

MINAS NAVALES MODERNAS

José Manuel GUTIÉRREZ DE LA CÁMARA SEÑÁN



NA mina naval es un dispositivo explosivo autónomo que se fondea en la mar con la finalidad de destruir o dañar barcos de superficie y submarinos. Se utilizan en la guerra asimétrica de modo eficaz, ya que son fáciles de colocar, discretas y con elevado poder destructivo. Existen multitud de tipos: de contacto, magnéticas, acústicas, de presión, otras sensibles a diferentes modos de influencia e incluso más complejas y avanzadas, que solo actúan al paso de un tipo específico de barco. Pueden ser fondeadas por aviones, por barcos de superficie y submarinos y por buceadores de combate, y ser colocadas a diferentes profundidades, tanto en las playas para impedir los desembarcos como a gran profundidad.

Los diversos objetos arrojados al fondo marino dificultan su búsqueda y, debido a nuevos materiales como la fibra de vidrio, son difíciles de detectar, incluso para sonares modernos, sobre todo si se encuentran enterradas por efecto de las corrientes. Si no cumplen ciertos requisitos, pueden ser letales durante mucho tiempo, como ocurre en el Báltico, donde todavía hay pescadores que resultan heridos o muertos por minas fondeadas durante las guerras mundiales.

La legislación relativa a la colocación de minas submarinas está regulada por el Tratado de La Haya, de 18 de octubre de 1907, inspirado en el principio de la libertad de las vías de comunicación marítima. Este documento establece en el artículo primero, la prohibición de utilizar minas a la deriva, a menos que se vuelvan inofensivas una hora después de que quien las fondee pierda su control. También obliga a la auto inocuidad de las minas de orínque cuando se rompa dicho cabo de sujeción. El documento dispone además, que los beligerantes se comprometen a que estas minas se vuelvan inofensivas después de un lapso limitado y, en el caso de que dejen de estar vigiladas, a señalar las zonas peligrosas en cuanto las exigencias militares lo permitan, mediante un



Explosión de una mina. (Fuente: cimsec.org/embracing-an-unmanned-solution-for-the-u-s-navys-mine-warfare-renaissance/42026).

aviso a la navegación, que deberá también ser comunicado a los gobiernos por la vía diplomática. Toda potencia neutral que coloque minas debe observar las mismas reglas y tomar las mismas precauciones impuestas a los beligerantes y dar a conocer la zona de fondeo. Al final de la guerra, las potencias contratantes se comprometen a hacer todo lo que dependa de ellas para quitar las minas que hayan puesto, y las ancladas a lo largo de las costas del otro deben ser informadas a la otra parte, y cada potencia deberá proceder en el más breve plazo a quitar las minas que se encuentren en sus aguas.

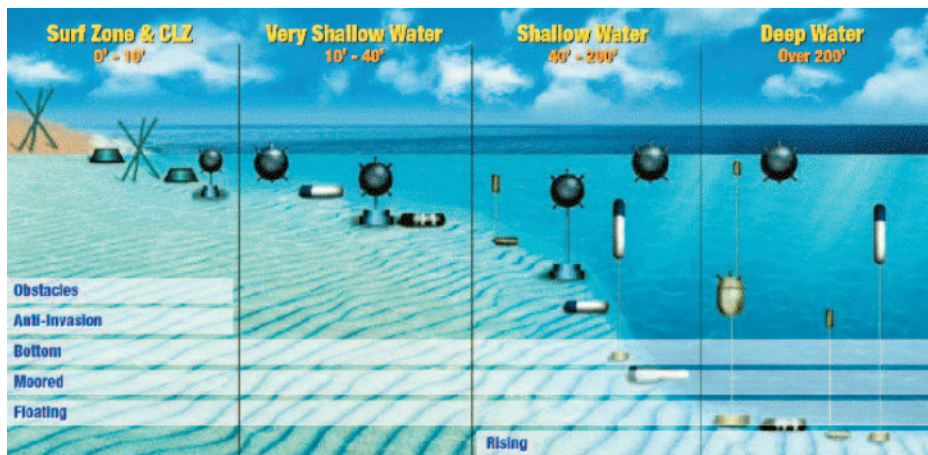
Aunque no se hace referencia más que al contenido de algunos artículos, puede apreciarse que la legislación es muy clara, con independencia de que desde que se promulgó se hayan diseñado minas diferentes a las especificadas en el Tratado; pero el espíritu de lo legislado permite a las naciones ajustarse a derecho, aunque seguimos viendo accidentes por minas que, o no se diseñaron acordes con la ley, o los mecanismos no funcionaron correctamente. Por regla general las actuales respetan la legislación vigente, aunque lamentablemente en algunos casos no es así.

Existen grandes arsenales de minas. Rusia heredó más de 250.000 de la Unión Soviética. China dispone al menos de 50.000 hasta de 30 tipos diferentes. Se estima que Irán tiene entre 3.000 y 20.000 minas y Corea del Norte 50.000. Muchas son anticuadas, incluso anteriores a la Primera Guerra Mundial, y se consiguen a un coste tan bajo que pueden disponer de ellas incluso naciones del Tercer Mundo. En la actualidad hay 30 países que producen minas y más de 20 que las exportan, tanto en versiones sofisticadas como sencillas, pero no dejan de tener elevado riesgo, lo que resulta muy preocupante, ya que en manos inestables suponen una amenaza contra la libertad de los mares.

Además del sistema de Avisos a la Navegación, dentro de la OTAN la Royal Navy desarrolló la doctrina AWNIS (*Allied Worldwide Navigational Information System*) en respuesta a las lecciones aprendidas durante la Primera y la Segunda Guerra Mundial, como procedimiento militar para identificar y compartir información sobre los peligros de navegación durante la contienda. Todavía siguen apareciendo naufragios en aguas de toda Europa a consecuencia de las guerras del siglo xx y, lo que es más peligroso, de las minas marinas. El AWNIS es crucial para llevar a cabo operaciones militares en el mar, especialmente en guerra de minas, y minimiza la interrupción del transporte marítimo mercante. Esta doctrina puede ayudar a modificar y redirigir las líneas marítimas, a medida que se ven amenazadas por operaciones de combate.

Esencialmente, las minas navales se pueden clasificar en minas de contacto o de influencia. Dentro de estos tipos existen las de orinque, que se encuentran muy cerca de la superficie; las de fondo, que quedan depositadas en el lecho marino, y otras que por un dispositivo móvil se desplazan hacia el posible blanco. El minado puede ser ofensivo y defensivo; el primero cuando las minas se colocan en aguas enemigas, y el segundo para proteger la costa propia de las incursiones de adversarios.

En sus inicios las minas eran de contacto y se continúan utilizando debido a su reducido coste, pues sus efectos destructivos son similares a los de otras más complejas. Al principio de la Gran Guerra, la Royal Navy las utilizó en el canal de la Mancha y en extensas zonas del mar del Norte contra los submarinos alemanes. Más adelante se usó la mina de antena estadounidense, con un cable de cobre conectado a una boya que flotaba por encima de la carga explosiva; bastaba el contacto del casco del submarino con el cobre para que



Tipos de minas. (Fuente: cimsec.org/meeting-the-mine-warfare-challenge-with-unmanned-systems/42053).

explotase. Al comienzo de la Segunda Guerra Mundial, la mayoría de las naciones habían desarrollado minas que podían ser arrojadas desde aviones, lo que permitía colocarlas en puertos enemigos más alejados. También se usaron minas lapa, que se unían al objetivo por imanes y se activaban por una espoleta de tiempo tras ser colocadas por buceadores, como las empleadas en Alejandría en 1941 por la Marina italiana, que inutilizaron dos acorazados de la Royal Navy en este puerto egipcio (1). También fueron usadas en septiembre de 1943, cuando catorce comandos aliados se infiltraron en el puerto de Singapur y las colocaron en varios barcos japoneses, de los que siete, que sumaban más de 39.000 toneladas, fueron gravemente dañados.

Las minas de influencia se usaron con gran profusión durante esta contienda; concretamente, los alemanes sorprendieron a los aliados al utilizar la mina magnética, que ocasionó graves pérdidas, que no fueron mayores debido a la negativa del mariscal Goering a ceder los aviones necesarios para fondearlas en puertos de la costa occidental de Gran Bretaña. Los británicos tuvieron la suerte de que una de ellas quedase a la vista durante la bajamar, en la desembocadura del Támesis y, desmontado su aparato de fuego, consiguieron diseñar la contramedida. Más tarde se fabricaron diferentes tipos de minas que se activaban, tanto por el campo magnético, como por detectores acústicos del ruido de las hélices, o por la variación de presión al pasar un buque por encima de la mina, así como mecanismos que requerían combinación de los tres efectos. Se diseñaron dispositivos especiales, como el «cuenta buques», con la idea de que no explotasen al paso de los dragaminas, sino después. Con el tiempo se construyeron con mayor grado de sofisticación y se diseñaron para que se activaran al paso de buques de determinadas características, y los avances de la técnica han permitido utilizar la inteligencia artificial, gracias a la cual en determinadas circunstancias puede generar la orden de lanzar un torpedo o un cohete. Solo nos referiremos a algunas, dada la gran variedad existente.

La Quickstrike (ataque rápido), fabricada en los Estados Unidos, es una mina de influencia para ser lanzada desde aviones —*F/A-18A/D Hornet*, *F-14A/D Tomcat* o de patrulla marítima, como el *P-3C Orion*—, submarinos y barcos de superficie. Tiene capacidad de armado con retardo, autodestrucción y otros ajustes operacionales. Es programable y puede actualizarse en función de los objetivos de amenazas emergentes y cuenta con nuevos dispositivos de detección y algoritmos de procesamiento para controlar la activación de la espoleta.

La MK-60 CAPTOR (abreviatura de torpedo encapsulado) es una mina de aguas profundas que se fondea por barco, avión o submarino. Cuando su sonar

(1) El modo de sujeción empleado en este caso por los tripulantes de los torpedos humanos que las colocaron, no corresponde exactamente a la denominación de minas lapa, ya que no se utilizó un componente magnético para afirmar la mina al casco.



Minas navales Quickstrike MK 42 en la base de la Fuerza Aérea de Barksdale, Luisiana.
(Fuente: www.afrc.af.mil/News/Article-Display/Article/1578767/its-all-mines).

detecta un submarino hostil, lanza un torpedo MK-46. Era la mina estándar de la Marina de los Estados Unidos, con capacidad para detectar la diferencia en la firma acústica de buques de superficie y submarinos. Cuando un submarino enemigo pasa cerca y el sonar pasivo lo detecta, se libera el torpedo, que sigue el sonido hasta hacer contacto con el casco del sumergible. Puede llevar un torpedo o un cohete.



Mina CAPTOR MK-60.

La MK-67 es una mina de influencia múltiple de fondo, con una capacidad que permite que sea colocada con discreción en una situación predeterminada. Se lanza desde un submarino, es similar a un torpedo y se desplaza por sus propios medios a una ubicación remota. Unos veinte segundos después del final de la carrera, las funciones de propulsión y control desaparecen y la mina queda situada en un lugar estratégico. Utiliza diversos sensores para detectar los estímulos generados por los buques enemigos. Emplea un torpedo MK-37



Arsenal de minas chinas. (Fuente: cimsec.org/meeting-the-mine-warfare-challenge-with-unmanned-systems/42053).

modificado como vehículo de propulsión, aunque existe un programa para reemplazarlo por un MK-48.

En 1981 el Ejército Popular de Liberación de China inició el desarrollo de una mina propulsada por cohete. El éxito llegó en 1989 con la EM-52, actualmente fabricada por Rusia, China y Japón. Dispone de un procesador programable que puede aceptar entradas en los sensores acústicos, magnéticos y, opcionalmente, de presión. Incorpora un sistema contador de buques y un mecanismo de retardo de hasta 250 días antes de su armado, así como un temporizador de autodestrucción para un máximo de 500

días. Puede detectar la señal del objetivo a larga distancia y cuenta con un seguro de detonación que garantiza la máxima seguridad. Cuando el objetivo entra en el radio de acción, la mina se desbloquea y activa el motor del cohete. Su vida útil es de un año y se fondea desde buques de superficie en aguas de entre 50 a 200 metros. En 1994 Irán pidió minas a China para utilizarlas durante el bloqueo del estrecho de Ormuz. La EM-56 es la versión utilizada por submarinos.

La BGM-601, fabricada en Suecia, es una mina de influencia de fondo que ha sido desarrollada para poder ser ajustada al casco exterior de los submarinos y también puede ser lanzada desde buques de superficie. Contra blancos de superficie, tiene un radio de acción de 40 a 50 metros, pero puede utilizarse en aguas de hasta 150 metros contra submarinos. El fondeo de la mina no se hace desde los tubos, sino desde un montaje especial que se ajusta sobre el casco del submarino. Está equipada con una unidad programable que incorpora múltiples sensores sofisticados que la hacen resistente a las contramedidas. La unidad detecta profundidad, presión dinámica y sonido en canales separados, mientras tres magnetómetros miden variaciones del campo magnético local. Es capaz de discriminar tipos específicos de objetivos e iniciar el proceso de detonación cuando se encuentre a una distancia letal del objetivo. La unidad del sensor puede permanecer operativa durante un máximo de 112 meses.

La GM1 Rockan o BGM 100, también de fabricación sueca, es de limitado tamaño y se utiliza contra desembarcos, aunque se puede fondear en aguas más profundas contra submarinos. Su detección por sonar es difícil y la forma irregular de la carcasa GRP facilita su camuflaje. El sensor no reacciona ante un barrido que genere un campo magnético homogéneo.



Mina Murena. (Fuente: aquellasarmasdeguerra.wordpress.com/2015/08/19/enemigos-ocultos-algunas-minas-navales).

La MN 102 Murena, fabricada en Italia, está diseñada para ser eficaz contra una amplia gama de objetivos. Es la tercera generación de minas marinas, después de la conocida MR80, MP80/MRP en servicio en muchos países. Se puede fondear desde buques de superficie, aviones y submarinos. Efectúa un análisis acústico del objetivo que se combina con sensores de presión y magnéticos y su precisión en la localización y clasificación del blanco la hacen extremadamente eficaz contra una amplia gama de objetivos y resistente a las contramedidas. Su gran fiabilidad le permite destruir el objetivo en cualquier escenario. Su opción de control remoto por cable permite su empleo en puerto enemigo y en defensa de puertos.

La MN103 Manta, también de fabricación italiana, es una mina multi-influencia superficial, eficaz contra lanchas de desembarco y contra buques de



Minas Manta y LUGM, que dañaron dos barcos americanos. (Fuente: aquellasarmasdeguerra.wordpress.com/2015/08/19/enemigos-ocultos-algunas-minas-navales).

pequeño y mediano tonelaje. Puede ser colocada por buques de superficie, helicópteros o aviones. Por su forma, limitado tamaño y baja firma magnética es difícil de detectar y ha sido probada en combate con excelente resultado. Cuenta con la opción de mando a distancia por cable de control remoto. Fue ampliamente utilizada por los iraquíes en la Primera Guerra del Golfo y en posteriores conflictos.

La mina de contacto LUGM-145, fabricada en Irak como mina convencional de orinque, detona al contacto con un buque y contiene 200 kilogramos de explosivo. En 2002, durante la Segunda Guerra del Golfo, varias minas de este tipo fueron capturadas, por un grupo de abordaje del HMAS *Kanimbla* (L-51), que interceptó al remolcador iraquí *Jumariya* cuando remolcaba una barcaza con 48 minas LUGM ocultas en 200 barriles. Tiene tres cuernos en la parte superior de la carcasa que contienen los depósitos de ácido que la detonan.

La mina autopropulsada SMDM, fabricada en Rusia, utiliza el módulo de propulsión del torpedo de oxígeno de largo alcance 53-65KE. Puede desarrollar una velocidad de hasta 42 nudos y recorrer una distancia de 17.000 metros. Fue diseñada para combatir a buques de superficie y submarinos en zonas donde se ven obstaculizadas las operaciones de minado y las defensas antisubmarinas son potentes. Después de recorrer una distancia predeterminada en trayectoria programada, el arma se hunde hasta el fondo en el punto elegido y a partir de ese momento funciona como una mina de fondo. El detonador, de proximidad responde a los campos acústicos, electromagnéticos e hidrodinámicos. Son fondeadas desde submarinos equipados con tubos lanzatorpedos de 533 mm y son difíciles de rastrear por modernos barridos influencia y, si la mina cae en aguas poco profundas, se activa su mecanismo de autodestrucción.

Las minas navales de combate multi-influencia MINEA, de la compañía española SAES, son muy avanzadas. La familia MINEA comprende tres tipos: la mina cilíndrica de fondo, la de perfil bajo y la de orinque. Disponen de sensor magnético triaxial, sensor eléctrico triaxial, acústico, sísmico triaxial (excepto la mina orinque), de presión, parámetros operativos y algoritmos de fuego programables. La de fondo es una mina cilíndrica de 533 mm de diámetro, peso: 900 kilos y peso explosivo: hasta 600 kilos. Puede ser utilizada para la obtención de inteligencia mediante la medición y registro de las firmas de influencia de buques de interés. La mina de orinque está programada a través del sensor de infrarrojos para profundidades comprendidas entre 15 y 300 metros. Posee un sensor inteligente magnético, otro acústico 3D y un cable de fibra de vidrio. La MILA, de perfil bajo, es una mina inteligente tipo lapa con sistema de detonación controlado por ordenador. Puede ser fijada por buceadores al casco de un buque o utilizada como carga de demolición submarina. Por su forma y bajo peso es de baja resistencia hidrodinámica y fácil de transportar por buceadores. Ha sido sometida a exigentes pruebas de calificación y de operación en la mar, con excelentes resultados en detonación contra blancos con espesores de 12, 24 y 36 mm de acero marino. Cuenta con un sistema



Mina MINEA en sus tres versiones: orinque, fondo y perfil bajo. (Fuente: www.zona-militar.com/foros/threads/noticias-de-la-marina-de-guerra-del-per%C3%BA.16984/page-83).

de medida de firmas para buques de superficie y submarinos y dispone de una versión de combate y otra de ejercicio, esta última para recoger firmas.

La Stonefish (denominación de pez piedra extremadamente venenoso) es una mina naval fabricada por la empresa británica BAE Systems. Originalmente solo era suministrada a la Royal Navy, pero se ha exportado a otros países en versiones de guerra y ejercicio. Es una mina moderna de fondo que utiliza una combinación acústica/magnética/presión, que reemplaza a las británicas anteriores. Puede ser lanzada desde un avión, barco de superficie o submarino para su uso en profundidades de 30 a 200 metros. Pesa 990 kg con una cantidad del explosivo Torpex 600 kg. Su vida útil es de 20 años, con una vida operativa de 700 días. Puede ser fondeada por aeronaves de ala fija, helicópteros, buques de superficie y submarinos. Incorpora retardo de armado, cuenta buques y medios de autoesterilización que pueden ser configurados por el usuario.

El problema de las minas es que todas ellas sirven si son capaces de explotar, y aunque sean viejas pueden destruir un barco; por eso son accesibles a gran cantidad de naciones. La Armada de los Estados Unidos se ha encontrado con frecuencia con dificultades cuando se ha enfrentado a un campo minado

enemigo, situación que se ha mostrado repetidamente durante un asalto anfibio cuyo calendario hay que respetar, lo que dio lugar a que los comandantes de la Fuerza Expedicionaria tuvieran que modificar sus planes. En octubre de 1950, el desembarco anfibio del 1.º y 10.º Cuerpo de Marines en Wonsan, Corea, tuvo que ser pospuesto por la amenaza de las minas. El desembarco de 50.000 hombres y una poderosa armada de 250 buques se retrasó una semana debido a las minas, algunas de 1904.

En la Guerra del Golfo, cuando Irak invadió Kuwait, la US Navy se vio en la necesidad de levantar un campo minado en medio de un desembarco y fue incapaz de limpiar las minas. En la mañana del 18 de febrero 1991, el buque de asalto anfibio USS *Tripoli*, que se encontraba en una operación de limpieza de minas con el 14.º Escuadrón de Helicópteros de MCM a bordo, fue sacudido por la explosión de una mina de contacto iraquí LUGM de 145 kg de explosivo, que produjo un agujero por debajo de la línea de flotación de 4,9 x 6,1 m y cuatro marineros resultaron heridos. Poco después, dos helicópteros dragaminas encontraron tres minas más en la zona. Cuatro horas después de la explosión del *Tripoli*, el crucero AEGIS USS *Princeton* fue alcanzado por dos minas de fondo Manta de fabricación italiana. Además de los heridos, la reparación de los buques se elevó a 24 millones de dólares, pero lo más grave fue que el mando de las fuerzas de la coalición se negó a llevar a cabo la operación anfibia ante el temor de pérdidas muy elevadas. Después de la guerra se comprobó que los iraquíes habían fondeado en la



El USS *Tripoli* en dique después de ser alcanzado por dos minas. (Fuente: aquellasarmasdeguerra.wordpress.com/2015/08/19/enemigos-ocultos-algunas-minas-navales).

parte norte de la bahía 1.300 minas de tipos variados. La alarma generada en el golfo Pérsico no se limitó al mando de la US Navy, sino que se extendió al Departamento de Defensa y al Congreso, que exigieron un plan director para dotar a la US Navy con los fondos necesarios para mejorar las medidas contra minas (MCM). Con el final de la Guerra Fría, se produjo un ajuste radical en la estrategia de seguridad de los Estados Unidos y el enfoque bipolar que había existido durante 40 años, se orientó a mejorar las estabilidades regionales, percibiéndose que existían varias zonas en las que era probable que se repitiese un escenario similar al del Golfo.

Desde la Segunda Guerra Mundial, las minas han dañado o hundido cuatro veces más unidades de la Armada de los Estados Unidos que todas las demás armas y, aunque la OTAN tiene la flota MCM más grande del mundo, una parte importante de los buques son anticuados y su renovación es una necesidad inmediata.

Dentro de las operaciones de MCM es preciso distinguir entre las orgánicas y las dedicadas; las primeras van integradas en la Fuerza naval para no repetir lo ocurrido en Wonsan y en el golfo Pérsico. Las operaciones dedicadas son las que normalmente hemos considerado propias de la Fuerza de MCM, que se efectúan *a posteriori*. Tras el final de la segunda gran contienda mundial, han sido hundidos o dañados por minas 14 buques de la US Navy, aproximadamente el triple que por aviones, misiles u otro tipo de acciones. En consecuencia, se ha establecido un programa que a medio plazo incluye medidas orgánicas, tales como la mejora de la fuerza de helicópteros y la capacidad de minado; pero a largo plazo, la idea es que la capacidad de medidas contra minas se debería centrar en vehículos no tripulados.

De acuerdo con lo dicho, los sistemas orgánicos o tácticos, integrados en el grupo anfibia o grupo de batalla, deben ser capaces de detectar minas en aguas litorales y disponer de una limitada capacidad de dragado que permita atravesar un campo minado sin que se altere el calendario de la operación. El Grupo de Planeamiento de Estudios Navales señaló la necesidad de desarrollar la detección y limpieza de minas, y ya se encuentran en desarrollo o terminados siete sistemas orgánicos de MCM para introducir en los grupos de batalla y desplazarse con la fuerza de ataque:

- El *Long-Term Mine Reconnaissance System* (LMRS), vehículo autónomo lanzado y recogido desde el tubo de un submarino, lleva un sonar de proa y otro de barrido lateral, que proporcionan reconocimiento clandestino de minas en lugares avanzados. El reto incluye metas ambiciosas, como reducción del ruido radiado, detección y clasificación por algoritmos, gran capacidad de batería y exactitud en la navegación, identificación de minas y neutralización. Están concebidos para ser utilizados en submarinos tipo *Los Ángeles*, *Sea Wolf* y *Virginia*.

- El *Remote Mine-hunting System* (RMS) es un vehículo autónomo, semisumergible, que remolca un sonar de reconocimiento de minas de fácil largado y recogida. Algunos han sido desarrollados para ser remolcados por helicópteros *MH-60*.
- El *AN/AQS-20* es un sonar remolcado con gran capacidad de identificación que, mediante una mejora de algoritmos, reduce los falsos contactos.
- El *Airborne Mine Neutralization System* es un equipo de neutralización de minas compatible con los helicópteros *MH-60* y *MH-53*.
- El *Organic Airborne and Surface Influence Sweep* es una rastra magnético/acústica remolcable por un helicóptero para detonar minas de influencia en aguas poco profundas.
- El *Airborne Laser Mine Detection* es un sistema láser electro-óptico capaz de detectar minas que estén cerca de la superficie.
- El *Rapid Airborne Mine Clearance* es un sistema de artillería ligado al anterior, diseñado para adquirir y neutralizar minas cercanas a la superficie y en aguas poco profundas. Es la última medida en sistemas aéreos.

Además de las medidas orgánicas citadas, existen grandes redes de sensores inalámbricos submarinos distribuidos (DUWSN) que utilizan protocolos de comunicación acústica bajo el agua. Se trata de redes de sensores móviles que forman un sistema de observación para mejorar la capacidad de detectar, clasificar, localizar y rastrear minas y campos minados.



Preparación de un «enjambre» en la cubierta de un buque de MCM.

En la actualidad se está trabajando con «enjambres» constituidos por un número elevado de robots capaces de interactuar entre sí en un entorno local y desarrollar tareas de modo colectivo que no pueden ser ejecutadas de modo individual. La Marina estadounidense está en condiciones de crear enjambres de vehículos no tripulados que pueden constituir el futuro de las medidas contra minas (MCM). Algunos están listos para ser utilizados y otros en el horizonte. El Centro de Guerra Naval de Superficie, División de Panamá, ha invertido en el desarrollo de tecnologías basadas en enjambres para MCM que requieren algoritmos específicos para que sistemas independientes se repartan las tareas; pero son solo la punta del iceberg de lo que se puede hacer para mejorar las MCM del futuro.

Pasar a tecnologías basadas en «enjambres» puede suponer un cambio de grandes sistemas de MCM individuales por múltiples sistemas modulares de escaso costo. Desarrollar un gran número de unidades de MCM baratas, diseñadas para trabajar en enjambres, es una manera de avanzar en las capacidades de MCM. En la naturaleza, dondequiera que miremos, vemos grandes grupos de criaturas que cooperan entre sí para completar tareas complejas. Para problemas, como la búsqueda y la detección, sus métodos son superiores a los nuestros. Se trata de imitar a la naturaleza con el objetivo final de obtener capacidades avanzadas de MCM.

En definitiva, parece que a raíz de las graves consecuencias que para la coalición aliada tuvieron las minas del Golfo, la US Navy ha optado por los vehículos no tripulados como primera solución al problema de MCM. Pero las nuevas tecnologías indican que ha llegado el momento de invertir en operaciones de este tipo, ya que los riesgos justifican los gastos y el minado puede infligir enormes pérdidas que es imprescindible evitar.

BIBLIOGRAFÍA

- WALSH III, Joseph: *Swarming to Solve the Navy's MCM Problems*. Naval Surface Warfare Center, Panama City Division.
- BARNARD, Colin: *The US Navy Needs AWNIS for Mine Warfare*. USN.
- ALIBERTI, Keith; KOBOLD, Mike: *A Pervasive and Persistent Approach to Mine Countermeasures*. Naval Surface Warfare Center, Panama City Division.
- ROWLEY, U. H. "Jack"; CATES, Graig: *Embracing an Unmanned Solution for the US Navy's Mine Warfare Renaissance*.
- DAOLIO, Andrea: *Meeting the Mine Warfare Challenge with Unmanned Systems. Organic and Dedicated Mine Countermeasures Operations*. «Concept of Operations For Mine Countermeasures in the 21.st Century». Chief of Naval Operations (N852), 1 septiembre 1995.
- KONETZNI, Albert H. Jr.: *Mine Warfare*. USN, enero-marzo 2003.
- LAWRIMORE, Janice. A.: *Mine Warfare-Where Is It Today?* United States Navy. *Wordpress.com*. «Enemigos ocultos: algunas minas navales».



El Grupo Aeronaval del portaviones *Charles de Gaulle* y la SNMG-1 en el mar del Norte, 22 de marzo de 2020. (Foto: Fran J. Vacelet, NATO HQ MARCOM Flickr).