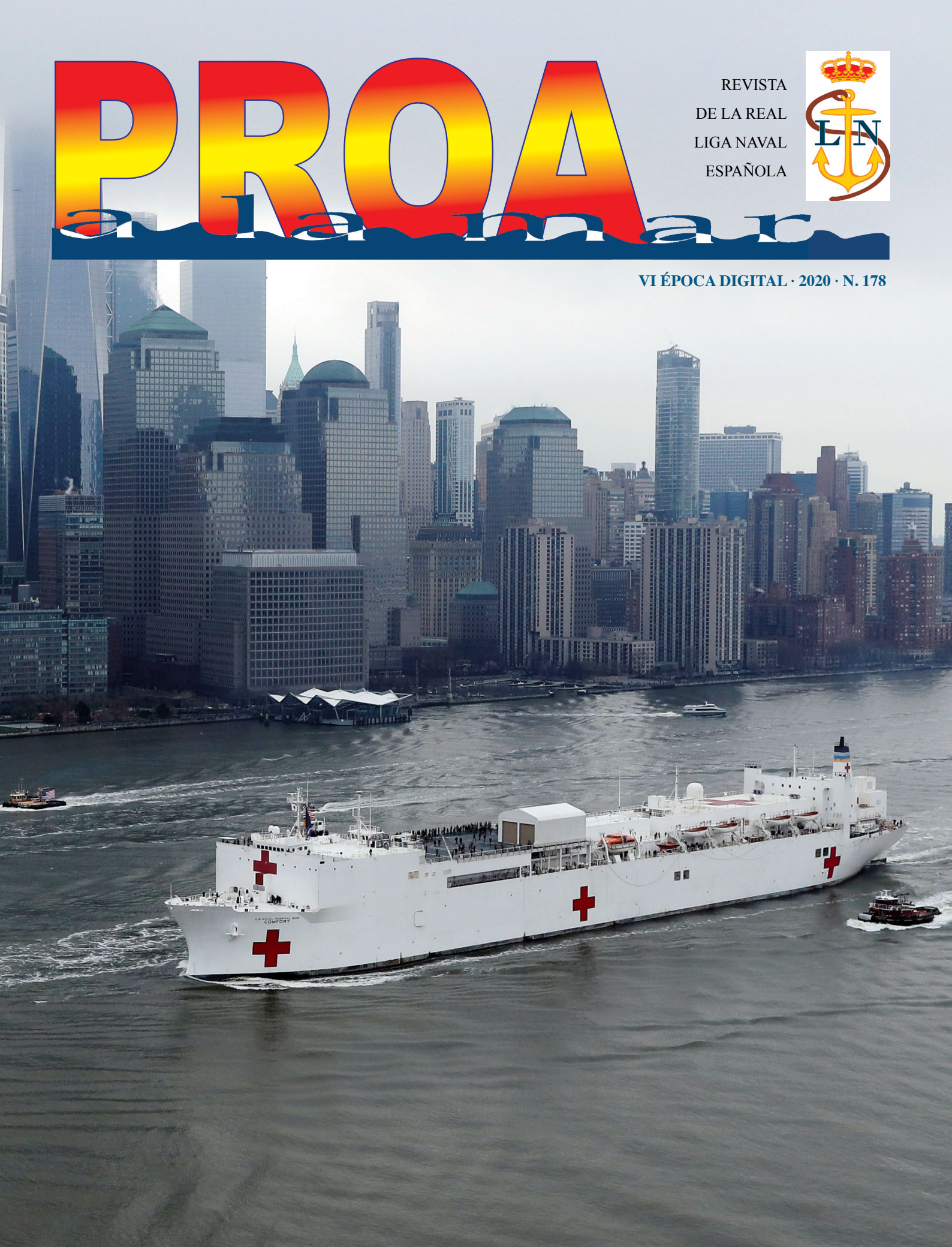
PROA a la mar

REVISTA
DE LA REAL
LIGA NAVAL
ESPAÑOLA

VI ÉPOCA DIGITAL · 2020 · N. 178



SUMARIO

ENTREVISTA
Carlos Cremades Carceller 06

PAREMIAS NAÚTICAS
Vientos, Vigésima segunda entrega 10

HERÁLDICA MARÍTIMA
Pesca en la heráldica marítima española XII,
En las armas gentilicias: Utensilios (Anzuelos IV),
Florentino Antón Reglero 12

HISTORIA DE LA NAVEGACIÓN
Fuimos los primeros. Exposición temporal en el Museo Naval de Madrid,
Marcelino González Fernández 16

La pérdida de la fragata noruega Helge Ingstad,
Almirante (r) JM Treviño 22

CONFLICTOS BÉLICOS
Final de la fuerza naval del Almirante Graf Spee: la batalla de las Malvinas 1914,
Cristóbal Colón de Carvajal 28

HISTORIA NAVAL
Historia, postverdades y desmitificaciones de la primera vuelta al mundo de Juan Sebastián Elcano en su 500 aniversario. Parte I,
Juan Ignacio Pinedo 34

LEGISLACIÓN
Y el aparejo ¿qué?,
Pantaenius 40

Los efectos del BREXIT en la náutica de recreo,
León Von Ondarza Fuster 42

OCEANOGRAFÍA
Arrecifes artificiales,
Andrés Arbiza 46

ARQUEOLOGÍA SUBACUÁTICA
Proyecto Cíes: La búsqueda de un galeón español,
Yago Abilleira Crespo 50

El pecio de punta Restelos, material médico en un buque de la Armada al servicio de Felipe II. Finisterre 1596,
Miguel San Claudio Santa Cruz 54

BARCOS CON HISTORIA
Bergantín goleta Cervantes Saavedra 60

MARINA MERCANTE
Dos capitanes italianos frente a la pérdida de sus buques,
Carlos Peña Alvear 62

La formación marítima en España 1960-2018 (iii),
Andrés Castaño 68

MARINA DEPORTIVA
Cabos y nudos – II,
Óscar Bernedo Antoñanzas 72

MODELISMO NAVAL
Recreación conjetural del galeón Santiago de Oliste, Capitana de D. Antonio de Oquendo,
Ramón Olivenza 76

TURISMO NÁUTICO
Crónica turística desde la ventana de mi despacho,
Luis Núñez Ladevéze 82

PSICOLOGÍA, CONDUCTA Y COMPORTAMIENTO A BORDO
¿Por qué sentimos miedo?,
Lola Pujadas Sánchez 86

MEDICINA DEL MAR
La salud, el otro legado del Canal de Panamá,
Dr. José Vicente Martínez Quiñones 90

CONSTRUCCIÓN E INGENIERÍA NAVAL
Armamento anticipado y la estrategia constructiva de los buques,
Raúl Villa Caro 94

OFICINA TÉCNICO-MARÍTIMA
Navieras y Flotas Mercantes Españolas en la segunda mitad del siglo XX 100

EL ARTE Y LA MAR
El Descubrimiento de las Américas por el pintor Peter G. Power,
Rafael Pedroso y Juan Ignacio Pinedo 102

IN MEMORIAM
Juan Blasco Sasera,
Juan Ignacio Pinedo 110

José Manuel Fonfría Arnaiz,
Juan Ignacio Pinedo 114

José Gómez Zubieta,
Juan Ignacio Pinedo 118

CONDICIONES DE PUBLICACIÓN 122

LA TIENDA DE LA LIGA 124

OTRAS SECCIONES
Anuncio de Lígate a la Liga
Ventajas de socios 126

Fotografía de la portada: "Buque Hospital USNS Comfort (T-AH-20), 70.000 Toneladas, 1000 camas hospitalarias, 80 camas de UCI, 12 quirófanos, entrando en New York para dar asistencia médica".

CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN:

DIRECTOR: Juan Ignacio Pinedo del Campo REDACTORES: Florentino Antón Reglero, Leopoldo Seijas Candela, Luis Núñez Ladevéze. DISEÑO Y MAQUETACIÓN: Reinventur Hispania XXI.

Proa a la mar no se hace responsable de las opiniones vertidas en artículos y entrevistas que puedan publicarse. Sólo se considerarán como opiniones propias de Proa a la mar aquellas que se expresen en forma editorial.
Se permite la reproducción total o parcial del contenido en las siguientes condiciones: citando la procedencia, citando a los autores, sin hacer obras derivadas y sin hacer uso comercial de los mismos.

DIRECCIÓN, REDACCIÓN Y ADMINISTRACIÓN: C/ Mayor, 16 - 28013 MADRID.
Teléfono: 91 366 44 94 - 91 365 45 06 - Fax: 91 366 12 84 - Dirección de e-mail: info@realliganaval.com.

Depósito legal: M-20.372-1979 · ISSN es el 2341-1538

¿QUÉ ENCONTRARÁS EN LA REVISTA?

Estimado lector. En este número agradecemos el esfuerzo y apoyo de nuestros colaboradores por sus temas elegidos, su calidad y, en momentos como éstos, por estar ahí transmitiendo normalidad. Verás temas seleccionados expresamente para ti, de todo tu interés. Seguimos celebrando el V centenario de la vuelta al mundo de Elcano (la vuelta al mundo de Magallanes nunca existió, y nunca entró la circunnavegación en los planes ni en los documentos del viaje), con un magnifico artículo que nos desentraña la **Exposición "Fuimos los Primeros", sobre la Vuelta al Mundo, en el Museo Naval**, y con el artículo de Historia Naval (1ª parte) que narra la **historia, el por qué y las circunstancias de la primera vuelta al mundo, sus desmitificaciones y postverdades**. Completan lo que hemos dedicado en números anteriores.

La **Entrevista** trae a un influyente naviero, hombre prominente de la mar, y Director-Presidente de la Real Academia de la Mar. El centenario del fin de la I Guerra Mundial trae otro magnífico artículo sobre **la escuadra del Pacífico del Almirante von Spee al comienzo de la guerra** y su cita con el destino en Las Malvinas. Y, ya en los tiempos actuales, somos testigos de un **desgraciado incidente que terminó con una moderna fragata de Noruega**, de las más modernas y mejor dotadas del mundo; ¿qué pasó y por qué?; lo sabremos de la mano de un magnífico experto.

Navegarás a bordo del **bergantín goleta de tres palos, Cervantes Saavedra**, bello barco, de casi cien años de vida, tan joven y marinero como el primer día; conocerás mucho de sus secretos gracias a quien le conoce muy bien. Con uno de los más grandes Capitanes de la Marina Mercante Española, conocerás la vida y circunstancias de **dos capitanes italianos que perdieron sus barcos en trágicos accidentes**; analizarás la reacción de uno y otro. Asímismo, seguimos con el interesante repaso de **la formación marítima en España**, en el periodo 1960-2018.

Otro interesante artículo de Legislación, sobre **los efectos del Brexit en la náutica deportiva**, para conocer con tiempo consecuencias de este paso. Y algo muy olvidado, pero muy importante, el **aseguramiento del aparejo**. En Arqueología Subacuática nos adentraremos en los magníficos hallazgos sobre el **material médico a bordo de los barcos de guerra españoles en época de Felipe II**; y viajarás en una interesantísima expedición conjunta de miembros de la RLNE y la Armada, llamada **Proyecto Cíes, en busca del pecio de un galeón español** de la batalla de Rande (1702).

Continúa la soberbia **colección sobre heráldica y la pesca**, profundizando en más aspectos inéditos de la mano del mayor experto en heráldica marítima. Todo un lujo el que gozamos. Esta vez tenemos, desgraciadamente, que contar con tres **In Memoriam**; tres grandes compañeros de navegación que se nos han ido, grandes personas a quienes les echaremos mucho de menos, pero que dejan un extraordinario recuerdo; Descansen en Paz.

La Oceanografía trata un tema francamente interesante y poco conocido: los **Arrecifes Artificiales**, y su uso para la defensa de zonas de alta biodiversidad o para preservar áreas del efecto de la actividad humana; y sin olvidar su reclamo turístico. En Psicología abordaremos un interesante tema, desgraciadamente muy actual, gracias a una gran profesional: **¿por qué sentimos miedo?**. Y en Medicina del Mar, conocerás circunstancias de la construcción del **Canal de Panamá, y su vital influencia beneficiosa en la lucha contra mortales enfermedades infecciosas**, devastadoras para la humanidad.

La Oficina Técnico Marítima presenta **más navieras y flotas mercantes de la segunda mitad del siglo XX**, salvándolas del olvido, en un magnífico y necesario trabajo de recopilación. Esta vez el Turismo Náutico lo hacemos desde nuestra vivienda, como el protagonista de La Ventana Indiscreta; serás trasladado a la **crónica turística desde una ventana**.

Te harás **experto en el manejo de cabos y en conocer y hacer nudos marinos**, junto a un gran experto, que te adentrará en este mundo; va el segundo capítulo de esta serie, que completa magníficamente al primero. Y de la mano de otro gran experto, esta vez en Modelismo Naval asistirás al **proceso de recreación conjetural del galeón Santiago de Oliste**, del gran Almirante Antonio de Oquendo, barco de brillante comportamiento en varias batallas, destacando en la de los Abrojos (1631).

Seguimos con artículos novedosos, de enorme interés; como el **armamento anticipado y estrategia constructiva en buques**; aspecto vitales y poco conocidos para la óptima construcción de un barco. El mundo del arte, siempre muy ligado al de la mar, sobre todo en la pintura, trae a **uno de los mejores pintores del momento, el mejor ejemplo del hiperrealismo**, autor cotizado y prestigioso, Peter G. Power, y su colección "El Descubrimiento de las Américas".

Un apasionante muestrario de interesantes temas, desarrollados por expertos de primer nivel. Un afectuoso saludo, y deseamos que disfrutes de las lecturas que te presentamos y proponemos.

¡¡¡Bienvenido a bordo!!!

ARMAMENTO ANTICIPADO Y LA ESTRATEGIA CONSTRUCTIVA DE LOS BUQUES

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, y con la filosofía de la construcción integrada, los hitos principales del proceso de la construcción de un buque comienzan con la elaboración del casco, continúan con la puesta de quilla y el montaje en grada, si es el caso, y van finalizando con la botadura y el armamento a flote. Este proceso remata con las pruebas y la entrega del buque, y se cierra en el momento del final del periodo de la garantía.

La construcción del barco se inicia con la elaboración de previas, chapas y perfiles, que se van montando en los talleres, para ir formando los bloques, que finalmente se trasladarán a su posición en la grada. La unión de todos los bloques nos conformará el buque, que será botado en su momento, cuando se haya alcanzado el porcentaje de avance previsto, desde la posición inclinada en que se construye en la grada.

Se debe tener en cuenta que durante el desarrollo del proyecto de un buque se presentan muchas dificultades, tanto desde el punto de vista de su organización, como de su construcción propiamente dicha. Por ello, es de vital importancia que mientras se vayan elaborando los bloques, éstos lleven montados todos aquellos elementos que serían muy costosos, o incluso imposible, de colocar a posteriori. De esta forma, durante la construcción de los bloques, adquieren mucha importancia los conceptos de "armamento anticipado" o "prearmamento", y "estrategia constructiva".

CONSTRUCCIÓN INTEGRADA

La implantación en el mundo naval de un sistema de construcción integrada (CI) está basada en dos pilares. Por un lado, tenemos el diseño de productos intermedios (PI), y por el otro, el montaje por módulos de los sub-bloques, bloques y grandes bloques. El resultado de este sistema se traduce en la obtención de un gran avance en el grado de armamento final en grada, que puede alcanzar hasta el 95% del total.

De hecho, este sistema nace bajo la filosofía de conseguir una mayor eficiencia y optimización del trabajo, utilizando los recursos adecuados, y en el momento adecuado. Y para la obtención de tal fin, se utilizan tecnologías de grupos, y los talleres se usan en función del producto que generan. Por lo tanto, entre los objetivos que se persiguen con esta filosofía, destacan los siguientes:

- Reducción de los plazos de ejecución y entrega.
- Reducción de costes.
- Mejora de las condiciones de trabajo y seguridad.
- Mejora de calidad del producto intermedio y del producto final (el buque).
- Diseño orientado a la obtención de un alto nivel de PI.
- Optimización de los sistemas dentro del buque.
- Integración del diseño en las distintas disciplinas de fabricación.

Se debe destacar que denominaremos "bloque" al PI principal originado de la división del buque en estructuras, mientras que el concepto de "módulo" quedará reservado para cada parte del barco que incorpore materiales, accesorios y equipos; montados como una unidad independiente.

ESTRATEGIA CONSTRUCTIVA

La estrategia constructiva (EC) se define como un grupo de actuaciones realizadas de forma coordinada por los distintos gremios de un astillero, con el objetivo de reducir los contenidos de los trabajos, mejorando la eficiencia mediante la búsqueda final de la reducción global de los costes y plazos, todo ello proporcionando la calidad establecida en las especificaciones del contrato.

La EC debe contener los conceptos de "*qué*" hay que hacer, "*con qué*" hay que hacerlo, "*dónde, cuándo y cómo*" hay que hacerlo, y finalmente "*con qué*" recursos se debe llevar a cabo. Por lo tanto, la EC incluye aspectos de diseño, ingeniería, calidad, materiales, planificación, y producción.

El secreto de la EC no radica en realizar grandes inversiones, sino más bien en llevar a cabo un cambio de mentalidad en la manera de organizarse.

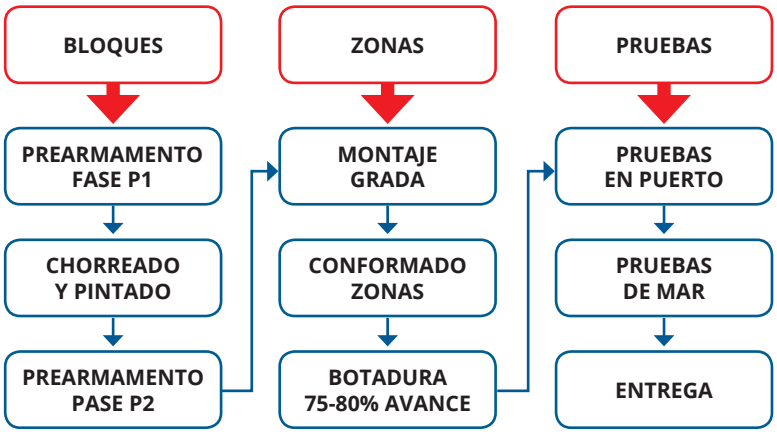


Fig. 2. Ejemplo de flujo de la construcción de un buque. (Fuente propia. Año 2017).

Una condición fundamental para poder implantar y desarrollar esta fase, radica en aplicar una metodología denominada ingeniería concurrente, método por el cual todos los gremios deben trabajar de forma coordinada y conjunta. El concepto básico de la construcción naval mediante productos intermedios (PI), tales como previas, sub-bloques, bloques, módulos y grandes bloques, que deben ensamblarse para constituir el buque completo, impone la exigencia del control del proceso global de producción de una forma muy metódica.

Dicho proceso no será correcto si en la fabricación de los componentes del casco se producen errores en las dimensiones que provoquen correcciones en trabajos ya efectuados, por lo tanto, cuanto mayor sea el avance del porcentaje de armamento efectuado en módulos y en bloques, más puntos deberán medirse y controlarse. Se trata en definitiva de hacer el montaje de los elementos de armamento, en tierra, y trabajando sobre cubiertas y no a techo. Esta filosofía permite al astillero planificar y diseñar el armamento por zonas.

Fig. 1. Colocación del bloque de proa del BAM. (Fuente propia. Año 2017).

La implantación del armamento por módulos ha significado que los PI de armamento puedan comenzar simultáneamente con la fabricación de los PI estructurales, no teniendo, por tanto, que esperar a la terminación de bloques del casco.

La EC recurre a la prefabricación de los bloques en los que se divide la estructura, y de los módulos formados por equipos diversos (electricidad, tubos, etcétera). Como ya se ha indicado, el cumplimiento de la EC exige la integración en el proceso productivo de todos los gremios implicados.

Dicho esto, podríamos definir dos tipos de EC:

- EC funcional: que abarca el periodo desde la orden de ejecución de la obra hasta el inicio del elaborado del acero.
- EC de detalle: que abarca el periodo desde el inicio del elaborado del acero hasta la entrega final del buque.

Además, debe existir un departamento de la ingeniería de producción y aprovisionamiento (IPA) que se encargue de elaborar, a partir de la documentación de entrada recibida de los demás departamentos, la documentación de salida existente de la EC funcional. Adicionalmente también se ocupará de llevar a cabo un seguimiento de la EC de detalle.

Dentro de los equipos, documentos y planos que forman parte de la EC funcional, se podrían destacar los siguientes: especificaciones de contratos, índices de planos de los buques, definición de los equipos principales, especificaciones técnicas de compra, disposiciones generales de los buques y de sus cámaras de máquinas, planos de hierros, cuadernas maestras, disposiciones de bloques, y finalmente, los esquemas funcionales. Además, no debemos olvidarnos de los documentos de planificación (lista de órdenes de trabajo) y compras (aprovisionamientos y subcontratación).

Además, el departamento del IPA debe desarrollar los siguientes elementos de la EC funcional:

- Lista de PI.
- Actividades de producción.
- Asignación de la lista de órdenes de trabajo y sus fechas.
- EC de producción.
- EC de ingeniería.
- EC de materiales.
- Lista de cuadernos de EC.
- Lista de documentos técnicos necesarios.

En lo referente a los elementos que forman parte de la EC de detalle se podrían destacar los cambios en la planificación de la EC que vengan dados por contratiempos en la construcción del buque, así como los documentos necesarios para gestionar y registrar los productos intermedios y sus órdenes de trabajo.

Fig. 3. Planchas de acero y previas en taller del astillero Gondán en Figueras. (Fuente propia. Año 2020).

Fig. 4. Unión de dos bloques de un buque LPD en Ferrol. (Fuente propia. Año 1996).

ARMAMENTO ANTICIPADO O PRE-ARMAMENTO

El armamento anticipado (AA) o pre-armamento (P) comenzó en los años setenta y se define como la introducción de aparatos, durante las fases de construcción del casco, con sus polines, tuberías, válvulas, accesorios, pisos, conductos de ventilación, canaletas eléctricas, etcétera. El AA a montar sólo debe tener una limitación, que no debe ser otra más que el peso total del bloque no debe exceder el máximo permisible por los medios de manipulación utilizados. El AA presenta las siguientes ventajas:

- Trabajo abrigado y cubierto.
- Ahorro de tiempo en manipulaciones, traslados y maniobras.
- Posibilidad de uso de medios mecanizados de trabajo.
- Mayores posibilidades de modificaciones.
- Menor uso de andamios.
- Mejor programación de trabajos.
- Posibilidad de subcontratar módulos o conjuntos de armamento.

Para obtener mayores ventajas del AA debe realizarse un correcto despiece de los elementos, así como un buen plan de montaje. Por lo tanto, se debe realizar lo que se denomina un "plan de armamento", en el que se defina el alcance, secuencia y fechas, de la incorporación de módulos y otros elementos del AA. Esta etapa del AA abarca todos los trabajos que se realicen en bloques desde el inicio de esta fase, hasta el final. No obstante, a veces se divide la etapa en dos sub-fases de pre-armamento (P1 y P2), por lo que, en ese caso, el P abarcaría todos los trabajos que se lleven a cabo desde el inicio de la sub-fase P1 del primer bloque, hasta el final de la sub-fase P2 del último bloque.

A su vez, en cada uno de los bloques en los que se divide el buque, se debe realizar un despiece en sub-bloques, y se deben indicar las diferentes etapas que tendrá el bloque, desde el inicio del prefabricado, hasta el momento de su montaje en grada.

En el caso de todo PI, esta etapa del P debe tener en cuenta, al menos, el orden secuencial del prefabricado, y la posición en la que se encuentra el PI, indicando si se encuentra en posición normal, invertido, etcétera.

Destacar, que aquellos elementos y trabajos que no se finalicen en el AA, deberían colocarse en grada, por lo que se definen dos fases diferentes:

- Trabajos a realizar en la grada a cielo abierto, o con los locales sin conformar.
- Trabajos a realizar en la grada con los locales conformados o en exteriores.

Durante la fase de locales sin conformar, se deben ejecutar aquellos trabajos que necesariamente haya que realizar en una zona del buque antes de que quede cerrada con el bloque superior o con el bloque de popa o proa. Esta fase debe ir orientada al montaje de aquellos equipos que se montarán en la grada antes de montar el bloque que impida dicha tarea. Por ello se deberán tener en cuenta los siguientes puntos:

- Trabajo que se realizará en la grada.
- Número de zona de proyecto.
- El número de bloque que cerrará la zona sobre la que se realizará el trabajo.

En cuanto a locales conformados, en esta fase se deben ejecutar los trabajos que exijan que el local esté conformado para la realización de los mismos, y aquellos que exijan que los trabajos se realicen en el exterior. A esta fase se deben asignar la mayoría de los trabajos que se realicen en la grada y su ejecución debe tener en cuenta, al menos, el trabajo que se realiza en la grada, y el número de zona de proyecto o de producción.

El P realiza su labor dentro del proceso productivo y entre sus cometidos está el de recibir el bloque e incorporar a este los elementos descritos por la EC. Por su parte, el bloque prearmado es el PI del P, y a su vez el PI se define como todo elemento elaborado dentro del proceso de construcción de cualquier taller, que forma parte del producto final y que puede ser la suma de otros PI menores. El PI debe cumplir con los requisitos de calidad, de producción, de acabado, y se debe entregar en la fecha planificada. Su cliente interno será el jefe de buque en la grada.

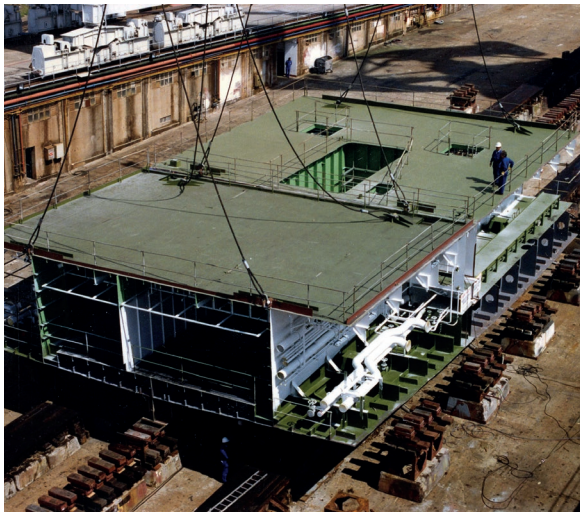


Fig. 5. Vista aérea de unión de dos bloques de un buque LPD en Ferrol. (Fuente propia. Año 1996).

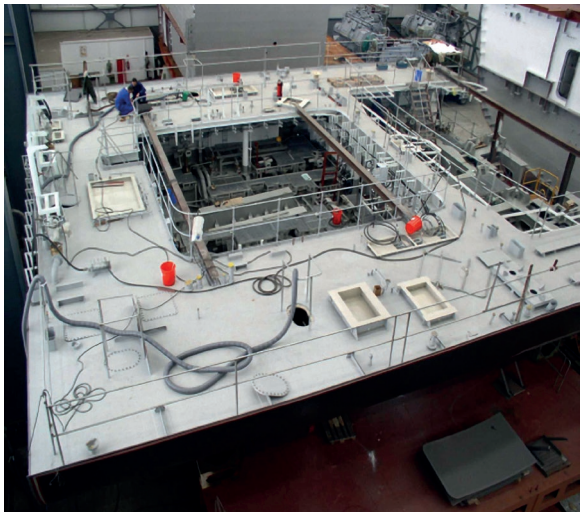


Fig. 6. Bloque en Pre-armamento 2 en Ferrol. (Fuente propia. Año 2012).

ORGANIZACIÓN Y COORDINACIÓN DEL PREARMAMENTO

Para llevar a cabo estas tareas se diferencian los siguientes grupos:

- Grupos de apoyo que aporten gestión de los materiales, conocimientos técnicos, resolución de problemas técnicos, planificación, control de los requisitos de calidad, seguridad en el trabajo, y potenciamiento de grupos de mejora.
- Grupos de trabajo que aporten la realización de los trabajos, grupos de progreso, círculos de calidad, y control de avance de actividades.

El control de actividades se debe centrar en los siguientes puntos:

- Definición de actividades a controlar, especialmente las de mayor valor en horas dentro del total del bloque.
- Control de estas actividades, fijando valores objetivo por actividad y el tiempo para la planificación de estos trabajos, junto a un análisis de desviaciones en actividad y plazo.

Es recomendable, para trabajar más eficientemente, que los elementos de armamento se deban incorporar al proceso productivo en los bloques de acero, en la fase de prefabricación o después de prefabricados. De esta forma los elementos que forman el armamento se pueden colocar uno a uno, o bien realizar una agrupación previa, lo que se conoce como módulos de AA.

PROCESO DE PREFABRICACIÓN. LOS MÓDULOS

El módulo es la unidad clave del AA. Se compone de varias piezas, accesorios y equipos montados como un conjunto, sobre una estructura metálica. Los módulos son elaborados en talleres, y se clasifican en:

Fig. 7. Colocación del bloque del Puente de Gobierno del BAM Furor en Ferrol. (Fuente propia. Año 2017).

Fig. 8. Colocación del bloque del Puente de Gobierno del BAM Furor en Ferrol. (Fuente propia. Año 2017).

- Primarios o de maquinaria.
- Secundarios o de tuberías.
- Módulos funcionales: son módulos de maquinaria o primarios normalizados, en los que se ha conseguido una gran reducción de horas de ingeniería. Se desarrollan tanto en el astillero como en la industria auxiliar.
- Macro-módulos: PI constituidos por la agrupación de dos o más módulos. Nacen con el objeto de reducir tiempos de instalación y poder constituir conjuntos más estables.

En el proceso de fabricación nos encontramos con:

- Fabricación de pequeños elementos estructurales compuestos o sub-prefabricados.
- Fabricación de paneles planos.
- Fabricación de bloques tridimensionales.
- Formación de conjuntos de grandes dimensiones.
- Unión en grada de grandes bloques.

El montaje de los módulos en el buque debe llevarse a cabo siguiendo criterios de:

- Consideración del peso para el transporte y elevación.
- Instante oportuno de instalación en el bloque.
- Área disponible en el entorno del módulo para su instalación.

Por su parte, los módulos de habilitación deben contener:

- Mamparos de carpintería metálica.
- Mobiliario interno.
- Componentes de ventilación, equipos de alumbrado, rociado de CI, etcétera.
- Aislamiento y falso techo.

Fig. 9. Módulos de tuberías en Ferrol. (Fuente propia. Año 2013).

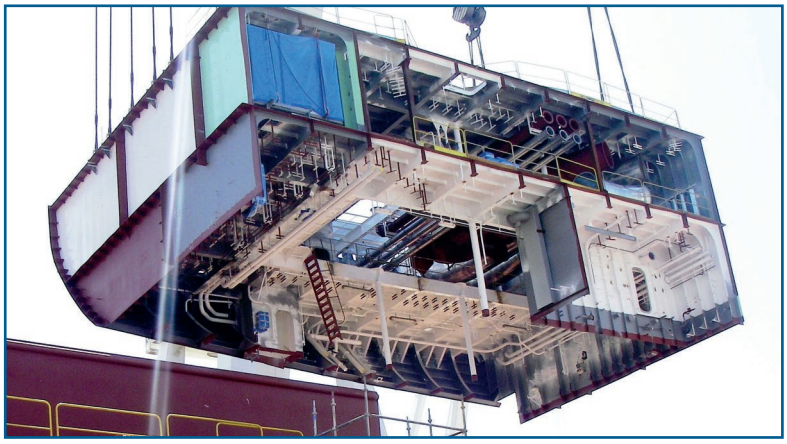


Fig. 10. Vista de módulos en bloque en Ferrol. (Fuente propia. Año 2012).

CONCLUSIONES

En el AA se despieza el buque en bloques y módulos, y para obtener tal fin es imprescindible desarrollar un "plan de armamento". Este estudio debe ser realizado por los departamentos de producción, aprovisionamiento, control de calidad, y por la oficina técnica. Gracias a esta división en la construcción naval se obtienen los siguientes beneficios:

- Posibilidad de construir buques de grandes dimensiones en astilleros no preparados para ello en sus inicios.
- Mayor seguridad para los trabajadores.
- Mayor eficiencia y comodidad en los trabajadores.
- Mejor especialización de los grupos de trabajo.
- Mejora en la capacidad de planificación por parte de cada grupo de trabajo, y en su conjunto.

El AA debe considerarse como la función posterior a una serie de actividades cuyo objetivo es la búsqueda de la reducción de los plazos de construcción; y por su lado, la EC, trata de optimizar, con carácter general y de diseño, la realización de los montajes en el espacio y tiempo idóneo para su instalación.

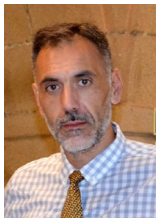
Como resultado de todos los beneficios del AA se podrían destacar los siguientes:

- Mejoras en las condiciones de trabajo y seguridad.
- Alta calidad del producto.
- Reducción de los recursos necesarios.
- Reducción de los tiempos de entrega.
- Reducción de costes.
- Flexibilidad en la producción.

Y como mejoras resultantes específicas de la construcción integrada, se podrían destacar:

- Mejora de la funcionalidad, operatividad y calidad.
- Reducción de coste, plazo y mejores condiciones de trabajo

La CI es un proceso de reingeniería, que abarca a toda la organización y que se debe completar con la aplicación de la tecnología de grupos como técnica de implicación en el proceso productivo.



Raúl Villa Caro
Doctor Ingeniero Naval y Oceánico.
Capitán de la Marina Mercante.

Bibliografía
1. MARTÍNEZ DE CASTRO, F. *Construcción Naval: estrategia, planificación, fabricación y control*. 2019.
2. GONZÁLEZ LÓPEZ, P. *Técnicas de Construcción Naval*. 2005.