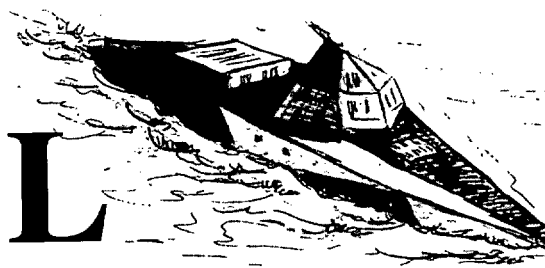


# EL PODER

# N@V@L

# EN EL NUEVO MILENIO



## LAS MEDIDAS CONTRA MINAS DEL PRÓXIMO MILENIO

Jorge J. MORENO SANMARTÍN



### Introducción



A mina ha sido y sigue siendo el arma letal y barata por excelencia, de elevada eficacia-coste, que no ha dejado de estar vigente a través del paso del tiempo, al igual que su guerra asociada, aun en aquellos casos donde la tecnología empleada data de más de cien años.

La complejidad de una determinada guerra viene fundamentalmente ligada al medio en que se desenvuelve; así, los medios homogéneos (aire y superficie del mar) facilitan el problema, no sólo geométrica, sino también tecnológicamente, al contrario de los no homogéneos, con espacios múltiples y asimétricos (tierra, agua del mar y subsuelo de ambos espacios), proclives a provocar grandes dificultades en la aplicación de la tecnología por la geometría y complejidad del medio.

La guerra de minas (GM) se enmarca en el segundo grupo, con espacios tradicionalmente difíciles, como el agua de mar, con su compleja propagación y su fondo y subsuelo, también de complicada constitución.

Las medidas contra minas (MCM) encuadradas en la GM tienen, por tanto, que luchar contra la mina en un entorno hostil, donde la tecnología todavía no ha hallado una solución definitiva para la detección de minas en general y en particular de las enterradas. Su actuación ha estado basada en el empleo de fuerzas o medios dedicados a proteger los accesos y fondeaderos de puertos

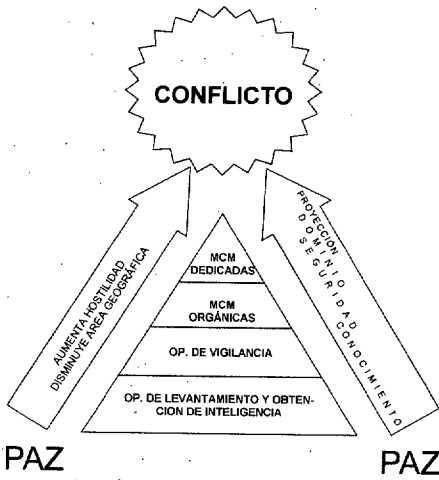


Fig. 1. Concepto de las operaciones de las medidas contra minas.

importantes y las derrotas que los unen, para liberar al tráfico marítimo, durante sus desplazamientos, de la amenaza de la mina.

Las flotas de combate en la primera guerra mundial han buscado aguas profundas para conculcar la amenaza de minas de orinque, ayudándose de medios orgánicos (antiguos paravanes) cuando las aguas poco profundas eran inevitables.

Por el contrario, durante la segunda guerra mundial, la aparición de la mina de influencia arrinconó las medidas contra minas orgánicas de paravanes y surgieron las dedicadas al rastreo mecánico y de influencia.

La tecnología de las medidas contra minas durante los últimos 50 años se ha mantenido con medios dedicados al rastreo (dragaminas) excedentes del arsenal de la segunda guerra mundial y de la guerra de Corea, que en parte evolucionaron a la caza de minas en los años 70, para llegar a nuestros días con la triada de técnicas de medidas contra minas por todos conocida, el rastreo, la caza y el buceo.

Lo único destacable en estos años es la aparición en el 1968 de los primeros helicópteros embarcados para rastrear minas ante la necesidad de llegar a tiempo a lugares alejados donde tiene lugar el conflicto, pues los buques de medidas contra minas son incapaces, por sus bajas velocidades de tránsito, de hacerlo en tiempo útil.

Actualmente los avances en robótica logrados por la industria civil de mantenimiento de plataformas petrolíferas, junto con los instrumentos desarrollados en la investigación oceanográfica de la plataforma continental, están dando nuevos elementos de gran utilidad en el campo de las medidas contra minas, hasta el punto de poder hablar de una verdadera revolución en dicho campo.

### Fantasia y realidad de la amenaza

La mina, desde que Fulton inventó la de orinque en 1805, ha evolucionado considerablemente gracias a las mejoras técnicas aplicadas, sobre todo durante las dos guerras mundiales; así podemos hablar actualmente de dos grandes familias de minas, las clásicas de tecnología antigua (antes de 1960) y las

modernas, donde las nuevas tecnologías se han hecho presentes y confunden la realidad con la fantasía. No sólo se consiguen aparatos de fuego más sensibles y de múltiples actuaciones, sino que también, gracias a la miniaturización de elementos electrónicos y servo-sistemas, pueden seleccionar el blanco y atacarlo o elegir directamente incluso a la plataforma de medidas contra minas al ser considerada más valiosa, moverse del sitio de fondeo, enterrarse o lanzar un torpedo/cohete. Por otro lado, sus formas y el material del explosivo y su envuelta las hacen más indetectables y más potentes para el mismo peso.

Pero la realidad nos demuestra que las minas empleadas en los últimos conflictos son antiguas (en la guerra del Golfo las había de tipo Hertz de 1868), debido fundamentalmente a la gran cantidad almacenada desde la segunda guerra mundial y a su bajo coste; por ello no es de extrañar que, en el mercado de armamento, la mina esté de saldo. Por poco dinero se pueden convertir minas antiguas en otras modernas más sensibles e inteligentes que, complementadas por otras transparentes y móviles de reciente diseño, crean una amenaza sofisticada de gran importancia a un coste relativamente bajo.

## Las contramedidas

¿Qué está pasando en el otro lado de la guerra de minas (GM), es decir, en las medidas contra minas? Se transforman también al compás de la evolución de la amenaza que se ha presentado y a otros factores a considerar, como son:

*Nueva estrategia naval.*—La nueva estrategia, nacida de la caída del muro, está ocasionando una revolución en el planteamiento de la estrategia de la guerra de minas en su faceta de medidas contra minas, hasta tal punto que el énfasis despertado con la presencia avanzada allí donde tiene lugar la crisis (aguas litorales) hace que las fuerzas expedicionarias multinacionales (CJTF) se enfrenten al dilema de llevar o no integradas fuerzas de medidas contra minas dedicadas. Ante semejante exigencia se buscan fuerzas orgánicas más rápidas y flexibles al viejo estilo de los paravanes, pero esta vez más sofisticadas, reservando las dedicadas para la proyección durante crisis agudas y conflictos.

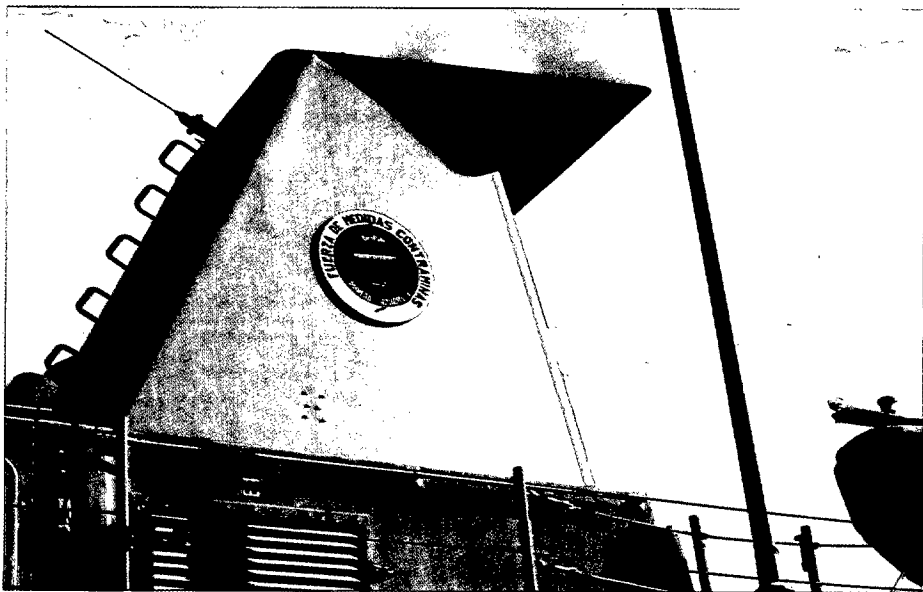
*Teatro litoral avanzado.*—La presencia avanzada origina la necesidad de la defensa del teatro avanzado, que trata de dominar todo el espacio donde se mueve la fuerza naval (FN) multinacional, basándose fundamentalmente en simultáneas las cinco funciones siguientes:

- Defensa aérea.
- Defensa contra minas.
- Defensa antiplataforma naval (sup/sub).
- Incursión aérea propia (proyección del poder naval).
- C3I de teatro.

Llevar a cabo con éxito estas cinco funciones, permitirá a la fuerza naval multinacional el dominio en, sobre y bajo la superficie del mar dejando el camino abierto para la acción dentro de un entorno litoral donde la guerra de minas se codea con la defensa aérea en orden de importancia.

*Concepto de las operaciones.*—El futuro concepto de medidas contra minas se está desarrollando sobre la premisa de evitar o eliminar la amenaza durante todas las fases de las operaciones de despliegue avanzado de una CJTF, lo que lleva a involucrar a todos los elementos de la fuerza, destacando la explotación de esfuerzos que produzcan la sinergia, entre una mezcla de medidas concatenadas y encaminadas a hacer frente a la amenaza con eficacia. Estas medidas aparecen en la figura n.º 1 como operaciones de vigilancia, levantamiento e inteligencia y medios de medidas contra minas, buscando en los escalones más bajos el conocimiento y la seguridad sobre el minado enemigo, y en los altos, las operaciones de dominio, evitando zonas minadas para facilitar la proyección en el lugar donde sea necesario hacerlo.

*Opinión pública.*—Es fácil comprender que la nueva estrategia tenga en cuenta el modo en que la opinión pública influye sobre la toma de decisiones, ya que la pérdida de vidas humanas es cada vez más difícil de asumir o soportar por dicha opinión. Por ello, y debido a la alta peligrosidad de la mina, se trata de prevenir las bajas propias empleando sistemas de caza y rastreo por



El cazaminas *Segura* (M-31) luce en su chimena el escudo de la Fuerza de MCM.  
(Foto: D. Quevedo Carmona).



Buceadores de la UBMCM buscando minas enterradas. (Foto: J. Vizcaíno Martínez).

control remoto; si a esto le sumamos el alto valor de este tipo de unidades, el riesgo de que la plataforma se vea afectada es, si cabe, un acicate más para el uso del vehículos no tripulados por control remoto para caza y rastreo.

*Tecnología.*—La tecnología que ha hecho posible sofisticar la mina, en principio no necesario ya que también encarece su precio; está permitiendo desarrollar nuevos sistemas de rastreo, dirigidos por control remoto (drones), capaces de simular la firma de buques, así como vehículos submarinos no tripulados y controlados, que pueden explorar y cazar en el fondo del mar sin arriesgar ninguna plataforma valiosa.

Con el primer caso entramos de lleno en las rastras de influencia programables (TSM) dirigidas remotamente, y con el segundo en los minisubmarinos no tripulados y dirigidos por control remoto, cuyos sensores, sonares remolcados de barrido lateral, sondas multihaces y otros, están haciendo posible «mapear» el fondo con tal precisión que una fotografía de él es casi una realidad en tiempo real.

Los helicópteros son cada vez más útiles en las medidas contra minas gracias al avance tecnológico del láser; en efecto, si el rayo láser azul-verde fue incapaz de conseguir la transparencia de las aguas a profundidades operativas para submarinos, sí lo ha conseguido para detectar minas de orínque entre 0 y 10 m sin peligro alguno para el helicóptero que lo transporta. Por otro lado, el equipo de rastreo de influencia es cada vez más transportable y liviano, facilitando las maniobras de los helicópteros-dragaminas que lo remolcan.

## Nuevos elementos

Todos estos factores han introducido elementos nuevos en el entorno de las medidas contra minas, destacando como más novedosos el «mapeo» o levantamiento de fondos, las medidas contra minas orgánicas y los vehículos por control remoto no tripulados.

Los «mapeos» o levantamientos son operaciones de tiempo de paz encaminadas a obtener las características medioambientales de la zona de operaciones y las del fondo, hasta el punto de obtener una «foto» del fondo y su entorno para ser almacenada en una base de datos. Esta información, junto con la inteligencia de minas, servirá para determinar zonas potenciales de minado y condiciones de caza y rastreo para las fuerzas de medidas contra minas. Las operaciones de vigilancia serán el complemento de las operaciones anteriores cuando la crisis muestre su cara, poniendo al día el levantamiento con todos los medios disponibles y la información recopilada distribuida a todos los centros de guerra de minas aliados para poder operar en tiempo real.

Las medidas contra minas orgánicas son fuerzas navales de combate que intervienen en la zona de crisis, capaces de detectar y evitar la amenaza de minas, gracias a sus medios de detección propios y a la información de inteligencia proporcionada por la base de datos levantada en las operaciones anteriores. Estas fuerzas orgánicas tienen su capacidad basada fundamentalmente en sonares evitamins y vehículos seguros, como son los helicópteros y los minisubmarinos no tripulados y dirigidos por control remoto.

Los vehículos minisubmarinos por control remoto no tripulados, conocidos como UUV, aplicados a las medidas contra minas, están alcanzado, gracias al desarrollo tecnológico, unas capacidades dignas de tenerse en cuenta, hasta el punto de constituir una revolución en las operaciones de medidas contra minas. Lo que antes era grande y costoso ahora es pequeño, manejable y barato (un kilogramo de UUV cuesta aproximadamente 1.000 dólares). Se baraja utilizarlos en operaciones encubiertas, con la libertad que ocasiona el «dispara y olvida», en control remoto por cable, enlace acústico o RF, dependiendo del tipo de misión, aunque es muy probable que la intervención del operador a medio plazo no sea ajena todavía a las operaciones de caza, es decir, a la identificación y contraminado de minas.

## El protagonista

El actor principal, sin lugar a dudas, lo constituyen los UUVs, en pleno desarrollo tecnológico con algunos modelos ya operativos. En la actualidad podemos clasificarlos en tres grandes familias, a saber:

*Control Positivo (ROVs).*—Vehículo guiado por cable umbilical desde una plataforma que le envía energía y señales de control remoto y recibe la información de contactos. Actualmente son de tipo recuperable y se utilizan preferentemente para las fases de identificación y contraminado durante la caza. Los más conocidos son el Phantom de DOE (*Deep Ocean Engineering*) y el *Double Eagle* de Bofors. El futuro a medio plazo es muy prometedor, ya que se utilizará profusamente en la caza como sonares VDS autopropulsados (PVDS), lo que permitirá hablar de caza por control remoto propiamente dicha.

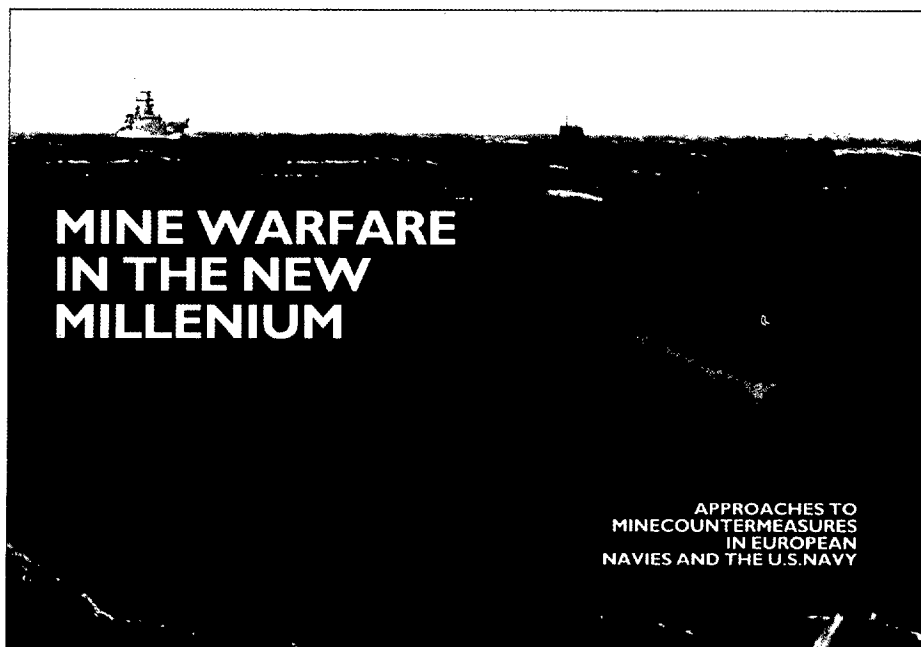
*Control Autónomo (AUV).*—Vehículos con guiado programado y propulsión autónoma; representan el futuro más prometedor de los UUVs, ya que podrían llevar a cabo misiones hoy impensables, como efectuar levantamientos encubiertos de fondo en ambientes hostiles. Actualmente tienen dificultades en conseguir energía suficiente para efectuar operaciones de caza con sonares apropiados y autonomía adecuada. El vehículo más famoso empleado para operaciones de levantamiento hidrográfico de fondos es el *Odyssey* americano, desarrollado como tecnología civil en el Instituto Tecnológico de Massachussets y actualmente en periodo de prueba en la armada de los EE. UU. como componente básico del programa *Autonomous Ocean Sampling Network* (AOSN); la AOSN es una red desplegable de nodos móviles (AUVs) y fijos (boyas) para efectuar operaciones rápidas de obtención de datos medio ambientales en la zona de operaciones (REA OP).

*Control Supervisado (SUV).*—Entre el ROV y el vehículo autónomo, tenemos uno intermedio que es, en realidad, una aproximación al AUV formada por un vehículo con propulsión autónoma controlado a distancia por filoguía o enlace acústico/radio desde una plataforma madre. La utilización de la fibra óptica en la filoguía permite la intervención del operador durante las operaciones de caza. Los enlaces acústicos no permiten el control a larga distancia; el enlace radio supone la limitación de no abandonar la cota que le permita asomar la antena de radio, como es el caso del SUV americano RMS (*Remote Minehunting System*) de propulsión diesel-eléctrica (aertransportable) embarcado en los destructores *Aerligh-Burke* como elementos de MCM orgánicos para reconocimiento OTH avanzado de minas en la fuerza naval.

Otro SUV muy conocido en nuestra Armada es el Pluto Plus, mal llamado ROV, que llevan los cazaminas clase *Segura* para la identificación y contraminado de minas.

## Dificultades

El desarrollo tecnológico de los UUV en los últimos diez años ha sido espectacular, pero todavía hay problemas que están siendo investigados, sobre



El RMS (Remote Minehunting System) que está previsto embarcar a bordo de los destructores de la clase *Aerligh-Burke* como elementos de MCM orgánico. (Ilustración: Lockheed Martin).

todo para los AUVs, y que verán sus frutos probablemente en la primera década del próximo milenio. En la actualidad las áreas sensibles de limitación son:

*Navegación de precisión.*—La exactitud en la navegación es necesaria para la eficacia de la búsqueda, buena relocalización de los contactos obtenidos, y recogida del AUV al final de la misión. Para AUVs con radios de acción grandes se requieren sistemas mixtos de navegación inercial y GPS diferencial junto con sistemas fijos de transpondedores. La exactitud de estos sistemas mixtos es más que suficiente para las necesidades de medidas contra minas; por el contrario, las líneas base de transpondedores todavía son experimentales y no ofrecen la confianza necesaria.

*Ancho de banda de comunicaciones.*—Los enlaces con los UUV, que no sean a través de fibra óptica, adolecen de suficiente ancho de banda para pasar imágenes del fondo, sobre todo cuando navegan sumergidos, ya que tienen que hacer el enlace por debajo del agua, donde la transmisión acústica reduce el radio de acción a cortas distancias, al igual que ocurre, pero por distinto motivo, con los cables en los ROVs. Una técnica de control a media distancia en comunicaciones acústicas, con modulación no coherente y diversidad de frecuencia, abre la puerta a la esperanza.



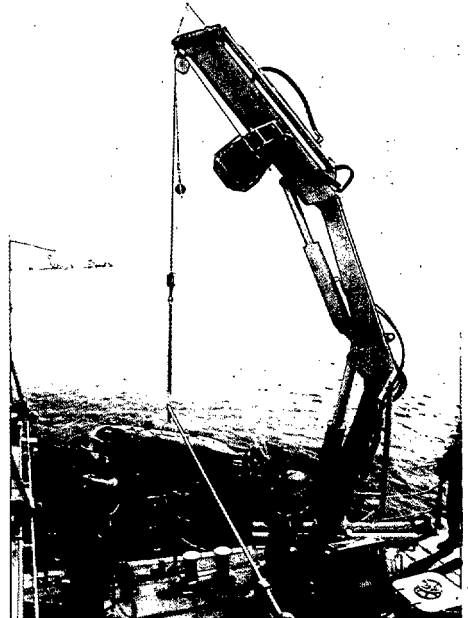
**Control autónomo.**—En los AUV, además de un control de bajo nivel programado, se requiere cierto control de alto nivel para situaciones imprevistas durante la caza de minas o bien emplear el enlace con un operador, lo que nos acerca más a un SUV. Con la tecnología actual de inteligencia artificial, no cabe esperar grandes avances; por ello, este tipo de vehículo se empleará, sobre todo, para obtener inteligencia y en operaciones de vigilancia encubierta, mientras la tecnología de la inteligencia artificial no sea más asequible.

**Baterías.**—Los UUV que no tienen cable de potencia deben prestar mucha atención a los consumos eléctricos de sus motores de propulsión y sonares, que deben ser alimentados por baterías de mucha capacidad para obtener radios de acción aceptables. Es necesario desarrollar baterías de alta densidad energética o buscar fuentes energéticas alternativas. Un camino prometedor lo constituyen las células de combustible con electrolito de aluminio aplicadas a los UUV, todavía demasiado onerosas.

### Visión europea de las medidas contra minas

Una visión globalizada de las medidas contra minas del próximo milenio pasaría por considerar los dos tipos de fuerza, las orgánicas y las dedicadas; pero en un reducido espacio como el teatro europeo, dos fuerzas permanentes de reacción inmediata de medidas contra minas, como son MCMFORTNORTH y MCMFORMED, suponen ya un esfuerzo nada desdeñable para alcanzar con prontitud los escenarios europeos donde se desencadene la crisis, lo que hace innecesario, en un principio, medios orgánicos para las IRF, sin que esto suponga el abandono de unidades de la FN (sonares evitamina y SUVs).

De cualquier modo, lo que verdaderamente va a cambiar son los medios aplicados a las técnicas de caza y rastreo, que serán por control remoto con gran profusión de empleo de ROVs y SUVs recuperables y



Maniobra de calado de un minisubmarino Pluto desde la toldilla del *Sella*.  
(Foto: D. Quevedo Carmona).

desechables, dejando los AUVs para operaciones encubiertas todo tiempo, como operaciones rápidas de obtención de datos medioambientales (REA) y sobre todo en operaciones previas a un desembarco anfibio.

Nuestra Armada está en el camino de obtener estos medios, en el rastreo, con la adquisición en 2006 de un Sistema de Rastreo de Minas de Influencia (SRM) por control remoto, y en la caza con los VDs modernizados en 2015 (su diseño, con más de una treintena de años de antigüedad requerirá una modernización en la mitad del ciclo de vida de la clase *Segura*) en PVDs, y los ROVs Pluto en SUVs desechables, lo que nos pondría en la vanguardia tecnológica de las MCM del próximo milenio.

