, en las que se aprende a andar con los primeros secretos de la técnica de soldadura. Pero la realidad del taller o montaje tiene una serie de variables imposibles de reproducir. Pero ¿nos quedamos quietos? No. Una posible solución sería integrar a los soldadores recién formados en prácticas en empresas, que a modo de becarios (ya se hace con otras especialidades) tomasen contacto con la realidad del trabajo y de esta forma adquirir un nivel de capacitación más sólido. Sé que decirlo es fácil, pero articularlo es responsabilidad de todos, pues no debemos de dejar caer siempre la responsabilidad al empresario.

Por tanto el soldador recién formado, no debe de creérselo a la primera, sino tratar de pegarse al soldador experto y preguntar a los técnicos hasta el aburrimiento. Este interés debe de ser un objetivo prioritario.

Las dificultades no sólo vienen dadas por el tipo de posición, pues las hay incluso más complejas, sino por la diferente gama de materiales con las que se enfrenta el soldador: aceros al carbono, bajo aleados, inoxidable de todo tipo, aluminio, Cupro-níquel, cobres, latones, etc. Según esto, la experiencia de algunos soldadores después de recorrer distintas posiciones de soldadura y diferentes materiales, los convierten en unos profesionales muy cualificados, **cuya valoración deberíamos de tener muy en cuenta.**

Aún admitiendo que la fórmula actual (otras ya no volverán: escuela de aprendices, etc.) diste bastante de ser la ideal, hay un enemigo común a todos nosotros: soldadores, técnicos, empresarios, etc. Se llama "la prisa". ¿Por qué y para qué? ¿Se puede adquirir experiencia de prisa? ¿Se puede soldar de prisa? No nos engañemos. No. Otra conversación será el rendimiento de cada uno y la productividad. Estamos hablando de formar.

¿Se podrá soldar de prisa una tubería para circulación de vapor recalentado a 515°C y 70 Kg./cm² de presión y por un soldador inexperto? No. O recargar un cuerpo de una válvula con Stellite, ¿de prisa? No.

La factura la está pagando el mundo entero. Recordemos el dato de Estados Unidos. Pero Europa está en esa misma dinámica. Pese a todo creo que en España aún estamos a tiempo. Pero no nos descuidemos.

Por lo tanto cuidemos nuestra herencia y a nuestros soldadores, ya que son un pilar básico de nuestra industria.

El soldador y las homologaciones

La homologación es una partitura a seguir para que todos los músicos (soldadores) toquen (suelden) al mismo ritmo (los mismos resultados). Lo contrario, en obras soldadas con alto nivel de exigencias, y realizadas por grandes colectivos de soldadores, sería un caos.

Creo que el término homologación ha causado la suficiente confusión entre este colectivo, que cabe preguntarse, ¿qué es antes la homologación o la profesión? La respuesta está contestada. **La profesión.** Nunca fue antes el carro que los bueyes.

Todos conocemos a excelentes soldadores que alguna vez han fallado una homologación. ¿Por ello vamos a cuestionar su nivel profesional? Sería injusto. Es difícil que un soldador con experiencia se desvíe de forma esencial de los parámetros establecidos. Hay multitud de trabajos en los que se exige soldadores de reconocida experiencia y no necesariamente homologados.

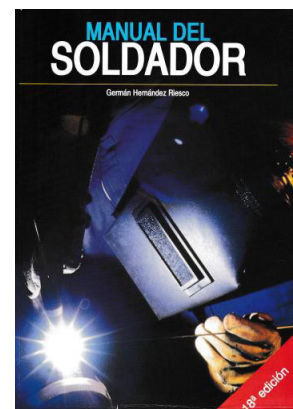
La homologación tiende a unificar criterios y resultados, pero siempre a través de una habilidad adquirida con un entrenamiento mínimo necesario de acuerdo a las exigencias de un proyecto.

Por tanto, no confundamos homologación con profesión.

Ya para terminar, **sugerir con todas mis fuerzas, que tenemos que valorar esta profesión. La de soldador.** Galicia ha sido, es y hemos de empeñarnos en que siga siendo, cantera de grandes soldadores. Tradición y resultados de lo construido, y por tanto lo soldado, nos avalan. Un equipo compenetrado de técnicos de soldadura y soldadores, tienen siempre resultados más que satisfactorios. No sigamos cayendo en la costumbre que cuando sale una soldadura defectuosa, matemos al mensajero, en este caso al soldador, si previamente hemos tenido la preocupación de informarle, escucharle y fijar los criterios adecuados a cada caso.

Invito a todos a decir: soy soldador con la boca grande y con orgullo, si ha habido antes la preocupación necesaria por este oficio tan excelente. De lo contrario nos quedaremos en "quemar varillas".

Una sugerencia a los soldadores y en general a todos los profesionales relacionados en mayor o menor grado con la soldadura: "Tener siempre" y como mínimo un documento de referencia en el que apoyarse: **"El Manual del Soldador"**. Publicación editada por CESOL, cuyo contenido es difícil de encontrar en otras publicaciones, sean nacionales o extranjeras. Puede que alguien tome esta sugerencia como publicidad, yo no lo podré evitar. Sin embargo es una recomendación profesional, que no tuvimos la suerte de disponer de ella, allá por los años 70, cuando empezamos a desarrollar la profesión y todo estaba en inglés. Una publicación de este estilo, al alcance de cualquiera, nos hubiese ahorrado muchos dolores de cabeza.



El buque oceanográfico polar BAP Carrasco



Juan A Oliveira
Responsable de las Áreas de
Estructuras e Ingeniería Naval Aplicada
en CT Ingenieros

El **BAP Carrasco** (BOP-171) es un buque oceanográfico polar de la **Marina de Guerra del Perú**. Construido en los astilleros gallegos **Freire Shipyard** con un presupuesto de unos 80 millones de euros, el buque fue entregado en marzo de 2017 a la armada del país andino.



El BAP Carrasco (fuente: Lima Noticias)

La finalidad del buque es la realización de viajes de investigación oceanográfica en las aguas territoriales peruanas y en la Antártida, en donde Perú cuenta con la estación de investigación científica polar Machu Picchu, localizada en la isla Rey Jorge, así como misiones de búsqueda y rescate y de lucha contra la contaminación.

El Carrasco sustituye al viejo **BIC Humboldt**, construido por el astillero peruano SIMA en 1978, y que contaba ya con veinticuatro campañas antárticas en su quilla. Por su parte, Freire Shipyard, astillero ubicado en la ría de Vigo, cuenta ya con una amplia experiencia en la construcción de buques oceanográficos, destacando en su cartera la construcción de los buques españoles Sarmiento de Gamboa y Cornide de Saavedra o el británico [Discovery](#).



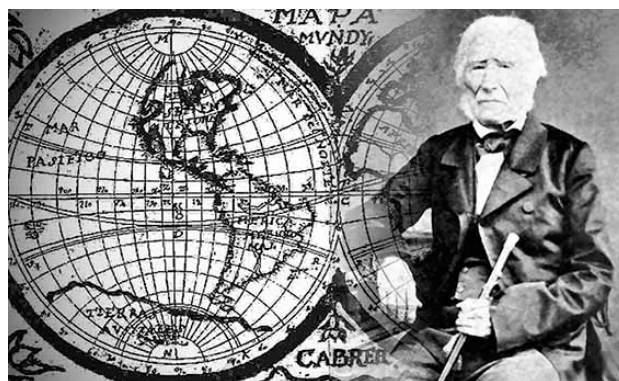
24
HORAS

UNO DE LOS BUQUES OCEANOGRÁFICOS
MÁS MODERNOS DEL MUNDO

B.A.P. "CARRASCO"

En 2014, ante la imposibilidad de construir el buque en los astilleros peruanos SIMA ocupado con diferentes pedidos, la Dirección de Contrataciones de Material (DIRCOMAT) de la Marina de Guerra del Perú llevó a cabo un proceso de selección internacional, adjudicándose en octubre de ese año la construcción del nuevo buque de investigación oceanográfica a los astilleros gallegos Freire Shipyard. La construcción siguió el diseño ST-344 de los noruegos Skipsteknisk, al igual que en el caso del RRS Discovery, construido cuatro años antes también en Freire, aunque los diferentes requerimientos del armador y la sociedad de clasificación hicieron que los dos buques sean claramente diferentes.

En enero de 2016, el gobierno peruano bautizaba el nuevo buque con el nombre de BAP Carrasco (BOP-171). El nombre de Carrasco viene de Eduardo Carrasco Toro (1779-1865), Cosmógrafo Mayor del Virreinato del Perú, encarcelado por apoyar a José de San Martín durante la guerra de independencia de Perú, y nombrado Secretario General de Guerra tras el fin de la misma. Nombrado Comandante del Cuerpo de Pilotos y Director General de la Escuela Náutica en 1822, se le otorgó el título de Cosmógrafo Mayor del Perú en 1839.



Eduardo Carrasco Toro (fuente: Marina de Guerra del Perú)

La botadura del oceanográfico se produjo en mayo de 2016, con la presencia en Vigo del Presidente de la República Ollanta Humala, el Ministro de Defensa Jakke Valakivi y otras autoridades peruanas, ejerciendo de madrina Magaly Rodríguez de Valakivi, esposa del ministro de defensa peruano. Una vez acabado el armamento del buque, y tras pasar las pertinentes pruebas de mar durante el mes de enero de 2017, el Carrasco fue entregado en marzo de ese mismo año a la Marina de Guerra del Perú. El 3 de mayo de 2017 el nuevo oceanográfico peruano llegó a su base en el Puerto del Callao, momento en el que formalmente fue incorporado a la Dirección de Hidrografía y Navegación.

El BAP Carrasco está preparado para llevar a cabo diferentes tareas de investigación, desde exploraciones con ecosondas monohaz y mul-

tihaz a investigaciones sísmicas, pasando por tomas de muestra del agua de mar o captura de datos de conductividad, temperatura y profundidad de la misma, así como llevar a cabo operaciones con vehículos operados remotamente o proyectos científicos multidisciplinares.



El Carrasco (fuente: Freire Shipyard)

Para ello, los más de 95 metros de eslora por 18 de manga del buque están equipados con ocho laboratorios científicos y con capacidad para alojar hasta a 110 personas, entre oficiales, científicos y tripulación. Los laboratorios suman una superficie de más de 160 metros cuadrados, repartidos en las cubiertas principal y cubierta nº1 entre el laboratorio húmedo y el seco, el laboratorio geológico, el laboratorio químico, el oceanográfico y el hidro oceanográfico y los laboratorios de levantamientos hidrográficos y meteorológico, todos ellos equipados con los instrumentos más avanzados de cada disciplina.

Las 110 personas que pueden viajar a bordo del Carrasco se reparten en cuatro cubiertas. De abajo hacia arriba, en la cubierta intermedia existen diez camarotes para cuatro personas; en esta cubierta también está el gimnasio, la lavandería y un vestuario. Justo encima, en la cubierta principal hay otros diez camarotes para cuatro personas; además, en esta cubierta tenemos otro vestuario, la peluquería y la sastrería.

En la siguiente cubierta, la cubierta nº1, aparecen la cocina, comunicada con los comedores de oficiales, tripulación y científicos embarcados, el salón de oficiales, el salón y el salón de televisión. La cubierta nº2 alberga doce camarotes para dos personas, el hospital, una oficina, una sala de cine y reuniones. Por último, en la cubierta nº3 están los alojamientos de los oficiales, comandantes e ingenieros, una secretaria y una oficina.



Detalle de la acomodación (fuente: Revista Buques y Equipos de la Marina Civil)

La energía necesaria para mover el barco y hacer que todos los equipos de a bordo funcionen se genera en una planta diesel eléctrica formada por cuatro generadores Caterpillar de 2350 kW cada uno. De ahí, la electricidad pasa a los motores eléctricos de 3.000 kW de potencia de las dos hélices azimutales de paso variable que mueven el buque a una velocidad máxima de 16 nudos y a los dos propulsores transversales de proa de 800 kW de potencia cada uno.

Como en otros buques oceanográficos, el uso de propulsión eléctrica es clave a la hora de generar el menor ruido posible que pueda distorsionar las mediciones de los distintos equipos científicos, así como mejorar la habitabilidad de los científicos y técnicos que trabajan a bordo del buque, cumpliendo respectivamente con las cotas de clase del DNV-GL Silent-A y COMFTC(3)V(3).

Los equipos de exploración científica son suministro de la marca noruega Kongsberg, que ha instalado en el Carrasco ecosondas monohaz y multihaz, un perfilador de subsuelos para tareas geofísicas, un sistema de posicionamiento submarino o un sistema de gestión de datos oceanográficos entre otros. Algunos de estos equipos se instalan en las dos quillas retráctiles de tres metros de eslora y un metros de manga que pueden deslizarse desde el casco hasta el agua por el fondo del barco.

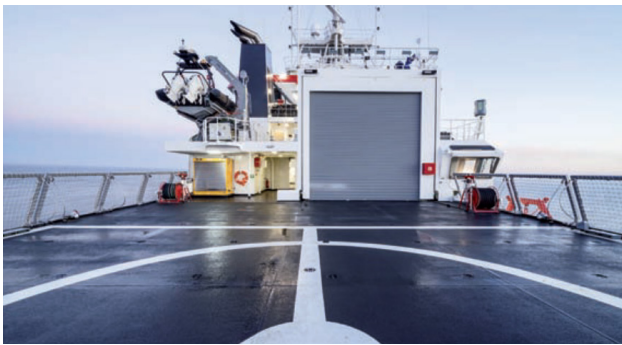


Sala de máquinas del buque (fuente: Revista Buques y Equipos de la Marina Civil)

El buque cuenta con toda una serie de pórticos y grúas para operar los equipos de investigación que transporta a bordo. A popa, sobre la cubierta principal, está instalado un pórtico abatible de seis metros de alto por cinco de ancho, con una capacidad de carga de seis toneladas; su función es el despliegue de la red de pesca, el sónar de barrido lateral o el ROV. A estribor se sitúa el pórtico de costado, de seis metros de alto por tres de ancho, con una capacidad de elevación de dos toneladas; este pórtico se encarga de desplegar la red de plancton y el piston corer (una herramienta para tomar muestras del lecho marino). Además, el Carrasco cuenta con un pórtico retráctil para desplegar la sonda CTD o la roseta Niskin para la toma de muestras de agua.

El Carrasco transporta toda una flota de embarcaciones auxiliares. Dos vehículos autónomos submarinos Hugin de Kongsberg se pueden desplegar desde la popa para la realización de trabajos hidrográficos, geológicos y geofísicos hasta a 3.000 metros de profundidad con una autonomía de 24 horas. También en popa hay un ROV Falcon DR, capaz de operar a 1.000 metros de profundidad. El buque está equipado también con dos lanchas inflables de 5,8 metros de eslora por 2,5 de manga con capacidad para 15 personas, otros dos botes de trabajo semirrígidos de 8 metros de

eslora por 2,75 de manga para 8 personas y un bote hidrográfico de 8,5 metros de eslora por dos de manga.



Cubierta de vuelo del buque (fuente: Revista Buques y Equipos de la Marina Civil)

Como embarcaciones de salvamento el Carrasco transporta un bote salvavidas a cada costado con capacidad cada uno para el 75 por ciento del personal a bordo y balsas salvavidas inflables. A popa de la cubierta nº2 se sitúa el helipuerto, de 22,4 x 13,2 metros, y con capacidad para operar un helicóptero tipo AgustaBell 212 o similar.

Por último, el buque cuenta con la notación de clase polar PC7, lo que lo habilita para mantenerse en aguas de la Antártida durante largos periodos de tiempo, facilitando el desarrollo de proyectos de mayor envergadura y mayor duración, así como brindar una cobertura mayor a la base polar científica Machu Picchu del gobierno peruano.

Características completas en este [pdf](#) de Skipsteknisk y en este otro [pdf](#) de Freire Shipyard.



Características generales

Desplazamiento:	5.000 toneladas
Eslora:	95,30 metros
Manga:	18 metros
Puntal:	9,20 metros
Calado:	5,95 metros
Peso muerto:	69.500 toneladas
Potencia instalada:	4 generadores de 2.350kW
Velocidad máxima:	16 nudos
Velocidad de crucero:	12 nudos
Autonomía:	51 días
Tripulación:	50 personas
Científicos embarcados:	60 personas

Blog del autor: vadebarcos.net

GALFIBER

COMPOSITES PROFESIONAIS

ESPECIALISTAS EN COMPOSITES: INFUSIÓN, RTM, VACÍO ...

TIPOLOGÍA BUQUES EN ASTILLEROS GALLEGOS 2T 2018, CARTERA DE PEDIDOS

Nº CONSTRUCCIÓN	INDICADOR BUQUE	TIPO DE BUQUE	ASTILLERO
C-715	15	Pesquero arrastrero	C.N.FREIRE
C-716	15	Pesquero arrastrero	
C-717	16	Oceanográfico	
C-719	16	Oceanográfico	
C-720	16	Patrullero	
C-723	16	Oceanográfico	
C-220	16	Multicat transporte	ASTILLEROS CARDAMA
C-242	16	Buque de Inspección pesquera y rescate	
C-243	16	Remolcador multipropósito	
V-108	16	Investigación Oceanográfica y Pesquera	ASTILLEROS ARMÓN VIGO
V-110	15	Palangrero Congelador	
V-112	15	Arrastrero - Tangonero Congelador	
V-115	15	Arrastrero - Tangonero Fresco	
V-116	15	Arrastrero - Tangonero Fresco	
V-117	15	Arrastrero Fresco	
C-287	16	Pontona	NODOSA SHIPYARD
C-288	15	Arrastrero congelador	
C-289	15	Arrastrero congelador	
C-290	15	Arrastrero	
C-291	15	Arrastrero	
C-292	15	Arrastrero twinrig & flyshooter	
C-293	15	Arrastrero twinrig	
C-294	15	Arrastrero twinrig & flyshooter	
C-295	15	Arrastrero twinrig & flyshooter	
C-1705	14	Transporte de pasajeros	
C-298	15	Factoría arrastrero congelador	METALSHIPS & DOCKS
C-548	13	Ferries	FACTORÍAS VULCANO

“La especialización permite ver el futuro con optimismo”

Pablo Carceller y José Ramón Antón
Gerente y Director Técnico de F. Carceller Ingenieros Navales



Pablo Carceller, Faustino Carceller, fundador de la empresa, y José Ramón Antón Vilasánchez (de izquierda a derecha)

☞ **Faustino Carceller Ingenieros Navales lleva ya más de 25 años en el sector, ¿Cómo recuerdan los orígenes?**

La actividad empezó en el año 88, en un periodo de mucha actividad de construcción y transformaciones de buques de pesca. Surgimos con la intención de dar servicio a las armadoras pesqueras que entonces trabajaban, y que hoy en día siguen haciéndolo. Los primeros proyectos fueron encaminados al sector pesquero, con el propósito de dar un servicio integrado y también de dar un valor añadido al diseño más que a la producción.

☞ **Habrán notado en todos estos años muchos cambios, ¿cómo ha sido la adaptación?**

El sector naval es siempre cíclico; en el periodo en que se paró la construcción de nuevos buques pesqueros se nos

abrieron otros caminos, como el de la exportación de buques principalmente a Malvinas, Argentina. Además, durante otros ciclos bajos de la pesca, nos adentramos en otros sectores como el de buques de servicios portuarios, remolcadores, dragas y otros. Siempre buscando el diseño y la colaboración directa con los armadores más que la delineación pura y dura.

«Nuestra receta es la calidad del servicio y las soluciones personalizadas para cada armador»

☞ **¿Cuál ha sido su receta para mantenerse tantos años siendo viables y competitivos?**

La prioridad por la calidad del servicio, atención al cliente y la búsqueda de

soluciones personalizadas para las necesidades de cada armador. En definitiva, una atención muy directa y centrada en cada proyecto en particular.

☞ **¿Cuál dirían, con toda la experiencia que atesoran, que es el futuro del sector de la construcción naval en Galicia y los factores a tener en cuenta?**

El futuro es muy alentador, sobre todo en lo que respecta al sector pesquero. También otros sectores como el eólico o el offshore, cuando el precio del petróleo termine por recuperarse, permiten tener buenas perspectivas. La especialización de la industria naval gallega, en concreto la de Vigo, permite ver el futuro con optimismo ya que ha sabido adaptarse a los distintos ciclos del sector.

☞ **¿Se arrepienten de alguna de las decisiones empresariales que han tomado?, ¿habrían modificado alguna de estas decisiones?**

Creo que no, en la vida de la empresa se cometen errores y se toman decisiones que pueden no ser las más adecuadas, pero ello también brinda la oportunidad de aprender.

☞ **Tanto en el mercado nacional como internacional, ¿consideran que se ha producido algún cambio significativo en la manera de hacer negocios, de conseguir contratos?**

Sí, la globalización de la economía y las nuevas tecnologías permiten que pymes como la nuestra puedan acceder a mercados que antes estaban reservados sólo a empresas de mayor tamaño. En este sentido, es cierto que todos los mercados son más accesibles hoy en día.

GMT
by ACLUNAGA