

CONTRAMEDIDAS ANTITORPEDOS

Gustavo Jordán Astaburuaga
Teniente 1°.

INTRODUCCIÓN

Diversos factores, especialmente el éxito obtenido en los conflictos navales de las últimas dos décadas, han causado que los misiles hayan alcanzado gran popularidad; han sido publicados numerosos artículos acerca de sus características, sus posibles tácticas de empleo, las contramedidas, sistemas de defensa antimisiles, etc., mientras que el submarino convencional y su arma tradicional, el torpedo, han pasado a un plano de menor importancia dentro del contexto de la táctica naval.

El propósito de este artículo es analizar las posibles contramedidas antitorpedos.

EL SUBMARINO CONVENCIONAL MODERNO

El submarino convencional moderno constituye la tercera generación de submarinos desde el término de la Segunda Guerra Mundial; los ejemplos más representativos de estas unidades son en la actualidad el diseño alemán TR 1700 y el submarino tipo 2400 británico,

Pese a las indudables ventajas que tienen los submarinos de ataque nucleares, especialmente en lo que se refiere a su movilidad, y autonomía, el submarino convencional aún tiene funciones importantes que cumplir, tanto en su rol de ataque a buques de superficie como en el rol A/S, donde tiene indudables ventajas sobre el submarino nuclear, y en otras tareas auxiliares tales como vigilancia, minado, desembarco de comandos, etc.

Son de tal nivel la ventajas comparativas que puede tener un submarino convencional moderno enfrentado con un submarino nuclear, que la denominación británica para el nuevo submarino tipo 2400 es SSK (la letra "K" viene de la palabra "*killer*", derivada a su vez del concepto "*hunter killer*").

Casco y sistemas de Ingeniería

El diseño del casco de los submarinos modernos tiene una forma más hidrodinámica que en el pasado. La resistencia del casco ha sido aumentada empleando nuevas aleaciones de metales, siendo la profundidad máxima de inmersión del orden de 300 metros, y la de colapso del orden de 500 a 600 metros.

El diseño actual del casco hace muy eficiente la navegación a gran profundidad más que navegando a profundidad de *snorkel*. Normalmente, el número de motores diesel es de 2 a 4, pero se ha estandarizado en sólo una hélice de 5 a 7 palas.

La cantidad y capacidad de las baterías ha sido aumentada y mejorada respectivamente; de esta manera, la velocidad máxima de inmersión es entre 20 y 25 nudos.

Sensores

Se ha dotado a los submarinos de la casi totalidad de los sensores que puede poseer un buque de superficie, tales como sonares activo y pasivo, radar, equipo de MAE, telémetro

láser e intensificadores de luz incorporados al periscopio. Se ha mejorado considerablemente las características ópticas de los periscopios, aumentando su visión en altura para detectar aeronaves. En el área de sonares pasivos se diseña a los submarinos convencionales para operar la versión submarina del *Towed Array System*, que consiste en una serie de sonares pasivos remolcados a grandes distancias, equipo que está revolucionando la guerra antisubmarina en los buques de superficie. Este sistema aún no ha sido instalado en ningún submarino convencional, pero probablemente será parte de los sensores del submarino tipo 2400 británico; con él es probable que la detección pasiva aumente hasta 200 o más millas.

Como es lógico suponer, los sensores han incorporado técnicas digitales, microprocesadores y computadores, para su óptimo empleo y eficiencia.

Sistemas de armas

Se mantiene los sistemas tradicionales de torpedos y minas, pero se ha incorporado una nueva arma, lo que también revolucionará la táctica; se trata del misil táctico submarino-superficie, cuyo único modelo en servicio en el mundo occidental lo constituye el misil *Sub Harpoon*, que lo poseen solamente las armadas norteamericana, inglesa y australiana (será instalado en los submarinos tipo *Oberon*). En Francia se está desarrollando el misil *Exocet SM-39*, derivado de los misiles AM-39 y MM-40. También, han sido desarrollados diversos sistemas de misiles submarino-aire, principalmente antihelicópteros de corto alcance.

Sistemas de comando y control

Del mismo modo que los buques de superficie, se ha desarrollado sistemas de comando y control computarizados, los que tienen los sensores y sistemas de control de las armas integrados. Como ejemplo, podemos mencionar que el sistema computarizado para el submarino tipo 2400 tendrá la capacidad de traquear hasta 35 contactos de superficie en forma automática. Los sistemas de control de fuego permiten el guiado automático de varios torpedos en forma simultánea, y tanto la selección de parámetros del torpedo e instrucciones a su computador como el lanzamiento propiamente tal, se pueden efectuar en forma remota desde la sala de comando y control

Medio ambiente

Han sido mejoradas las condiciones de habitabilidad y de bienestar para la dotación; un submarino puede mantenerse sobre siete días sumergido; sin tener necesidad de aflorar para renovar el aire. La temperatura y humedad es mantenida en niveles óptimos, mediante sistemas de aire acondicionado.

Otras características

La autonomía máxima del submarino se mantiene entre 50 y 60 días. El SOA del tránsito al área de patrulla ha superado los diez nudos, con una "tasa de indiscreción" (porcentaje del tiempo total en que es usado el *snorkel*) inferior a la de los submarinos de la generación presente. Existen computadores para ayudar al comandante a tomar las decisiones de cuándo efectuar operaciones de *snorkel*, dependiendo del SOA, de la razón de carga de las baterías, de la capacidad de los motores diesel, etc.

Se ha generalizado el empleo de sistemas de control automático, tanto de los sistemas de propulsión como de las facilidades de gobierno y estabilidad.

En lo que respecta a comunicaciones, se ha mejorado los sistemas de VLF, que le permiten al submarino recibir información sin aflorar. En el área de comunicaciones submarinas se ha diseñado teléfonos submarinos de gran alcance y directividad, lo que permite mejores comunicaciones con los buques de superficie o con otros submarinos.

En el área de navegación se ha dotado a los submarinos de equipos de navegación inercial y por satélites, por lo que la precisión de su posición ha sido mejorada notablemente.

A los sistemas y equipos que permiten medir los diversos parámetros que afectan a la predicción de las condiciones de sonido, se les ha incorporado computadores para mejorar este proceso.

Se ha mejorado el sistema de lanzamiento de torpedos; tanto en la disminución de ruidos durante el lanzamiento como eliminando las burbujas de aire que afloraban a superficie, saliendo el torpedo; autopropulsado desde el mismo tubo lanzatorpedos.

TORPEDOS MODERNOS

En general, los torpedos modernos han sido diseñados para cumplir el rol dual antisubmarino y antisuperficie (Ver tabla).

Existen dos grandes tendencias en lo que se refiere a sus sistemas de propulsión, la propulsión eléctrica que ha llegado a un límite de velocidad de 35 nudos y la propulsión con combustibles líquidos, con la que se ha alcanzado hasta 70 nudos.

La propulsión eléctrica tiene las ventajas de que no deja estela y es considerantemente más silenciosa que otros tipos de propulsión. Las baterías que son empleadas actualmente para este tipo de propulsión son de zinc-plata, y tienen las desventajas de que son de un alto costo, complejas de mantener y de vida útil reducida.

Las ventajas obtenidas al utilizar combustibles líquidos, tal como el combustible Otto, es el aumento de velocidad (55 nudos en el torpedo norteamericano Mk 48) y el aumento del alcance casi al doble que los torpedos de propulsión eléctrica; este tipo de propulsión deja una estela casi imperceptible.

El ruido del torpedo del cual depende en gran medida la eficiencia de su sonar activo/pasivo, y por otra parte de la alarma temprana que tendrá el blanco, depende de los siguientes factores:

- el ruido aumenta en forma directa con la velocidad,
- el ruido es generado principalmente por las hélices y por el cuerpo mismo del torpedo, por el efecto de cavitación;
- el tipo de propulsión utilizada es una fuente secundaria de ruidos.

Podemos citar que, por ejemplo, una rugosidad o discontinuidad en el cuerpo del torpedo de 0,07 mm de profundidad, es suficiente para provocar la cavitación a velocidades superiores a 24 nudos.

Como características comunes de todos los torpedos modernos, podemos mencionar las siguientes:

Filoguiado

Sin excepción, todos los torpedos modernos lanzados por submarinos son filoguiados. En este aspecto, la tecnología ha permitido aumentar la distancia de guiado hasta el máximo alcance efectivo del arma (en el caso del torpedo Mk.48, hasta las 50.000 yardas) y ha mejorado la calidad e inteligencia de la información que puede ser transmitida, hacia o desde el torpedo por el cable de guiado. Desde el buque se le puede dar al torpedo órdenes de patrones de rebusca, aumentar o disminuir la velocidad, cambiar la profundidad, autorizarlo para atacar, etc., y desde el torpedo se informa al submarino si ha obtenido o no contacto, tipo de contacto (activo o pasivo) y el tipo de acciones que está efectuando. En caso de corte del cable de guiado, el torpedo está preprogramado para seguir su carrera autónoma, de acuerdo a un patrón de rebusca predeterminado

Procesadores

El torpedo, en la actualidad tiene micro-procesadores y computadores para su control; en ellos han sido programadas múltiples funciones operacionales, incluidos diferentes patrones de rebusca y formas de reaccionar al ser seducido por deceptivos antitorpedos.

Carga de combate y espoletas

La carga de combate de los torpedos pesados está en el rango de 200 a 300 kilos de alto explosivo, la que puede representar, de acuerdo al tipo de explosivo que sea usado, entre 500 o 600 kilos de TNT, por lo que podríamos afirmar que para buques hasta de 10.000 toneladas basta un torpedo moderno que impacte para considerarlo hundido.

Las espoletas empleadas, al igual que en la Segunda Guerra Mundial, son de impacto y de proximidad magnética. El diseño de las espoletas de proximidad magnética ha sido mejorado considerando que los buques han perfeccionado sus sistemas de *degaussing*.

Por otra parte, considerando el aumento de resistencia de los submarinos nucleares balísticos modernos, y que algunos de ellos tienen doble casco, ha sido necesario diseñar la cabeza de combate del torpedo con una capacidad de penetración mayor, usando los principios que se emplean en el diseño de armas antitanques.

Sonares activos/pasivos

Todos los torpedos modernos tienen sonares que pueden funcionar en modo activo o pasivo para adquirir el blanco en su fase de ataque final. No se conoce públicamente los datos técnicos de estos sonares en forma precisa, pero se puede afirmar que la frecuencia está en el rango de 20 Kc, más o menos 2 Kc. Según informaciones no oficiales; se dice que el sonar de un torpedo moderno puede tener un alcance de detección del orden de 6.000 yardas en modo pasivo y de 2.000 yardas en modo activo, sobre un buque de superficie; estas cifras son bastante cuestionables pero no imposibles, además de que son dependientes de múltiples factores, tales como la velocidad del blanco, su nivel de ruidos, eslora y calado, aspecto del blanco, estado del mar, condiciones de sonido, nivel de ruido ambiental, etc.

Se ha incorporado circuitos capaces de medir el efecto *doppler* del blanco, de suprimir los ecos del fondo y de la superficie del mar, y también de contra-contra-medidas antideceptivas A/S.

Tendencias futuras en el desarrollo de torpedos antibuque

El torpedo del futuro será un arma capaz de alcanzar una distancia de 60.000 yardas a una velocidad cercana a los 60 nudos

Puede ser que con los desarrollos que se obtenga en el área de los microprocesadores, el guiado del torpedo sea completamente autónomo. En este caso se incorporará al torpedo un equipo de navegación inercial.

La carga de combate mínima compatible con la resistencia de los submarinos nucleares modernos será del orden de los 150 kilos.

El tamaño del torpedo probablemente será reducido en longitud, considerando la reducción de espacio que pueda ser lograda miniaturizando los componentes electrónicos y también el sistema propulsor. Con esto probablemente se logrará tener dos torpedos en cada tubo lanzatorpedos.

En caso de mantener la propulsión eléctrica será necesario usar otro tipo de baterías; probablemente de litio clorato de tionil, con una capacidad de energía tres veces superior a las baterías usadas actualmente.

En el área del sonar, éste será confeccionado mejorando su capacidad de detección, y también su capacidad de CCME para discriminar el efecto del *jamming* acústico y los ecos indeseables.

La profundidad de colapso del torpedo será aumentada, llegando a ser superior a los 3.000 pies en la década de los años 90, compatible con la profundidad de colapso de los submarinos nucleares con misiles balísticos de la nueva generación.

CONTRAMEDIDAS ANTITORPEDOS

Este tema ha sido poco tratado en la actualidad, debido al éxito resonante que han tenido los misiles en la guerra naval moderna: guerra árabe-israelí en 1967; guerra entre India y Paquistán en 1971; guerra árabe-israelí en 1973; guerra entre Inglaterra y Argentina por las Falkland en 1982, y por último en la guerra que aún existe entre Irán e Irak. En los conflictos mencionados, el empleo de misiles, ya sea de aire-superficie o superficie-superficie, ha provocado una revolución en la táctica.

Sin embargo, el torpedo, y en términos más amplios el submarino como plataforma portadora de armas, ha estado opacado por estos sucesos y por los problemas que se han presentado en el desarrollo de nuevos torpedos.

No se debe desconocer otra causa de este fenómeno, que es importante; está relacionada con la tendencia natural de los submarinistas a ser reservados acerca de estos problemas, y de los fabricantes de armas, que en estas áreas son extremadamente cautelosos para publicar información.

Es importante no perder de vista dos conceptos fundamentales:

- El misil es un arma diseñada para neutralizar mientras que el torpedo es un arma diseñada para hundir a un buque de superficie;
- en ambas guerras mundiales, el total de buques hundidos por submarinos asciende a 7.612, con un total de 25.635.000 toneladas de desplazamiento, lo que no deja de ser una cifra extraordinariamente significativa.

Factores que afectan al sistema de armas submarino-torpedo

Siendo el submarino y el torpedo sistemas submarinos, es indudable que el mar como medio ambiente los afectará en su eficacia y resultado final. Esto se podría considerar en el área de los factores exteriores del campo táctico. En primer lugar analicemos al océano como medio ambiente.

Las principales características físicas del mar, tales como la salinidad, temperatura y presión, afectan a la propagación del sonido y, por ende, a la eficiencia de los sonares, tanto en su empleo como sensores activos o como pasivos.

De este modo, si en un determinado lugar o situación existen malas condiciones de sonido, esto afectará negativamente tanto al submarino como al torpedo acústico moderno, en las siguientes formas:

- La distancia de detección pasiva de un submarino a un buque de superficie será menor de lo normal; por ende, el tiempo que tendrá el submarino para evaluar la emisión del sonido, clasificar y posicionarse para atacar será más reducido.
- Las distancias de detección activa o pasiva del sonar del torpedo serán inferiores a lo normal, lo que obligará a un guiado más preciso o a hacer uso de esta arma a distancias más cortas, todo lo cual afectará en el resultado del ataque.

Además, el mar está poblado de numerosos peces y seres vivientes, los que tienen dos efectos indeseables sobre los sonares:

- En primer lugar, si existe una concentración de peces o, por último, una ballena, se puede generar un blanco falso natural al sonar del torpedo;
- todos los seres vivientes generan ruido que sumado a ruidos naturales o artificiales, tales como los que puede generar un buque, afectan el nivel de ruido ambiental general, lo que influye directamente en la eficiencia de los sonares, tanto del submarino como del torpedo.

Las condiciones meteorológicas existentes también afectan a los submarinos y torpedos.

El viento, como una fuerza generadora de olas puede influir decisivamente en la eficiencia de estas plataformas submarinas. Basta imaginarse la situación a la que se ve enfrentado un submarino tratando de usar el periscopio, antenas de MAE o el *snorkel* en condiciones de mar gruesa o superior. Las olas además generan ruido, y las condiciones de sonido sufren un deterioro considerable. El torpedo, que al ser lanzado sobre un buque de superficie tiene que ser ajustado a una profundidad adecuada, digamos 10 metros, será afectado por el mal estado del mar en su capacidad para mantener la profundidad ajustada; además, el ruido que producen las olas afectará a su sonar; generando una multiplicidad de ecos falsos desde la superficie del mar.

Del mismo modo, la lluvia y el granizo afectan, aumentando el nivel de ruidos del medio ambiente

Es sabido que el efecto de la velocidad reduce la eficiencia de los sonares de los buques, del mismo modo que el empleo de la velocidad en los submarinos afecta su capacidad para usar sus sonares; en el caso de los torpedos, la alta velocidad puede ser un factor realmente importante si no ha sido diseñado con la mayor tecnología de ingeniería para tratar de evitar estos efectos indeseables.

El fondo del mar —con todas sus irregularidades— es un factor que ha afectado la eficiencia de los sonares desde que éstos existen, creando blancos falsos; en el caso del

torpedo acústico que es lanzado en aguas someras tendrá un efecto importante en su eficiencia, y no es de extrañarse que los torpedos, de acuerdo a su tecnología de diseño, tengan una profundidad mínima bajo la cual el fabricante no recomienda lanzarlo. Este límite está determinado por este problema que aún es motivo de grandes investigaciones a nivel mundial.

Por último, no debemos olvidar que el submarino y su arma tradicional, el torpedo, son en la actualidad sistemas de alta tecnología, compuestos por innumerables sistemas digitales de circuitos integrados, microprocesadores, "chips", etc. Lamentablemente, el submarino tiene una capacidad muy reducida para reparar fallas en la mar, por las limitaciones de espacio inherentes a su diseño; asimismo, pese a que la tecnología moderna ha aumentado la confiabilidad de los sistemas, requiere que estos tengan una servidumbre de mantención, alineación y puesta a punto mucho mayor que en los sistemas antiguos. Por otra parte, el torpedo —que también es un arma de alta tecnología, comparable con la de un misil— no está encapsulado en un gas inerte y a la presión más conveniente, sino que está en el tubo lanzatorpedos o en la santabárbara de torpedos, por lo que está expuesto a condiciones ambientales bastante más adversas que el misil.

FACTORES DE DISEÑO DEL BUQUE QUE AFECTAN A LA EFICIENCIA DE LOS SUBMARINOS Y TORPEDOS

Habiéndose transformado el submarino en una plataforma que tiene indudables ventajas para detectar a un buque de superficie con los sonares pasivos, es decir, aprovechando el mayor alcance que se tiene de los ruidos del buque usando medios pasivos, es lógico que la ingeniería de diseño de los buques modernos se haya esforzado en tratar de reducir esta ventaja natural del submarino. Este esfuerzo ha sido aplicado en los siguientes aspectos.

Diseño de hélices

Se ha diseñado hélices más eficientes, tanto por lo que esto significa en la eficiencia del sistema de propulsión del buque, como por la necesidad de evitar o disminuir los ruidos producidos por el efecto de cavitación. Esto ha aumentado la capacidad de detección pasiva del buque, sea a submarinos como a torpedos.

Maquinaria

Se ha hecho esfuerzos especiales para reducir el ruido generado por la maquinaria del buque, lo que se ha manifestado en la supresión de la maquinaria ruidosa, y también montando la maquinaria sobre sistemas antivibratorios que absorben el ruido.

Medidas especiales para disminuir el efecto de cavitación

Se ha diseñado sistemas de inyección de aire a las hélices para reducir el efecto de cavitación. En los buques ingleses esto es conocido con el nombre de *Agouti*.

Medidas para aislar el buque del mar

Mediante la inyección de aire en determinados puntos del casco se logra el efecto de aislar al buque, en lo que a generación de ruidos se refiere, del mar. La versión americana de este sistema es denominada *Fraire*.

Lamentablemente, estos sistemas o técnicas no son posibles de instalar a un buque de diseño antiguo, sin considerar costos que son prohibitivos. Estas son características de diseño, y es una realidad que un buque de la década de los años 50 es mucho más ruidoso que uno de la década de los años 70; por ende, otorga facilidades adicionales tanto a submarinos como a torpedos.

CONTRAMEDIDAS ESTRATEGICAS ANTITORPEDOS

Bajo este concepto englobaremos todas las acciones o medidas que pueden ser adoptadas para neutralizar o anular el potencial de amenaza submarina del adversario, que corresponden a acciones a nivel institucional o nacional.

En primer lugar, cualquier acción que impida a la fuerza submarina actuar habrá logrado el objetivo de suprimir la amenaza submarina. Esto puede ser logrado en diferentes etapas:

- antes de zarpar;
- durante el tránsito;
- en el área de operaciones,

Las posibles medidas que permitirán neutralizar la amenaza submarina adversaria antes de zarpar son las siguientes:

- Destruir o neutralizar a los submarinos en puerto, lo que se puede lograr mediante un ataque aéreo, ataque por submarinos que logren penetrar la base de submarinos adversaria, mediante acciones de buzos tácticos, comandos o sabotaje. Este tipo de operaciones tiene un alto nivel de riesgos, pero en innumerables conflictos se ha demostrado que acciones de este tipo, bien planificadas y explotando fundamentalmente el factor sorpresa, sea ésta en el tiempo o tecnológica, han logrado resultados sorprendentes. Podemos citar, entre algunos ejemplos: el ataque efectuado a la flota británica, en Scapa Flow, por un submarino alemán; el ataque al *Tirpitz* por submarinos enanos; el ataque a los acorazados británicos en Alejandría, por buzos tácticos italianos; el ataque a la base naval de Taranto, y el ataque a Pearl Harbor, todos hechos de la Segunda Guerra Mundial, en que el ingenio, la sorpresa y la adecuada planificación y entrenamiento lograron penetrar las mejores defensas y lograr los objetivos.

Estas acciones pueden ser preventivas, es decir, efectuarlas antes de que el enemigo pueda actuar. Ejemplos de este tipo de acciones los han dado los alemanes, los japoneses y los israelíes.

- Durante el tránsito del submarino enemigo al área de conflicto, las posibilidades de neutralizarlo son las siguientes:

- mediante el minado ofensivo o la salida del puerto base;
- mediante el empleo de submarinos propios en el rol antisubmarino, cuando el submarino enemigo efectúe el tránsito al área de patrulla con una alta tasa de indiscreción;
- mediante el patrullaje y ataque con aviones antisubmarinos, en el mismo caso anterior
- mediante patrullajes A/S efectuados por buques de superficie en áreas de paso obligado de los submarinos.

A medida que el submarino se aleja de su base, la cantidad de medios necesarios para interceptarlo y destruirlo aumenta proporcionalmente, es decir, se requieren más buques, submarinos y aviones, con posibilidades de detección y destrucción cada vez menores.

- En el área de operaciones de interés propio, la neutralización de submarinos mediante acciones ofensivas es una tarea de mayores proporciones aún. Se requerirá conformar un grupo *hunter killer* compuesto, por lo menos, por un portaaviones con aviones y helicópteros A/s, un grupo de escoltas especializados en la guerra antisubmarina, apoyado por aeronaves con base en tierra y submarinos propios. Todo esto requiere de una cantidad de medios inconmensurable, y sólo un reducido número de armadas puede efectuar este tipo de operaciones.

Podemos concluir en que la neutralización de la fuerza submarina adversaria debe tratar de efectuarse lo más cerca posible de sus bases, lo que se logrará con operaciones ofensivas de alto riesgo, pero con pocos medios, y en este aspecto las operaciones no convencionales tienen indudables ventajas

CONTRAMEDIDAS TÁCTICAS ANTITORPEDOS

En el concepto de "contramedidas tácticas antitorpedos" englobaremos a todas aquellas medidas que puede adoptar un buque para neutralizar la amenaza antisubmarina.

Antes de analizar estas medidas es necesario revisar el problema submarino-torpedo en un ataque a un buque de superficie, considerando:

- la necesidad de detectar y evaluar el tipo de buque;
- la necesidad de determinar el sentido de avance;
- la necesidad de determinar su posición estimada;
- la necesidad de aproximarse al lugar de lanzamiento del torpedo;
- lanzar y guiar el torpedo a las cercanías del blanco;
- el torpedo eléctrico tiene una velocidad máxima del orden de 35 nudos, alcance pasivo de detección del orden de 6.000 yardas, y detección activa del orden de 2.000 yardas.
- el torpedo posee una espoleta de impacto y otra de proximidad que se activa por el campo magnético del buque.
- la mayor efectividad del torpedo está dada empleando su espoleta de proximidad, tratando de producir el efecto de quiebre de la quilla del buque blanco.

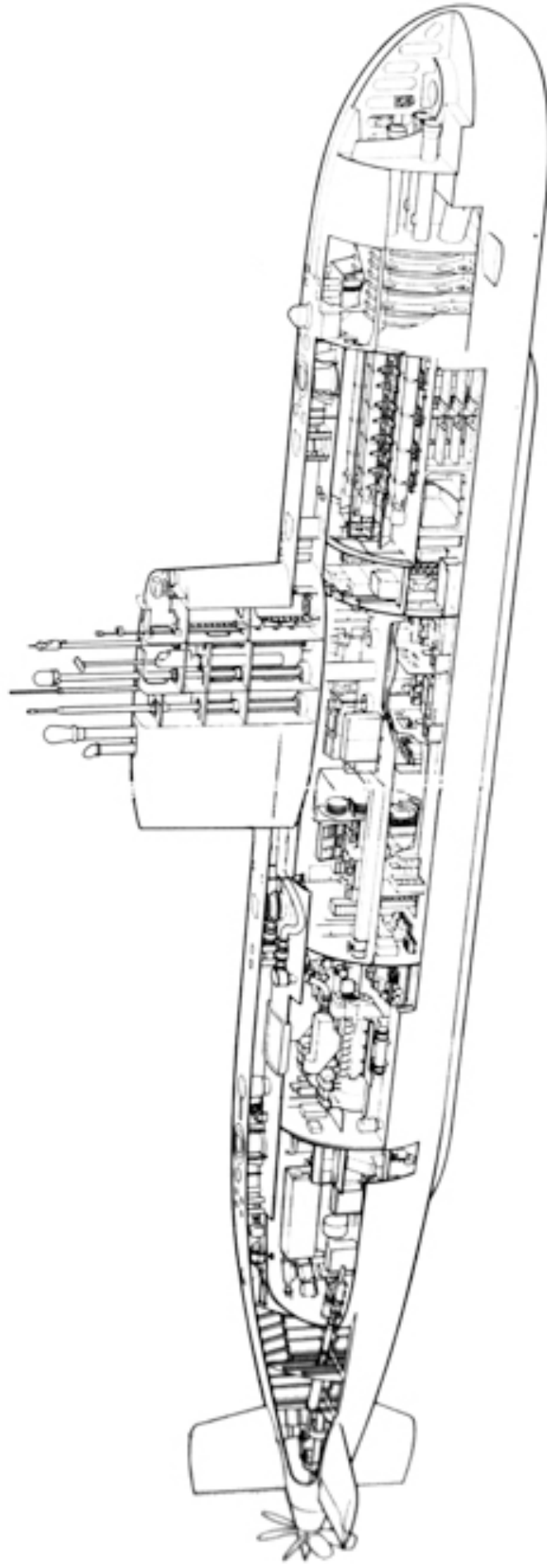
CONTRAMEDIDAS GENERALES

Empleo de la velocidad

La velocidad es uno de los factores que el buque de superficie tiene como ventaja sobre los submarinos convencionales, especialmente la alta velocidad sostenida. Al aumentar la velocidad se producen efectos subsidiarios que deben ser considerados:

- aumenta el ruido generado por la maquinaria;
- aumenta el ruido de cavitación generado por las hélices;
- dependiendo del estado del mar, el buque puede sufrir averías al navegar a alta velocidad;
- la eficiencia de los sonares activos y pasivos del buque se degrada considerablemente al superar una velocidad límite, la que podemos asumir en 20 nudos.

Por otra parte, si se quiere dejar descolocado a un submarino y posiblemente a un torpedo, cuya máxima velocidad es un poco mayor que la de un buque, la velocidad es una excelente contramedida táctica. Pero esto no es absoluto ni determinante; la velocidad sólo reducirá el ángulo determinado por las líneas límites de aproximación, es decir, si un



SUBMARINO BRITANICO, TIPO 2400

submarino está abierto hasta 30 grados por la proa, probablemente tendrá tiempo como para llegar a posicionarse para lanzar el torpedo de vuelta encontrada.

El recurso de la velocidad sólo es válido cuando navegan buques con capacidades de desarrollar altas velocidades en forma homogénea, lo que no tiene validez si se está escoltando a un petrolero o a un convoy.

El rumbo

El rumbo errático empleando planes de zig-zag siempre dificultará el problema general al submarino, especialmente cuando está en un nivel de baterías que no le permitan aproximarse a una velocidad adecuada. Esto tiene el inconveniente de que el SOA de avance se reduce. Por otra parte, la cantidad de grados de cambio de rumbos y el tiempo de duración de cada tramo del plan de zig-zag tiene que ser compatible con el efecto que se espera lograr sobre el submarino, es decir, esta acción debe ser detectada por el submarino y ocasionarle un problema de duda o incertidumbre, considerando que el submarino va a detectar a la fuerza de superficie a una distancia entre 30 a 100 ó más millas.

El "degaussing"

Siendo una de las dos espoletas del torpedo activada por el magnetismo del buque, el *degaussing* adquiere una importancia extraordinaria como medida de protección pasiva permanente.

La geografía

El navegar cerca de costa presenta problemas especiales al submarino y al torpedo. La costa, con el ruido de las olas, es una fuente adicional de ruidos permanentes. Probablemente, la profundidad existente cerca de la costa restringirá la libertad de maniobra del submarino, y el torpedo será afectado de la forma que ya se ha explicado. El otro efecto subsidiario que se produce en las bajas profundidades es que las detecciones pasivas del submarino a grandes distancias se ven severamente reducidas, debido a que no existen zonas de convergencia.

Otras medidas

Considerando que el porcentaje de buques mercantes de dos o más hélices que existen en el mundo es muy reducido, cada vez que un submarino evalúe que su detección pasiva está originada por un buque de dos hélices, su primera suposición será que el ruido generado corresponde a un buque de guerra. Por tanto, navegar sólo con una hélice puede ser una contramedida interesante. Esto ocasiona problemas subsidiarios, tales como gobernar con algunos grados de caña en forma constante hacia una banda, y por otra parte existen limitaciones de ingeniería en cuanto a la potencia máxima que puede ser empleada navegando sólo con un eje.

Cuando se navegue con dos ejes, el hecho de "enmascararlo", es decir, ajustar intencionalmente diferentes rpm a los ejes, tiene el efecto de dificultar la determinación de la velocidad del buque por parte del submarino.

Por último, cuando el sonar está emitiendo es un elemento claramente distintivo de que se trata de un buque de guerra. El submarino puede aventurar incluso qué tipo de buque es el que está emitiendo. Se ha demostrado que la distancia de detección de un sonar

activo por parte de un submarino es superior a la distancia de detección de los otros ruidos generados por un buque.

El empleo de los sistemas *Fraire* y *Agouti*, y parar la maquinaria ruidosa, tal como fue explicado en los párrafos precedentes, son medidas pasivas que influyen tanto en la efectividad del submarino como del torpedo

CONTRAMEDIDAS AL DETECTARSE LA PRESENCIA DE UN SUBMARINO QUE PUEDE SER UN PELIGRO

Deben ser adoptadas cuando se evidencia por cualquier medio la presencia de un submarino que puede ser un peligro para la fuerza propia. Esta evidencia del submarino puede ser obtenida por los siguientes medios:

- aeronaves (detección visual), sonoboyas, sonar, radar, MAE, MAD, etc.;
- buques sonar activo o pasivo, MAE, radar, visual, buque torpedeado, detección de ruidos o emisiones de un torpedo);
- submarinos propios (sonar pasivo).

En este caso convendrá adoptar el procedimiento diseñado para este efecto por los ingleses, derivado de su experiencia con los submarinos alemanes durante la Segunda Guerra Mundial, denominado *Step Aside* (lo que en traducción literal significa "correrse para el lado").

Este procedimiento consiste, en términos generales, de lo siguiente:

- el buque debe efectuar un gran cambio de rumbo lo más rápidamente posible;
- se deberá alterar la velocidad no menos de tres a cinco nudos; en este caso se recomienda disminuir en vez de aumentar, lo que puede ser más lento;
- se debe activar todas las contramedidas activas y pasivas antitorpedos;
- los buques con morteros o sistemas similares lanzan una salva de estas armas en la demarcación de la amenaza;
- investigar el contacto mediante el sonar activo;
- adoptar las medidas internas en el buque, acordes con la situación, grado de alistamiento del personal, condición del material, grado de alistamiento del armamento, helicóptero, etc.

La idea original de este procedimiento es que se supone que un torpedo o salva de ellos ya han sido lanzados y se dirigen hacia el buque propio. Esto tiene validez relativa en el caso de los torpedos acústicos modernos, pero se dificulta en alguna medida su guiado. El lanzar una salva de morteros en la demarcación tiene por objeto producir una gran explosión en el agua, la cual puede alterar o dañar de alguna forma al torpedo y lograr, aunque sólo sea por efecto psicológico, hacer pasar el submarino a la defensiva y también hacerlo saber claramente que ya perdió la sorpresa.

Terminada esta reacción inicial va a ser necesario gobernar para presentar la "mínima área reflectora de sonar" al submarino (equivalente al concepto de área reflectora de radar en el caso de emisiones electromagnéticas), manteniendo el ángulo necesario para que sean efectivos los generadores de ruido remolcados. La posición más favorable será colocar la amura o la aleta.

Lo más importante de todo este procedimiento es que sea rápido; en realidad, la situación de detectar un submarino a una distancia en que pueda lanzar torpedos es equivalente a detectar a un avión misilero a distancia de lanzar misiles.

CONTRAMEDIDAS MATERIALES ANTITORPEDOS:

Las posibles contramedidas materiales antitorpedos modernos acústicos son las siguientes:

- generar artificialmente una fuente de ruidos superior al nivel de ruidos que genera el buque, de tal manera que cuando el torpedo opere en el modo pasivo sea atraído hacia esta fuente artificial y no hacia el buque;
- neutralizar el sonar activo del torpedo, generando ruidos artificiales que lo saturen o le creen blancos falsos de una intensidad superior a la del eco que recibiría del buque;
- generar blancos falsos en el agua por medio de pastillas u otras sustancias; esto último es válido solamente cuando el torpedo está operando en modo activo;
- neutralizar los componentes electrónicos o sistemas de control del torpedo mediante una explosión submarina;
- hacer detonar el torpedo activando su espoleta magnética mediante un sistema que actúe a una distancia tal que la explosión no afecte al buque;
- mediante un arma submarina antitorpedo, destruir al torpedo antes de que alcance al buque propio.

Antes de seguir avanzando en este tema es necesario definir las posibilidades que existen para detectar un torpedo, debido a que algunas de las posibles contramedidas materiales antitorpedos mencionadas anteriormente serán efectuadas una vez que el torpedo haya sido detectado.

Las posibilidades que tiene un buque de detectar un torpedo son las siguientes:

- detectar por medio de un sonar pasivo las emisiones del sonar del torpedo;
- detectar el ruido generado por el torpedo, especialmente el ruido de cavitación generado por sus hélices;
- detectar al torpedo mediante el sonar activo.

Debido a que el área reflectora acústica que tiene un torpedo es equivalente a la de un misil, las posibilidades de detectarlo por el sonar activo son muy reducidas; de hecho, no se menciona esta posibilidad en las publicaciones especializadas. La detección de las emisiones acústicas y el ruido de cavitación del torpedo son posibles de lograr empleando sonares pasivos de propósito especial. La detección del torpedo puede generar alarmas automáticas que se activan en la CIC y en el puente. Los primeros sonares diseñados para detectar torpedos fueron fabricados por los alemanes durante la Segunda Guerra Mundial; de hecho el acorazado *Tirpitz*, gemelo del *Bismarck*, tenía instalado este sistema.

Las distancias de detección pasiva de un torpedo dependen, como ya se ha mencionado, de las condiciones de sonido existentes, del nivel de ruidos propios, del nivel de ruidos del torpedo, del estado del mar, del nivel de ruidos ambiental, etc.; por tanto, no se puede mencionar cifras exactas, pero podríamos estimar que la distancia de detección puede estar entre 1.000 y 3.000 yardas, en condiciones normales.

GENERADORES DE RUIDO ANTITORPEDOS

En la actualidad existen dos países del área occidental que fabrican generadores de ruidos electroacústicos antitorpedos; estos son Estados Unidos e Inglaterra.

Dichos generadores de ruido cumplen la doble función de efectuar *jamming* acústico activo al torpedo, tanto cuando opera en modo pasivo (generando una fuente de ruidos

superior a la del buque) como cuando opera en modo activo (generando blancos falsos de intensidad superior a la de los ecos que podría recibir del buque).

Sistema Nixie

Este es el sistema estándar generador de ruidos antitorpedos de la armada norteamericana; está en producción desde 1974. El sistema está compuesto por un vehículo remolcado, que es el emisor de ruidos. El cable sirve para transmitir al vehículo remolcado las señales a emitir, las que son generadas a bordo en una o dos consolas electrónicas de tamaño reducido, que normalmente van instaladas en el servomotor o en sus cercanías; todo, complementado por dos consolas de control remoto, instalada una en el puente y otra en la CIC, cuya función es seleccionar el modo de operación del sistema.

La flexibilidad del sistema permite la selección del tipo de señal que se emite, los períodos de activado y desactivado a intervalos de tiempo regulados, y la eliminación de frecuencias que pueden producir interferencias en el sonar propio o en los de las unidades cercanas.

Los modos de operación del sistema son los siguientes:

- ruido con barrido en frecuencia;
- ruido continuo (frecuencia constante);
- ruido pulsante (frecuencia constante, intervalos de silencio entre a 150 milisegundos)
- barrido en frecuencia y ruido puro alterado.

En el sistema Nixie se puede seleccionar seis tonos o rangos de frecuencias base para efectuar el *jamming* acústico:

- tono 1, de 17.273 a 22.875 KHz;
- tono 2, de 33.687 a 30.045 KHz;
- tono 3, de 29.803 a 39.472 KHz;
- tono 4, de 38.974 a 51.615 KHz;
- tono 5, de 50.667 a 67.100 KHz;
- tono 6, de 66.087 a 87.522 KHz;

Los rangos de frecuencia de este sistema abarcan la totalidad de los torpedos existentes en la actualidad, pero será necesario obtener por inteligencia la frecuencia de transmisión de los torpedos que representen la mayor amenaza, para seleccionar el rango de frecuencias adecuado del sistema.

A la fecha se ha producido más de 500 de estos sistemas, y es un equipo estándar para los buques norteamericanos y de varias armadas de la Nato. El costo de este sistema es de aproximadamente 500.000 dólares.

Sistema GI - 738 (Sonar 182)

El sistema GI - 738 es la versión de exportación del generador de ruidos antitorpedos de la armada británica, denominado Sonar 182.

Este equipo es producido por la empresa británica Graseby Dynamics, y la versión 738 está desarrollada en base a componentes electrónicos sólidos. El nuevo modelo requiere sólo de un armario electrónico para generar las señales del vehículo remolcado. Este equipo ha sido exportado a la armada hindú y a la armada argentina (para equipar las fragatas Meko 360).

No se posee mayor información de este sistema, excepto que es muy parecido al sistema Nixie. El vehículo remolcado es de mayores dimensiones y peso que el norteamericano.

SISTEMAS ANTITORPEOS ANTIGUOS

Fanfare

Es un generador de ruidos electromecánico que puede ser lanzado y recuperado hasta con velocidades de 25 nudos. Produce ruido en un gran ancho de banda. Puede ser remolcado hasta con velocidades de 30 nudos. Este equipo sólo es efectivo para torpedos que funcionen en modo pasivo.

Foxer

Son dos unidades generadoras de ruido mecánicas remolcadas a aproximadamente 200 yardas por la popa del buque, que mediante un sistema parecido al de los paravanes se mantienen separados 50 yardas de la estela del buque. La profundidad normal de los vehículos remolcados es de 36 pies. Este sistema es efectivo solamente en contra de torpedos que estén funcionando en modo acústico pasivo. Fue usado durante la Segunda Guerra Mundial y es más efectivo que el sistema Unifoxer.

Unifoxer

Es un generador de ruidos mecánico que se remolca a 350 yardas por la popa del buque, manteniendo una profundidad de 50 pies a 10 nudos y de 20 pies a 20 nudos. También fue usado durante la Segunda Guerra Mundial

SISTEMA ANTITORPEDOS DE SUBMARINOS

Existen tres tipos de sistemas antitorpedos usados por submarinos:

Generador de burbujas

Es un compuesto que al entrar en contacto con el agua del mar efectúa una reacción química generando una gran cantidad de burbujas, lo que puede crear blancos falsos tanto para un sonar de rebusca corno para el sonar de un torpedo. Esto lo podríamos denominar "*chaff* submarino"

Vehículos para ejercicios A/S

Existen las denominados "vehículos para ejercicios A/S", que son usados —tal como su nombre lo indica— para ejercicios A/S en tiempos de paz. Tienen el diámetro de un torpedo y actúan como un *transponder* submarino, es decir, reflejan con muy buenas cualidades las ondas de sonido que reciben. Esto lo podríamos denominar "deceptivo submarino".

Generadores de ruido desechables

Los submarinos poseen generadores de ruido de dimensiones reducidas, que son desechables. Permanecen suspendidos bajo el agua cuando son lanzados, dando el tiempo necesario al submarino para evadirse. Efectúan *jamming* acústico por un corto período.

TENDENCIAS FUTURAS EN CONTRAMEDIDAS ANTITORPEDOS

Como se puede apreciar, aún queda por experimentar áreas donde se puede aumentar las contramedidas antitorpedos de los buques de superficie.

En primer lugar, una explosión submarina o una serie de explosiones sucesivas, causadas después de que el torpedo haya sido detectado por un sonar pasivo, puede colaborar, en una medida no determinada, a averiar los componentes electrónicos del torpedo.

Por otra parte, considerando que un torpedo acústico moderno tendrá activada su espoleta magnética, y que el torpedo está programado para que en caso de ser seducido por un generador de ruidos efectúe una caída de rebusca de un diámetro determinado por la media del largo de los remolques de los generadores de ruido modernos (del orden de 300 a 400 yardas), y se dirija a atacar al buque, se hace necesario crear lo que se denomina "*jamming* magnético acústico"; es decir, generar un gran campo magnético, posiblemente en las cercanías del generador de ruidos, para que junto con seducir al torpedo por generación de ruidos sea activada su espoleta magnética y explote sin causar daño al buque. Esta posible contramedida aún no ha sido aplicada en ningún sistema occidental, probablemente por los problemas técnicos que puede representar su diseño.

Existe la posibilidad de que el buque de superficie, al igual como lo hacen los submarinos, pueda lanzar al agua, una vez detectado el torpedo, generadores de burbujas y *transponder* acústicos. Esto equivaldría a los sistemas de *chaff* antimisiles, creando varios blancos falsos alrededor del buque, más atractivos para el torpedo. La armada francesa está experimentando en este sentido y la sociedad Thomson CSF ha recibido el encargo de diseñar un sistema de este tipo el que será instalado en los nuevos portaaviones de propulsión nuclear.

También existe la posibilidad de emplear diversos generadores de ruido, remolcados a diferentes distancias del buque, empleando una combinación de generadores de ruido electroacústicos, electromecánicos y mecánicos. Esto puede llegar a crear interferencias considerables para el empleo de sonares propios; probablemente, su disposición ocupará la totalidad de la toldilla de un buque, pero esto puede neutralizar la programación más perfecta del torpedo, para evitar ser seducido por generadores de ruido.

La última alternativa es crear el torpedo antitorpedo; pero, por los problemas tecnológicos que involucra no se sabe que exista esta idea ni siquiera en proyecto o en desarrollo.

CONCLUSIONES

El submarino y su arma tradicional, el torpedo, tienen plena vigencia en la actualidad, y su poder de destrucción es muy superior al de un misil.

El submarino es un arma de posición, y probablemente, requerirá tiempo para actuar, pero cuando logre su objetivo de hacer impactar un torpedo en un buque enemigo podemos afirmar que en la práctica el blanco será buque hundido.

Las contramedidas antitorpedos o, en un sentido más general, las contramedidas antisubmarinas, son una mezcla de acciones en las que se aprovechan las condiciones exteriores del campo táctico, el ingenio y la tecnología.

La efectividad de los sistemas generadores de ruido antitorpedos es desconocida, pero el hecho de que las dos principales armadas del área occidental los usen como equipos

estándar de sus buques de superficie nos da una clara prueba de que su efectividad es alta, y se estima que el costo de estos sistemas tiene un bajo coeficiente costo/efectividad.

Los problemas de los torpedos y su letalidad fueron claramente demostrados en el reciente conflicto entre Inglaterra y Argentina, en donde dos torpedos convencionales, de diseño anterior a la Segunda Guerra Mundial, hundieron un crucero, el que probablemente no tenía ningún sistema antitorpedos ni tampoco estaba aplicando contramedidas tácticas adecuadas, considerando la amenaza submarina existente.

Por otra parte, versiones no confirmadas afirman que un submarino argentino lanzó tres torpedos, dos de ellos de procedencia alemana (SST-4), en contra de buques de superficie, y uno de procedencia norteamericana (MK. 37), en contra de un submarino; todos fueron perdidos y no dieron en el blanco. Las razones para justificar estas fallas son dudosas; se habla de fallas en el sistema de control de fuego, fallas en la mantención de los torpedos y fallas en los torpedos propiamente tales.

Lo que nadie sabe, y probablemente no se sabrá por muchos años, es la cantidad de torpedos y cargas de profundidad A/S que emplearon los británicos en contra de contactos submarinos verdaderos y falsos. En todo caso, parece que la cifra excede los cálculos más exagerados. La armada británica sabe mejor que nadie en el mundo el efecto o daño que pueden causar los submarinos.

La historia habría sido muy distinta si un submarino argentino hubiera logrado lanzar exitosamente torpedos sobre un portaaviones inglés.

La defensa antitorpedos debería tener la misma o, quizás, mayor prioridad que la defensa antimisiles, especialmente si su costo es relativamente reducido.

El submarino no es un arma que pueda ganar la guerra en el mar, pero sí puede ayudar a facilitar la victoria y con bastante efectividad, especialmente cuando a través del empleo de esta arma se logre equilibrar fuerzas navales dispares en cantidad de fuerzas.

BIBLIOGRAFIA

- DAVID MASON; *Submarinos, la amenaza secreta*, Editorial San Martín. 1977.
- ARTHUR GAUSHON y DESMONO RICE *El hundimiento del "Belgrano"*; Emece Editores. 1984.
- CAREY MILLER: *Submarines*, Editorial Serven Huse, U.K. 1971
- *Colección la Marina*; fascículos. Editorial Delta, 1983.
- JORGE SEPULVEDA ORTIZ: "Influencia del poder naval en la Guerra Civil de 1891", *Revista de Marina* N° 5/1967, Vol. 660.
- R.J.L. DIKER: "El engaño de los torpedos autoguiados, evitar lo inevitable", *Revista Internacional de Defensa* N° 2/1985.
- WILLIAM J. RUHE: "Torpedos of the western world", *Naval Forces*.
- *Jane's Weapons System*, 1978/1979.
- "El torpedo antibuque Mk. 48", *Publicaciones Navales* N° 609, Argentina, traducción de la revista *Maritime Defense*.
- "Los torpedos suecos". *Publicaciones Navales* N° 605, Argentina, traducción de la revista *Maritime Defense International*
- ROY CORLETI: "Torpedos pesados", *Publicaciones Navales* N° 612, Argentina, traducción de la revista *Nato's Fifteen Nations*.
- Los torpedos en la US, Navy", Norman Polmar *Publicaciones Navales* N° 610, Argentina, traducción de la revista *Proceedings*.

- "Torpedos británicos de la nueva generación". *Publicaciones Navales* N° 614, Argentina, traducción de la revista *Maritime Defense International*.
- MARIO ZAMPINI: "Evolución del torpedo en los submarinos". *Publicaciones Navales* N° 604, Argentina, traducción de la revista *Marítima*.
- WARRE M. HEGGSTAD: "Lanzamiento de torpedos desde un submarino". *Publicaciones Navales*, Argentina, traducción de la revista *Maritime Defense*.
- FRANK A. ANDREWS: "Torpedos, nuestra arma portentosa", *Publicaciones Navales* N° 612, traducción del *Proceedings*.
- GOWRI S. SUNDARAM: "La lucha A/S, clase del dominio de los mares", *Publicaciones Marítimas* N° 616, Argentina, traducción de la revista *International Defense Review*.
- ROY CORLETT: "El torpedo de la próxima generación". *Publicaciones Navales* N° 615, Argentina, traducción de la revista *Maritime Defense*.
- ANTONY PRESTON: "Progress on the type 2400", *Jane's Defense Weekly*, 14-ABR-84.
- FRANK A. ANDREW: "Submarino v/s submarine". *Naval Review*, 1963.
- "Advance capabilities for Mk. 43 torpedo, special series, warships and naval systems", *International Defense Review*, 1980.
- "Contemporary diesel electric submarines". *Maritime Defense*, Abril 1983.
- JOHN JORDAN: "Soviet torpedo attack submarines", *Jane's Defense Weekly*, 28-OCT-84.
- HUGH LYON; *The encyclopedia of the world's warships*, Editorial Salamander, U.K., 1979.

