

LA CONSTRUCCION NAVAL

Juan M. BLANCO-TRABA Y TRABA
Doctor Ingeniero Naval
Empresa Nacional "Bazán"

Construcción Naval es la parte práctica de la arquitectura naval, consistente en efectuar las operaciones necesarias de labra, unión y consolidación de las distintas piezas que han de construir el barco, el cual debe ser construido con sujeción a proyecto hecho de antemano. El constructor naval ejecuta lo que el arquitecto naval idea y calcula.

(De la voz "Construcción Naval" en la enciclopedia Espasa)

1. PROCESO DE CONSTRUCCION DE UN BUQUE

Un barco es un mundo, y por ser un mundo es un milagro. Así hoy, después de casi 40 años de estar en contacto con ellos, todavía me maravilla que todos los elementos que lo constituyen puedan unirse, como en un gigantesco y complicado rompecabezas, para dar lugar a algo que tiene vida propia, que tiene alma... y un destino, pero de eso hablaremos más adelante.

Un barco, mejor dicho, todo barco, nace para algo; si es de guerra, para la defensa —ya que incluso cuando ataca defiende— de algo tan valioso como es la esencia nacional en cualquiera de sus facetas, y si es mercante, para ser un instrumento de comercio, para ganar dinero, o al menos intentar ganarlo con su explotación.

Por ello, todo barco se define inicialmente en función de lo que queremos conseguir de él. Si es de guerra, hay que fijar sus misiones y sus requisitos operativos, cosa que hace el Estado Mayor de la Armada, que dice lo que el barco ha de ser capaz de hacer. Con estos datos, los técnicos deducen sus dimensiones, la máquina que ha de llevar para dar la velocidad requerida y las armas que ha de portar para poder hacer frente a las amenazas previstas y llevar a cabo las misiones pretendidas.

Si el buque es mercante, el armador fija normalmente el uso del mismo y el llamado "peso muerto", es decir, y aunque su nombre en nuestro argot resulte casi paradójico, algo tan "vivo" como prácticamente su capacidad de carga —el transporte que produce dinero—. Pero también hace falta fijar su velocidad o algo que permita establecerla, como puede ser el tiempo que ha de emplear en un viaje redondo, es decir, desde que sale hacia un punto determinado y regresa al de partida. Al igual que en el buque de guerra, con esos datos, los técnicos determinamos dimensiones, potencia propulsora, etc. Todos los datos que establecen ya cuál y cómo ha de ser el barco, se plasman en una "especificación de contrato" que, junto con unos planos generales, constituyen lo que llamamos el "proyecto del contrato", que acompaña a

las estipulaciones entre armador y astillero que figuran en el “contrato de construcción”.

Sabiendo ya cómo es el barco, o mejor dicho cómo ha de ser, en líneas generales, se puede empezar el desarrollo del proyecto de detalle o de construcción, en el cual, mediante el número de planos necesarios, se desarrollan todos los detalles constructivos de lo que ha de ser la unidad para que los distintos talleres y gremios del astillero puedan construirla físicamente.

Pero, evidentemente, el tener los planos es sólo el primer paso, ya que para construir el barco hay que tener también los componentes materiales, que salen o se deducen precisamente del desarrollo de los planos.

Antes de seguir con el proceso, veamos cómo se estructura un barco, no sólo para tener la seguridad de que no se nos olvida nada, sino, incluso, para ver cómo se puede llegar a determinar, a priori, su precio y su plazo de construcción, que son dos datos primordiales a hacer figurar en el contrato con el armador.

Todos los elementos y servicios necesarios para hacer un barco se agrupan en nueve conceptos:

DESGLOSE DE UN BUQUE

- Concepto 1: Estructura del casco.
 - Concepto 2: Planta propulsada.
 - Concepto 3: Planta eléctrica.
 - Concepto 4: Comunicaciones y sistemas de control.
 - Concepto 5: Servicios Auxiliares.
 - Concepto 6: Equipo y habilitación.
 - Concepto 7: Armamento militar.
 - Concepto 8: Proyecto y servicios técnicos.
 - Concepto 9: Montaje del buque y servicios de apoyo,
-

que sirven también para controlar, no sólo el coste, sino también el peso, ya que el barco ha de tener, por el reparto de pesos adecuados, estabilidad y resistencia satisfactorias en todas las condiciones que puedan plantearse en los medios: mar y aire, en cuyo límite de separación flota y ha de transcurrir su vida.

El concepto 1 incluye la estructura básica y todo lo que, en general, constituye, por así decirlo, el “contenedor” y soporte de los restantes elementos.

El concepto 2 comprende la maquinaria y sus elementos asociados, es decir, el equipo que permite que el barco se desplace en la mar de un sitio a otro a la velocidad especificada.

El concepto 3 comprende todo el sistema eléctrico, es decir, la red de energía que permite atender los servicios necesarios tanto de fuerza como de alumbrado!

El concepto 4 incluye tanto los equipos de comunicaciones como los de control, que tienen una especial importancia en buques de guerra, ya que el control se refiere, fundamentalmente, al control de fuego o de dirección de tiro, que es, lógicamente, uno de los elementos diferenciales y fundamentales de una unidad de combate.

El concepto 5 contiene los sistemas y servicios auxiliares del barco, tales como de contraincendios, achique, agua dulce (caliente y fría), etc.

El concepto 6, habitabilidad, contiene, como su nombre indica, todo lo que se refiere al alojamiento y acomodación de la dotación y pasajeros, si es que el barco ha de destinarse a ese tipo de tráfico.

El 7 es específico de los buques de guerra, ya que comprende las armas en general, que son precisamente las que constituyen su razón de ser, ya que el resto del buque tiene la misión de servir de plataforma para situar esas armas en el lugar adecuado y en el momento oportuno en que se necesiten.

El concepto 8 incluye todos los conceptos de ingeniería y proyecto que cuestan pero no pesan y que también hay que tener en cuenta. Al tiempo que se comienza con el desarrollo del proyecto, se fijan los hitos o eventos fundamentales del proceso de construcción, como son:

HITOS PRINCIPALES DEL PROCESO DE CONSTRUCCION

- Comienzo de la elaboración del casco.
 - Montaje en grada (puesta de quilla).
 - Botadura.
 - Armamento a flote.
 - Pruebas sobre amarras.
 - Pruebas de mar.
 - Pruebas de entrega.
 - Entrega.
-

Trazándose un diagrama lineal o de Gantt con esos períodos y acontecimientos que sirven de guía para el control de la construcción.

La aplicación de mano de obra se fija y controla por medio de lo que se denomina curva "S" por su forma, que recuerda a esa letra. Se obtiene a partir de la carga de los distintos gremios, ajustándola de acuerdo con curvas reales de la construcción de barcos similares y es la que sirve de base para ver cómo ha de ser la aplicación de los recursos físicos de mano de obra que son precisos para la construcción de la unidad:

Habíamos dicho, anteriormente, que los materiales se deducen de los planos, planos que, salvo en los casos en que se dispone de un proyecto completo al iniciar la construcción, se irán desarrollando acordes con un programa que apoye a la construcción.

Los materiales se piden de acuerdo con un plan o programa que se

obtiene operando hacia atrás a partir de la fecha en que debe de estar disponible para su introducción o montaje a bordo. A partir de ella, se descuenta el plazo de fabricación o de entrega incluyendo transportes, trámites aduaneros, si el material es de importación, etc. Luego se detrae también el tiempo necesario para consultas y para hacer el pedido y así llegamos a la fecha en la cual hemos de iniciar el proceso de obtención de los materiales.

Suponiendo que tenemos en marcha el desarrollo de planos y de petición de materiales, en cuanto se reciba el acero —planchas y perfiles— ya que se puede iniciar la construcción.

Lo primero es, lógicamente, la elaboración de las chapas y perfiles que se van uniendo luego en el taller de prefabricación para formar los subconjuntos y conjuntos o “bloques”, que luego se llevarán a la grada a una posición previamente fijada en donde se procede a unir unos con otros para ir formando el barco.

La grada es una explanada inclinada precisamente para permitir que el barco se deslice hacia el agua en el momento de la botadura o lanzamiento.

Cada bloque debe llevar, si puede, aquellos tubos o elementos que luego serán difíciles o costosos de colocar posteriormente. Lo ideal sería, incluso, que cada bloque llevase —como una unidad independiente— muchos de los elementos que han de ir en él. A esto se le llama “armamento anticipado” o “prearmamento” y para llegar a hacerlo hay que estar especialmente organizado para ello y sobre todo conseguir que la llegada de los materiales sea fluida. En la mayoría de los astilleros no es posible, aunque sí puede hacerse en caso de buques muy repetitivos, que constituyan prácticamente una construcción en serie.

Cuando el casco y la superestructura están completos y se ha alcanzado el porcentaje de avance previsto, evaluado con arreglo a una fórmula previamente elaborada que recoge el peso relativo de los distintos conceptos, se puede ya proceder a la “botadura”, acto trascendental, ya que es la primera vez que el barco toma contacto con el medio, el mar, en que ha de desarrollar su vida. Se puede decir que es el nacimiento el barco como tal.

Este acto reviste, casi siempre, una cierta solemnidad, aunque, a veces, constituye un sencillo acto de trabajo. Se bendice la unidad, luce airosa su nombre y se la bautiza rompiendo, normalmente, una botella de vino o de champán sobre el casco.

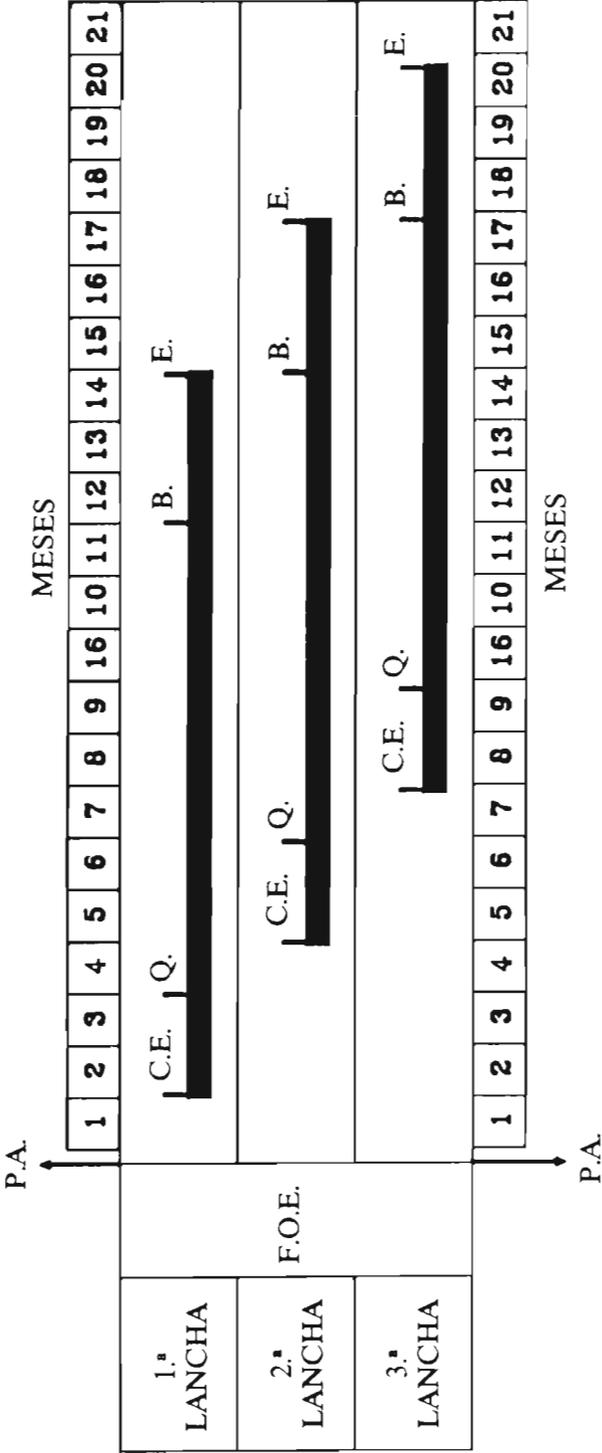
Una vez el barco en el agua, comienza su armamento a flote, durante el cual se completa todo su interior. Se terminan las máquinas, los servicios, se instalan los equipos especiales y se prepara todo para prestar servicio.

Una vez que el barco está listo, hay que probar todos los sistemas y equipos, individual y conjuntamente, para asegurarse de que cumplen su función y están listos para prestar servicios.

Las pruebas sobre amarras sirven para comprobar, con el barco amarrado al muelle, el funcionamiento de toda la maquinaria propulsora y, pos-

PLANIFICACION GENERAL

LANCHAS DE DESEMBARCO L.C.M.-6

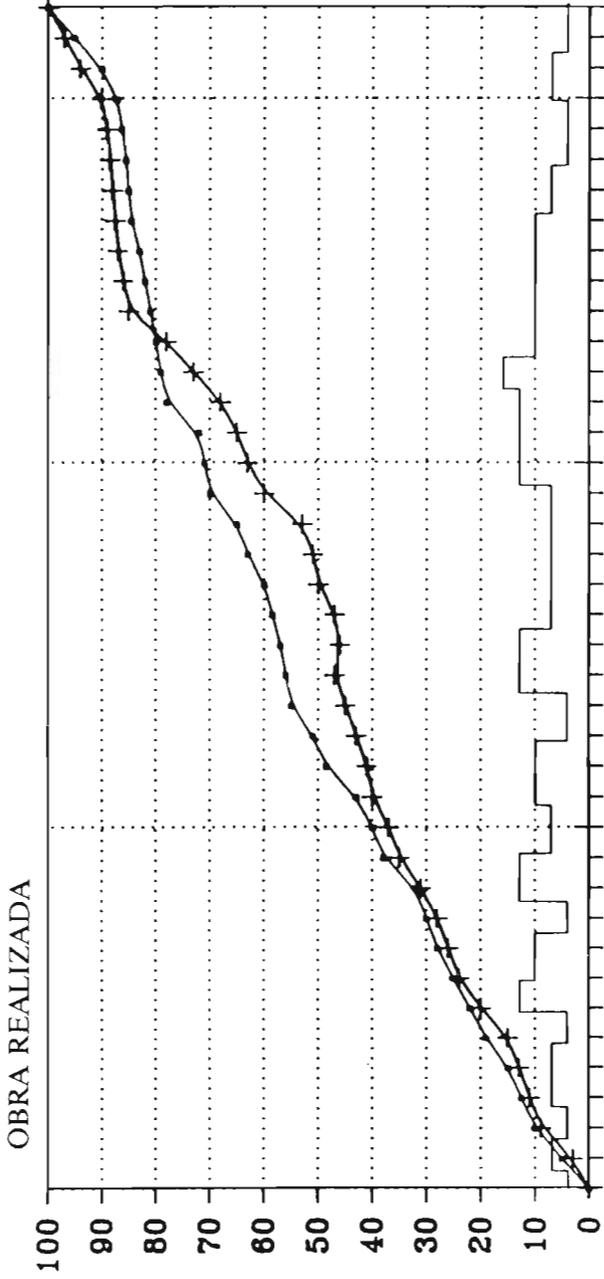


- F.O.E.: FIRMA ORDEN DE EJECUCION
- P.A.: PEDIDO MATERIAL DE ACERO
- C.E.: COMIENZO ELABORACION CASCO

- Q.: PUESTA DE QUILLA
- B.: BOTADURA
- E.: ENTREGA

CURVA "S" DE OBRA REALIZADA

CORBETA TIPO DESCUBIERTA



MESES

—●— CURVA REAL —+— CURVA PLANIFICADA — CURVA PLANIF. MENSUAL

teriormente, las pruebas de mar aseguran el buen funcionamiento del barco en el medio que le es específico.

Antes de la salida a la mar, se hace una prueba de estabilidad para conocer con exactitud la posición del centro de gravedad y comprobar que tiene estabilidad adecuada en sus distintos estados de carga y condiciones de funcionamiento.

Terminadas satisfactoriamente las pruebas particulares, que son presenciadas por representantes del armador que, normalmente, mantiene una inspección continua en el astillero, se llevan a cabo las pruebas oficiales ante la administración y el buque. Si el resultado es bueno, el barco está listo para su entrega al armador.

Normalmente, el acto de entrega es muy solemne. Si el barco es de guerra, se produce en ese momento el abanderamiento y se formalizan las actas de entrega por parte del constructor y de la armada correspondiente.

Si el buque es mercante, el acto es más sencillo pero también emocionante, y sobre todo es día de satisfacción ya que supone la coronación de muchos esfuerzos y representa el fruto de la labor en equipo de mucha gente.

Una vez que se ha verificado la transferencia, el barco entra en un período de garantía, que, usualmente, es de un año, durante el cual se repara a cargo del astillero cualquier defecto que surja como consecuencia de su construcción, pero excluyendo, desde luego, todo lo que pueda ser consecuencia de defectuoso manejo o de errores de la dotación.

Con todo lo dicho, hemos pasado revista, muy somera desde luego, al complejo proceso de construcción de un barco, pero no quiero concluir esta parte sin volver a donde empecé: un barco es un milagro, es la síntesis coordinada de talentos y esfuerzos. Es algo que enorgullece a todos los que, de un modo u otro, participan en la obtención del producto final.

2. LA CONSTRUCCION NAVAL MILITAR

El principal problema que plantea la construcción naval militar es el alto grado de calidad y especialización que requiere. Un astillero que se dedique a construir buques de guerra tiene que tener personal especializado y la técnica necesaria para hacer frente a las demandas que ello impone.

Posiblemente la forma más ilustrativa de poner de manifiesto los problemas que entraña la construcción militar sea hacer un somero recorrido por los conceptos que antes vimos, poniendo de relieve las características especiales del buque de guerra.

Casco

Si bien en los buques auxiliares es, normalmente, de acero dulce, en los buques de guerra de combate el casco es, en la mayoría de los casos, de acero de alta resistencia (HTS), cuya soldadura ofrece mayores dificultades y ha

de hacerse por personal especialmente calificado y adiestrado, para mantener la aptitud conseguida. En el caso de la fabricación de anillo de submarinos, la capacidad de los soldadores y la metodología de la soldadura ha de ser muy estricta y de muy alta calidad para poder conseguir los resultados exigidos.

Propulsión

Las máquinas propulsoras que encontramos en los buques de combate modernos son, fundamentalmente, turbinas de gas, en las que el fluido que impulsa las turbinas propiamente dichas es una mezcla de productos de combustión y de aire limpio en una proporción 30% - 70%. Tienen la enorme ventaja de montarse como módulos, de insuperable relación peso-potencia, y su enorme facilidad de respuesta, aunque su empacho, incluidos los conductos de admisión y exhaustación que requieren, y los voluminosos silenciadores, hace que su ocupación volumétrica total sea mayor de lo que normalmente se piensa.

En buques auxiliares, se utiliza vapor de características medias (42 Kg/cm².) y

actualmente, por su tremenda economía de uso y otras ventajas, se están usando cada vez más los motores Diesel rápidos y semi-rápidos, que también, y precisamente por las razones apuntadas, se usan como máquina de crucero en instalaciones mixtas.

Si la propulsión es nuclear, aunque también es por vapor, el generador de vapor es tan especial y plantea una serie de problemas tan específicos y concretos, que la capacidad de construir buques de guerra nucleares sólo la tiene un contado número de astilleros en el mundo.

Instalación eléctrica

Las exigencias, tanto de diseño como de construcción, son elevadas, ya que la energía eléctrica, su distribución correcta y su redundancia han de asegurar que los servicios vitales del barco estén operativos aun en las condiciones más extremas y ante cualquier eventualidad.

Comunicaciones y control

Como aquí se incluyen los equipos de comunicaciones y todos los sistemas de dirección de tiro (a/a y a/s), sensores y elementos de guerra electrónica, no cabe duda de que, en lo que a este concepto afecta, las necesidades de una construcción mercante son muy distintas a las de un barco de guerra. Un astillero dedicado a la construcción militar ha de tener, en mayor o menor grado, un departamento de armas y electrónica capaz de resolver, o al menos de controlar, si se recurre a asistencia técnica exterior, los numerosos problemas que el montaje y pruebas de armas y sensores pueden plantear.

Servicios auxiliares

Aquí las grandes diferencias entre la construcción naval mercante y la militar están en los materiales utilizados y en la mayor exigencia de calidad en la ejecución, que es una constante en la construcción de buques de guerra.

Equipo y habilitación

Lo más importante a tener en cuenta en este apartado es la mayor modularidad y el hecho de que los camarotes o espacios de habilitación son siempre de menores dimensiones que en barcos mercantes.

Armamento

Este concepto es privativo de los buques de guerra y, por lo tanto, no hay comparación posible. El departamento de armas y electrónica es, en general, el que se ocupa del montaje y puesta a punto de todos los sistemas aquí incluidos.

Como resumen de todo lo que hemos dicho, podemos sacar en consecuencia que los principales problemas que crea la dedicación a la construcción naval militar son el tener que contar con un personal productivo de mayor calificación, en general, y, sobre todo, con un departamento de armas y electrónica muy capaz, lo cual es tanto como decir que la capacidad de construir buques de guerra no se improvisa y que requiere una decidida dedicación y vocación del astillero.

Por otra parte, para asegurar el nivel de calidad, el astillero dedicado a construcción militar debe tener un departamento de gestión o garantía de calidad, que, independientemente de la línea de producción, se encarga de estudiar y vigilar todas las acciones del proceso productivo, promulgando las normas e instrucciones necesarias para que se tenga la "garantía" (y de ahí su nombre) de que se va a obtener un producto de la calidad deseada. Es pues un concepto fundamentalmente distinto del control de la calidad que se limita a comprobar el producto final. La garantía de la calidad persigue que, por medio de acciones previas, análisis continuado, publicación de normas adecuadas y vigilancia permanente, se tenga la certeza de que el resultado final del proceso productivo será el deseado, es decir, sin que haya lugar a sorpresas o resultados negativos.

Es, evidentemente, un proceso caro, pero sus resultados compensan.

En nuestro caso, la E. N. Bazán, ejecutora de los programas navales, tiene un programa de gestión de la calidad (garantía), que es un magnífico instrumento en la consecución de unos barcos que tienen un notable grado de calidad, que, lógicamente, es tanto más difícil de conseguir cuanto más complejo y sofisticado es el buque.

3. DEPENDENCIA DEL EXTERIOR EN TECNOLOGIA Y PROYECTOS

Hemos de ser realistas y reconocer que, por desgracia, tenemos una dependencia técnica general del exterior bastante acusada. Ahora bien, cuando se habla de transferencias de tecnología y dependencia tecnológica hay que tener los conceptos muy claros y no dejarse arrastrar por interpretaciones o ideas simplistas.

Todas las naciones, incluso las más avanzadas, importan, en mayor o menor medida, tecnología extranjera, y nosotros no íbamos a ser una excepción. Es más, me atrevo a decir, porque lo creo firmemente, que el importar tecnología es necesario e, incluso, conveniente en ciertos aspectos. Lo que es inadmisibles es que esa tecnología no fructifique en el país y sirva para ir generando una tecnología propia que nos lleve a una elevación de nivel progresivamente creciente.

Hoy en día nadie se pone a inventar lo que ya está inventado.

Hasta los EE. UU. han adquirido para sus fragatas FFG-7 el cañón Oto Melara de 76/62 y la dirección de Tiro M-25 de Signaalapparaten, adaptándolos, eso sí, a sus peculiaridades, es decir, "americanizándolos", valga la expresión, para que respondiesen a sus requisitos y exigencias particulares.

Los países de menor avance tecnológico pueden ganar etapas hacia un desarrollo en ese orden, adquiriendo tecnología extranjera, proceso que, si sirve para avanzar en grandes saltos, elevar la capacidad de países y constituir la primera piedra para la construcción de un "edificio" propio, debe ser mirado como positivo y deseable.

La importación de técnica por comodidad o con el único y exclusivo fin de ganar dinero rápido, sin preocuparse de que sirva para crear los efectos beneficiosos a que antes aludíamos, debe ser combatida, y las propias leyes del Estado que rigen la transferencia de tecnología así lo prevén y exigen.

El porqué a veces parece que se abusa de la importación de técnica es una cuestión muy compleja. En muchos casos existe de verdad inicialmente una carencia propia y un deseo sincero de avance, pero luego, cuando se podría cortar, se sigue importando por inercia y por comodidad, y en otros muchos casos es una especie de ceguera, refiriéndonos al caso de España, colectiva que nos lleva a creer que todo lo extranjero es mejor, agravada casi siempre con una injustificada (aunque pueda haber alguna mala experiencia) falta de fe en nuestra técnica y en nuestros técnicos. Me permito decir que es labor de todos contribuir a acabar con esa situación, pues es la única forma de romper el círculo vicioso, desconfianza-importación-deficiencia propia-más importación-más abismo de deficiencia.

Comprendo que a veces resulta duro correr riesgos, reales o supuestos, en cosas que son importantes, confiando en nuestra capacidad, pero estoy convencido de que si no lo hacemos así, no saldremos nunca de nuestro

pequeño entorno y dependeremos siempre de los demás hasta extremos ridículos.

Volviendo al tema de la importación de técnica se suele sacar a menudo a relucir la sangría de dinero-divisas que supone, dando muchas veces la sensación o induciendo a creer que todo contrato de transferencia de tecnología es una lacra. En esto tenemos también que ver las cosas con la óptica correcta, pues a nadie puede caberle duda de que el poseedor de la técnica no la ha adquirido sin esfuerzo y, muchas veces, con grandes inversiones y, por lo tanto, es lógico y justo que cuando la ceda lo haga cobrando adecuadamente sus servicios. Lo que hay que evitar es caer en contratos leoninos o que no permitan levantar cabeza, pero si los términos pactados son correctos, no hay nada que oponer. Incluso lo ideal, en una primera etapa, es asociarse, para, en un empeño mutuo, ir avanzando juntos con paso seguro.

Como resumen, y reflejando todo lo dicho sobre esta importante cuestión, quiero insistir en que la adquisición o importación de tecnología es, en muchos casos, necesaria, conveniente y económica, siempre que el pacto de cesión sea justo y la transferencia tecnológica sirva para una progresiva mejora del nivel técnico del contratante y le permita, en un plazo más o menos breve, independizarse del licenciatario o cedente, aunque pueda conservar con él aquellas relaciones técnicas y económicas que el buen sentido aconseje.

4. OTRAS POSIBILIDADES DE LA INDUSTRIA NAVAL

Aunque hoy en día hay una gran tendencia a que los astilleros sean más y más los montadores o ensambladores de los equipos, sistemas y elementos que fabrican otras industrias, casi todos ellos tienen, sin embargo, una capacidad de fabricación y producción de los mismos, que en muchos casos pudiera considerarse o constituir una línea de actividad independiente.

Esta capacidad la adquirieron o crearon algunos para sentirse de verdad constructores del barco, aportando él la mayor parte de los elementos que se llevan a bordo, por carencia de industria auxiliar adecuada, y respondiendo también, posiblemente, a un criterio de diversificación de actividad que puede ser una salvaguardia para algunos momentos difíciles.

En realidad, y abundando en lo que decía al principio de este punto, estas capacidades de fabricación, que tienen en mayor o menor medida muchos astilleros, constituyen auténticos centros productivos diferenciados, que nacen al amparo del astillero, pero que tienen auténtica personalidad propia.

Esta capacidad efectiva o potencial de fabricar elementos diversos es un valor positivo más de la industria naval, ya que hace capaz de enfrentarse con seguridad a situaciones especiales que requieran una capacidad de respuesta adecuada.

Ahora bien, esta capacidad o potencialidad de algunos astilleros no significa que puedan fabricar todo, por ejemplo diremos que sería muy difícil, por no decir imposible, que fabricasen equipos electrónicos, pues para ello hay que tener unas instalaciones, un personal y una técnica que no poseen. En cambio, todo lo relativo a fundiciones, fabricación y maquinado de grandes piezas, etc., sí que caen dentro de las posibilidades reales de un astillero. Y así, por ejemplo, en nuestra factoría de San Fernando se fabrican, con gran éxito, las barcazas de los tanques AMX-30 para el ejército, en un programa pilotado por la E. N. "Santa Bárbara".

5. RESUMEN FINAL

Confío en que los puntos en que he basado mi exposición hayan puesto de manifiesto la importancia capital que la industria naval tiene para nosotros, dado el carácter eminentemente marítimo que tiene nuestra patria. Es una industria que hemos de apoyar y fomentar, del mismo modo que hemos de seguir avanzando con decisión por el camino de la nacionalización y de la independencia tecnológica. Esa es la mejor forma de incrementar nuestra seguridad y de asegurar el futuro.

El diseño y construcción de buques, especialmente los de guerra, es un motor de desarrollo que va mucho más allá de su propio ámbito, ya que no podemos olvidar que el barco es un pequeño mundo en el que encontramos desde una simple lavadora hasta el sensor más sofisticado y en el que se generan y hay que hacer frente a problemas de convivencia, de tiempo libre, como los que existen en toda comunidad obligada a vivir y moverse dentro de estrechos límites.

De ahí la belleza y la dificultad de la tarea. Llegar a lograr una unidad armónica, como síntesis de factores muchas veces antagónicos, es lo que constituye el mayor reto y el mayor orgullo de nuestra industria naval, en general, de nuestra profesión en particular.