

SISTEMAS DE COMBATE EN SUBMARINOS. TENDENCIAS TÉCNICAS Y OPERACIONALES*

Michel Chapotat
Jean Claude Constantin

EL SUBMARINO COMO UN SISTEMA DE COMBATE

Reseña histórica

 El Almirante Alfred T. Mahan, en su obra *Influencia del poder naval en la historia, 1660-1783* expone su teoría de que el poderío marítimo otorgó a los países su condición de potencia mundial.

Para todas las naciones marítimas se hace necesario tener los medios para proteger sus líneas de comunicaciones marítimas y su patrimonio oceánico. Esto incluye todos los recursos marinos —tales como la pesca, petróleo, gas, depósitos minerales— tanto en el mar territorial como en la Zona Económica Exclusiva. Esta política implica una capacidad de disuasión táctica a través de fuerzas balanceadas de mar y aire en que el submarino es un complemento importante.

El submarino es un sistema de armas que genera disuasión táctica, con una excelente razón costo-eficacia. Un solo submarino constituye una amenaza mayor para una gran fuerza naval que navega por una zona prohibida. Los medios que este submarino exige para su rebufo o para la protección están fuera de proporción. Además, si una de las unidades de la fuerza naval es torpedeada, las consecuencias

tácticas van mucho más allá de la mera pérdida de una unidad de superficie. La fuerza naval enemiga puede ser paralizada y podría no cumplir con su misión.

La credibilidad de la disuasión táctica de un submarino descansa en la calidad de la plataforma y en el rendimiento del sistema de combate.

Hasta la Segunda Guerra Mundial el principal sensor usado por el comandante de un submarino era el periscopio. Mantenía la situación táctica en su mente y requería sólo de unos pocos operadores para lanzar los torpedos.

En la década de los años 50 la tecnología mejoró las capacidades de traqueo de los sonares, radares y equipos MAE (Medidas de Apoyo Electrónico). Se requirió un equipo de hombres para plotear las detecciones, mantener los traqueos y definir los blancos por medio de aparatos gráficos muy sencillos.

También mejoraron los torpedos y gracias a la nueva tecnología los computadores digitales permitieron guiar los torpedos que contenían complejas cabezas activas.

En la década de los años 70 el ploteo manual fue reemplazado por consolas electrónicas y computadores digitales.

En los años 80 apareció el primer procedimiento que integró todas las funciones del sistema de combate. Esto permitió al comandante

* Exposición de los señores Michel Chapotat y Jean Claude Constantin, de la firma francesa Thomson-Sintra, durante el Seminario "La influencia de la tecnología y el desarrollo de los sistemas de armas en la táctica naval", efectuado en la Academia de Guerra Naval entre el 19 y 23 de agosto de 1991. Este trabajo fue traducido y adaptado para *Revista de Marina* por el Capitán de Fragata de la Armada de Chile señor Jorge Minoletti Olivares.

mantener la ventaja táctica hasta el término del cumplimiento de la misión.

El procedimiento táctico

Las decisiones de un comandante resultan de un razonamiento táctico, para lo cual el sistema de combate debe proveerlo de toda la información necesaria. La primera etapa es el análisis de la información preliminar, en que la misión determinará la prioridad de blancos. El análisis del escenario, es decir, de las condiciones del medio de la zona de operaciones como también la evaluación de los medios y los métodos del enemigo dan un indicio de la idea de la maniobra a seguir. Esta es materializada por una sucesión de acciones orientadas a un blanco en particular, en que cada una de ellas es una etapa para alcanzar el blanco prioritario.

La toma de decisiones es permanente; en cada momento hay que anticiparse a la evaluación de la situación en relación con la idea de maniobra, considerando los riesgos, factibilidad y costos (de batería).

El razonamiento táctico tiene sus restricciones y dificultades. Una de las mayores restricciones en el caso de un submarino es la calidad y confianza de la información. Para mantenerse encubierto, el submarino sólo puede descansar en sus sonares pasivos, pero debido a la física del sonido en el agua la información que entregan estos sensores es menos precisa que la de los radares o del periscopio. La localización de los contactos y el análisis de su movimiento toman varios minutos y a veces varias horas. Respecto a las dificultades es necesario manejar mucha información, en que la mayoría de las veces son aproximaciones y otras sólo son estadísticas como, por ejemplo, al tratar de establecer la hipotética conducta del enemigo.

Las funcionalidades

Considerando lo relativo al razonamiento táctico, un sistema de combate debe satisfacer ciertas necesidades:

—Proveer los medios para adquirir los datos necesarios para apreciar la situación táctica, lo que se logra por medio de sensores acústicos y no acústicos operando en modo activo o pasivo (esta funcionalidad es denominada "vigilancia"); también debe proveer los medios para recolectar y manejar toda la información para producir una imagen táctica sintética.

—Además, el comandante debe contar con las herramientas necesarias para evaluar la amenaza, comparar las maniobras y optimizar el curso de acción que le permitirá conservar

su ventaja táctica, tan rápidamente como sea posible. Esta es la funcionalidad de "mando y control", que debe estar asociada a la funcionalidad "control de armamento", para su operación y control.

—También se requiere de un sistema de comunicaciones de alta confiabilidad y rendimiento para el logro de la misión.

—Finalmente, como seguridad del propio buque se requiere un sistema de navegación exacto y confiable.

Hoy en día, localizar e identificar un blanco puede tomar varias horas. Las armas deben ser guiadas y son sensibles a las contramedidas. El entorno es más sensible, los blancos se benefician de nuevas tecnologías, todo lo cual abordaremos en los siguientes apartados.

EVOLUCION DEL CONTEXTO OPERACIONAL

El ambiente

Algunos parámetros como la batimetría, el estado del mar, el fondo del mar y la configuración de la costa, que determinan las condiciones de propagación del sonido, son muy variables y dependerán del clima y la geografía en la zona considerada. Debido a la permanente investigación para aumentar la distancia de detección antisubmarina, estos parámetros son cada vez más determinantes. Más aún, cuando existen condiciones particulares como la presencia de corrientes de agua fría en masas de agua templada deben ser consideradas en forma más precisa para controlar los mayores rangos dinámicos de rendimiento de los sistemas antisubmarinos.

Es necesario considerar que el tráfico comercial marítimo o aéreo, en el cual descansa la economía de los países, aumenta permanentemente, como también las fuerzas navales destinadas a defender sus intereses económicos. Particularmente en la última década, los submarinos han sido desarrollados para cumplir sus misiones en condición encubierta. Esto hace distinguir aquellas situaciones de tiempos de paz, de crisis o de guerra, en las cuales el nivel del ruido acústico y radiación electromagnética variará de acuerdo a las diferentes densidades de tráfico.

La amenaza

Los submarinos deben cumplir sus misiones bajo los tres tipos de amenazas (aérea, de superficie y submarina). A continuación veremos las mayores evoluciones de estas

plataformas y de sus sistemas de combate (maniobrabilidad, detección, contramedidas y sus armas).

Entre los diferentes medios de detección de las aeronaves, el radar es el que más ha evolucionado en estos últimos años. Constituye la mayor amenaza aérea para el submarino, especialmente aquellos con compresión de pulsos y diversidad de frecuencia, contra los cuales deberá protegerse, sin descuidar aquellos convencionales.

Las principales características de los radares de EAM (Exploración Aeromarítima) son las siguientes:

—Muy baja potencia *peak* efectiva radiada (pocos kilovatios que dan una distancia de detección de un esnorquel a 25 ó 35 millas).

—Anchos de pulso relativamente anchos (pocas décimas de microsegundos).

—Agilidad en casi todos sus parámetros.

En lo que al submarino se refiere, la principal evolución de la amenaza de unidades de superficie está relacionada, sin lugar a dudas, por los siguientes aspectos: La reducción de la radiación acústica y electromagnética y el rendimiento de los sistemas de detección acústica.

También es necesario considerar la posible evolución futura de los sistemas de detección

acústica, en que la tecnología ofrece dos campos de desarrollo (figura 1): Operación de banda ancha y operación biestática.

Así como la amenaza de superficie, la submarina también ha aumentado y sin lugar a dudas en mayor proporción, debido principalmente a su mayor capacidad de encubrimiento, de detección acústica y a que las capacidades del submarino para beneficiarse de las condiciones de propagación del sonido también han aumentado.

Respecto a las amenazas de las armas, los torpedos pesados y livianos también han evolucionado (figura 2). Sin embargo, para estos últimos la amenaza para un submarino se centra principalmente en el sistema de lanzamiento (avión, helicóptero o *rocket*), que aparte de su cabeza buscadora da una ventaja táctica considerable.

La evolución de la amenaza de torpedos está ligada a los siguientes factores:

- Reducción del ruido radiado.
- Aumento de la capacidad evolutiva.
- Aumento de la distancia de fuego.
- Aumento de contra-contramedidas antiseñuelos.
- Aumento de la capacidad de la cabeza de combate.



Figura 1. SISTEMAS DE DETECCION ACUSTICA

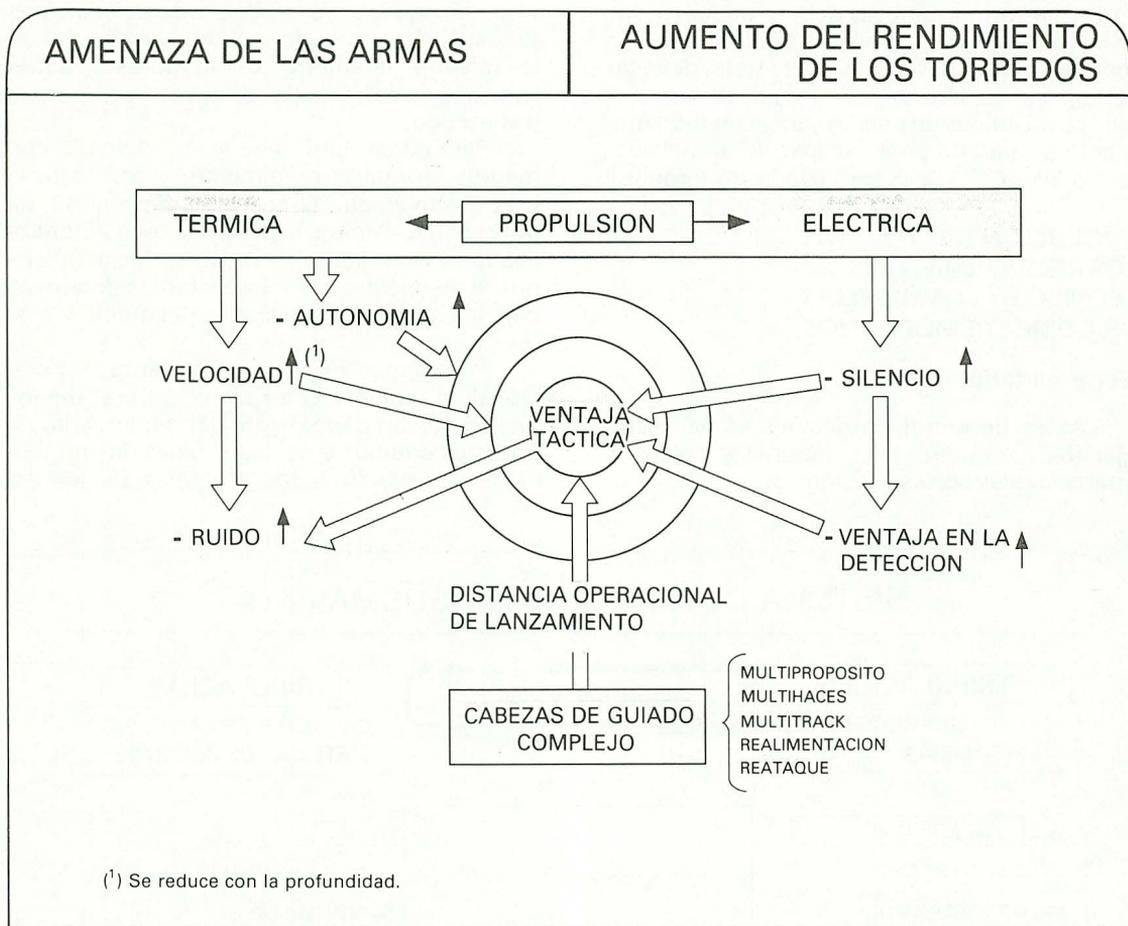


Figura 2.

La táctica en la guerra antisubmarina

Actualmente, las fuerzas de superficie tratan de sacar ventajas de su capacidad de encubrimiento y de sus medios de detección pasiva. La protección antisubmarina es cada vez mayor por la decepción y encubrimiento.

Para el tránsito de una fuerza aeronaval puede ser interesante confundirla con el tráfico marítimo, fijando una política de transmisión acústica y electromagnética y de exposición de lúces de navegación.

Fuera de ruta, la dispersión y el encubrimiento pueden dar más que una sorpresa. La cobertura antisubmarina puede ser lograda mediante arreglos pasivos de sonares remolcados de muy baja frecuencia, mientras una aeronave de EAM podrá ir adelantada. En algunos casos podrán ser empleados sonares activos para alejar al submarino de la ruta de la fuerza naval.

La capacidad de monitoreo de arreglos remolcados aumenta el empleo de helicópteros antisubmarinos embarcados como un sensor para localizar al submarino o como un vector de armas. También permite clasificar los contactos de los arreglos mientras se mantiene el encubrimiento, considerando los sonares usados por los helicópteros. En caso de peligro, la fuerza naval se puede reunir y aumentar su velocidad bajo la protección de los sonares activos de baja frecuencia. En caso de alerta, la fuerza se puede dividir, fuera del alcance de las armas del submarino.

Debido a esto los submarinos deben ser rápidos pero silenciosos, cuidadosos pero decididos. Un submarino debe reconocer su presa bastante lejos, aunque esté escondida entre otras unidades de superficie. Deberá usar toda la información de los sensores y saber cómo cooperar con otras unidades. Como no puede

correr en forma ruidosa, deberá anticipar sus maniobras y tratar de hacerlo con información menos precisa que antes. Deberá tratar de sacar ventaja del alcance de sus armas y de sus propias capacidades de guiado y estar en todo momento preparado para escapar de un helicóptero o avión de EAM o para evadir un torpedo.

EVOLUCION DE LOS REQUERIMIENTOS TECNICOS Y LOS SISTEMAS DE COMBATE MODERNOS

Generalidades

Antes de entrar en detalles es necesario fijar los parámetros orientadores y objetivos operacionales correspondientes:

—*Búsqueda de ventaja operacional.* Los sistemas de armas de los submarinos tienen los mismos parámetros orientadores de aquellos que han animado la carrera entre la espada y el escudo.

Para ganar, uno debe estar equipado con medios de mayor rendimiento y con tácticas más efectivas que el enemigo. Pero la última evolución en ambos aspectos y de la amenaza usa la misma fuente de recursos tecnológicos que la de nuestros propios sistemas de armas, bajo las mismas restricciones del medio y costos.

Para ganar y conservar la ventaja operacional se requiere una revolución o al menos una evolución permanente del rendimiento de nuestros equipos y de sus tácticas de empleo.

—*Los objetivos operacionales.* La figura 3

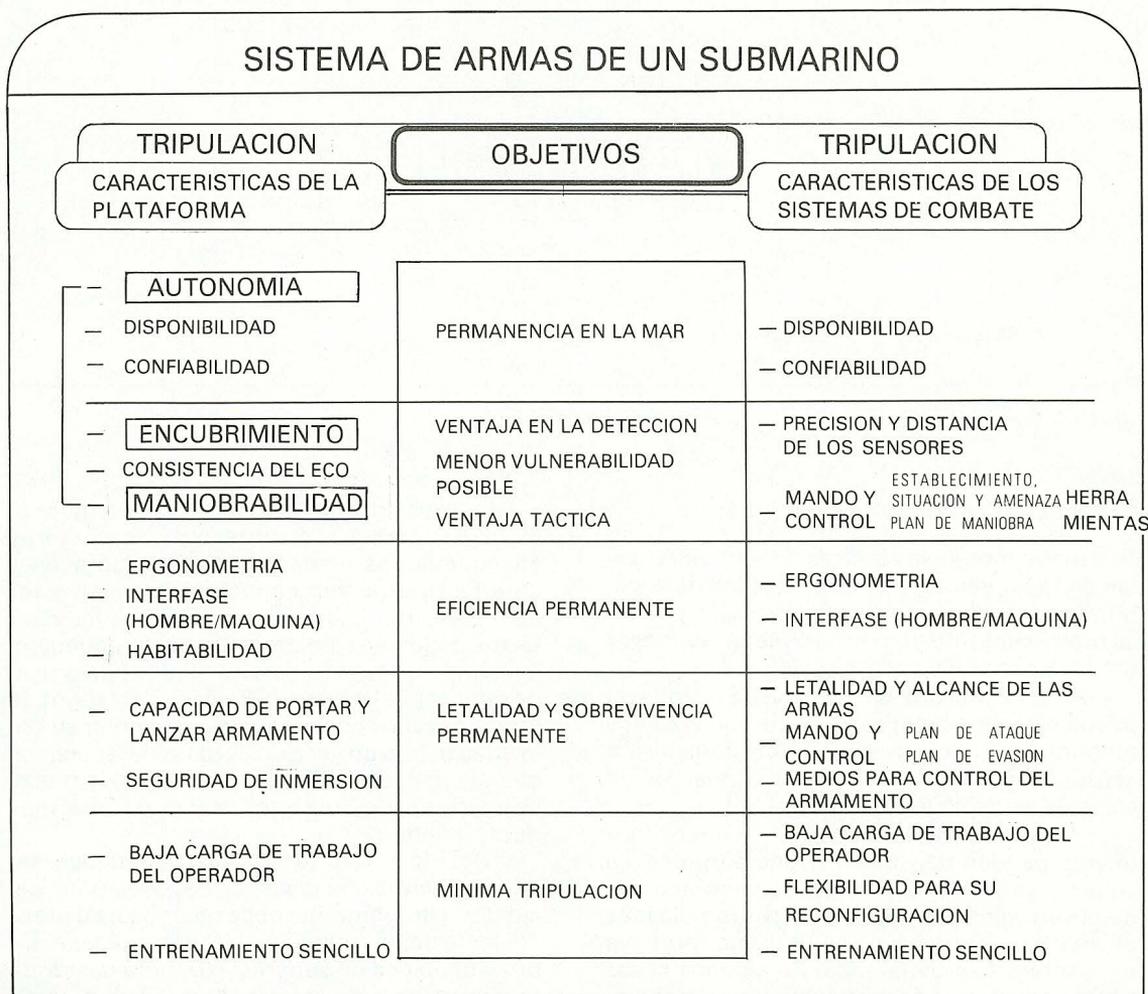


Figura 3

resume los principales objetivos que mantendrán la ventaja operacional de nuestro sistema de armamento submarino, así como las principales características que se derivan de estos objetivos tanto para la plataforma como para su sistema de combate. En ambos casos se debe considerar la incidencia del factor humano en el rendimiento general.

La plataforma

En las figuras 4 y 5 se puede apreciar las características de la plataforma portadora de las armas con el propósito de:

- Vigilar zonas más extensas.
- Portar armas más rápidas y de mayor alcance.
- Mantener la seguridad navegando más rápido y en forma más encubierta, tan lejos como sea posible de la amenaza.

La tecnología ha permitido mejorar la autonomía y la maniobrabilidad y, en forma particular: Las fuentes de energía con nuevas generaciones de baterías; los sistemas de propulsión con una nueva generación de mo-

tores diesel y sistemas AIP (Air Independent Propulsion); y los cascos de mejor diseño hidrodinámico, con acero más resistente.

Sin embargo, una de las armas esenciales, si no la más importante, el encubrimiento, ha recibido esfuerzos considerables y sus mayores resultados han sido los siguientes:

- Sistema de enfriamiento de los gases de descarga.
- Técnica de transmisión para el control de energía transmitida (nivel y duración).
- Reducción del tamaño de las antenas.
- Numerosas técnicas para reducir el ruido radiado (que puede ser detectado por la amenaza) y el ruido transmitido (que puede afectar los sensores propios).

La navegación

Un parámetro importante en el rendimiento del submarino y su seguridad es la capacidad de navegación autónoma y precisa.

La precisión requiere hoy en día poder lograr una situación táctica precisa y disparar armas de largo alcance, donde las plataformas

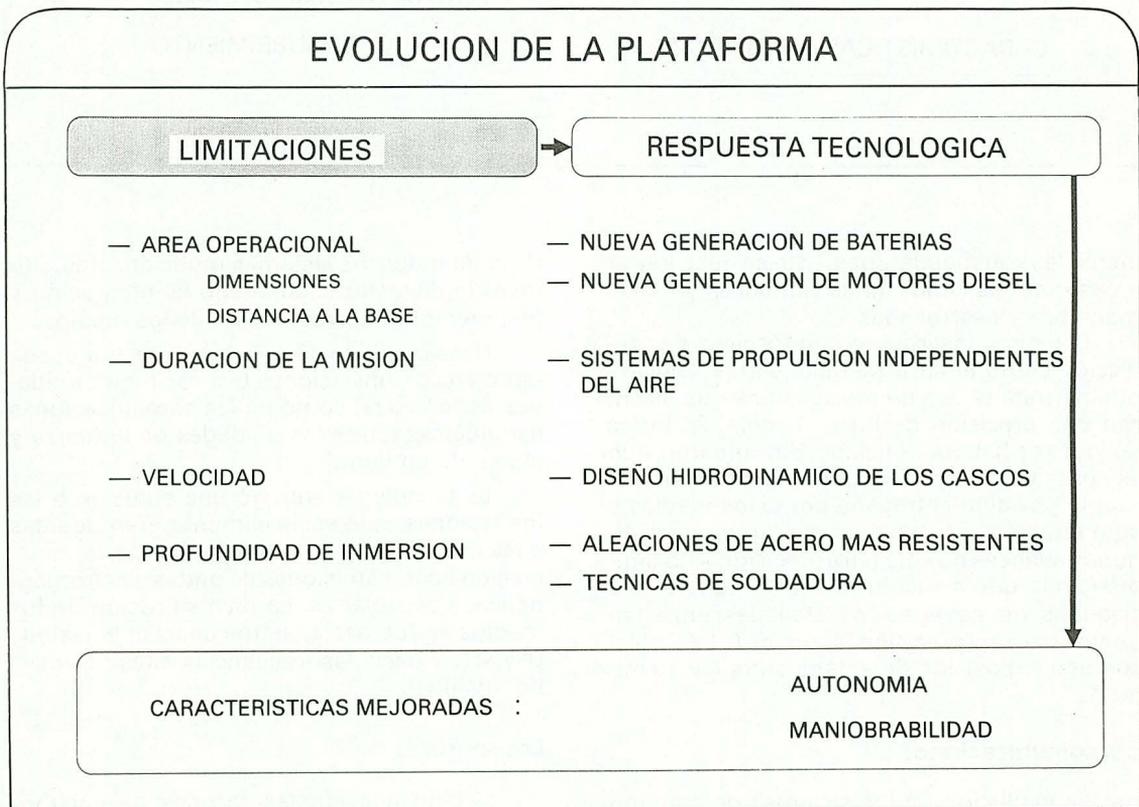


Figura 4

EVOLUCION DE LA PLATAFORMA

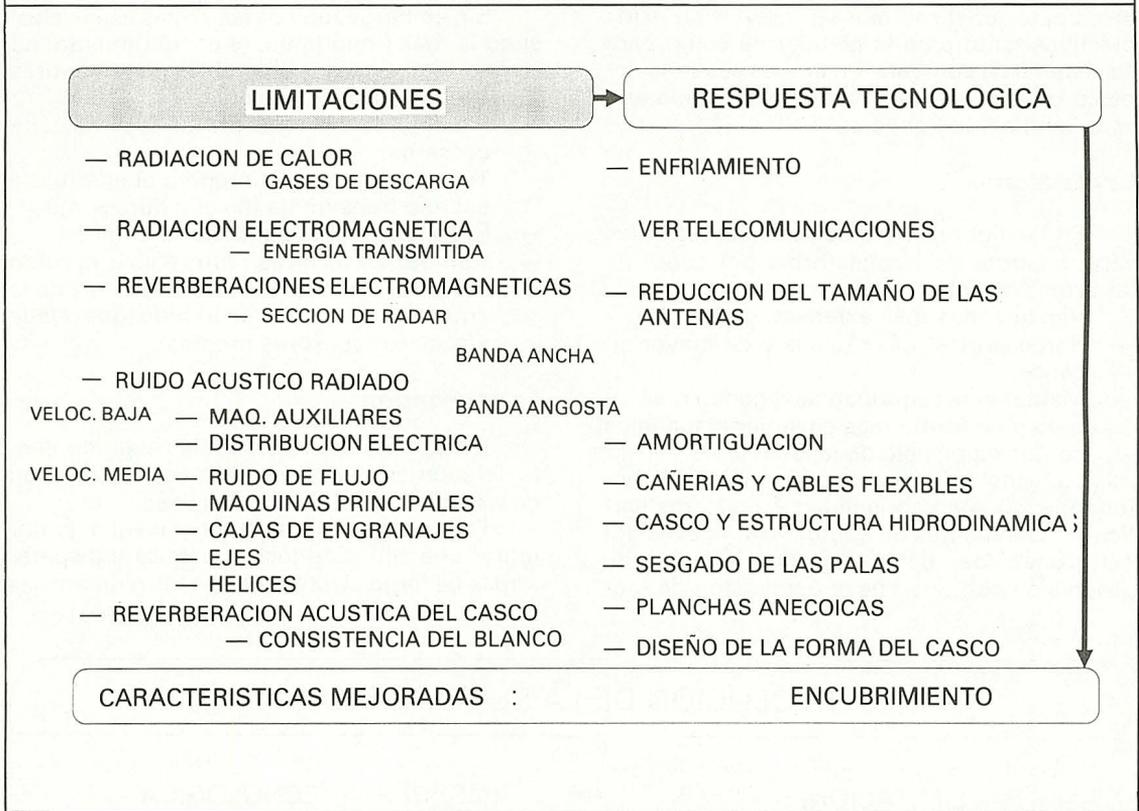


Figura 5.

inerciales son mandatorias. Esto se debe lograr a pesar de las condiciones climáticas y de las maniobras desarrolladas.

Los giros láser junto con técnicas de predicción como el filtro Kalman, son la solución que permite el uso de mecanismos que alcanzan una precisión de hasta 1 milla, 24 horas después de haberlos iniciado. Sin embargo, aún es necesario fijar puntos periódicos para actualizar la posición entregada por estos medios y aquí también la tecnología moderna ofrece algunos avances no sólo para precisión sino también en lo que a encubrimiento se refiere. Los sistemas de navegación satelitales entregan puntos con una precisión menor de 0,1 de milla, con una exposición de antena entre 4 y 15 minutos.

Las comunicaciones

La evolución de los sistemas de comunicaciones externas es totalmente representativa

de la de todos los sistemas multisensores. Primero la diversificación, luego la integración y finalmente la automatización de los medios.

Hace cuarenta años la banda HF era usada tanto en comunicaciones tácticas (entre unidades de la fuerza) como en las comunicaciones estratégicas (entre las unidades de la fuerza y el mando en tierra).

La tecnología entregó una solución a las limitaciones, que esencialmente eran debidas a las condiciones de propagación y a la indiscreción de transmisiones de ondas electromagnéticas descubiertas. La diversificación de los medios se fue hacia las frecuencias bajas (HF, LF y VLF) y hacia las frecuencias altas (HF y SHF de satélites).

Los sensores

Debido a evidentes razones de encubrimiento, los submarinos tratan de usar los sen-

sores no acústicos en forma tan aleatoria como sea posible.

En lo que se refiere a los periscopios, el mayor avance ha sido la introducción de los sistemas oprónicos, cuyas ventajas están indicadas en forma resumida en la figura 6.

Esta evolución es considerada como de las más importantes, al menos por dos razones: Un aumento de la sensibilidad en condiciones operacionales extremas (bajo nivel de luz o ausencia de luz) y mayor rendimiento del análisis junto con la posibilidad de mostrar la imagen a varias personas simultáneamente y en varias oportunidades después de grabadas.

Mejores condiciones y comodidad de su empleo pueden ser obtenidas del uso de mástiles no penetrantes, de pantallas de televisión y de líneas de mira estabilizadas que usan giróscopos con lentes correctivos.

El avance de los anillos de los mástiles no sólo ha reducido las vibraciones sino también sus efectos, de modo que permiten condiciones de observación aceptables hasta una velocidad de 12 nudos.

Debido al aumento de la amenaza de los radares en estos últimos años, los detectores de radares también se han beneficiado con el avance de la tecnología, en los siguientes aspectos:

—Aumento del tiempo de reacción con una mayor sensibilidad y probabilidad de detección debido a técnicas de amplificación de video y a procesos automáticos de alarma.

—Aumento de la precisión goniométrica, que hoy en día alcanza a 1 ó 4 grados RMS si son usados arreglos interferométricos.

—Aumento del encubrimiento, que es obtenido de una reducción del tamaño de las antenas y de la posibilidad de grabado que permite exponer los sensores durante unos pocos segundos y a que operadores fuera de línea cooperan en la evaluación de la amenaza.

—Mejoría en el manejo de la información obtenida, debido a la integración entre la interfase hombre-máquina MAE con otros sensores del sistema de combate, gracias al uso de consolas comunes multifuncionales.

Los sensores acústicos, que son los únicos

SENSORES SUBMARINOS NO ACUSTICOS				
TIPO	LIMITACIONES	VENTAJAS	CAMPO DE VISION	LINEA DE MIRA
TERMICO	REQUIERE UN SISTEMA DE ENFRIAMIENTO	<ul style="list-style-type: none"> - DIA Y NOCHE CONDICIONES METEOROLOGICAS ADVERSAS ⇒ VIGILANCIA COSTERA DE NOCHE ⇒ IDENTIFICACION DE BUQUES HASTA 10 Km 	<ul style="list-style-type: none"> • 6 - 10° • 3 - 4° 	<ul style="list-style-type: none"> + 30 - 50° ↑ - 10°
LASER		<ul style="list-style-type: none"> - LUZ DIURNA - BAJO NIVEL DE LUZ - VISION RAPIDA - MEJOR RESOLUCION - MEJOR TIEMPO MEDIO ENTRE FALLAS 	<ul style="list-style-type: none"> • 25 - 30° • 9 - 10° • 4 - 5° 	<ul style="list-style-type: none"> + 70 - 80° ↑ - 10°

Figura 6.

que pueden ser empleados mientras se está sumergido, constituyen los sensores privilegiados del submarino. Esto es particularmente cierto para sensores pasivos que aún proveen la máxima distancia de detección, a pesar de la reducción del nivel del ruido radiado. Sin embargo, es necesario indicar que a veces son usados los sensores activos debido a su mayor precisión en localizar el blanco en la fase previa al lanzamiento de los torpedos.

Sin tratar de enumerar las ventajas y desventajas de los numerosos sensores acústicos de los submarinos necesarios, por la diversidad de amenazas y condiciones de empleo, sólo recordaremos aquí que la integración (operacional y funcional) aumenta considerablemente el

rendimiento del sistema. Consideraremos sólo dos sensores pasivos que proveen la mayor distancia de detección: El Flank Array (FA) y el Towed Array (TA).

La figura 7 describe brevemente las principales ventajas y limitaciones de ambos tipos de sensores, de las cuales mencionaremos las siguientes: El menor costo del TA para distancias mayores y resolución espacial, debido a su mayor tamaño y menores condiciones ambientales perturbadoras en que opera; la mayor maniobrabilidad obtenida con el FA, una característica particularmente interesante cuando se opera en aguas poco profundas o en zarpes o recaladas a puerto.

SENSORES ACUSTICOS DE SUBMARINOS			COMPARACION DE ARREGLOS DE CASCO-REMOLCADOS			
TIPO DE ARREGLO	LIMITACION	VENTAJA	DISTANCIA DE DETECCION ¹ (Km)	LARGO ACUSTICO (m)	COSTO (%)	
					ARREGLO	PROCESAM.
TA	<ul style="list-style-type: none"> — MENOR MANIOBRABILIDAD EN SUPERFICIE² — NO PERMITE RETROMARCHAR — AMBIGÜEDAD BABOR-ESTRIBOR SIN MANIOBRAR 	<ul style="list-style-type: none"> — MAYOR LARGO ACUSTICO — $L_{ac} = f$ (PESO, DINAMICA, TRANSMISION DE DATOS) — MENOR DISTANCIA DE DETECCION Y PRECISION EN LA RESOLUCION 	150	100	40	60
					100	
FA	<ul style="list-style-type: none"> — LARGO ACUSTICO MENOR — $L_{ac} = f$ (Largo disponible depende del ancho del casco) — LIMITACION DE COBERTURA DESDE EL CASCO — RUIDO PROPIO DEL BUQUE OBLIGA EMPLEAR CANCELACION DE RUIDO ACTIVA O PASIVA 	<ul style="list-style-type: none"> — MAYOR MANIOBRABILIDAD — POSIBLE OPERACION MIENTRAS PERMANECE EN EL FONDO 	100	30	60	80
					140	

¹ Valores medios contra buques de superficie bajo condiciones del medio estándar.
² En la velocidad: -4% / razón de corrida: despreciable.

Figura 7.

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES

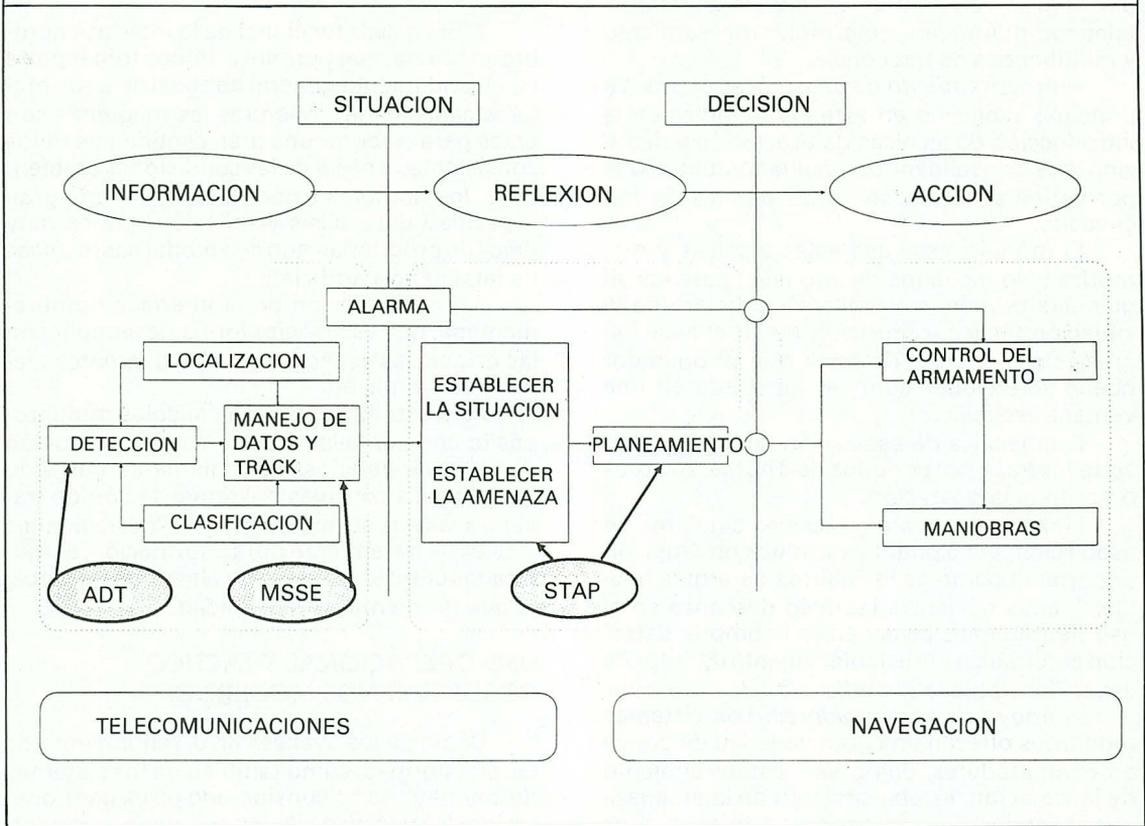


Figura 8.

Procesamiento de la información

— *Requerimientos funcionales.* La figura 8 indica los requerimientos funcionales que resultan de los requerimientos operacionales descritos.

La dirección del flujo de datos es de izquierda a derecha. En primer término está el procesamiento de la señal o procesamiento de datos de los sensores, que permite la detección ADT (Automatic Detection and Tracking) y establece los parámetros de localización y clasificación.

Luego tenemos las funciones de procesamiento del sistema de datos, que son necesarias para:

- Elaborar la situación táctica de todos los datos de los sensores, así como de los datos recibidos por el sistema de comunicaciones MSSE (Multi-Sensor Situation Elaboration).
- Establecimiento de esta situación y de

eventuales amenazas STAP (Situation Threat Assessment and Planning).

- El planeamiento de la acción (autodefensa o ataque) STAP.

Finalmente, aquellas funciones para la ejecución de las acciones (maniobras o lanzamiento), según como sea decidido con la ayuda de los medios descritos.

— *Procesamiento de datos de los sensores.* La principal fuente para procesamiento de datos de un sistema de combate de un submarino ha sido —desde hace mucho tiempo— el procesamiento de muchos sensores acústicos (cuyo número de hidrófonos simples aumenta continuamente con la superficie de los arreglos); sin duda, la mayor evolución en este campo durante los últimos años ha sido la automatización de las funciones de detección y traqueo (ADT), que permite a los operadores concentrarse en tareas delicadas como la detección de señales débiles o la clasificación fina. Esto, aun

manteniendo en mente la gran cantidad de mejoras orientadas por el entorno, especialmente por la gran variedad de emisiones amenazadas, tales como: Anti-jamming, multiprocesamiento y multibandas de frecuencia.

—*Procesamiento de datos de sistemas.* La principal evolución en esta etapa radica en la introducción de técnicas de asociación y de fusión que consolidan los resultados obtenidos por varios sensores en varias bandas de frecuencia.

El módulo MSSE usa estas técnicas y memoriza sólo los datos de alto nivel para los siguientes propósitos: Presentación clara de la situación táctica y precisión de su evaluación gracias al resumen de *track* que el operador puede seleccionar para ser mostrada en una ventana específica.

Esta técnica de asociación permite grabar aquellos *track* por períodos de 8 horas, 24 horas o por toda la operación.

Finalmente, usando técnicas similares de asociación, se ha podido introducir otra función importante como es la "alarma de armas hostiles", cuya eficiencia también descansa en el uso de múltiples sensores, así como la detección automática y el establecimiento de criterios específicos para la identificación de las armas.

—*Apoyo de computadores.* Los sistemas modernos ofrecen una gran variedad de apoyo en computadores, como ser: Establecimiento de la situación, establecimiento de la amenaza y planeamiento de la acción, todo lo cual es guiado por el block STAP, sobre el que cabe mencionar: Las herramientas de predicción, que ayudan en el planeamiento de las acciones de maniobra y de lanzamiento de las armas; lo último, usando técnicas de modelos y de simulación que permiten elegir la mejor alternativa, sobre una base cuantificada (por ejemplo, la probabilidad de impacto sobre un blanco con un tipo de arma); las funciones de autodefensa, que sugieren la reacción más rápida y eficaz, basada en el dato de alarma previamente elaborado, como ser, evasión, lanzamiento urgente o lanzamiento de señuelos.

—*Operación.* Como conclusión de este apartado, en el que hemos visto el desarrollo de avances en el rendimiento de los equipos y en la tecnología, es oportuno volver atrás, hacia el hombre que los opera.

El rendimiento de los sistemas de armas, como se dijo, depende de una serie de factores: Tanto del rendimiento del material que los componen como de su componente humana. Por ello, en este último tiempo se han hecho grandes esfuerzos para mejorar los medios que los operan.

En nuestra opinión, dos son las técnicas más relevantes en su contribución a estos avances:

1. El análisis funcional de la interfase hombre-máquina, que permite a ambos tomar parte en el rendimiento general de acuerdo a sus mejores capacidades. Mientras las máquinas son aptas para elaborar una gran cantidad de datos consistentes a pesar de las condiciones ambientales, los hombres están dotados de una gran capacidad de análisis y reflexión que es muy difícil de programar, aun con modernas técnicas de inteligencia artificial;

2. La integración de la interfase hombre-máquina, que es la mejor forma de cumplir con las exigencias específicas de las diferentes etapas de una misión.

Para este fin, el uso de consolas multipropósito con pantallas a color de alta resolución dista ya varios años. Recientemente han sido introducidas consolas del tipo estación de trabajo, a las que se les ha agregado posibilidades locales de tratamiento de la información, comunicadas entre sí por redes de alta razón de datos, lo que les da mayor flexibilidad.

USO OPERACIONAL Y TACTICO DE SUBMARINOS MODERNOS

Debido a los avances en el rendimiento de las plataformas, como también de los sistemas de combate, se ha considerado otros usos operacionales y tácticos de los submarinos modernos. Por ejemplo: Capacidades contra la fuerza, capacidad de información del movimiento del enemigo y capacidad de contribuir a la protección antisubmarina de una fuerza naval.

El ambiente

El procedimiento de los sensores acústicos ha sido calculado a una velocidad de 8 nudos, que cubre el 98 por ciento de la actividad del submarino.

Para detección de banda ancha en arreglos cilíndricos, la frecuencia elegida es de 4 KHz, que corresponde a la mayoría de las actuales unidades de superficie.

Para detección en banda angosta, el tipo de línea elegida es una línea reductora (500 Hz) que usan incluso las unidades modernas.

El nivel del ruido propio a la entrada del transductor (es función de la velocidad) ha sido extrapolado de datos obtenidos en la mar. Estos, que corresponden a un submarino silencioso, indican que incluso en este caso siempre es mayor y aumenta más rápido en un sonar de casco (FA) que en uno del tipo remolcado (TA).

Este último permite un muy buen monitoreo de la señal hasta una velocidad de 12 nudos, nivel al cual el ruido propio se hace mayor que el ruido del mar bajo las condiciones del ejemplo seleccionado.

El rango de detección en unidades de superficie depende de la profundidad del transductor y le afectan las pérdidas de propagación para la frecuencia escogida. Las diferencias entre el sonar remolcado y el de casco se explican por la ventaja del primero en lo que a nivel de ruido y ganancia de proceso se refiere. Un sonar remolcado tendrá siempre un mejor rendimiento, especialmente a frecuencias bajo 1 KHz.

Intercepción de una fuerza aeronaval

El orden de magnitud de la distancia de detección usando un sonar remolcado aumenta considerablemente la zona de acción de un submarino en contra de una fuerza aeronaval.

Un arreglo remolcado aumenta al doble la zona de acción del submarino. Esto se obtiene por la distancia de detección del arreglo, pero implica una rápida clasificación de los contactos para localizar la fuerza naval. En la práctica, el arreglo remolcado obtendrá muchos contactos de la fuerza naval, lo que constituye un factor favorable para la clasificación y entrega una primera información de la huella de dicha fuerza al operador. De la misma forma, la densidad de este espectro y el orden de las detecciones también es un factor favorable para una localización gruesa, lo que permitirá tomar la decisión de ataque. Un sistema automático confirmará rápidamente esta información aproximada, que será precisada mediante un empleo interactivo de los procesadores.

Si la detección y traqueo de estos contactos no es automática, la gran cantidad de líneas podrá distraer o saturar al operador. Con el ADT la variedad de líneas se hace más selectiva para clasificar y traquear el blanco.

Aparte del sonar remolcado, los equipos MAE permiten aumentar la zona de acción del submarino. Los movimientos de una fuerza naval pueden ser detectados por un avión de EAM y la información retransmitida al submarino, ya sea directamente—lo que implica una indiscreción— o también a través de su control operacional. En este último caso se requiere una buena red LF.

La figura 9 da un ejemplo de la posible cronología de la aproximación que deberá conducir a nuestro submarino a un punto a 20 millas a proa de un portaaviones. Para hacer la situación un poco más difícil hemos asumido que un buque-escolta equipado con sonar remolcado sumergido a 600 metros protege al portaaviones a 5 millas por su proa.

La primera amenaza que el submarino tiene que enfrentar es la EAM, cuya zona de rebusca tiene que cruzar. Deberá evitar usar el esnorquel durante esta primera fase. Se hace recomendable adoptar una velocidad de tránsito de 8 nudos y a una máxima profundidad para evitar el riesgo de ser detectado por MAD (Magnetic Anomaly Detector). Con una capacidad inicial de baterías de un 85 por ciento al salir de la zona de EAM y antes de enfrentar la zona de detección al usar esnorquel mediante el sistema TA¹ de las unidades de superficie, el submarino deberá cargar sus baterías a un 84 por ciento por aproximadamente 40 minutos. Al término de este período reiniciará su aproximación, pero esta vez sobre la capa para evitar la detección por el TA².

A veinte millas de la fuerza el submarino tendrá que evitar una cortina de sonares de helicópteros³ a 60 metros de profundidad (bajo la capa) y permanecer con una baja inclinación para evitar el contacto de los sonares de casco de los buques-escolta.

Si el submarino está equipado con AIP podrá transitar sin recargar baterías y llegar a las cercanías de la fuerza con una capacidad de 75 por ciento. Debemos tener presente que el submarino es menos silencioso cuando usa el AIP. Tendrá que disminuir su profundidad con anterioridad para evitar la detección por el TA, que ha sido calculado con exceso para un nivel de ruido con esnorquel.

El submarino deberá aproximarse hasta el alcance de las armas propias al portaaviones, evitando los helicópteros y buques-escolta. Una capacidad misilera le dará una ventaja adicional, pero para inmovilizar al portaaviones deberá usar torpedos. Los sistemas de combate modernos poseen herramientas eficientes para elegir el punto de lanzamiento con una alta probabilidad de impacto. La figura 10 muestra el empleo de cartas específicas que usan métodos de simulación, considerando el tipo de torpedos, el movimiento del blanco, etc.

¹ Nivel de ruido para calcular esta distancia de detección: 500 Hz-140 dB (diesel).

² Nivel de ruido: 300 Hz-120 dB (baterías).

³ Sonar de helicópteros: 12 KHz-186 dB.

Una vez que se ha escogido el punto de lanzamiento se deberá encontrar la mejor ruta de aproximación, evitando la detección de los helicópteros o de los sonares activos de los escoltas.

Los sistemas modernos también dan una respuesta a esto. El sistema de procesamiento permite graficar la ruta que a diez nudos conducirá al submarino a la posición de lanzamiento escogida y al mismo tiempo evita la detección de los helicópteros y escoltas. El sistema sugerirá los parámetros de lanzamiento y las normas de guiado de los torpedos, pero en todo momento el operador mantendrá el control de las decisiones.

Información del movimiento del enemigo

En tiempos de paz los submarinos son muy útiles para recolectar información de inteligencia respecto del enemigo.

Con un sonar remolcado y evitando cualquier zona de detección con un TA, el submarino podrá detectar cualquier zarpe de unidades desde un puerto y su desplazamiento hasta por lo menos cuatro horas; incluso, podrá mantener el traqueo de esta fuerza por al menos tres horas, para confirmar el rumbo y su composición.

Esta información es muy útil y a veces vital. Se puede lograr en completo encubrimiento, sin revelar alguna intención. El submarino deberá transmitir esta información al mando. Los medios modernos de HF son confiables y protegidos y permiten hacer esto a muy grandes distancias, pero son menos encubiertos y menos confiables que las comunicaciones en SHF satelitales. Es una buena solución de compromiso utilizar comunicaciones en UHF usando una aeronave de EAM como relé, fuera del alcance de radar de las unidades enemigas.

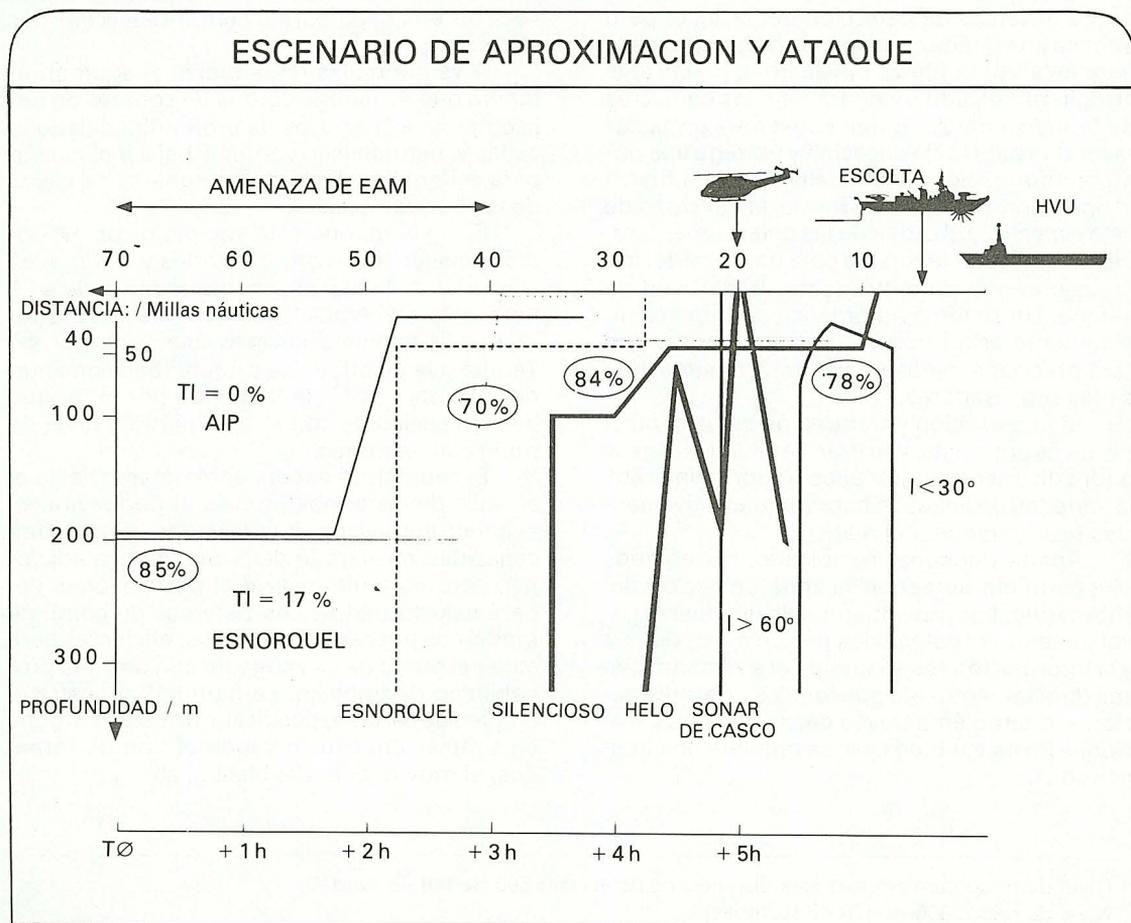


Figura 9.

PLAN DE ATAQUE

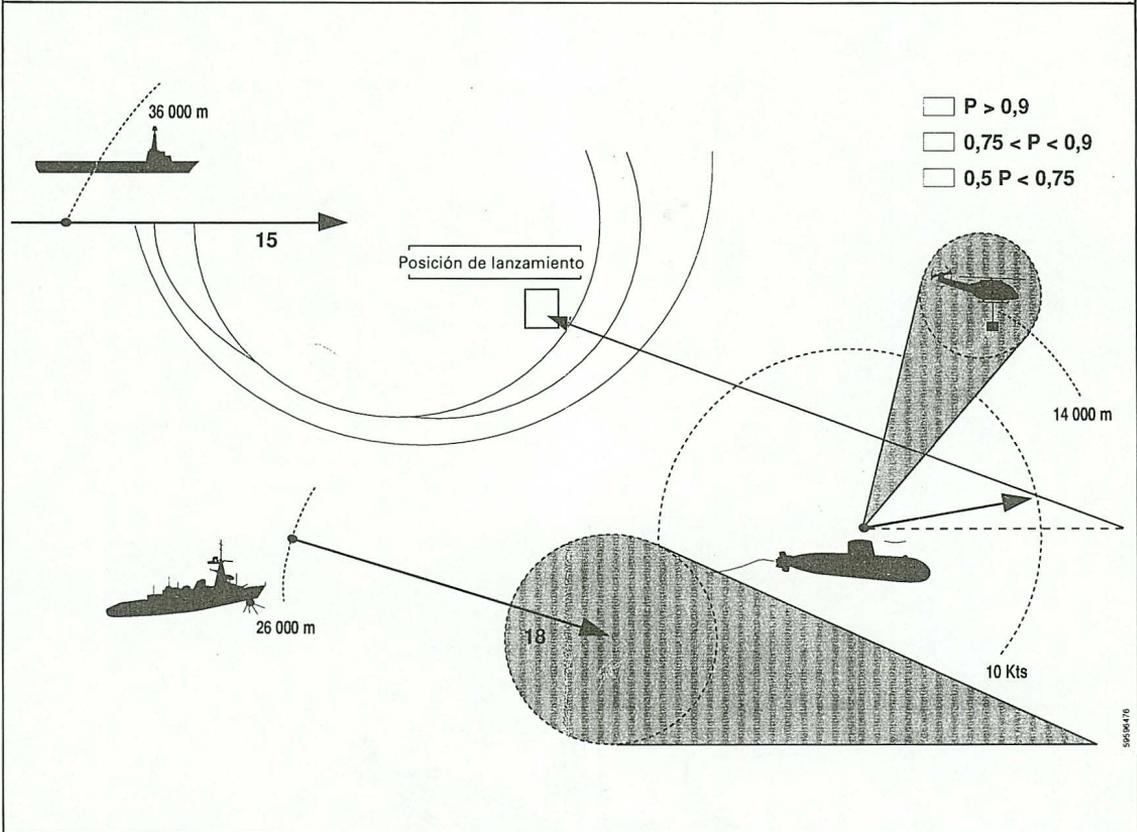


Figura 10.

Cooperación a la defensa antisubmarina

El submarino moderno participa en la disuasión táctica de las fuerzas enemigas, contribuye a defender intereses vitales recogiendo información y también puede actuar como un tercer componente en la protección antisubmarina de las fuerzas propias.

Un submarino preposicionado en forma adelantada y equipado con un sonar remolcado puede participar eficientemente en la protección a distancia de una fuerza en tránsito. Se supone que la fuerza naval navega a 12 nudos, en silencio de radar y sonar, con la protección de escoltas con sonares remolcados y el patrullaje adelantado de una aeronave de EAM.

Si existe información adicional que nos permita evaluar una amenaza submarina es interesante usar una protección en una tercera dimensión, es decir, un submarino, el cual será

capaz de detectar un submarino enemigo que trate de alcanzar a la fuerza naval. Tan pronto como éste sea detectado y clasificado se deberá informar al mando correspondiente.

Se podrá requerir al submarino que traquee al símil enemigo mientras la fuerza naval cambia de rumbo o mientras es destacado un grupo antisubmarino para destruirlo. Sin embargo, no deberán ser ejecutadas estas tareas de cooperación cuando existan posibilidades de interferencias mutuas.

* * *

La presente exposición es una muestra rápida del uso operacional y táctico del submarino, que no es realmente nuevo pero que ha tomado nuevas características debido al rendimiento de los modernos sistemas de combate.

El submarino básico ha vuelto a ser un medio indispensable para cualquier armada,

debido a su capacidad de detección, clasificación y localización a distancia, especialmente gracias a los sonares remolcados. Navegan en

forma más encubierta debido al AIP, en forma más precisa por las plataformas inerciales y el GPS y se comunican con mayor confiabilidad.

