



DEL SOMBRA A LA LUZ: NAVEGAR CON UN DRON-COMETA

Introducción

GRAN parte de la idiosincrasia del combate naval se define por el horizonte. Por ejemplo, el peligro de los misiles roza la radica en que vuelan ocultos a los sensores de los barcos, mientras que una de las misiones fundamentales de los helicópteros embarcados es proporcionar blancos que se encuentran más allá del horizonte de su buque madre. ¿Y si pudiéramos ampliar el horizonte de forma exponencial y permanente?

La capacidad de exploración es determinante tanto en el ámbito del combate naval como en las operaciones de seguridad marítima. Tradicionalmente, por su ventaja de velocidad y horizonte, las aeronaves han sido la plataforma exploradora por excelencia, y la aparición de los drones ofrece oportunidades que deben ser evaluadas y, de considerarse oportuno, explotadas.

La capacidad de contar, permanentemente, con un sensor de exploración en vuelo podría otorgar a nuestros buques una capacidad exponencialmente superior a la que tienen en la actualidad, con previsible ventajas de gran magnitud en la superioridad en el enfrentamiento y en el conocimiento del entorno marítimo.

Explorar antes que combatir

La capacidad de exploración ha decidido más batallas navales que el alcance de las armas o la maniobra (Hughes y Girrier, 2018, p. 200). Dos de las grandes ventajas de la fuerza naval son su movilidad y su permanencia. Una flota que navega en conserva, en tan sólo 24 horas a 20 nudos puede dispersarse en un círculo de 480 millas náuticas, ocupando un área de más de 700.000 millas cuadradas. A pesar de que la capacidad de exploración ha mejorado de forma considerable desde la aparición del radar, en entornos oceánicos puede resultar muy difícil localizar al enemigo.

Los sensores cuentan con una desventaja geométrica frente a las armas. De forma general, podemos decir que las armas recorren una línea recta para llegar a su objetivo; simplificando mucho, para doblar el alcance de un misil basta con doblar su combustible. Por el contrario, las áreas a explorar no crecen linealmente, sino exponencialmente, en función del cuadrado del radio de esa área. Por ejemplo, asegurar la detección en un círculo de cien millas alrededor de un barco supone barrer 31.000 millas cuadradas, mientras que hacerlo en un círculo de doscientas millas requeriría explorar 125.000 millas cuadradas. Doblar el alcance de un misil tiene unas barreras tecnológicas y de ingeniería complejas,



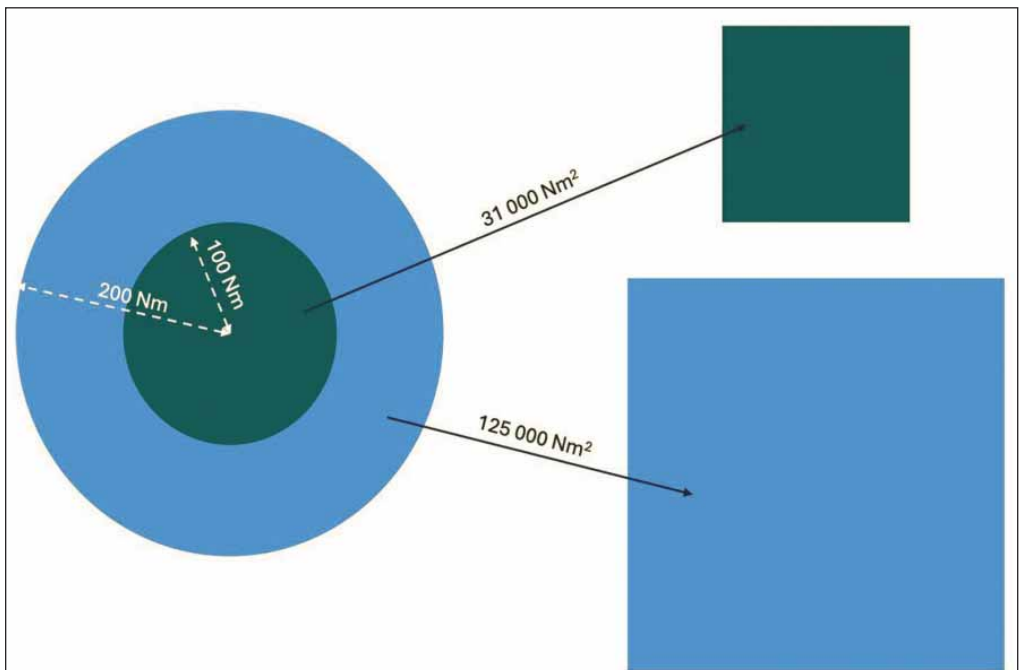
Dale hilo a la cometa...

(Mary Poppins)

pero perfectamente salvables, mientras que cuadruplicar la capacidad de exploración a esas distancias es un reto incluso para las marinas más avanzadas. El problema es que sin explorar esas 125.000 millas cuadradas no podremos lanzar armas a 200 millas ni defendernos de las que nos lanzan hasta que entren dentro de nuestra capacidad de exploración.

Las principales ventajas de las aeronaves son la altura de vuelo, y por tanto el horizonte —visual y electromagnético— y la velocidad, con la que pueden recorrer zonas muy grandes en periodos reducidos. La combinación de estos privilegios las convierte en el explorador ideal, como la propia historia nos demuestra. En el ámbito naval, las primeras aeronaves fueron empleadas como unidades

Representación gráfica a escala del problema exponencial de aumentar la capacidad de exploración.
(Elaboración del autor)



de reconocimiento, tanto volando desde tierra como lanzadas por acorazados y posteriormente desde portaviones.

La teoría de la guerra de salvos, que estudia el enfrentamiento al misil entre dos flotas, concluye que la superioridad numérica es uno de los factores determinantes. Sin embargo, atacar primero es el componente fundamental una vez los contendientes están ya establecidos: una flota cuatro veces superior a la del enemigo puede perder tres cuartas partes de sus unidades encajando una primera salva, quedando igualada la balanza (Hughes y Girrier, 2018, p. 266). Para atacar primero es necesario explorar mejor que el enemigo.

En cuanto a la seguridad marítima, o lo que podríamos llamar las misiones clásicas de los patrulleros, las ventajas son, si cabe, más evidentes. Suponiendo el caso de un patrullero con su radar de exploración de superficie 30 metros sobre el nivel del mar, el horizonte barrido sería de unas 11 millas náuticas. A lo largo de un día, a 15 nudos, habrá barrido unas 7.600 millas náuticas cuadradas. En el mismo ejemplo, con un radar a 5.000 pies que no se mueva de la vertical del barco, se obtiene un horizonte de unas 75 millas, con una superficie barrida a lo largo del día de 54.000 millas cuadradas. Este último cálculo es con el sensor en estacionario. Si además aprovechamos la velocidad de la aeronave, suponiendo que pueda alejarse hasta 50 millas del barco, llegaríamos a cubrir 90.000 millas cuadradas. Nuestra propuesta ampliaría la capacidad de exploración de un barco en un 1.100 por 100. Además, en caso de resultar indispensable identificar algún blanco, en misiones de seguridad marítima será necesario hacerlo visualmente, pues los objetivos no suelen

ofrecer firmas electrónicas que permitan conseguirlo de otra manera. Una aeronave, moviéndose entre cinco y diez veces más rápido que un barco, podrá identificar muchísimos más contactos en el mismo periodo de tiempo.

Juguetes en cubierta, radares en el aire

Los sistemas aéreos no tripulados (UAS) o drones aportan una serie de ventajas respecto a las aeronaves tripuladas, aunque aún no pueden sustituirlas por completo. En el caso que nos ocupa, estas ventajas son de especial aplicación. Primeramente, a igualdad de capacidades, tienen un precio más reducido de adquisición y mantenimiento. Además, los drones pueden operar durante largos periodos sin necesidad de relevos de tripulación, algo especialmente valioso en misiones de vigilancia como la que estamos planteando. Asimismo, eliminan el riesgo humano, pues no exponen a sus dotaciones a los peligros inherentes a volar ni a aquéllos derivados de entornos hostiles. Finalmente, como veremos más adelante, al no tener que portar a sus tripulantes ni los sistemas que éstos requieren, son comparablemente más pequeños y livianos, pudiendo despegar y aterrizar en espacios reducidos.

Estamos buscando un sistema que esté en el aire durante periodos prolongados, por lo que deberíamos tender a un «avión» y no a un «helicóptero»: más velocidad y más autonomía. Sin embargo, si queremos que escoltas y patrulleros oceánicos empleen una aeronave no tripulada, ésta se debe poder lanzar y recuperar desde cubiertas de vuelo diseñadas para helicópteros, descartando cualquier dron que necesite un rodaje por pista para tomar y despegar. Por último, el sensor principal debe ser el

radar para aportar la capacidad de exploración planteada en el epígrafe anterior. Otros sensores como el VIDAR¹ pretenden dar esta capacidad a plataformas que no pueden contar con radar, pero son, por el momento, menos capaces y no alcanzarían las prestaciones citadas.

En resumen, buscamos un sistema aéreo no tripulado de ala fija, capaz de ser lanzado y recuperado desde una cubierta de helicóptero y que cuente con radar. Sin ánimo de hacer un estudio exhaustivo del mercado, se plantean dos alternativas que cumplen con los requisitos establecidos y que pueden servir como ejemplo.

En primer lugar, tenemos el *Integrator* de Insitu, la misma filial de Boeing que fabrica el UAS

ScanEagle operado por la 11.ª Escuadrilla de la Flotilla de Aeronaves de la Armada. El *Integrator* es un dron de cinco metros de envergadura y un peso máximo al despegue de 79 kg, de los cuales hasta 18 son de carga útil. Su autonomía máxima es de más de 27 horas y su velocidad superior a 90 nudos. Entre otras cargas útiles, que pueden incluir sistemas de guerra electrónica, una amplia variedad de cámaras y sistemas «cinéticos»², el *Integrator* puede volar con un radar. Además, se puede lanzar mediante el sistema FLARES, un dron de ala rotatoria que despegue con el *Integrator* enganchado y lo lanza en altura. Para recuperarlo, el FLARES hace estacionario sobre la cubierta, quedando unido a un cabrestante mediante un cabo con el que colisiona el segmento aéreo, siendo a continuación recuperado por el cabrestante.

FLARES lanzando un Integrator. (Fuente: Insitu)



1. Sistema de detección y seguimiento basado en imágenes, diseñado para identificar objetos en grandes extensiones, especialmente sobre la mar. A diferencia del radar, que utiliza ondas de radio, el VIDAR emplea sensores ópticos para detectar y rastrear objetos pequeños en el entorno marítimo.

2. *Kinetic* es un eufemismo usado en inglés que literalmente significa cinético, haciendo referencia a que el armamento hace uso de la energía cinética.

En segundo lugar, tenemos el *Flexrotor* de Aerovel, compañía que fue adquirida por Airbus Helicopters en 2024. Se trata de un dron de tres metros de envergadura, con un peso máximo al despegue de 25 kg, de los cuales 7,7 son de carga útil. Tiene una autonomía superior a las 30 horas con una velocidad máxima de 77 nudos. En este caso, la empresa no ofrece radares como carga útil, por lo que habría que solicitar una integración expresa y que no superase sus límites de peso.

En el caso del *Flexrotor*, el despegue se hace en vertical por sus propios medios, propulsado mediante una hélice cercana al morro que funge como las palas de un helicóptero. Al alcanzar una altura determinada, el dron se inclina hasta quedar horizontal, y la misma hélice se convierte en el propulsor.

tra que otras compañías pretenden participar del mercado de drones con aplicación naval, por lo que queda patente que la plataforma necesaria existe y es viable.

Como dijo Napoleón: dinero, dinero, dinero

La tecnología necesaria existe, pero incluso en una época en la que parece que contaremos con un presupuesto expansivo, éste será finito, por lo que intentaremos hacer una aproximación del coste de lo que proponemos. Las cifras que se van a exponer a continuación son aproximados y están sujetas a muchas modificaciones —especialmente ahora que parece que el número de barcos de la Armada va a sufrir cambios de entidad—, pero servirán como referencia.



Flexrotor despegando. (Fuente: Aerovel)

Por experiencia del fabricante y robustez del producto, además de por ajustarse mejor a los requisitos establecidos, el *Integrator* es sin duda mejor opción, pero el *Flexrotor* demues-

Según noticias publicadas en distintos medios, la Armada estaría próxima a tener una veintena de buques de escolta de distintas clases, incluyendo cinco fragatas *F-100*, siete *F-110*, al menos dos BAM con capacidad antisubmarina y un número indeterminado de corbetas del proyecto conjunto European Patrol Corvette. Es difícil determinar con precisión cuántos de estos barcos estarán operando simultáneamente en la mar, pero un buen acercamiento puede ser la regla de los tercios, por la que se considera que un tercio de los sistemas de armas están en operaciones o disponibles, otro tercio adiestrándose o alistándose y el tercio restante en baja disponibilidad. Así, necesitaríamos seis sistemas para escoltas.

En cuanto a los patrulleros oceánicos, no hay noticias de que se vaya a aumentar su número,

ni siquiera de que se vaya a relevar a los veteranos clase *Serviola*, por lo que en unos años sólo quedarían los seis primeros BAM. En cualquier caso, haremos los cálculos con diez patrulleros, de los que supondremos que cuatro podrían necesitar el UAS a bordo al mismo tiempo.

La Armada debería tener diez sistemas disponibles permanentemente, a los que añadiremos uno más para buques anfibios o petroleros que operen puntualmente sin escoltas, otro para adiestramiento y vuelos rutinarios desde la base y uno más para otros compromisos que pueden incluir despliegues terrestres. En total, estamos hablando de

trece sistemas, un número desde luego ambicioso.

La tasa de disponibilidad de los UAS suele ser muy superior a la de otros sistemas de armas, en parte por su relativa sencillez y en parte por su modularidad. Por ejemplo, los UAS suelen contar con tres o cuatro segmentos aéreos por cada estación de control, de forma que las averías en un dron no dejan el sistema fuera de vuelo. Aun así, sería necesario adquirir suficientes sistemas para asegurar la operatividad de los trece previstos, teniendo en cuenta averías e instalaciones y desinstalaciones de los barcos.

Sistema *ScanEagle* a bordo de una fragata clase *Santa María* en el Índico. (Fotografía del autor)



La propuesta es adquirir seis sistemas más, para un total de diecinueve, lo que exigiría una tasa de disponibilidad del 68 por 100. La 11.ª Escuadrilla, con tres sistemas, ha mantenido una presencia permanente en Atalanta (incluyendo los periodos de relevos, con sistemas en ambos barcos) y en otros cometidos, como Dédalo, FLOTEX y operaciones terrestres, con sus sistemas *ScanEagle*.

El precio del *Integrator*, denominado *Blackjack* por las Fuerzas Armadas estadounidenses, ronda los 16 millones de dólares por dos estaciones controladoras y cinco drones³, con lo que podemos estimar el coste de un sistema (una estación y tres drones) en 10 millones.

Por su parte, el *Flexrotor* presume de un precio de tan sólo un millón por sistema⁴, que incluye la estación controladora y tres segmentos aéreos. Esta cantidad, muy por debajo incluso del coste del *ScanEagle*, posiblemente no sea representativa al no contar con el sensor requerido para el caso de estudio y tratarse de un sistema en sus estadios iniciales de desarrollo, por lo que usaremos como referencia el precio del *Integrator*. Por tanto, la adquisición de diecinueve sistemas *Integrator* supondría unos 190 millones de dólares.

Para calcular el precio de sostenimiento se debe hacer una estimación más aproximada, y para ello partiremos del coste por hora de vuelo del *ScanEagle*, que ronda los 1.000 dólares. Cuesta, aproximadamente, la tercera parte del *Integrator*, por lo que una burda regla de tres

nos daría que la hora de vuelo del *Integrator* rondaría los 3.000 dólares, aunque probablemente sea considerablemente más barata.

Suponiendo ciclos operativos de dos años, podemos esperar que cada barco haga un despliegue de cuatro o cinco meses, y dos o tres más de actividad operativa o de adiestramiento avanzado en cada ciclo. Esto supone una media de 3,5 meses al año por barco, que con una ratio de mar/puerto de 70/30 resultaría en 73,5 días al año por barco. Multiplicado por dieciocho escoltas y diez patrulleros, obtenemos 2.058 días o 49.392 horas de vuelo al año. En costes estaríamos hablando de alrededor de 148 millones de dólares anuales.

El aforismo de Napoleón no mencionaba al personal, pero nosotros intentaremos evitar ese error. Para operar 24 horas todos los días serían necesarias unas once personas por unidad aérea embarcada (UNAEMB). Sólo para los trece sistemas operativos serían necesarias 143 personas, y mantener una adecuada rotación del personal dicta que se deba, al menos,



3. Hambling, D. (2023): «Some Of The Pentagon's Drones Cost Their Weight In Gold». Recuperado de <https://www.forbes.com/sites/davidhambling/2023/12/04/some-of-the-pentagons-drones-cost-their-weight-in-gold/>

4. Shepard News Team (2021): «Flexrotor undergoes SOCOM reliability tests». Recuperado de <https://www.shephardmedia.com/news/special-operations/flexrotor-undergoes-socom-reliability-tests/>



Fragata de la clase *F-110 Bonifaz* (F-111). (Fuente: Navantia)

triplicar ese número, por lo que estaríamos hablando de algo más de 420 personas.

¿Y eso es mucho o poco?

La mayoría de nosotros no estamos acostumbrados a concebir cantidades de millones de dólares, por lo que puede ser útil comparar estos costes con otros. Cada sistema de armas ofrece capacidades distintas, y comparar sus costes no determina que uno sea más eficiente que otro, pero puede, al menos, con-

textualizar el gasto que estamos analizando. Con objeto de compararlos con otras aeronaves, cuyo coste suele medirse por horas de vuelo, estudiaremos el helicóptero *NH90* y el cazabombardero *F-35B*. Incluiremos también las fragatas *F-110* y los submarinos *S-80*. En estos últimos casos, el coste de ciclo de vida se ha estimado como tres veces el de adquisición (Pastor, 2018). Los datos que se exponen a continuación no pretenden ser un análisis detallado de costes, sino una mera aproximación para entender la magnitud de la propuesta que se está realizando.

Sistema	Núm. de unidades	Coste unitario (millones de dólares)	Coste de adquisición (millones de dólares)	Coste de hora de vuelo (dólares)	Horas de vuelo en 30 años	Ciclo de vida (millones de dólares)	Coste total (millones de dólares)
<i>Integrator</i>	19	19	190	3.000	1.481.760 ⁵	4.445	4.635
<i>NH90</i>	12	60 ⁶	720	15.000 ⁷	63.829 ⁸	957	1.677
<i>F-35B</i>	12	135 ⁹	1.620	33.000 ¹⁰	44.640 ¹¹	1.473	3.093
<i>F-110</i>	7	860 ¹²	6.020	—	—	18.060	24.080
<i>S-80</i>	6	1.000 ¹³	6.000	—	—	18.000	24.000

Como se puede observar, la propuesta supondría un gasto total a lo largo de treinta años de operación equivalente al de sumar el de las escuadrillas de *NH90* y de *F-35B*. Se trata, desde luego, de un coste muy superior a lo que se podría esperar, derivado sobre todo del enorme número de horas de vuelo que se han propuesto.

Si se reduce el número de barcos que tendrían el sistema disponible en permanencia a cuatro o cinco, el coste de ciclo de vida se reduciría a la mitad o menos, dando un total que rondaría los 2.500 millones en treinta años, cifra que se encuentra entre la escuadrilla de *NH90* y la teórica escuadrilla de *F-35B*.

Conclusiones

Las ventajas de contar en permanencia con una aeronave con capacidad de exploración son evidentes. Se multiplica exponencialmente la capacidad de exploración del barco, fundamental tanto para el conocimiento del entorno marítimo como para la superioridad en el enfrentamiento. Asimismo, queda patente que existen sistemas ya operativos que cumplen con los requisitos necesarios para aportar esta capacidad.

El recurso necesario es muy elevado si se pretende que todos los barcos naveguen con un dron en el aire permanentemente. Requeriría la creación de una nueva unidad

5. Las 49.392 calculadas anteriormente multiplicadas por 30 años.

6. <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/3057073/gobierno-aprueba-compra-23-nh90-1381-millones-euros>

7. <https://galaxiamilitar.es/belgica-confirma-la-sustitucion-de-sus-helicopteros-nh-90-tth-y-a-109-por-15-airbus-h145m/>

8. Extrapolado de 100.000 horas en 47 años de la 5.ª Escuadrilla según <https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/buquesaeronaves/prefLang-es/02flotilla-aeronaves-helicopteros--025-escuadrilla-aeronaves-sh-60f>

9. <https://www.larazon.es/tecnologia/20221013/jtukedsokbbexmf2n2i5ijocje.html>

10. <https://idr.w.org/comparing-the-cost-of-f-35-and-rafale-f4-for-110-units-and-estimating-40-year-life-cycle-costs-for-the-indian-air-force/>

11. Extrapolado a partir de las 124 horas de media al año por aparato de la 9.ª Escuadrilla [Mafé, S. (2020). «AV-8 Harrier». *Avión Revue*], multiplicado por doce aparatos.

12. <https://www.navantia.es/es/actualidad/notas-prensa/navantia-pone-la-quilla-de-la-primera-fragata-f110-en-el-astillero-de-ferrol/>.

13. <https://www.revistaejercitos.com/articulos/programa-s-80-impacto-industrial/>

con una plantilla cercana a las cuatrocientas personas, y el coste de adquisición total rondaría los doscientos millones de dólares. Lo más significativo es el coste de operación, que en la hipótesis planteada excedería los 4.000 millones de dólares a lo largo de treinta años de vida, superando a algunas de las capacidades aeronáuticas más señaladas de la Armada. La estimación del coste de hora de vuelo se ha hecho de forma aproximada y, probablemente, sea mucho menor.

En definitiva, navegar con un dron con radar permanentemente en el aire es viable, pero desde luego el coste para hacerlo extensivo a toda la flota es muy elevado y requiere de un análisis más profundo para determinar si el esfuerzo económico estaría justificado.

Un estudio más detallado podría determinar qué plataformas se aprovecharían especialmente de contar con esta capacidad, mientras que adquirir una capacidad inicial más reducida podría determinar si es efectivamente tan ventajosa como parece. Desde luego, el *Integrator* es la opción más robusta que existe en el mercado, acumulando, junto al *ScanEagle*, más de un millón y medio de horas de vuelo operativas. Adquirir un sistema en desarrollo para una capacidad tan potencialmente revolucionaria sería un error, pues al coste de ciclo de vida habría que sumar el de desarrollo y restar la pérdida de operatividad que acompaña a estos sistemas en sus primeros años. En cualquier caso, contar permanentemente con un radar a 5.000 pies daría a nuestros comandantes una ventaja decisiva a la que no debemos renunciar.

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Hughes, W. P., y Girrier, R. P. (2018): *Fleet Tactics and Naval Operations, Third Edition*, Annapolis.

Pastor Sánchez, J. (2015): «Estimación del coste del ciclo de vida de un sistema de armas en España», *Revista del Instituto Español de Estudios Estratégicos*, n.º 6.

Supervielle Bergés, F. (2024): *Táctica naval: guerra en la mar en el siglo XXI*. Amazon.