

## MÓDULO 6: EL DESARROLLO TECNOLÓGICO OCEANOGRÁFICO

### LOS BUQUES Y SU CICLO VITAL

Los buques son estructuras flotantes, por lo general autopropulsadas, que tienen una misión para la cual fueron creados, y que como toda otra estructura tiene un ciclo de vida útil, más allá del cual deja de ser operativo.

En forma análoga a otros ciclos vitales, podremos identificar el de los buques en las siguientes fases:

#### 1) Creación

A partir de una necesidad fundamentada por una actividad específica, surge el buque desde el proceso creativo a través de su diseño, que luego será transformado en una unidad a través de un proceso constructivo altamente especializado y complejo

#### 2) Ciclo operativo

Luego de completada la construcción y el alistamiento o equipamiento general, el buque es puesto en el agua (botadura) para comenzar sus operaciones en el marco de la misión asignada. Este ciclo estará caracterizado por una actividad intensiva, estimándose un período de vida útil de 20 a 25 años a partir de los cuales el costo de mantenimiento hace insostenible su operación. Durante dicho período, será sometido a numerosas instancias de mantenimiento e inspección

#### 3) Desguace

Cuando el buque completa su ciclo operativo, se hace necesaria su disposición final, la que normalmente se realiza a través de un proceso de recuperación de materiales denominado desguace. Este proceso ha ido tomando una jerarquización cada día más notoria en la medida que se instala la necesidad de transformar la industria en relación con aspectos de sustentabilidad y protección ambiental

## 1. CREACIÓN

A partir de una necesidad fundamentada por una actividad específica, surge el buque desde el proceso creativo a través de su diseño, que luego será transformado en una unidad a través de un proceso constructivo altamente especializado y complejo.

Las necesidades a su vez están asociadas con requerimientos específicos de la misión del buque, en términos de capacidad de carga, velocidad, condiciones de estabilidad y capacidad de maniobra, los cuales deben ser compatibilizados para una operación eficaz, eficiente y amigable con el medio ambiente.

Muchos de estos requerimientos son contradictorios entre sí, de manera que en el proceso de diseño se deberán encontrar soluciones de compromiso. Veamos el ejemplo más común, en el que el Armador, que es quien opera el buque, busca transportar la mayor cantidad de carga en el menor tiempo posible con la mayor ganancia.

La mayor capacidad de carga implica un mayor peso o desplazamiento del buque. Por su lado, la minimización del tiempo de navegación implica el desarrollo de mayores velocidades, lo que lleva implícito tener disponible la cantidad de potencia y la capacidad de almacenamiento de combustible necesarias para sostener ese esfuerzo.

Pues bien, a grandes rasgos la potencia de un buque puede expresarse en función de distintas variables, que podremos expresar a modo de referencia a través de la denominada Fórmula del Almirantazgo, que indica:

$$P = \frac{\nabla^2/3*v^3}{C_a}$$

Donde

$P$  es la potencia desarrollada por el sistema propulsor

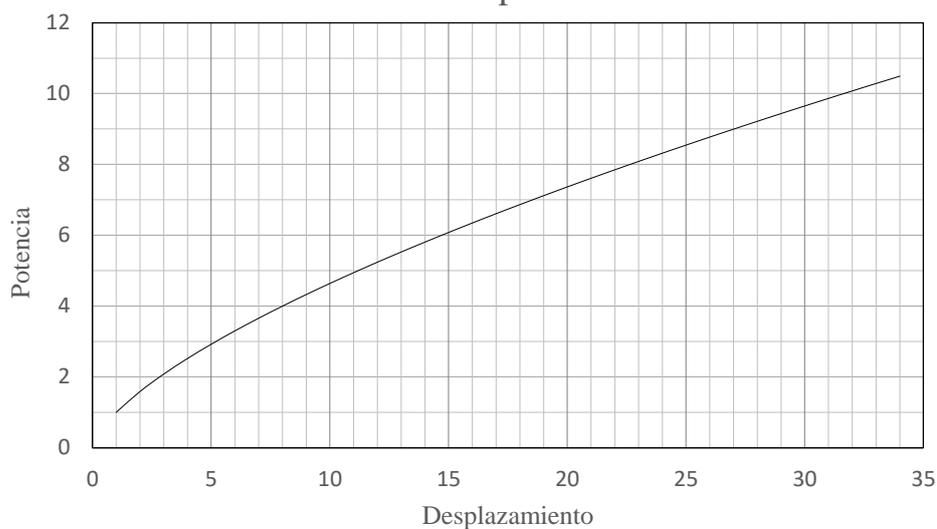
$\nabla$  es el desplazamiento o peso del buque cargado

$v$  es la velocidad del buque

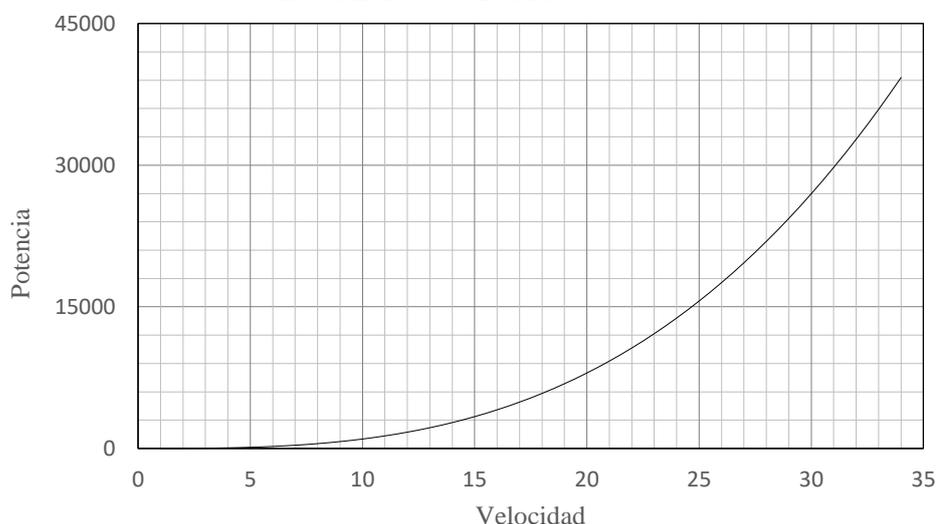
$C_a$  es un coeficiente adimensionado denominado Coeficiente de Almirantazgo

Se muestra a continuación las gráficas que representan la relación entre la potencia y el aumento del desplazamiento por un lado, y el aumento de la velocidad por otro.

### Potencia / Desplazamiento



### Potencia / Velocidad



Es claro entonces que la potencia es creciente con el desplazamiento o tamaño y también con la velocidad, generando la composición de ambos factores un aumento potencial.

Por ejemplo, para alcanzar un aumento de 18 a 21 nudos (15%) en la velocidad de un buque, sería necesario contar con un aumento del 50% aproximadamente en el suministro de potencia, y por tanto en el consumo de combustible.

Un comprador en destino difícilmente estará dispuesto a pagar un 50% más en el flete de su compra sólo para tener ese producto tres días antes suponiendo un viaje de veinte días, y seguramente el armador no estaría dispuesto a renunciar a parte de su capacidad de carga por tener que ampliar las dimensiones de la Sala de Máquinas para albergar motores más grandes y generar además mayor capacidad de almacenamiento de combustible.

Este razonamiento no es aplicable en otras actividades. Los buques de suministro (Offshore Supply Vessels / OSV) o de patrullaje marítimo (Offshore Patrol Vessel / OPV) requieren desarrollar altas velocidades para poder afrontar distintas contingencias que no admiten demoras, y en esos casos la manera de no aumentar en forma excesiva la velocidad es encontrar

formas más esbeltas para los cascos, de manera de disminuir la resistencia hidrodinámica y como consecuencia directa, disminuir la potencia instalada y el consumo de combustible.

Por lo tanto, podemos establecer en forma resumida, que los buques surgen de las necesidades de las sociedades, y que las formas y especificidades de éstos están identificadas con distintos factores, muchas veces contradictorios entre sí, lo que lleva a encontrar soluciones de compromiso en las etapas de diseño.

## 1.1. NECESIDAD

La idea del buque surge a partir de una necesidad humana. Las necesidades son de lo más variadas y son transversales a todas las actividades humanas.

### 1.1.1. TRANSPORTE DE PASAJEROS

La primera o más elemental de estas necesidades es la de trasladar al ser humano y bienes que les son propios a través de cuerpos de agua, con variadas razones.

#### **Búsqueda de nuevos territorios para vivir**

Los primeros indicios de actividades humanas asociadas con la navegación marítima de acuerdo a evidencias arqueológicas, datan de por lo menos 60.000 años atrás, cuando los seres humanos arriban a las actuales tierras de Oceanía probablemente por mar desde el sureste asiático durante un período de glaciación atravesando el estrecho de Lombok que vincula el mar de Java (Archipiélago Malayo) con el Océano Índico.

#### **Relacionamiento con otras poblaciones**

La necesidad del ser humano de relacionarse, desde el punto de vista cultural, intercambio de bienes o simplemente en su carácter de preservación de la especie.

#### **Realización de actividades**

Normalmente existe una necesidad de traslados a los efectos de realización de distintas actividades que no se pueden realizar en el sitio de residencia (trámites, trabajo, etc.)



Fig. 1 – Flota de Taxi Fluvial (Valdivia)



Fig. 2 - Traslado de pasajeros en taxi fluvial



Fig. 3 - Transporte fluvial (Amazonas)



Fig. 4 - Transporte fluvial (Litoral Argentino)

### 1.1.2. COMERCIO

El intercambio de bienes y servicios en lugares donde el acceso terrestre es dificultoso o imposible, o simplemente es más sencillo.

Ejemplos:

Comercio internacional, imposibilidad de transporte por falta de accesibilidad desde y hacia países de distintos continentes o que no son limítrofes

Transporte en hidrovías, aparece como una vía natural para la salida y también entrada de productos de tierras continentales



Fig. 5 - Transporte local de contenedores



Fig. 6 - Transporte internacional de contenedores



Fig. 7 - Transporte de grano en tren de barcazas fluviales y empujador



Fig. 8 - Transporte de crudo

### 1.1.3. RECURSOS ALIMENTICIOS

Los ríos, lagos, mares y océanos contienen una fuente abundante de proteínas de las cuales la población se aprovecha, a través de la pesca de especies ictícolas, recolecta de mariscos y otros alimentos disponibles. En la mayoría de los casos, dichas actividades no pueden ser realizadas sin disponer de flotadores con ciertas características que permiten el acceso a los lugares, la disposición de voluminosas artes de pesca y otros elementos para su ejecución.



Fig. 9 - Buques pesqueros de arrastre (tangoneros)



Fig. 10 - Buque de pesca arrastrero por popa

### 1.1.4. SERVICIOS AUXILIARES COSTA AFUERA (OFFSHORE)

La complejidad de las actividades marítimas lleva a la instalación de plataformas que se mantienen costa afuera todo el tiempo. Estas plataformas, mayormente para la explotación

mineral, son estructuras que albergan una cantidad de servicios y tripulantes, mayormente operarios relacionados con la operación de la actividad extractiva.

Se hace necesario entonces cada vez más contar con embarcaciones que brinden servicios diversos a estas plataformas, de manera de cortar con su aislamiento.

Estas embarcaciones auxiliares realizan diversos servicios: cambios de tripulación, emergencias, envío de suministros, etc.



Fig. 11 - Buque de Suministro OSV (Offshore Supply Vessel)



Fig. 12 - Buque de suministro de plataformas (Ártico)

### 1.1.5. REMOLQUE PORTUARIO Y OCEÁNICO



Fig. 13 - Remolcador Arriero, de la empresa SAAM Uruguay (ex KIOS)



Fig. 14 - Remolcador de puerto durante operaciones de ingreso de buque mercante

### 1.1.6. RESGUARDO DEL ESPACIO MARÍTIMO



Fig. 15 - Patrullera de la Guardia Costera de Estados Unidos



Fig. 16 - OPV 80 de la Armada Real Australiana

### 1.1.7. DOMINIO TERRITORIAL O HEGEMÓNICO

Por diversas razones a lo largo de la historia de la civilización, algunas poblaciones sometieron a otras en favor de la ampliación de territorios, dominación para obtención de beneficios, ya sea en bienes o servicios de las poblaciones afectadas, o la imposición de posiciones de dominio genéricas de tipo imperial, acciones en las cuales la vía marítima tuvo una importancia capital.

Hoy en día, la vía naval sigue constituyendo una de las principales fuerzas de dominio mundial.



Fig. 17 - Destructor iraní Jamaran



Fig. 18 - Portaviones USS América

### 1.1.8. INVESTIGACIÓN

Como se ha desarrollado en este curso, la plataforma marina es una fuente superabundante de recursos, tanto desde el punto de vista de la vida animal y vegetal como mineral. El estudio de dichos recursos es, o debería ser, una necesidad para los estados ribereños, con el fin de mantener los equilibrios necesarios para una explotación responsable y sustentable, amigable con el medio ambiente.

Surgen así las embarcaciones especializadas en la investigación marina, dotadas de todos los elementos necesarios para realizar muestreos de distinta naturaleza, equipos electrónicos para recolectar información sobre masa, relevamiento topográfico, etc. Además del espacio destinado a los laboratorios correspondientes, normalmente tienen que contar con una buena cantidad de espacio para acomodar a tripulantes y personal de investigación.



Fig. 19 - Buque oceanográfico Prof. W Besnard (Universidad de San Pablo)



Fig. 20 - Buque de investigación oceanográfico SOCIB (Catamarán)

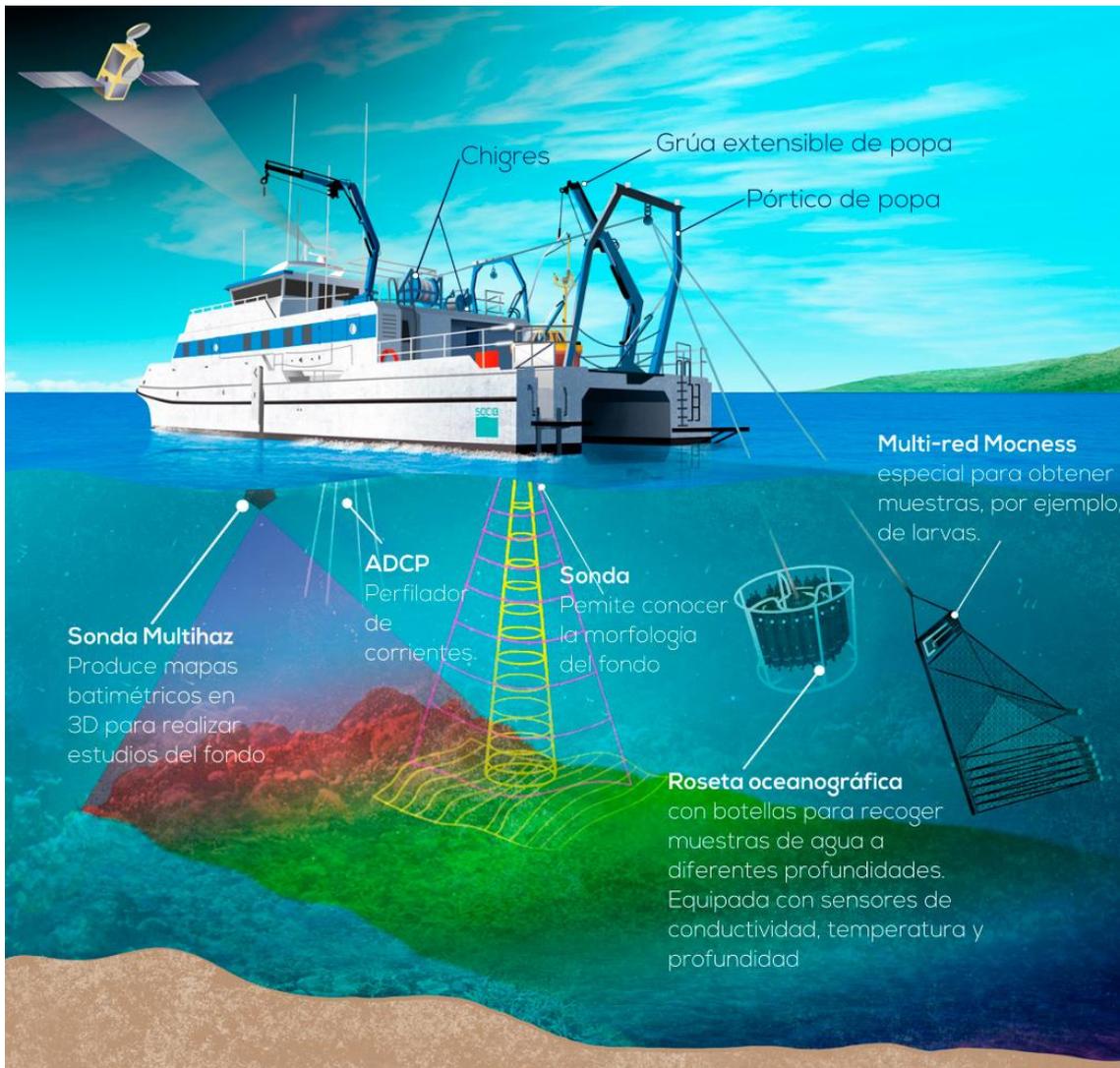


Fig. 21 - Requerimientos para buque de investigación oceanográfico

En el siguiente vínculo se puede observar parte del proceso de construcción del casco del buque oceanográfico SOCIB en los Astilleros Rodman, Vigo, España, mostrado en las **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** y Fig. 21:

<https://youtu.be/RgPipkAqfoU>

## **1.2. DISEÑO**

Una vez definida la necesidad se procede con la etapa de diseño, donde un equipo de trabajo deberá diseñar una unidad que cumpla con los requisitos establecidos, minimizando las interferencias de los conflictos y contradicciones que pueden surgir entre estos.

Diseñar un buque es un proceso complejo. Los buques, por su propia naturaleza, son estructuras que necesariamente deben ser autosuficientes, razón por la cual deben satisfacer todas las necesidades humanas y operativas durante el período definido por su autonomía. Deben generar su propulsión, su electricidad para los equipos y habitabilidad, deben contar con sistemas de agua corriente incluyendo su potabilización, servicios de saneamiento, almacenamiento y frío para víveres no perecederos, etc.

Normalmente este trabajo es interdisciplinario, con una primera intervención en el diseño de formas y estructuras para el cual se utilizan herramientas de diseño digital a cargo de la oficina de ingeniería naval propiamente dicha.

Definidas las formas, los ingenieros especialistas en maquinaria y propulsión desarrollan espacialmente el arreglo de la Sala de Máquinas en función del dimensionamiento de la planta motriz, que incluye los motores principales, el parque de generadores eléctricos, el sistema de bombeo de los distintos subsistemas (combustible, hidráulica para equipos auxiliares, agua potable, agua corriente, incendio, aguas grises y aguas negras), calderas, condensadores, potabilizadoras, etc.

Todos los detalles de habitabilidad de alojamientos y espacios comunes deben ser coordinados por distintos equipos de trabajo: acondicionamiento térmico, iluminación, carpintería.

Para tener una idea del trabajo que significa este desarrollo, tanto en su fase inicial o ingeniería básica como en la etapa final o ingeniería de detalle, ponemos a disposición una copia de un proyecto de grado de la Universidad Politécnica de Madrid correspondiente al diseño de un buque petrolero de 165.000 ton.

### 1.3. CONSTRUCCIÓN

Completado el diseño del buque, se pasa a la etapa de construcción. Las dimensiones hacen que necesariamente las instalaciones requeridas tengan que estar sobre la línea de costa, en la medida que no es pensable su transporte vía terrestre desde otra locación. Eventualmente partes constructivas o bloques de menor tamaño pueden ser construidas en sitios apartados y luego trasladadas para ser ensambladas, pero una vez finalizado el montaje la nave debe estar a escasos metros del agua.

La fabricación de grandes buques se realiza mediante la construcción de bloques que puedan ser movilizados por los equipos de movimiento de pesos que disponga el astillero, desde pocas toneladas hasta grandes bloques que superen la centena de toneladas de acero.

Este tipo de fabricación permite maximizar el tiempo en la medida que la fabricación de bloques puede ser continua en la medida que se hace en condiciones protegidas y con la participación de varios subcontratistas, quedando únicamente el montaje de los bloques supeditado a las condiciones climáticas por realizarse normalmente a cielo abierto, con la estructura dispuesta sobre la grada que luego servirá para trasladar el buque terminado al agua en la acción que se denomina botadura.

Como se mencionó, las instalaciones destinadas a la construcción naval, y también a la reparación, normalmente se ubican en predios costeros con accesos extensos dentro del espejo de agua hasta alcanzar profundidades de más de 3.50 – 4,00 m por debajo del cero Wharton. Requieren por lo tanto estudios de impacto ambiental que consideren no sólo su instalación sino su mantenimiento a los efectos de preservar sus condiciones operativas. Tal es el caso de los varaderos que cuentan con una amplia rampa para la subida (izado) o bajada (botadura) de los buques.



Fig. 22 – Varadero del Cerro (Armada) construido en 1916; botadura de barcaza

Los diques secos son cuencos horadados en roca en zonas costeras, por debajo del espejo de agua, con un mecanismo de cierre que permite su inundación y posterior achique del agua, de manera de que las naves descansen sus quillas sobre la platea de la instalación. Son utilizadas a los efectos de mantenimiento,



Fig. 23 – Dique Maua (Armada) construido en 1873; Rambla Sur

Otro tipo de instalación típica utilizada mayormente para la reparación son los diques flotantes, estructuras que deben ser hundidas parcialmente para poder acomodar y luego subir los buques y ponerlos en seco a los efectos de las tareas correspondientes. Estas instalaciones necesitan un cuenco para poder realizar su hundimiento, y por tanto profundidades mayores. Se ubican generalmente en zonas portuarias, y requieren un dragado periódico en la medida que la circulación de agua en el recinto portuario arrastra sedimentos que se depositan en dicho foso disminuyendo su profundidad útil, perjudicando la eficiencia de la instalación.



Fig. 24 – Dique Flotante Tsakos Industrias Navales, recinto portuario

La construcción de un buque es un acontecimiento singular. Cuando hablamos de naves de uso industrial, los tamaños manejados y los tiempos consumidos sólo pueden ser comparados con algunas pocas obras civiles y de origen mecánico. Se deben sumar a estas condiciones, la complejidad que significa dotar a estas enormes estructuras de todos los sistemas necesarios para tornarlos autosuficientes y con las capacidades de transporte y carga requeridas.

Algunos ejemplos se pueden observar en los siguientes videos:

Construcción Crucero MSC Meraviglia; botadura en dique seco

<https://youtu.be/3iFVJgu7Qmo>

Reparación Petrolero M/T Seavictory en Odessos Shipyard - Varna, Bulgaria; operación en dique flotante

<https://youtu.be/JDrMxNB-GoU?t=274>

Construcción del Buque Multipropósito BAP PISCO, Astilleros SIMA, Perú

<https://youtu.be/dAHVmM3ukng>

#### **1.4. DESARROLLO LOCAL**

Un dato adicional sobre la construcción naval es su incidencia dentro de los aspectos económicos y sociales.

Es una industria que ocupa una gran cantidad de mano de obra, con especial énfasis en mano de obra calificada, con alto valor agregado. Su instalación genera un polo de interés en función de las actividades satélites, proveedores, subcontratistas, operarios instalados con sus familias.

Como contrapartida, los ciclos económicos en su fase depresiva afectan a esta industria en forma severa, que mayormente está destinada y/o asociada al comercio exterior, primera víctima en los períodos de recesión.

En particular en Uruguay, no existe una cultura marítima altamente desarrollada. En el año 1975, a partir de la promulgación de la Ley de Pesca, se incentivó la construcción naval para dicho sector, aunque en los hechos la mayoría de los armadores terminaron adquiriendo buques al borde de su vida útil en Europa.



Fig. 25 - Buque pesquero Mariana Rojamar, comprado en Noruega en la década de 1980 bajo la Ley de Pesca



Fig. 26 - Buque pesquero Mandrake, construido localmente a orillas del arroyo Pantanoso en la década de 1980 bajo la Ley de Pesca

A fines de la década de 1980, en el marco adicional de una crisis en la economía mundial, sólo sobrevivió la industria naval de reparación, con la ventaja comparativa del enclave geográfico del Puerto de Montevideo en el Atlántico Sur. La construcción se redujo a pequeñas embarcaciones auxiliares para usos locales. Muchas capacidades fueron desmanteladas y gran parte de la mano de obra altamente calificada migró a otras actividades.

Hacia principios del nuevo siglo, el desarrollo forestal animó el transporte fluvial, tanto de madera en bruto, madera en chip y luego el producto final, la celulosa. Esto abrió una nueva etapa de auge en la construcción naval nacional, con la fabricación de cuatro barcas para el transporte de celulosa desde la planta de la actual UPM en Fray Bentos hasta el Puerto de Nueva Palmira para su embarque internacional.



Fig. 27 - Botadura y traslado portuario de la barcaza TFF2 construida para la planta de UPM (ex Botnia)

Las perspectivas a partir de ese momento fueron en aumento. La economía mundial estaba en un ciclo positivo, existían numerosos contratos para la construcción de barcazas para la sustitución de flotas completas operando bajo la bandera de Paraguay, la empresa Río Tinto planeaba bajar mineral de hierro desde Bolivia a través de la hidrovía, otros emprendimientos en actividades auxiliares. Se concretaron otros proyectos como la construcción de dos barcazas y un remolcador para el transporte de combustible de ANCAP para su planta de Paysandú, la industria mantuvo su ritmo.



Fig. 28 - Botadura de la barcaza petrolera Garzas Viajeras de ANCAP (Astillero de la Armada)

Para 2008 la crisis hipotecaria en Estados Unidos y Europa llevó a una nueva desaceleración de la economía mundial. Sin embargo aquí, en razón de la instalación de la segunda planta de celulosa en Punta Pereira (Colonia) impulsó la construcción de tres nuevas barcazas para el transporte de madera en rolos desde el Puerto de M' Bopicuá en Fran Bentos hasta la localidad de Conchillas, las cuales fueron entregadas entre 2012 y 2014.



Fig. 29 - Barcaza Playa de Conchillas operando en el Puerto de Nueva Palmira

La actividad de construcción comenzó a mermar a partir de ese hito, manteniéndose fuertes las instalaciones de reparación. Algunas embarcaciones auxiliares de uso local fueron fabricadas, aprovechando la capacidad ociosa de las instalaciones existentes.



Fig. 30 - Draga Arenas del Hum, construida en Paso de los Toros, 2014



Fig. 31 - Botadura de la Capitán Jon, Varadero del Cerro, 2016

La última gran construcción fue entregada en el año 2018, se trata de la draga “21 de Julio” para la Administración Nacional de Puertos, encargada a la empresa IHC de Holanda, con una alto componente de mano de obra nacional que se encargó de la construcción de la zona central del buque que constituye la cántara de la draga, la cual luego fue montada luego con los bloques de popa y proa fabricados en Holanda y trasladados sobre un buque especial.



Fig. 32 - Draga 21 de Julio, construida en régimen mixto por IHC Holanda para la ANP

En el siguiente video puede observarse el interesante proceso final de montaje realizado en el Dique Seco del Astillero de la Armada ubicado en Punta Yeguas (Cerro).

Draga 21 de Julio / Llegada de bloques de proa y popa y montaje completo  
<https://youtu.be/Apm9JKRsvIE?t=262>

### **1.5. APROXIMACIÓN A COSTOS DE CONSTRUCCIÓN**

El costo de construcción en la industria naval básicamente está influenciado por el costo laboral. El costo de materiales tiene una influencia menor, mientras que el costo de amortización de la instalación y equipos suele ser residual.

Uno de los factores que influyen en forma contundente en el desarrollo local de la industria naval, es el régimen de fijación de precios, que está fuertemente asociado a los precios internacionales. De esta manera, los empresarios locales deben hacer grandes esfuerzos para competir con astilleros extranjeros; a modo de ejemplo, se conoce que en los astilleros chinos, el costo de construcción de barcasas rondaba los USD 3.00 – 3.50, un poco más de la mitad de los costos de producción nacionales para fines de la década de 1990. Las necesidades surgidas de los emprendimientos de celulosa obligaron a una adecuación del esquema de costos introduciendo mejoras tecnológicas indispensables.

Ese costo de construcción debe ser sumado al costo de lo que definimos como alistamiento, que incluye el equipamiento para hacer operativa la nave, motorización, generación de energía eléctrica, servicios auxiliares, equipos de comunicación y navegación, carpintería, mobiliario, etc.

A los efectos de dimensionar en forma general, se expone a continuación la información publicada por la revista Ingeniería Naval en su ejemplar de Junio 2008, donde se exponen valores finales para una serie de buques de carga y su evolución en el tiempo; si bien los datos no están actualizados, dan una tendencia sobre los órdenes de magnitud:

Tabla 2. Precios de Nuevas construcciones en MUS\$												
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006 (ene)	2006 (dic)	2007 (dic)	2008 (abr)
<b>Petroleros</b>												
VLCC (300.000 tpm)	72/76	68/69	72/77	70/75	63/68	74/77	107/110	120/120	120/122	129/129	145/146	152/153
Suezmax (150.000 tpm)	44/48	42/45	46/53	46/49	43/45	51/52	68/71	69/71	70/73	80/81	90/90	94/95
Aframax (110.000 tpm)	34/38	33/37	38/42	36/40	34/37	40/42	58/59	58/59	59/61	65/66	72/73	76/77
Panamax (70.000 tpm)	30/31	28/31	33/36	32/36	31/32	35/38	47/48	49/50	49/50	56/59	62/63	63/65
Handy (47.000 tpm)	26/29	25/26	28/30	26/30	26/27	31/32	40/40	43/43	43/44	47/47	52/53	51/52
<b>Graneleros</b>												
Capsize (170.000 tpm)	33/39	33/35	36/41	36/39	35/37	47/48	63/64	59/59	59/59	68/68	97/97	95/96
Panamax (75.000 tpm)	20/24	20/22	22/24	20/23	20/22	26/27	36/36	35/36	35/35	40/40	54/55	55/55
Handymax (51.000 tpm)	18/21	18/20	20/21	18/20	18/19	23/24	30/30	30/31	30/31	36/37	47/48	47/48
Handy (30.000 tpm)	14/17	14/16	15/17	14/16	14/15	18/22	23/27	25/28	25/28	28/31	35/39	35/39
<b>Portacontenedores</b>												
1000 TEU	18/19	17/18	17/18	15/18	15/16	18/19	22/22	23/ 23	23/ 23	22/23	27/28	27/28
3500 TEU	40/42	36/37	39/42	36/41	33/34	40/43	52/52	52/53	52/53	56/57	64/65	64/65
6200 TEU	—	—	67/73	70/72	60/64	71/73	91/92	91/94	94/98	101/102	105/106	106/107
8000 TEU	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	160/160	162/165
<b>Gaseros</b>												
LNG (138.000 m <sup>3</sup> )	190	165	173	165	150	153/155	180/185	205/205	205/210	220/220	220/220	220/220
LPG (78.000 m <sup>3</sup> )	58	56	60	60	58	63	81/83	89/90	90/90	92/93	93/93	92/93
<b>Ro-Ro</b>												
1.200-1.300	—	—	—	19/19	18/19	22/22	33/33	33/33	33/34	38/39	47/48	50/51
2.300-2.700	—	—	—	31/31	31/31	33/33	46/46	48/50	48/49	55/56	68/69	70/72

Fig. 33 - Tabla comparativa de precios de nuevas construcciones (2008)

TPM: Toneladas de Peso Muerto (DWT) en una medida de la capacidad de transporte medido en toneladas  
 TEU: es una medida de carga correspondiente a un contenedor de 20 pies, cuyas dimensiones son 12.0 x 2.50 x 2.50 m

## 2. CICLO OPERATIVO

Luego de completada la construcción y el alistamiento o equipamiento general, el buque es puesto en el agua (botadura) para comenzar sus operaciones en el marco de la misión asignada. Este ciclo estará caracterizado por una actividad intensiva, estimándose un período de vida útil de 20 a 25 años a partir de los cuales el costo de mantenimiento hace insostenible su operación. Durante dicho período, será sometido a numerosas instancias de mantenimiento e inspección

### 2.1. CONTROL

El ciclo de operación de un buque está calculado para extenderse entre 20 a 25 años. Durante ese período será sometido a inspecciones periódicas y rutinarias que aseguran la condición de la nave a los efectos del mantenimiento de los seguros.

Estas acciones inspectivas son sumamente necesarias no sólo desde el punto de vista obvio del Armador de preservar su capital ante una fatalidad, sino desde el punto de vista ambiental. Podríamos indicar que ésta es actualmente la principal razón del estricto ordenamiento inspectivo llevado a cabo por empresas especializadas, las Sociedades de Clasificación, asociadas a las compañías de seguros marítimos.

La prevención de accidentes causados por el uso se torna indispensable teniendo en cuenta que todos los buques transportan en sus tanques líquidos de origen mineral que pueden provocar daños ambientales al ser derramados sin control, sin contabilizar los casos de aquellos cuya carga es propiamente petróleo, sus derivados u otros productos químicos.

Como ejemplo de esto debemos señalar el desastre ecológico generado por la fractura del buque petrolero Prestige, el que se partió frente a las costas de Finisterre en el norte de España en 2002. El buque había sido rechazado en su última inspección por la compañía aseguradora por haberse encontrado trazas de fisuras por fatiga del material; los propietarios contrataron otra compañía que terminó emitiendo un seguro y posibilitando que el buque siguiera operando, con las consecuencias que se conocen:



Fig. 34 - Momento de la fractura y posterior hundimiento del buque petrolero Prestige

## 2.2. PELIGROS ASOCIADOS A LA OPERACIÓN DE BUQUES

Se puede decir que desde el punto de vista potencial, los buques son un factor de cuidado teniendo en cuenta lo expresado anteriormente, independientemente de la carga, los consumibles almacenados a bordo pueden generar por sí mismos derrames contaminantes en caso de accidentes. Con mayor énfasis debemos destacar aquellos que transportan cargas peligrosas, como petroleros, quimiqueros, transporte de fertilizantes, etc.



Fig. 35 - Derrame del Exxon Valdez en las costas de Alaska, Marzo 1989



Fig. 36 - Voluntarios en la limpieza de la faja costera, derrame del Prestige, cabo Touriñán (A Coruña), Diciembre 2002

Otras cargas pueden no tener efectos contaminantes severos para la vida marina; no obstante, muchas veces buena parte de esta puede ser perdida en una travesía, en circunstancias de condiciones climáticas sumamente adversas o por falta de pericia o cuidados en el trincado de bultos, contenedores, pallets, etc.



Fig. 37 - Hundimiento y volcado de contenedores



Fig. 38 - Afectación de la costa por contenedores perdidos durante travesías

También se identifican como peligros potenciales las acciones que algunos tipos de buques realizan durante su operación normal.

## **Pesca**

La pesca tiene una interacción importante con el medio marino.

Primeramente existe una explotación del recurso ictícola, la cual debe ser cuotificada y debidamente controlada, ya que en caso contrario se corren riesgos de menguar el recurso hasta hacerlo desaparecer; existen numerosos ejemplos de sobre explotación del recurso pesquero no controlado.

Según Greenpeace (Lista Roja) figuran en la lista están entre las más consumidas, como por ejemplo el. Las comunidades de bacalao o el atún han disminuido un 90% por culpa de la sobrepesca; también tienen una disminución sensible las poblaciones de rape, merluza, lenguado y platija, que suelen pescarse con redes de arrastre, con una pesca incidental de hasta el 70% de la captura sin valor comercial.



Fig. 39 - Pesca de jurel en el Océano Pacífico por parte de un buque chileno. © C. Ortiz Rojas/NOAA.

La otra acción sobre el medio ambiente refiere a la pesca que utiliza redes de arrastre en general, debido a la pesca incidental en relación con especies de poco o nulo valor comercial para el armador y que es devuelta al mar generalmente sin capacidad de sobrevida, y en particular la pesca de arrastre de fondo que erosiona el fondo marino.



Fig. 40 - Portón de red de arrastre en acción



Fig. 41 - Pesca incidental (tortuga) en Perú

### **Tendido de cables o tuberías**

La operación de tendido de cables para electricidad y datos o eventualmente el tendido de cañerías para conducción de petróleo o gas, generan una acción sobre el fondo marino.

## 2.3. COSTOS OPERATIVOS

La operación de un buque implica un esquema ordenado de costos que deben ser tenidos en cuenta a los efectos de la planificación comercial o de otra naturaleza.

El cobro de tarifas en el caso de los buques que brindan distintos tipos de servicios, la presupuestación de actividades de investigación en el caso de buques oceanográficos o investigación pesquera, o la contabilización de costos a los efectos de medir los beneficios de la actividad desarrollada, caso pesca o dragado para extracción de áridos, está íntimamente ligado con un conocimiento profundo del esquema de costos operativos del buque. Una falla en dicho esquema puede generar el fracaso de toda la operación.

Haremos a continuación un somero recuento de los principales elementos que deben ser contabilizados a los efectos de la obtención del costo global de operación del buque, el cual podrá expresarse en un costo diario, por operación, por extensión de navegación, etc. de acuerdo a los requerimientos y usos de la actividad desarrollada.

### 2.3.1. TRIPULACIÓN

Constituye uno de los principales elementos del costo operativo de un buque. Dependiendo del servicio, podrán incluirse tripulaciones que trabajan por turnos, duplicando o más que duplicando la cantidad necesaria de operarios de planta y cubierta.

En general las remuneraciones del personal embarcado son sensiblemente mayores a las del mismo personal trabajando en tierra, en razón que los tripulantes no tienen la posibilidad de regresar a sus hogares cuando los embarques requieren de grandes alejamientos geográficos y períodos prolongados de tiempo aislados de la familia.

Esto hace que esta actividad sea relativamente atractiva para tripulantes jóvenes en sus primeros años de embarque, pero luego con el paso del tiempo, las dificultades para formar una familia, mantener relaciones con cierta estabilidad, evitar el aislamiento social, conduce al abandono de la actividad por otras en tierra firme donde puedan utilizar las habilidades adquiridas a bordo en algunos casos, en algunos casos la aceptación obligada por falta de otras oportunidades y muchas veces la caída en adicciones provocadas por la soledad y una rutina difícil de sobrellevar.

La dinámica generada en los puertos modernos en relación con el abatimiento de costos operativos redundante en que, a diferencia de hace unas décadas atrás, los buques operan en carga y descarga apenas lo suficiente para poder bajar del buque, muchas veces ni siquiera sucede esto, lo que ha generado una merma en la cantidad de profesionales de la bandera dedicados a navegar, lo cual por su parte mantiene al alza los salarios.

### 2.3.2. COMBUSTIBLE

El costo de combustible está integrado por dos componentes principales, aquel utilizado para la propulsión en forma directa, y el utilizado para la generación de energía a bordo.

Si bien hay que referirse específicamente a los motores instalados, el consumo específico de los motores diésel instalados en la mayoría de los buques de porte medio y alto,  $c_{ESP\ COMB}$ , puede estimarse entre 210 y 220 gramos por unidad de potencia y por hora ( $gr/(BHP.hr)$ ). Esto

significa que por cada *BHP* o *caballo de fuerza* del motor (medida de su potencia) y por cada hora, el motor consume *220 gramos* de combustible.

Veamos un ejemplo. El buque Aldebarán tiene instalada una potencia de *1300 HP*. Determinar el consumo de combustible para una campaña en la cual se recorren *2850 millas marinas* a una velocidad promedio de *8.1 nudos*.

La unidad de medida denominada *nudo* corresponde a la velocidad que se desplaza un móvil para recorrer una distancia de una *milla marina*, *1.852 kilómetros*, en una hora.

Tendremos entonces que si el recorrido total  $d$  realizado por el buque Aldebarán en su campaña de investigación pesquera son *2850 millas*, a una velocidad  $v$  promedio de *8.1 nudos* el tiempo de navegación será  $t = d/v$ , que en este caso se transforma en *352 horas* de navegación totales.

El consumo total de combustible para esta campaña se podrá calcular entonces como:

$$W_{COMB} = c_{ESP COMB} \cdot BHP \cdot t = 0.220 \text{ kg} \cdot 1300 \text{ HP} \cdot 352 \text{ hr} = 100672 \text{ kg} = 100.7 \text{ ton}$$

En estas condiciones, el buque Aldebarán deberá contar con bodegas suficientes como para almacenar más de *100 toneladas* de combustible, con un volumen de más de *118 metros cúbicos*, sólo considerando la propulsión. Un análisis análogo se realizará para los generadores de energía eléctrica y otros motores que pudieran ser utilizados en forma autónoma.

Estas consideraciones deben ser analizadas primero como condiciones de proyecto, teniendo en cuenta las expectativas máximas de navegación de una nave, a los efectos de disponer los espacios físicos necesarios para el almacenamiento del combustible necesario para completar la misión del buque en términos de autonomía.

En particular, lo que nos interesa analizar en este punto, es saber el requerimiento de combustible para las campañas que se realizan o para la autonomía del buque, a los efectos de determinar el consumo total y poder incluir el valor de ese insumo en nuestra lista de costos operativos.

### **2.3.3. CONSUMIBLES /ALIMENTACIÓN**

La vida abordo implica la alimentación de tripulación y pasaje durante los períodos en los cuales el buque se encuentra navegando. El consumo total deberá ser incorporado a la nave antes de su zarpada, y el costo total de alimentos y otros consumibles en función de los días de navegación deberá incluirse dentro de los costos operativos.

### **2.3.4. AMARRE Y FONDEO**

Cuando la embarcación arriba a puerto se le asigna un lugar para su amarre en muelle o fondeo. En el caso de los amarres en muelle, que pueden ser realizados en forma directa al muro o en andanas paralelas a otros buques por falta de espacio, muy común en la zona de amarre de pesca, inmediatamente a su atraque se conectan los servicios portuarios (agua corriente, luz eléctrica).

Todos estos servicios, incluyendo el espacio de muelle ocupado por el buque, deben ser abonados a la autoridad portuaria, por lo tanto es necesario considerar que aun cuando el buque se encuentra sin navegar, es necesario incluir costos asociados a la estadía en muelle.

### **2.3.5. INSPECCIONES PERIÓDICAS**

Como fue mencionado anteriormente, los buques requieren ser asegurados, lo que trae inmediatamente un requerimiento de inspecciones periódicas de la Sociedad de Clasificación correspondiente, denominadas inspecciones de Clase, que asegurarán la vigencia de las pólizas. Estas inspecciones son realizadas por personal entrenado de la Sociedad de Clasificación, los que normalmente pueden operar en el país o trasladarse desde el exterior.

Por su parte la Autoridad Marítima realiza las inspecciones correspondientes a la Bandera, las cuales están especificadas en las correspondientes Disposiciones Marítimas en el caso de la Dirección de Marina Mercante en Uruguay. Estas disposiciones indican también revisiones periódicas de los buques de la Bandera, que incluyen inspecciones en sitio y la varada de las embarcaciones cada cierto número de años.

En conjunto, estos servicios obligatorios son un costo para el Armador, y por tanto deben ser incluidos en el esquema de costos, con una distribución que se corresponda con la periodicidad de las tareas.

### **2.3.6. MANTENIMIENTOS PROGRAMADOS**

Por la intensidad y continuidad de uso, la mayoría de los equipos y estructuras requieren un mantenimiento periódico, la mayoría de las veces programado de acuerdo a los esquemas de paradas para varada e inspección, en el caso de mantenimiento de la superficie exterior (casco y superestructuras), hélices, ejes, ánodos de zinc, etc., y otras veces en función de la cantidad de horas de funcionamiento, caso de los motores propulsores y generadores.

Cada una de estas tareas programadas tiene costos de referencia que deben ser incluidos en el costo total, más allá de los ajustes necesarios que deben ser realizados cuando se haga efectiva la tarea.

### **2.3.7. IMPREVISTOS**

Durante su vida útil, el buque estará sometido a esfuerzos y situaciones que generarán desperfectos de diversa índole, tanto en las máquinas como en la propia estructura. Análisis estadísticos permitirán considerar estas situaciones no previstas a los efectos de su inclusión en el esquema de costos, asociados a un ítem que genéricamente se definirá como Imprevistos.

### **2.3.8. IMPUESTOS**

También deberán considerarse las imposiciones fiscales que el Estado de la Bandera aplica a las actividades comerciales y empresariales.

### **1.1.1. AMORTIZACIÓN**

Es el costo del bien que debe ser considerado en su calidad de depreciación del valor por el uso hasta llegar a un valor residual al final de su vida útil, y que deberá disponerse luego para sustituirlo por otro buque.

## **2. DESGUACE**

Cuando el buque completa su ciclo operativo, se hace necesaria su disposición final, la que normalmente se realiza a través de un proceso de recuperación de materiales denominado desguace. Este proceso ha ido tomando una jerarquización cada día más notoria en la medida que se instala la necesidad de transformar la industria en relación con aspectos de sustentabilidad y protección ambiental

### **2.1. RECICLAR, REUTILIZAR, REDUCIR**

Cualquier bien manufacturado con una cierta vida útil estimada, requiere de su disposición final al final de la misma, con una gestión integral de restos que implican la aplicación intensiva de los aspectos marcados por la sustentabilidad y respeto al medio ambiente, representados por lo que se conoce como las 3R: reciclaje, reutilización y reducción. Estos conceptos son relativamente nuevos pero significan un cambio de paradigma en el relacionamiento del ser humano con la naturaleza.

Las empresas manufactureras de productos de consumo masivo y no masivo son presionadas hoy día a establecer programas de disposición final de sus productos una vez completada su vida útil.

En ese proceso de disposición final es donde se pueden aplicar fundamentalmente las actividades de reciclaje y reutilización de materiales, entendiendo que la reducción que completa el ciclo o regla de las 3R, consistente en la disminución de la cantidad de recursos no estrictamente necesarios como embalaje, por ejemplo, integra la fase anterior al período de vida útil.

### **2.2. PRÁCTICA EXTENDIDA**

La industria naval es una fuente importante de generación de residuos a nivel global. Como se mencionó oportunamente, los buques están diseñados y construidos para operar en un período de vida útil que puede oscilar entre 20 y 25 años, más allá de los cuales el sobre uso extendido será realizado a costos excesivos de mantenimiento y operacionales, inclusive haciendo peligrar la vida humana y el medio ambiente.

Cabe señalar que los buques son estructuras que normalmente tienen dimensiones que hacen muy difícil, la mayoría de las veces imposible, su disposición final en condiciones adecuadas.

Para visualizar este punto, imaginemos la renovación de la flota pesquera costera nacional, que puede estar formada por 35 embarcaciones según informaciones de FAO (no actualizadas) involucradas en la pesca de corvina y pescadilla. Estas embarcaciones tienen unas dimensiones aproximadas de entre 25 y 30 metros de eslora y entre 8 y 10 metros de manga, con un peso total sin carga que podríamos estimar en 270 toneladas cada una.

Si supusiéramos que todas fueran a ser dispuestas en un mismo sitio, se precisaría sólo para su varada un predio de 1.4 hectáreas, con un acondicionamiento adecuado del suelo para poder movilizar los cascos para su posterior estacionamiento en el lugar.

Cuáles serían los números si agregáramos otras flotas, como la pesquera de altura, remolcadores, embarcaciones auxiliares, sólo en Uruguay?

Cuáles serían los números si consideráramos las flotas de otros países, algunos de los cuales operan en el Atlántico Sur?

Cuáles serían los números si consideráramos las flotas de todos los países?

En realidad, la industria naval nunca tuvo en cuenta estos aspectos relacionados con la disposición final de los buques. La práctica de los armadores ha sido y sigue siendo, aunque en menor medida, desentenderse de los buques que ya no tienen posibilidades de cumplir con su cometido, haciendo generosas donaciones a instituciones de formación o investigación o simplemente haciendo abandono de los mismos.



Fig. 42 - Asombrosa isla de chatarra en la bahía de Montevideo – Uruguay (Visión Marítima)



Fig. 43 - Buque abandonado en zona portuaria, muelle en rambla portuaria, predio UTE

Las presiones internacionales han impulsado que en nuestro país, la Administración Nacional de Puertos se hiciera cargo de la limpieza del espejo portuario, para lo cual las embarcaciones deben ser remolcadas hacia instalaciones donde pueda ser realizado su desguace.

Pero estamos hablando a nivel local, con flotas de buques de dimensiones relativamente reducidas en comparación con grandes buques utilizados en el transporte marítimo internacional. Veamos cómo se procesan en esos casos la disposición final de sus restos, para lo cual hemos incluido un video y fotografías que dan cuenta de las prácticas usuales.

Varada del Ostend Spirit en playa de astillero turco

<https://youtu.be/QYltdonj2iE?t=2>



Fig. 44 - Un incendio en un petrolero que estaba siendo desguazado causó 29 muertes en Gadani (Pakistán) en 2016. (EFE)

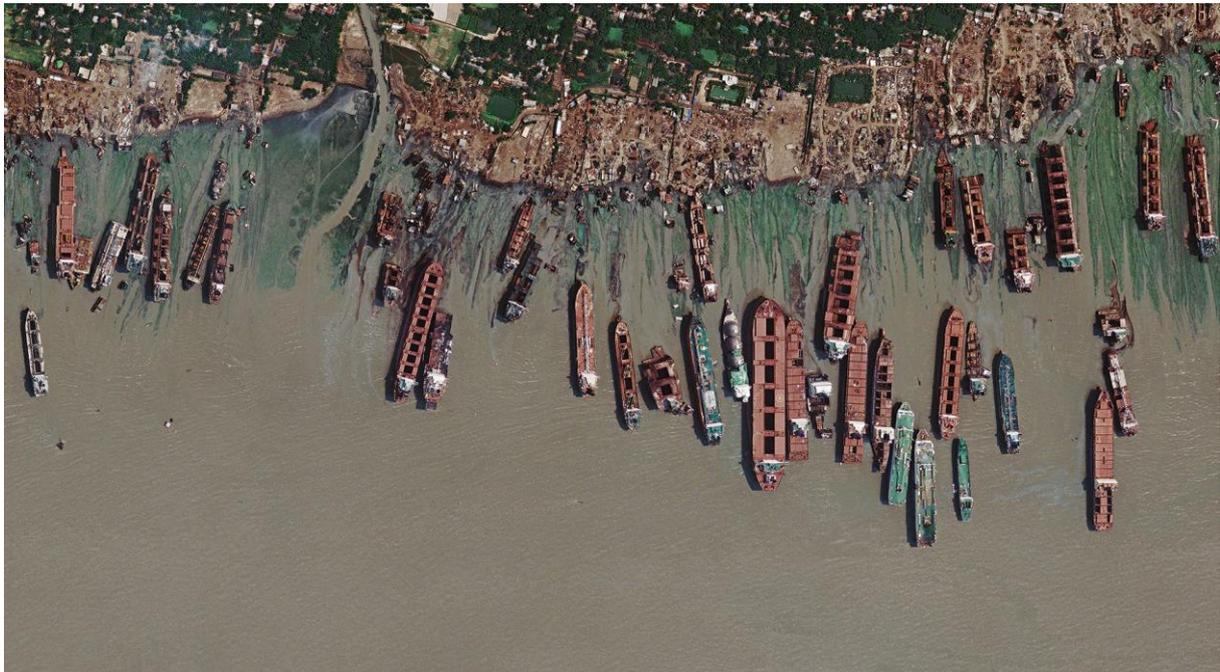


Fig. 45 - Un cementerio marítimo. Esta imagen de satélite muestra un tramo de 1,6 kilómetros de litoral bangladésí justo al norte de Chittagong, donde se embarrancan y desmantelan barcos de todo el mundo. Se han talado 12 kilómetros de manglares para dejar sitio a las instalaciones de desguace, cada una de las cuales suele ocupar apenas el espacio suficiente para que quepa un barco grande. En esta costa hay actualmente unos 80 astilleros de desguace funcionando, y cada año aparecen más (National Geographic)



Fig. 46 - Chittagong, Bangladesh. Desguace de grandes barcos

Las imágenes exigen de mayores comentarios. Estas prácticas, impulsadas por las grandes compañías armadoras, generan muchos efectos negativos, entre los cuales se pueden destacar las condiciones sociales asociadas a estos emplazamientos, las condiciones de trabajo y la afectación de amplias extensiones de faja costera, tanto desde el punto de vista morfológico como de su polución en relación con las actividades desarrolladas.

### **2.3. SITUACIÓN ACTUAL**

La Organización Marítima Internacional (IMO) en su Convención Internacional de Hong Kong del año 2009, trató de poner un poco de orden en el caótico y desregulado mundo del desguace de buques. Se tomaron decisiones para imponer una serie de normativas a fin de canalizar el proceso de reciclaje de los buques considerando el ciclo completo, desde la construcción hasta su desguace (de los quince países asistentes a la convención, solamente cuatro ratificaron los términos adquiridos en la misma).

Este es un aspecto sobre el cual es necesario insistir, por el alcance y la magnitud de sus implicancias en distintos ámbitos, fundamentalmente, como ya fue señalado, en el social y medioambiental.

### 3. OBSERVACIONES FINALES

La interacción del ser humano con la naturaleza es un acto que surge de la propia necesidad del desarrollo material e intelectual, no podríamos vivir sin esa vinculación a través de su transformación, por lo cual debemos indicar que no es un acto indiferente, trae sus consecuencias. Podríamos o deberíamos eliminar esa interacción para preservar el medio ambiente? Seguramente la respuesta a la que llegaríamos en forma unánime es que sería imposible eliminar esa interacción. Lo importante es minimizar los efectos negativos.

Hemos desarrollado un área de acción dentro del ámbito de los océanos y otras vías de agua que generan un impacto importante, tanto ambiental como social y económico. Es importante entender que la existencia de los buques y su desarrollo a niveles superiores seguirá manteniéndose con una tendencia hacia el crecimiento en la medida que la población mundial también aumente.

Los efectos sobre la naturaleza seguirán sucediendo. No es pensable sustituir la pesca de arrastre a pesar de su impacto en las poblaciones de peces o en el fondo marino; no hay métodos que sustituyan las capturas masivas, las que terminan alimentando a millones de pobladores a nivel mundial; no hay métodos para sustituir la pesca de arrastre de fondo para las especies que habitan en esas profundidades, pero la alternativa no puede ser no aprovechar esos recursos. Como se resuelve esta cuestión? Al igual que en otros ámbitos, son necesarias soluciones de compromiso, que permitan hacer un uso responsable de los recursos, con una afectación mínima (no nula) del ambiente. Para ello es necesario mucha investigación y desarrollo en innovación.

Ejemplos de innovación en el área pesquera pueden ser considerados para ver que la resolución de estas contradicciones no es imposible de resolver.

El ejemplo más elemental es la utilización de redes de pesca cuyas mallas tienen dimensiones que permiten escapar a los ejemplares de menor tamaño asociados con los juveniles de la especie, permitiendo así su sustentabilidad.

En Argentina se inventó un dispositivo mecánico denominado DEJUPA (Dispositivo para el Escape de Juveniles de Peces en las redes de Arrastre) que mediante otro mecanismo actúa en el mismo sentido de selectividad.

En otros campos las acciones deben estar orientadas en el mismo sentido, no de frenar el desarrollo, sino de hacer que el impacto sea el menor posible. No es imposible, esa es nuestra tarea.