



Nuevas tendencias en la construcción naval: buques tipo SWATH

RESUMEN

Las operaciones en la mar enfrentan muchos retos; uno de ellos, es cuando las condiciones de mar, por oleaje elevado, no permite operar a la mayoría de buques de mediano porte. Surge así, la necesidad de contar con la capacidad para no interrumpir operaciones, máxime cuando estas son vitales. Una nueva tecnología en el diseño e ingeniería naval desarrollada desde finales de los 60's y mejorada en las siguientes décadas, proporciona una respuesta eficaz para desarrollar tal capacidad.

El presente trabajo, es un análisis de la tecnología naval SWATH¹, una aproximación a la solución del mantenimiento de las operaciones por buques de mediano porte (entre 25 a 80 metros) ante oleaje elevado mediante este tipo de buques para finalmente estar en posición de conocer dicha tecnología que, por lo menos en México no existe y en instancia puede ser una solución actual ante condiciones meteorológicas adversas a la navegación que son comunes en un país bioceánico como el nuestro.

Palabras clave: Buques, SWATH, oleaje elevado.

ABSTRACT

Operations at sea face many challenges; one of them, is when the sea conditions, by high swell, does not allow to operate to the majority of ships of medium size. Thus, the need to have the capacity not to interrupt operations, especially when these are vital. A new technology in naval design and engineering developed since the late 1960s and improved in the following decades, provides an effective response to develop such capability.

The present work is an analysis of naval technology SWATH, an approach to the solution of the maintenance of operations by medium-sized vessels (between 25 and 80 meters) in the face of high waves by means of this type of ships to finally be in a position to know such technology that, at least in Mexico does not exist and may be a current solution to weather warnings to navigation that are common in a bioceanic country such as ours.

¹ Small Waterplane Area Twin Hull – Cascos Dobles con Pequeña Área de Flotación.



Keywords: Ships, SWATH, high seas.

INTRODUCCIÓN

La mar cubre aproximadamente tres cuartos de la superficie del planeta tierra, sobre la cual se llevan a cabo infinidad de operaciones marítimas que recorren desde aquellas de paz, como el comercio, explotación del subsuelo, actividades recreativas, salvamento entre otras, hasta las de carácter bélico mediante la proyección del poderío naval a ultramar. Todas esas actividades antropogénicas han recorrido la transformación e innovación tecnológica en la construcción de buques, así como tendencias en cada nuevo siglo. Variables como la de alcanzar mayores velocidades, materiales de construcción, mayores capacidades de carga, reducir el consumo de combustible, lograr mayor indetectabilidad al radar, nuevas formas de propulsión alterna al consumo de energías fósiles, diversificación de las funciones y, eficientar los espacios interiores entre otras.

Uno de los principales desafíos de la navegación marítima y el desarrollo de sus diferentes operaciones es enfrentar las dificultades propias de encarar el oleaje elevado. Si bien la mejor preparación contra ese oleaje o condiciones meteorológicas adversas a la navegación es evitarlo, no siempre es posible, sobre todo si las operaciones son de carácter estratégico o de salvaguardar la vida humana en la mar.

Una nueva tendencia en el diseño y construcción de buques son aquellos que resuelven el problema de la operatividad e inter-operatividad en la mar pese al mal tiempo en función de cómo el oleaje afecta la navegación debido al diseño de sus cascos.

EL MAL TIEMPO Y SU INFLUENCIA EN LAS OPERACIONES MARÍTIMAS Y NAVALES

El oleaje en la mar puede ser clasificado de acuerdo a su intensidad, medida con base en la altura de la ola como se muestra en la tabla 1 y 1A, donde una mar de plata, calma o llana es aquella en la que prácticamente no hay olas, se la clasifica como una mar del cero, en tanto una cuyas olas tienen una altura mayor a 14 metros se le clasifica con la máxima graduación de nueve. Entre estas dos escalas existe una variedad de tipos de mar que afectan en menor o mayor medida las operaciones de los buques de acuerdo a la escala.

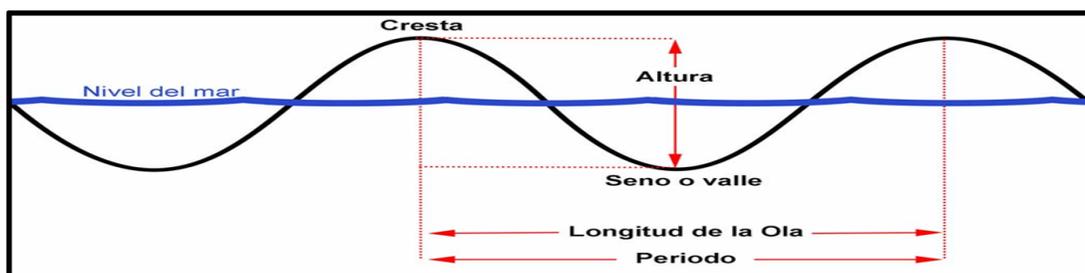


Tabla 1.- Altura de la ola. Fuente: Sailandtrip (2015)



DOUGLAS (ALTURA DE LAS OLAS)			
ESCALA	NOMBRE	ALTURA EN METROS	ALTURA EN PIES
0	CALMA O LLANA	0	0
1	RIZADA	0 A 0.1	0 A 0.32
2	MAREJADILLA	0.1 A 0.5	0.32 A 1.64
3	MAREJADA	0.5 A 1.3	1.64 A 4.26
4	FUERTE MAREJADA	1.3 A 2.5	4.10 A 8.20
5	GRUESA	2.5 A 4	8.20 A 13.12
6	MUY GRUESA	4 A 6	13.12 A 19.68
7	ARBOLADA	6 A 9	19.68 A 29.52
8	MONTAÑOSA	9 A 14	29.52 A 45.93
9	ENORME	> 14	> 45.93

Tabla 1A.- Escala de Douglas. Fuente: Organización Meteorológica Mundial (SEMAR, 2001).

Si bien un buque puede navegar en diferentes condiciones de la mar, no por esto todas sus operaciones pueden ser realizadas. Los movimientos básicos de un buque en la mar son tres –que se combinan en diferentes movimientos–: el cabeceo (cuando la proa se mueve de arriba hacia abajo y viceversa), la virada o guiño (es un cambio de rumbo) y el bandazo o balance (cuando las bandas o costados del buque se inclinan hacia estribor o babor, figura 1).

La afectación cubre un espectro diverso, desde las ligeras como el mareo, dificultad para tomar alimentos, dormir cómodamente; a las medias tales como la dificultad o imposibilidad de maniobras de arriado e izado de embarcaciones menores, de abastecimiento en la mar –ya sea mediante líneas de apoyo, es decir cuando dos buques navegan próximo, pero no se tocan físicamente– o embarque y desembarque de personal y/o material entre buques o buques y plataformas; hasta el extremo de poner en peligro la supervivencia del buque y su dotación.

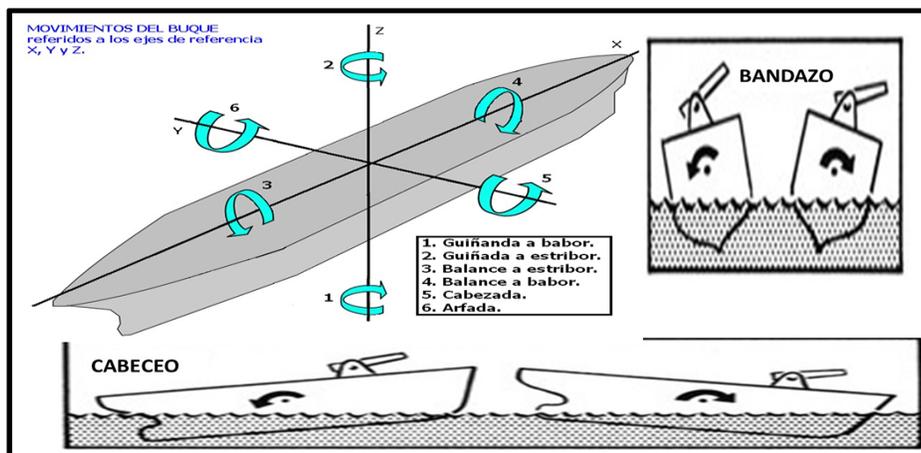


Figura 1.- Movimientos del buque. Fuente: Commons (2012) y Galicia (Galicia, 2013).



La mar no puede ser controlada pero el buque sí. Como se vio anteriormente existen diferentes tipos de movimiento en un buque y son directamente proporcionales a la escala de la mar, a la velocidad y al ángulo relativo del rumbo del barco en relación a la dirección del oleaje y al tipo de buque (diseño y porte). Nuevamente, la mar no puede ser manipulada, pero el control de buque si –rumbo y velocidad– por su comandante, capitán o usuario; en tanto el diseño del buque solo le corresponde al constructor.

La innovación es una respuesta ante la necesidad. La tendencia en la construcción naval, reside en la innovación mediante el diseño crítico; pues cada necesidad por subsanar o eficientar procesos impulsa a la investigación de nuevos diseños que logren esos objetivos. La estabilidad del buque dentro de la teoría del navío es una variable de suma importancia en las coordenadas del diseño naval. Hoy se cuenta con una naciente flota de buques con tecnología como tendencia en su construcción que alude a un modo crítico en sus formas para esquivar los efectos en la estabilidad por el oleaje.

La forma del casco es básica para su estabilidad. Como se aprecia la figura 2, se muestran tres tipos de casco. Normalmente es el monocasco (monohull) el más conocido, el segundo es el catamarán y casi desconocido el casco SWATH, sobre el cual se ha de analizar en relación a la estabilidad respecto al oleaje.

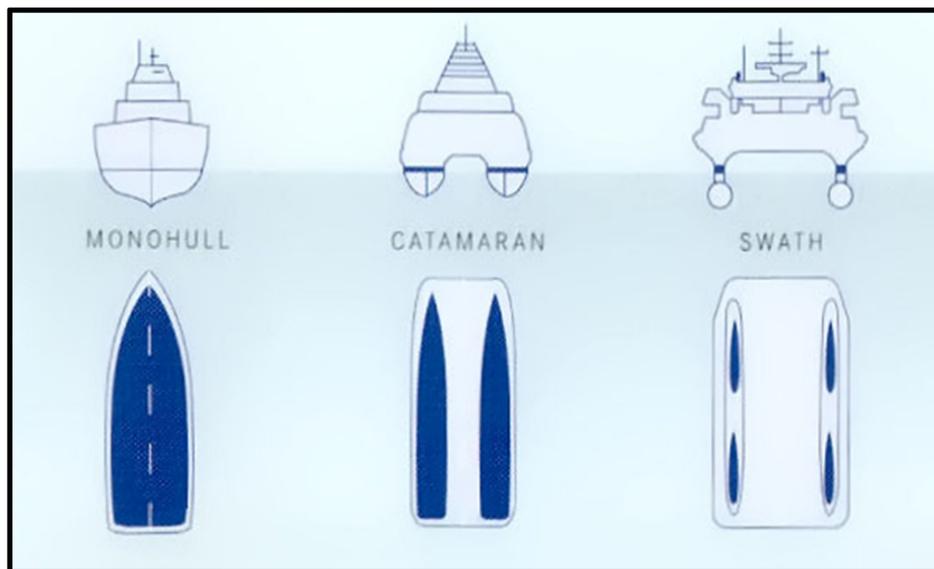


Figura 2.- Tipos de casco. Fuente: Navatek (Olvera, 2014).

La innovación naval tiende a diseños fuera del tradicional monocasco. Se pudiese pensar que los diferentes tipos de casco sólo se puede dar en los buques de pequeño porte, sin embargo, también es replicable en los mediano y gran porte como en el caso de los buques clase Coronado (fig. 3) de la marina estadounidense son una combinación de monocasco y catamarán (seis actualmente en servicio) con una eslora de 127.1 metros, calado de 4.5 metros, rango de 3,500 millas, con capacidad de lanzar y recuperar embarcaciones con un mar hasta del cuatro y del cinco en el caso de aeronaves (Austal).

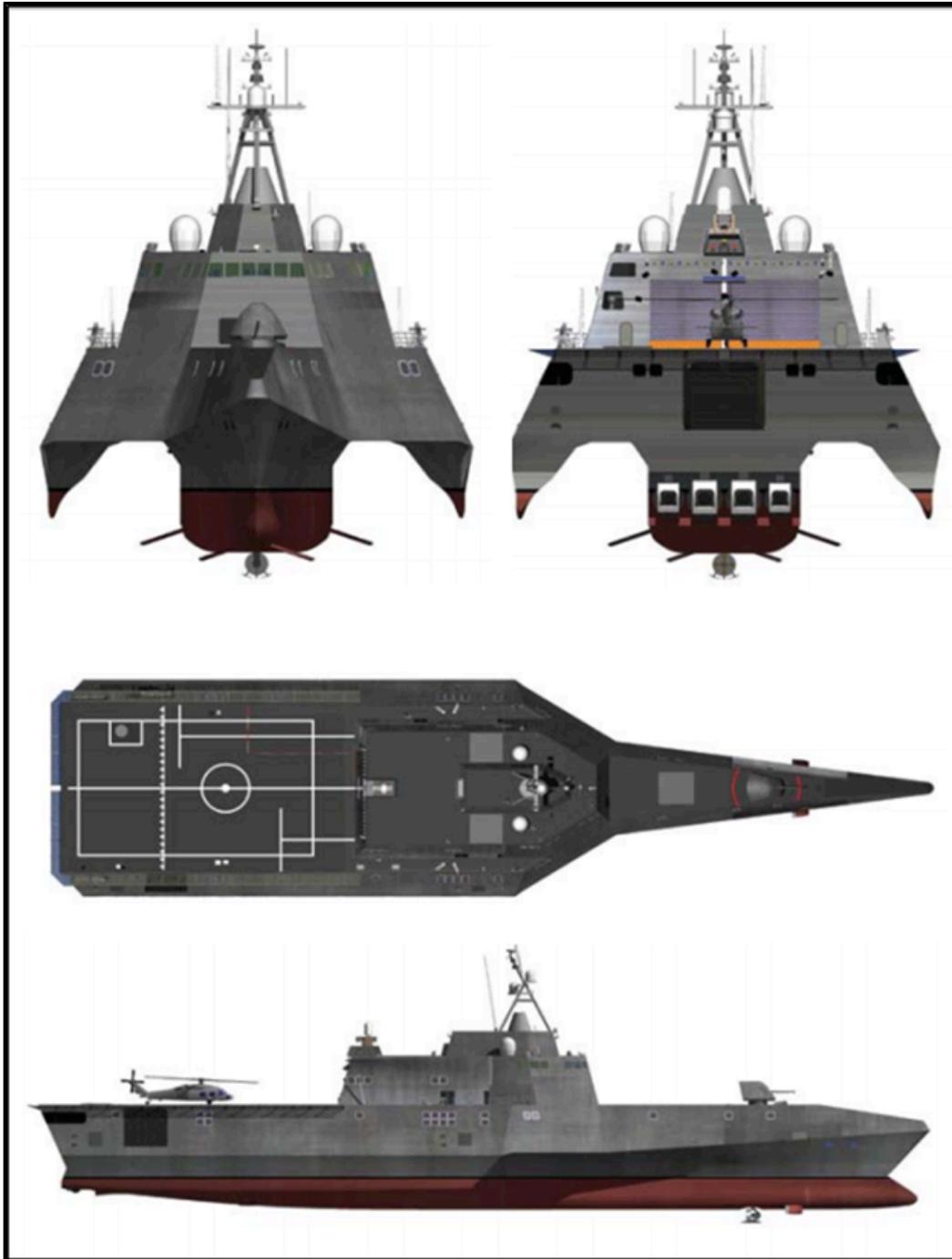


Figura 3.- Buque clase Coronado de la marina estadounidense. Fuente: Austal (2017).

Esto es un ejemplo claro de una tendencia de en el diseño de barcos, especialmente en lo que al casco corresponde, esto nos conduce a revisar los buques SWATH, aparentemente parecido, pero con diferentes notables en el casco.



BUQUES SWATH: LA NECESIDAD DE OPERATIVIDAD ANTE OLEAJE ELEVADO

El canadiense Frederick G. Creed patentó en 1946 el buque clase SWATH², Cascos Dobles con Pequeña Área de Flotación (Grannemann, 2015), y su característica principal como se aprecia en la figura 4, son los “torpedos” –donde se alojan los sistemas de propulsión– sobre los cuales va montado el buque y que son los que proporcionan una calidad muy marinera³ respecto al oleaje. En esa figura se puede notar el módulo de artillería montado en la proa que puede ser cambiado por otros tipos de módulos de acuerdo a la misión.



Figura 4.- Patrullero SWATH. Fuente: Maritime Journal (A&R & Todd, 2008).

Nota: Esta es la patrulla de vigilancia costera de fabricación alemana de 25 mts de eslora, puede ser visto en http://www.cesnav.edu.mx/ININVESTAM/buque_swath.html, puedes dar click en el link del video o copiarlo y pegarlo en el buscador de tu agrado.

Esta capacidad marinera le proporciona una gran ventaja ante otros buques en el desarrollo de operaciones con mal tiempo. El movimiento de balanceo de banda a banda es menor en un buque SWATH en comparación a un monocasco según se expone en la figura 5, en que ésta clase de embarcación puede operar hasta con un oleaje de 3 metros y, por ejemplo, de conformidad al manual de Petróleos Mexicanos (PEMEX) “Acercamiento y amarre de embarcaciones a instalaciones costa afuera” especifica que las embarcaciones de pasaje, abastecedores, remolcadores y de posicionamiento dinámica solo pueden llevar a cabo operaciones de “servicio de transferencia de personal a las instalaciones/embarcaciones” con olas de máximo de 1.8 metros de altura (PEMEX, 2014) –mar del 4, denominado “fuerte marejada”, con un

² El “Duplus” fue el primero de su clase construido en 1969.

³ En el argot naval, cuando se expresa que un buque es “muy marinero” se refiere a que el buque responde –en su estabilidad– muy bien antes las condiciones de la mar, caso contrario cuando no lo hace, se dice que es “muy poco marinero”.



altura de 1.3 a 2.5 mts, en tanto el buque SWATH de 25 mts puede realizar operaciones con olas de 3.1 metros –mar del 5, denominado “mar gruesa” con olas de 2.5 a 4 Metros. El comportamiento de un SWATH de 25 metros sería comparable a un buque monocasco de 80 metros de eslora. Asimismo, se puede ver el compartimento en general en comparativa.

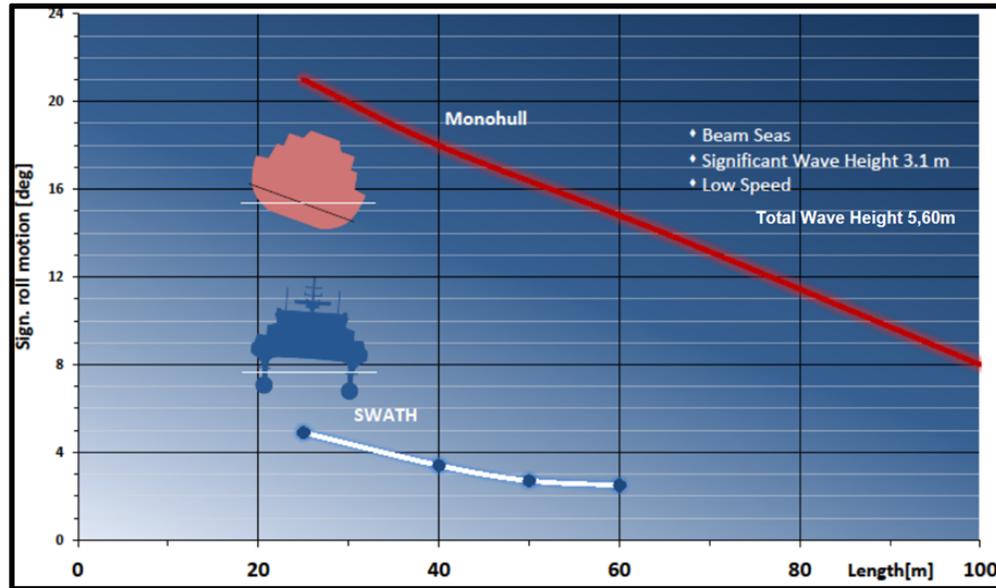


Figura 5.- Comparación de balanceo entre un buque SWATH y un monocasco. Fuente: Abeking & Rasmussen.

ANÁLISIS DEL SWATH: AUTONOMÍA, CALADO.

El revisar la ventaja marinera de los buques SWATH en comparación con los buques monocasco, conduce a revisar otras variables. Para esto, se revisa la autonomía y el calado entre otros.

El SWATH de 25 mts. tiene una capacidad de diez toneladas de combustible, una tonelada de agua, media tonelada de aprovisionamiento, una velocidad máxima de 20 nudos, con una dotación de ocho tripulantes, con autonomía de 1,000 millas náuticas (mn) a una velocidad de 12 nudos (Naval Forces, 2012), asimismo su duración en la mar es de una semana de acuerdo a su ficha técnica. Con base a estos datos, es posible deducir que la autonomía en horas es de 83 horas a 12 nds navegando continuamente. Por lo tanto, es un buque que puede sostener tres días de operación sin dejar de navegar, y se puede extender a una semana al operar con intervalos de paro total. Por ejemplo, la distancia entre Manzanillo e isla Socorro es de 434 mn (698 Km) un SWATH de 25 mts puede cubrir una sola pierna, pero necesita reabastecer para el retorno.

Esto cambia con el modelo de 60 mts que, si bien no especifica la autonomía, considerando el resto de los datos logran dar una idea clara de mayor autonomía respecto a la versión de 25 mts pues tiene una capacidad de 148 tons de combustible 22.4 tons de agua, tres toneladas de aprovisionamiento, 34 elementos de tripulación y, por último, con base a su propulsión con cuatro máquinas MTU 8V 4000 M50A



las cuales tienen un consumo de 224.8 lts por hora a máxima velocidad de 1,800 rpm (13 nudos) que dan 164 horas continuas de operación o sea aproximadamente 6.8 días.

Por otro lado, con una velocidad de 1,200 rpm se proporcionan 524 horas, esto es aproximadamente 21 días; lo que se traduce en un rango aproximado de 2,139 mn, lo cual equivale a ir de Veracruz, México a la Habana, Cuba (1,854 MN), sin la necesidad de reabastecerse de combustible. Es importante destacar que, debido al incremento de resistencia de la obra viva, se incrementa la demanda de potencia y por ende el consumo de combustible en comparación a un buque tipo monocasco (Schellenberger, 2011).

El calado es una de las principales características en su diseño, delimitado por los “torpedos” y esto implica mayor calado en función de su eslora; los buques monocascos calan menos en comparación al SWATH de 25 mts que cala 2.7 mts. Por ejemplo, un buque clase Azteca de 34 mts de eslora cala aproximadamente 2.18 mts esto significa que el SWATH a pesar de tener una eslora 36% menor, cala más. En el caso del modelo de 60 mts tiene un calado de seis metros y si se compara con un buque clase AUK que cuenta con 67.41 mts de eslora y cala 3.35 mts, representa un 79% más de calado, esto casi se equipara con una fragata clase Knox que tiene una eslora de 134 metros y que cala 7.54 metros. Esto significa que el buque entra en puertos con calados mayores 2.7 y 6 metros para los SWATH de 25 y 60 metros respectivamente. La mayoría de los puertos mexicanos tienen la profundidad para la operación de buques de mayor calado.

Las limitaciones de un buque SWATH de acuerdo a Van Hemmen (Hemmen, 2016) son: el costo de construcción, mucha obra viva (por tanto, mayor resistencia a la velocidad), capacidad limitada de carga útil, mayor calado y muy sensible al peso; asimismo señala que requiere de mayor mantenimiento que otros buques de igual porte y el consumo de combustible se vuelve un problema; sin embargo, también expone que se han desarrollado soluciones en la propulsión así como en los paquetes de control que ya no son tan caros como antes, concluyendo que es un buque que satisface la necesidad de un barco pequeño con carga útil en oleaje elevado.

LA CONSTRUCCIÓN SWATH

A partir de 1969, año en que se patentó el diseño SWATH, algunos astilleros han fabricado esta clase de buques; por ejemplo, las empresas: Dutch Loodswzen, Abeking & Rasmussen, Navatek Ltd., ThyssenKrupp Marine Systems, Newcastle Shipyards.

Un plus de este tipo de buques, es que las empresas ofrecen la característica de lo multipropósito, es decir que, el buque puede desempeñar diferentes tipos de operaciones mediante la tecnología modular que ofrecen. En la proa existe una “bahía” donde se monta el módulo y que puede ser como se muestra en la figura 6 y 7.

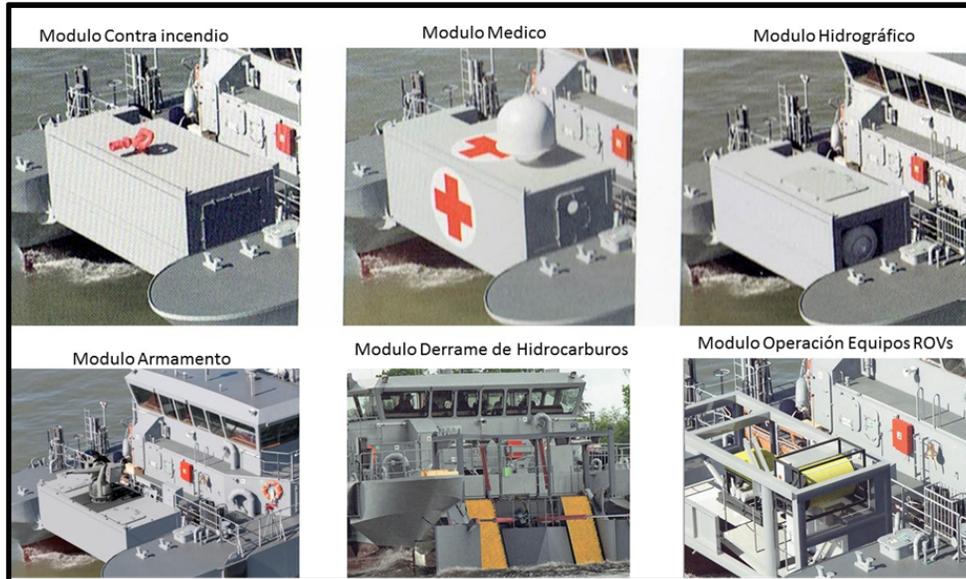


Figura 6.- Tecnología modular SWATH. Fuente: Abeking & Rasmussen.

Estos sistemas modulares están fabricados en aluminio, trabajan bajo el principio de conexión. Pueden ser conectados al suministro eléctrico y de agua. De esta manera el buque sigue siendo el mismo, solo su equipo (modulo) cambia, proporcionando flexibilidad para un uso multipropósito.

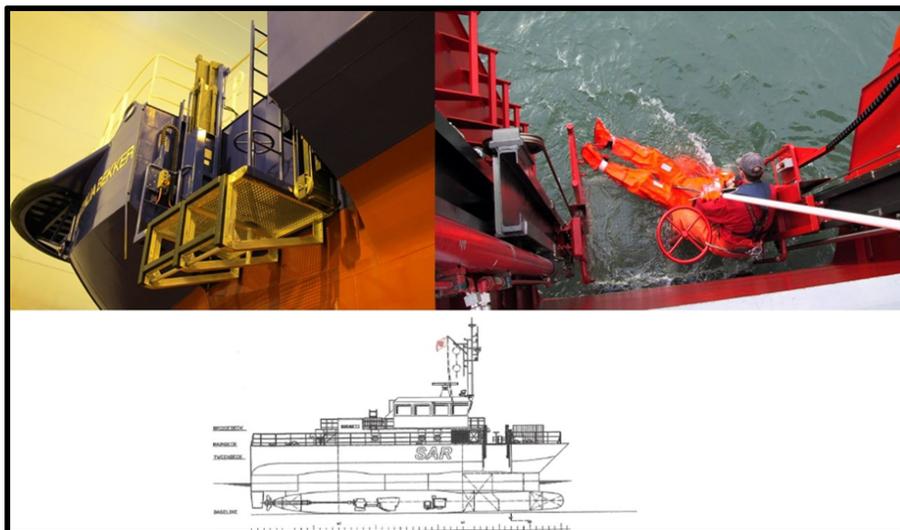


Figura 7.- Modulo de rescate para buque SWATH-SAR. Fuente: Abeking & Rasmussen.

La Armada estadounidense opera este tipo de buques. El primero es el buque clase *Victorious*⁴, fue construido por McDermott Shipyards, entrando en servicio en 1991; desplaza 3,100 toneladas, con una eslora de 72 metros, una manga de 29 metros y un calado de 7.6 metros. El segundo tipo es la clase *Impeccable T-AGO 23 (el único)* es del tipo SWATH que opera desde el 2000; asignado para misiones

⁴ Son Cuatro en servicio: "Victorious" T-AGO 19, "Able" T-AGO-20, "Effective" T-AGO 21 y "Loyal" T-AGO 22.

especiales; desplaza 5,386 toneladas, tiene una eslora de 85.78 metros, una manga de 29.16 metros, un calado de 7.9 metros, una velocidad de 12 nudos. El último es experimental, el Sea Fighter FSF-1 que, desplaza 950 toneladas, con una eslora de 79.9 metros, una manga de 22 metros y calado de 3.5 metros. En total, United States Navy tiene en servicio cinco buques Swath y uno en pruebas.



Figura 8.- Buques tipo SWATH de diferentes Armadas. Fuente: Naval today.

CONCLUSIONES

Los buques clase SWATH, en definitiva, ofrecen una ventaja importante sobre los del tipo monocasco: su estabilidad ante oleaje elevado. Esto le permite operara a pesar de condiciones adversas a la navegación, con olas de hasta metros, oleaje que es prohibitivo para buques monocasco de esloras de 25 metros.

EL calado, mayor consumo de combustible, limitaciones de carga útil, precio de construcción, son las principales desventajas del SWATH.

La tecnología modular permite que el buque sea multipropósito, lo que favorece la capacidad de desarrollar operaciones de diferente naturaleza. La flexibilidad para cambiar el uso del barco como una plataforma de operación de distintos tipos, permite en poco tiempo proporcionar los aditamentos para afrontar la particularidad de una operación, ya sea salvamento, derrame de hidrocarburos, transporte de personal, patrullaje, investigación, entre otras.



Un esquema de operación en zonas estratégicas como la sonda de Campeche con este tipo de embarcaciones, incrementa la capacidad operativa en áreas primordiales en que es importante mantener las operaciones marítimas a pesar de las condiciones meteorológicas como suelen presentarse en eventos de “norte” en el Golfo de México.

En suma, las ventajas del buque SWATH son mayores que sus limitaciones cuando se trata de operar a pesar de las condiciones meteorológicas adversas a la navegación, permitiendo cubrir la necesidad de contar con un esquema operativo alternativo bajo situaciones de oleaje elevado y escenarios irreductibles en que se requiere la operación marítima, tales como salvaguardar la vida humana en la mar o la vigilancia de áreas estratégicas a pesar del mal tiempo.



BIBLIOGRAFÍA

- A&R, & Todd, T. (08 de Agosto de 2008). *Latvian SWATH get engine change*. Obtenido de Maritime Journal: http://www.maritimejournal.com/news101/industry-news/latvian_swaths_get_engine_change
- Austal. (s.f.). *About the Littoral Combat Ship (LCS)* . Obtenido de Austal: <http://usa.austal.com/featured-ship/littoral-combat-ship-0>
- Common Wikimedia. (20 de Enero de 2012). *Movimientos del buque*. Obtenido de Wikimedia Commons: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Movimientos_buque_\(Ejes\).PNG?uselang=es](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Movimientos_buque_(Ejes).PNG?uselang=es)
- Galicia. (31 de Julio de 2013). *Exploring ancient contiental breakup west of Spain* . Obtenido de Galicia 3D: <http://galicia3d.blogspot.mx/2013/07/>
- Grannemann, F. (18 de Marzo de 2015). *SWATH, a new concept for the safety and security at sea*. Obtenido de Ship Journal: <https://www.shipjournal.co/index.php/sst/rt/printerFriendly/120/370>
- Hemmen, R. v. (11 de Febrero de 2016). *SWATH, the Art of Compromise*. Obtenido de Martin Ottaway: <http://www.martinottaway.com/blog/rik-van-hemmen/swath-art-compromise>
- Naval Forces. (2012). Abeking & Rasmussen, specialist for SWATH technology and mine countermeasure vessels. *Naval Forces*, 1-7.
- Olvera, J. A. (18 de Diciembre de 2014). *Navatek I: el ferry Swath a Jurassic World*. Obtenido de Diario de Náutica: <http://www.diariodenautica.com/navatek-el-ferry-swath-jurassic-world>
- PEMEX. (30 de Agosto de 2014). *Acercamiento y amarre de embarcaciones a instalaciones costa afuera*. Obtenido de Petroleos Mexicanos (PEMEX): <http://www.pemex.com/procura/procedimientos-de-contratacion/normas-referencia/Normas%20vigentes/NRF-043-PEMEX-2014.pdf>
- Sail and trip. (21 de Septiembre de 2015). *Capear el temporal o correrlo. Cómo enfrentarse a un temporal*. Obtenido de Sail and trip: <http://sailandtrip.com/capear-el-temporal/>
- Schellenberger, G. (2011). *SWATH technology, advanced SWATH design methods*. Obtenido de Mari-Tech: <http://mari-tech.org/wp-content/uploads/2011/11/03%20-%20swath%20technology%20small%20waterplane%20area%20twin%20hull.pdf>
- SEMAR. (2001). *Escalas de Douglas, Beufort y de llluvias*. Obtenido de Secretaria de Marina, Dirección de Meteorología Marítima: <http://meteorologia.semar.gob.mx/meteorologia/escalas.html>
- USA AUSTAL. (18 de Septiembre de 2017). *Litoral Combat Ship (LCS)*. Obtenido de Austal: <http://usa.austal.com/news/LCS-12-Delivery>