Explorando la susceptibilidad, vulnerabilidad y recuperación de las plataformas de superficie ante amenazas de misiles de crucero anti-buque (ASCM)

Exploring the susceptibility, vulnerability, and recoverability of surface platforms Against Anti-Ship Cruise Missile (ASCM) Threats

Capitán de Corbeta Marco Mujica Caballero. Máster en Ciencias (M.Sc.) en "Innovation and Strategic Management" por Salve Regina University, Newport, RI, EE.UU. Graduado del programa Naval Staff College del U.S. Naval War College y del programa Básico de Estado Mayor de la Escuela Superior de Guerra Naval, en el que obtuvo el primer puesto. Actualmente es docente de la asignatura "Maritime Operations Center" (MOC) en el Programa Básico de Estado Mayor.

Resumen: La proliferación y sofisticación de los misiles de crucero anti-buque (Anti-Ship Cruise Missile, ASCM por sus siglas en inglés), han incrementado significativamente las amenazas para las plataformas de superficie. Este artículo explora de forma cualitativa, cómo estas tres variables (susceptibilidad, vulnerabilidad y recuperación) se interrelacionan y determinan la capacidad de resistencia de las plataformas de superficie ante amenazas de ASCM. Explorando modelos como la cadena de destrucción (kill chain) y simulaciones para evaluar la probabilidad de éxito de la defensa contra misil. Asimismo, se incorpora el concepto de salvas desarrollado por Wayne Hughes, el cual ofrece una perspectiva fundamental para comprender las dinámicas del "intercambio" de misiles en la guerra naval moderna. Este análisis tiene como objetivo reflexionar sobre las tácticas de protección de las plataformas de superficie, optimizando su empleo táctico frente a amenazas cada vez más sofisticadas. En este contexto, se destaca la importancia de la detección temprana, la defensa en profundidad y capas, y la ventaja informativa como elementos esenciales para garantizar la supervivencia de la plataforma de superficie en el contexto contemporáneo.

Abstract: *The proliferation and increasing sophistication of Anti-Ship Cruise Missiles (ASCMs) have significantly heightened the threats faced by surface platforms. This article qualitatively explores how three key variables—susceptibility, vulnerability, and recoverability—interrelate to determine the resilience of surface*

platforms against ASCM threats. It examines models such as the kill chain and simulations used to evaluate the probability of success in missile defense. In addition, it incorporates Wayne Hughes's salvo model, which provides a fundamental perspective for understanding the dynamics of missile "exchange" in modern naval warfare. The purpose of this analysis is to reflect on surface platform protection tactics, optimizing their operational employment against increasingly sophisticated threats. Within this framework, the importance of early detection, layered and in-depth defense, and information superiority is emphasized as essential elements to ensure the survivability of surface platforms in the contemporary context.

Palabras clave: Plataformas de superficie, misiles de crucero anti-buque, cadena de destrucción, guerra naval.

Introducción

La creciente sofisticación de los misiles de crucero anti-buque (ASCM) ha impuesto nuevos y complejos desafíos a las plataformas de superficie, como destructores, fragatas y corbetas. Estos misiles, dotados de gran maniobrabilidad, largo alcance y tecnologías de sigilo, dificultan la eficacia de los sistemas de defensa tradicionales. A esta amenaza se suman los misiles de crucero de defensa costera (CDCM), diseñados para ser lanzados desde instalaciones terrestres fijas o móviles, y optimizados para atacar buques en áreas de litoral, lo que amplía significativamente las áreas de negación marítima.

Asimismo, los misiles balísticos anti-buque (ASBM) representan un salto cualitativo en la guerra naval, al combinar el alcance y la velocidad de un misil balístico con la capacidad de atacar objetivos móviles en el mar, complicando aún más las posibilidades de defensa de las plataformas de superficie. Frente a este entorno de amenazas múltiples y cada vez más letales, se vuelve esencial realizar un análisis detallado de tres consideraciones esenciales: la **susceptibilidad**, entendida como la probabilidad de que la plataforma sea detectada por los sensores del misil; la **vulnerabilidad**, que se refiere a la probabilidad de que el impacto del misil cause daños significativos; y la **capacidad de recuperación**, que evalúa la habilidad de la plataforma para mantenerse a flote y operativa tras un ataque. (Ball, 2003, p. 7) Este artículo explora de forma cualitativa, cómo estas tres variables se interrelacionan y determinan la capacidad de resistencia de las plataformas de superficie ante amenazas de ASCM.

Desarrollo

El análisis de la susceptibilidad se basa en evaluar dos fases fundamentales del proceso de defensa contra misiles: la detección y el seguimiento. Ambas fases

dependen de diversos factores que determinan la capacidad del sistema de defensa para identificar y neutralizar un ASCM.

Por consiguiente, la **probabilidad de detección de un misil ASCM** depende de múltiples factores, entre ellos la Superficie Equivalente de Radar (*Radar Cross Section*, RCS por sus siglas en inglés), la velocidad, la altitud de vuelo y del performance de los sensores de la plataforma a batir. Estos misiles diseñados con bajo RCS y que operan a muy baja altitud presentan desafíos particularmente complejos para los sistemas de vigilancia y defensa.

En paralelo, las plataformas de superficie emiten diversas **firmas detectables** que pueden ser explotadas por el sensor del buscador (seeker) del misil o proporcionada por datos externos desde diferentes medios, tal como se detalla a continuación:

- **Superficie Equivalente de Radar (RCS):** El RCS de una plataforma de superficie puede oscilar entre 1 y 5,000 m^2, generando una firma radar significativa en función a su furtividad. Su detección depende tanto del ángulo de incidencia (frontal o lateral), como por el tipo de guiado.
- **Infrarroja (IR):** Los sensores infrarrojos, instalados en drones, satélites o misiles, pueden detectar la firma térmica de una plataforma a partir del calor emitido por sus motores, estructuras y sistemas internos, facilitando su localización incluso en condiciones de baja visibilidad.
- **Acústica:** El desplazamiento de un buque genera ruido hidrodinámico, estelas y turbulencias visibles en la superficie del mar. Las emisiones acústicas generadas por el movimiento del buque a través del agua pueden ser detectadas por sonares o sonoboyas, que capturan las firmas acústicas generadas.
- **Electromagnética (EM):** Las emisiones de radar, comunicaciones y otros sistemas electrónicos pueden ser interceptadas por sensores especializados en inteligencia electromagnética (ELINT), permitiendo la geolocalización pasiva de la plataforma emisora.
- **Magnética (MAD):** Las perturbaciones en el campo magnético terrestre provocadas por estructuras metálicas de gran escala pueden ser localizadas por sensores de Detección de Anomalías Magnéticas (Magnetic Anomaly Detection, MAD por sus siglas en inglés) embarcados en aeronaves, ofreciendo otra vía para la localización, principalmente de submarinos.

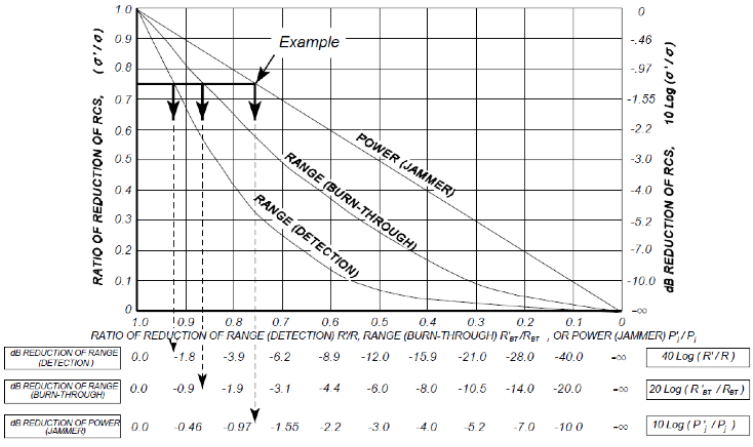
En tal sentido, reducir la susceptibilidad de un buque requiere minimizar todas sus firmas detectables: RCS, infrarroja, acústica, electromagnética y magnética. (Kok, 2012, p. 15) Kok (2012) enfatiza que la supervivencia

depende en gran medida del "*signature management*" (gestión de las firmas) y de evitar ser detectado antes de emplear contramedidas.

En relación al seguimiento y traqueo, una vez que el ASCM ha sido detectado, el sistema de defensa debe ser capaz de identificar y clasificar la amenaza, asignando el interceptador adecuado para neutralizarlo. Este proceso depende del performance de los sensores, el horizonte de detección (curvatura de la tierra, lóbulo, RCS del blanco, altura de la antena, potencia de transmisión del radar, resolución y sensibilidad del radar, condiciones meteorológicas, etc.) y las medidas de protección electrónicas relacionadas al "soft kill" (como el jamming o el uso de señuelos) y "hard kill" (interceptadores físicos). Las cuales pueden interferir con el seguimiento por parte de los sensores de la plataforma, dificultando la intercepción efectiva.

Desde este enfoque, es interesante analizar la Figura 1, donde se observa la curva de **"range burn-through,"** que muestra cómo varía la relación entre el horizonte de detección y la reducción del RCS del blanco, a medida que la plataforma aplica **jamming** (señal perturbadora). Resaltando el momento en el que el radar del misil puede seguir siendo capaz de detectar al blanco, incluso cuando se están utilizando técnicas de jamming para dificultar al seeker del misil, siempre y cuando tenga un homing activo (Active Radar Seeker). En este contexto, es fundamental evaluar la **probabilidad de detección**, mejorar la **relación señal/ruido (S/N)** y minimizar las **falsas alarmas**, debido a que estos factores afectan directamente al performance de los sensores activos para realizar un seguimiento preciso y asignar el interceptador de manera efectiva.

Figura 1
RCS vs Radar Detection, Burn-through, Jammer



Fuente. Naval survivability and susceptibility reduction study—Surface ship. Naval Postgraduate School (NPS), Monterey, California.

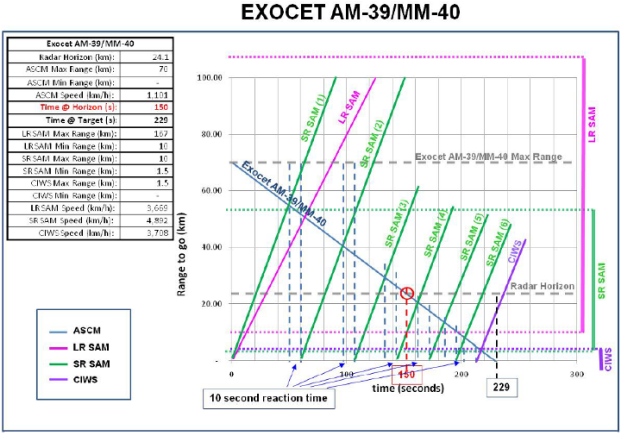
Por tal motivo, una vez detectado el ASCM, en este caso el Exocet AM-39/MM-40 como se observa en la Figura 2, el sistema de defensa debe ejecutar rápidamente el siguiente proceso:

1. **Clasificación del blanco** (determinar si es un misil, un avión, una interferencia).
2. **Evaluación de amenaza** (velocidad, trayectoria, tiempo hasta el impacto).
3. **Asignación del interceptador más adecuado**:
    - Misiles SAM de largo alcance (LR-SAM),
    - Misiles SAM de corto alcance (SR-SAM),
    - Sistemas de armas de corto alcance (CIWS[1]).

Este proceso, naturalmente se ve limitado por factores como:

- Horizonte radar, en este ejemplo es a 24.1 km (detección limitada por la altura del mástil de la plataforma, 17 metros; y altura de vuelo crucero del misil, 3 metros.)
- Velocidad del misil enemigo: 1101 km/h, que es aproximadamente 0.89 mach.
- Tiempo de reacción disponible.
- Contramedidas electrónicas (interferencias EM, IR, etc.).

Figura 2
Exocet AM-39/MM-40 vs. sistema de defensa de la plataforma



Fuente. Smith, R. M. (2010). "Using Kill-Chain Analysis to Develop Surface Ship CONOPs to Defend Against Anti-Ship Cruise Missiles". Naval Postgraduate School (NPS), Monterey, California.

1 CIWS: Close-In Weapon System

De igual forma, como se observa en la Figura 2, el Exocet AM-39/MM-40 (línea azul en diagonal), representa el perfil temporal de una amenaza tipo ASCM, y la ventana de enganche disponible (engagement window) para los distintos sistemas interceptores: misiles superficie-aire de largo alcance (LR-SAM), corto alcance (SR-SAM) y sistemas de defensa puntual (CIWS). Observándose en la Figura 2, al misil Exocet desde su fase de lanzamiento (boost phase), en su distancia máxima de lanzamiento de 70 km., aproximándose a la plataforma a una velocidad crucero de 1101 km/h. Detectado recién cuando se encuentra en el lóbulo del radar (radar horizon) de la plataforma, ubicada a 24.1 km, lo que ocurre en el segundo 150. Por tal motivo, "la relación tiempo-distancia entre el lanzamiento del misil, el horizonte del radar y la ventana de enganche; son factores críticos que determinan las opciones defensivas de un buque" (Smith, 2010, p. 88). A partir de ese momento, solo quedan 79 segundos hasta el impacto, estimado para el segundo 229. En este contexto, los LR-SAM, con una velocidad de 3669 km/h, pueden ser empleados incluso antes de la detección por radar, si se dispone de datos externos.

Por ejemplo, un avión Northrop Grumman E-2 Hawkeye, de alarma temprana táctico[2], podría detectar el misil aproximadamente entre 60 a150 km. (esto depende de diferentes consideraciones) y pasar esa información a la plataforma para preparar sus sistemas, o incluso lanzar un misil de largo alcance guiado por datos externos, aumentando significativamente las probabilidades de interceptación. Este procedimiento requiere de una planificación y entrenamiento anticipada para ser efectivo. En el caso del Exocet AM-39/MM-40, que es detectado solo a 24.1 km., la plataforma no tendría tiempo suficiente para reaccionar si solo dependiera de sus sensores.

Por otra parte, los SR-SAM, con velocidad superior de 4892 km/h., tienen un rango de alcance de interceptación limitado entre 1.5 y 10 km. De las seis trayectorias simuladas, solo los últimos dos SAM, 5 y 6, podrían interceptar con éxito al misil si se emplean de forma inmediata tras la detección. En lo referente al CIWS, que posee un rango de apenas 1.5 km y velocidad de disparo de estos sistemas puede ser de hasta 3,000 - 4,500 disparos por minuto, lo que les permite hacer frente a amenazas rápidas, como misiles que se aproximan a gran velocidad, quedando como última opción de la defensa

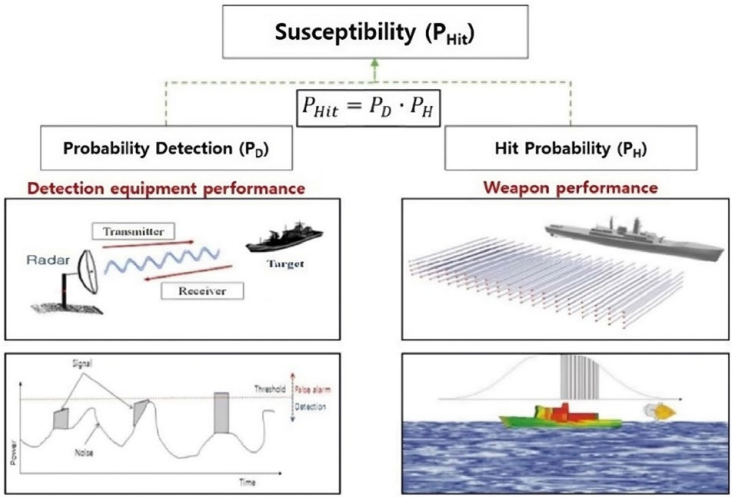
2 Northrop Grumman E-2 Hawkeye es un avión de alarma temprana táctico aerotransportado (Airborne Early Warning) / AWACS (Airborne Warning and Control System), como el Boeing E-3 Sentry, que no solo detectan, sino que también gestionan el control táctico de interceptores y unidades aéreas de combate.

por capas. Debido al escaso margen de tiempo de reacción y seguimiento, su activación ocurre en los últimos segundos antes del impacto, lo que resalta la **necesidad de detección temprana** y **respuesta coordinada** en escenarios de defensa naval moderna.

En este contexto, resulta fundamental aplicar **métodos probabilísticos de evaluación, como la simulación de Monte Carlo**, que permiten modelar miles de escenarios posibles frente a diferentes variables de amenaza (velocidad, ángulo de aproximación, número de misiles y tiempo de reacción). Esta técnica ofrece una estimación más realista de la **probabilidad de interceptación** tanto para los SR-SAM como para los CIWS, demostrando cómo la incertidumbre en detección y tiempos de respuesta impacta directamente en la eficacia de la defensa en capas.

Con respecto a la **vulnerabilidad,** se refiere a la **probabilidad de impacto (Hit Probability),** de que el ASCM logre atravesar las defensas y causar daño. Esto depende del performance del sistema de armas como se puede observar en la Figura 3, por ejemplo, empleo de misiles interceptores, CIWS y la evaluación de otros factores como la capacidad de la plataforma para contrarrestar la amenaza, incluyendo sistemas de defensa activa o pasiva. Según Kim, Hwang y Lee: "la susceptibilidad y la vulnerabilidad de los buques de guerra pueden modelarse mediante funciones de densidad de probabilidad que ofrecen una evaluación realista de su supervivencia" (Kim, Hwang & Lee, 2014, p. 270).

Figura 3
Probabilidad de detección e impacto



Fuente. Naval ship's susceptibility assessment by the probabilistic density function.

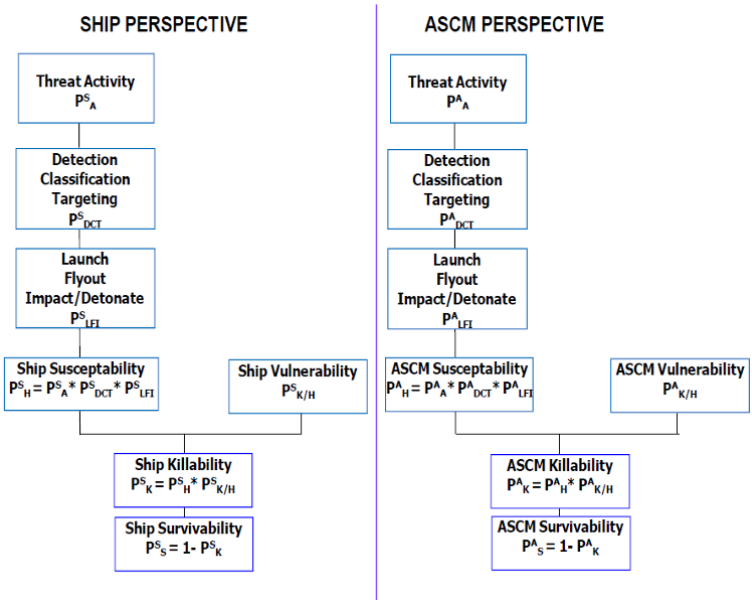
En este sentido, los sistemas de armas de corto alcance, como el Phalanx CIWS, juegan un papel crucial en la defensa de la plataforma en las fases finales del ataque. La **probabilidad de destrucción o impacto (Kill/Hit Probabilities, Pk por sus siglas en inglés)** se calcula para determinar la efectividad de estos sistemas defensivos, considerando tanto la capacidad de interceptación como la resistencia del ASCM a los intentos de destrucción. Mientras que, la capacidad de recuperación de una plataforma de superficie es esencial para determinar su supervivencia tras un impacto directo. Este análisis abarca no solo la reparación o absorción física de los daños, sino también la capacidad de la plataforma para restaurar sus capacidades operativas a través de un sistema de control de averías eficiente y un plan de contingencia bien desarrollado. La resiliencia organizacional y la preparación de la tripulación están estrechamente relacionadas y resultan igualmente esenciales para la recuperación de la plataforma. Donde la efectividad en el control de daños depende en gran medida de la coordinación entre los equipos de reparaciones y de operaciones, lo cual asegura que la información crítica sobre los daños se comparta y procese rápidamente. (Kok, 2012, pp. 148-149).

Es así que, la vulnerabilidad de las plataformas de superficie ante misiles de crucero anti-buque, se ha demostrado en episodios históricos como el hundimiento del HMS *Sheffield* (1982) durante la Guerra de las Malvinas, donde la ausencia de un CIWS y limitaciones en el control de averías resultaron en la pérdida total del buque tras el impacto de un misil Exocet. De manera similar, el ataque al USS *Stark* (1987) por dos misiles Exocet reveló deficiencias en la detección temprana y resaltó la necesidad de protocolos más rigurosos de preparación y respuesta, aunque en este caso el buque logró sobrevivir debido a la acción de la tripulación en el control de daños y a la robustez estructural del diseño de la plataforma. Estos casos evidencian que la capacidad de recuperación no depende únicamente de sistemas de "*hard kill*" o "*soft kill*", sino también de la redundancia estructural (compartimentos estancos, estaciones de reparaciones y de la redundancia de equipos), así como de un sistema distribuido de gestión de daños que asegure la continuidad operativa incluso con averías severas. Tal como destaca Kumar (1990, p. 9), el tiempo de reacción en defensa antimisil se mide en segundos, lo que obliga a que la preparación organizacional y el entrenamiento intensivo y recurrente de la dotación sean factores tan determinantes como la tecnología para garantizar la supervivencia de la plataforma.

Bajo este enfoque, en la Figura 4, se muestra un modelo comparativo entre la perspectiva de la plataforma y la del ASCM, desglosando las etapas clave de la cadena de destrucción (kill chain) desde ambas perspectivas. En

el caso de la plataforma, se analiza la actividad de la amenaza, la detección, identificación, clasificación y adquisición de blancos, y la fase de lanzamiento e impacto, las cuales determinan su susceptibilidad (probabilidad de ser alcanzado), compuesta luego con su vulnerabilidad (probabilidad de ser destruido si es alcanzado) para calcular la probabilidad de ser eliminado (killability) y, como complemento, su supervivencia. Mientras que, el ASCM es evaluado en forma simétrica, lo que permite entender cómo sus propias probabilidades de éxito o fracaso están sujetas a factores similares. Este enfoque dual permite valorar tanto las capacidades ofensivas como defensivas involucradas en un enfrentamiento moderno, resaltando la relevancia de la detección temprana, la defensa en capas y la ventaja informativa para asegurar la supervivencia de las plataformas de superficie frente a amenazas cada vez más complejas.

Figura 4
Modelo comparativo entre la perspectiva de la plataforma y la del ASCM

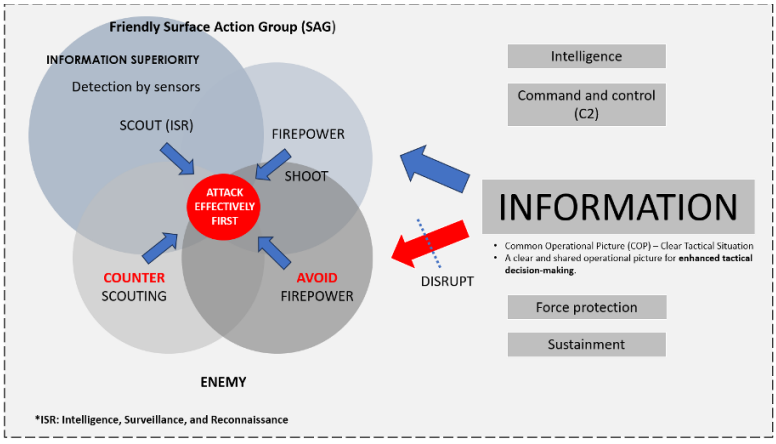


Fuente. Smith, R. M. (2010). "Using Kill-Chain Analysis to Develop Surface Ship CONOPs to Defend Against Anti-Ship Cruise Missiles". Naval Postgraduate School (NPS), Monterey, California.

En el contexto del combate naval moderno, el principio de "atacar eficazmente primero" constituye el principio esencial para enfrentar salvas de misiles de crucero anti-buque. Tal como lo exponen Hughes y Girrier en "*Fleet Tactics and Naval Operations.*" (Hughes & Girrier, 2018, p. 29). En

tal sentido, lograr la primera acción efectiva no depende exclusivamente del poder de fuego, sino de una **integración táctica** entre la capacidad de **detección (scouting)**, identificación, clasificación, la ejecución de **fuegos** y la **evasión de amenazas**. La Figura 5 de elaboración propia, ilustra este modelo, como una intersección entre fuerzas propias y enemigas, donde la **información se posiciona como el dominio decisivo**. El dominio (superioridad) y acceso privilegiado a la data e información, permite detectar primero, decidir más rápido y efectuar una salva de misiles con mayores probabilidades de éxito, **minimizando la exposición al contraataque**. Así como, el éxito en una confrontación con un misil antibuque (ASCM) no solo radica en la cantidad de misiles disparados ni de la distancia de apertura de fuego, sino en la **capacidad de ver sin ser visto**, **interrumpir o degradar los sensores enemigos** y **coordinar fuegos precisos** dentro de un ciclo acelerado y distribuido de comando y control **(OODA loop).**

Figura 5
Atacar eficazmente primero: enfrentando salvas de misiles anti-buque



Fuente. Elaboración propia, Joint Military Operations' seminar, Naval Staff College, U.S. Naval War College, 2023.

De igual forma, como sostiene Hughes, "la información es la moneda de la victoria en el mar; un conocimiento superior de la posición y las intenciones del enemigo permite a los comandantes golpear con eficacia mientras se le niega al adversario la misma claridad" (Hughes, 2018, p. 303). En ese mismo orden de ideas, menciona que "el bando que mejor explota la información para el ataque, el engaño y la maniobra gana la iniciativa; donde la superioridad informativa no solo es deseable, es esencial para la supervivencia y el éxito de la flota" (Hughes, 2018, p. 305).

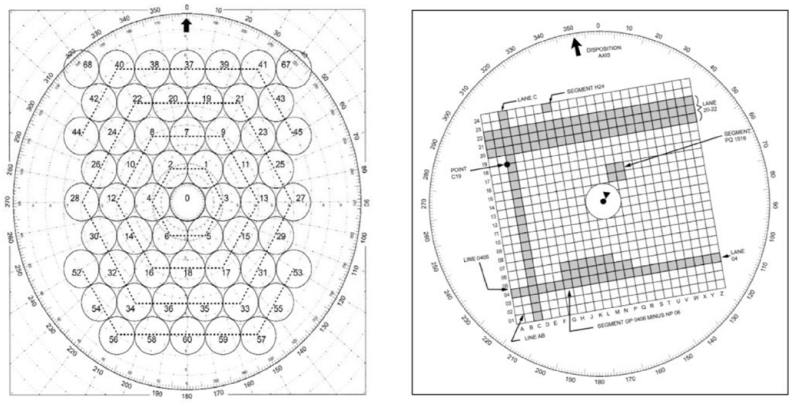
Esta percepción, adicionalmente, resalta la importancia de una defensa en capas, donde cada sistema de defensa tiene la oportunidad de interceptar el ASCM en diferentes fases de su aproximación. En este sentido, el concepto de "Distributed Maritime Operations" (DMO) amplifica dichas capacidades al dispersar geográficamente las unidades navales, complicando la detección del adversario y al mismo tiempo, concentrando los efectos de fuego mediante redes resilientes y multidominio.

Esta idea se articula con el pensamiento de Julian Corbett, quien sostuvo que una fuerza naval resulta más efectiva cuando no actúa como "un cuerpo homogéneo, sino como un organismo compuesto controlado desde un centro común y lo suficientemente elástico para abarcar un amplio espacio sin sacrificar el apoyo mutuo entre sus partes" (citado en Sprance, 2004, p. 3). Este principio, identificado como "*elastic cohesion*", evidencia que la dispersión propia del "Distributed Maritime Operations" (DMO) no constituye una debilidad, sino un equilibrio entre la independencia local de cada unidad y la cohesión agregada de la flota. Bajo esta lógica, la fuerza naval puede operar dispersa, pero mantenerse concentrada dentro del alcance de sensores y armas, lo que no solo incrementa la letalidad de sus fuegos, sino que también dificulta la detección, identificación y clasificación por parte del adversario, aumentando significativamente las probabilidades de supervivencia en escenarios contemporáneos de combate naval.

Un claro ejemplo, es la **formación 2W**, concebida como una disposición táctica orientada a la flexibilidad en el despliegue de una fuerza naval. Más que una geometría rígida, representa una disposición dinámica de fuerzas que permite distribuir a las unidades navales sin revelar algún patrón de formación, garantizando cobertura simultánea en vigilancia y defensa, así como la posibilidad de concentrar el poder de fuego cuando la situación lo requiera. Esta formación facilita la maniobra, permitiendo que las plataformas de superficie puedan reagruparse sin perder cohesión, lo cual proporciona un equilibrio entre amplitud y profundidad del control del espacio marítimo y capacidad de respuesta inmediata frente a amenazas aéreas, de superficie o submarinas. Mientras que, la **formación 4W** amplía el concepto de elasticidad táctica al incorporar un despliegue en una gran grilla, empelando también el concepto "kill boxes." Mencionada formación en relación a la formación 2W, incrementa la dispersión controlada de la fuerza y eleva la cobertura de sensores y armas. Esta configuración otorga mayor resiliencia frente a ataques multidominio, pues distribuye las unidades de manera que cada una mantenga independencia local y, al mismo tiempo, cohesión dentro del alcance de sensores y armas de la fuerza naval.

En este sentido, como se observa en la Figura 6, las formaciones **2W y 4W** constituyen la noción del "elastic cohesion", en su **formación flexible de operar**, en las que la elasticidad táctica se establece como principio esencial para sostener la iniciativa en entornos de combate caracterizados por elevada incertidumbre y amenazas multidominio. Ambas disposiciones se articulan con un "centro geométrico", zulú zulú (N13), que establece la orientación de la formación a partir del eje de la amenaza, asegurando que el despliegue no sea aleatorio, sino guiado por un criterio operacional definido. De esta manera, la fuerza naval no solo se dispersa con flexibilidad, sino que lo hace de manera deliberada, optimizando la letalidad de sus fuegos, incrementando la complejidad de detección e identificación por parte del adversario y manteniendo la capacidad de maniobra decisiva frente a un espectro creciente y cambiante de riesgos en el dominio marítimo. (NATO, 2021).

Figura 6
Del despliegue rígido a la elasticidad táctica: formaciones 2W y 4W



Fuente. NATO Standardization Office. (2021). Allied Tactical Publication ATP-01, Vol. II (Ed. I): Naval tactical instructions and procedures (NATO Unclassified).

De forma paralela al análisis de la susceptibilidad, vulnerabilidad y capacidad de recuperación de las plataformas de superficie frente a amenazas de misiles de crucero antibuque, resulta indispensable la preparación mental de los comandantes. Más allá de la tecnología disponible, su entrenamiento y experiencia en posiciones previas como TAO (Tactical Action Officer) o PWO (Principal Warfare Officer) son tan determinantes como contar con radares avanzados o sistemas de armas modernos. Ello se debe a que, como señala Benson (2019), "las operaciones en el mar son implacables e intransigentes, y requieren habilidades de decisión e instintos que estén a la altura del entorno y del adversario."

En ese sentido, la dimensión cognitiva se configura como un pilar de la supervivencia, dado que la velocidad y la claridad de juicio son tan determinantes como las capacidades propias de la plataforma. En concordancia con esta perspectiva, Clausewitz mencionaba que "el propósito de la teoría es educar la mente del futuro comandante" (Clausewitz, 1976, p. 141), insistiendo que la teoría no prescribe manuales de acción, sino que perfecciona el pensamiento estructurado y crítico de quienes deben decidir bajo presión.

Finalmente, la preparación intelectual, el entrenamiento mental y el dominio doctrinal se constituyen en un complemento insustituible de la arquitectura tecnológica naval, asegurando que la tripulación y sus líderes actúen con coherencia y eficacia durante los segundos decisivos de un ataque con misiles. Al mismo tiempo, resulta imprescindible incorporar el análisis de susceptibilidad, vulnerabilidad y capacidad de recuperación de las plataformas de superficie, factores que determinan no solo la supervivencia inmediata, sino también la continuidad y la efectividad de las operaciones en escenarios de alta intensidad. Solo mediante esta sinergia entre el componente humano, doctrinal y tecnológico, la fuerza naval puede sostener su resiliencia y superioridad en un entorno caracterizado por la velocidad, la incertidumbre y la letalidad del combate contemporáneo.

Conclusiones

La amenaza de los ASCM requiere un enfoque multidimensional, que combine tecnologías de detección, defensa activa y pasiva, y capacidades de recuperación ante daños. Traducido en una **integración táctica** entre la capacidad de **detección (scouting)**, la ejecución de **fuegos** y la **evasión de amenazas**.

La susceptibilidad puede reducirse mediante mejoras en la firma furtiva de las plataformas de superficie. Complementándose con una arquitectura en defensa en profundidad y en defensa en capas, en la que cada sistema LR-SAM, SR-SAM y CIWS, tenga una oportunidad secuencial de neutralizar el misil. Sin embargo, el tiempo de reacción es crítico y muchas veces insuficiente si no se cuenta con detección externa o alerta temprana.

La vulnerabilidad y capacidad de recuperación están estrechamente ligadas a la preparación de la dotación y a los sistemas de control de daños. En este sentido, la supervivencia de la plataforma de superficie no depende únicamente de las medidas de "*hard kill*" y "*soft kill*", sino también de una estructura organizacional robusta y un entrenamiento altamente especializado de la tripulación.

La superioridad en la información, entendida como la capacidad de obtener, procesar y actuar sobre información crítica antes que el adversario, es el factor decisivo en el combate naval moderno. (Cares & Cowden, 2021, p. 112). Donde la posibilidad de **ver sin ser visto, disparar con precisión y evadir el contraataque;** sintetiza las claves para atacar eficazmente primero, lo que refleja la esencia de la ventaja táctica. En este sentido, la información oportuna en función del tiempo y la iniciativa constituyen elementos determinantes para garantizar un ataque contundente y mantener la superioridad en el enfrentamiento. (Hone, 2018, p. 56)

La supervivencia de las plataformas de superficie depende tanto de la tecnología como de la preparación cognitiva de sus comandantes. La integración entre el componente humano, doctrinal y tecnológico, asegura decisiones rápidas y coherentes en los segundos críticos de un ataque, garantizando resiliencia y continuidad operativa en escenarios de alta intensidad.

Referencias

1. Ball, J. (2003). "The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability Analysis and Design".
2. Benson, J. W. (2019, December 23). Prepare for Decision-Making at Sea. U.S. Naval Institute. Recuperado de: https://www.usni.org/magazines/proceedings/2019/december/prepare-decision-making-sea
3. Cares, J. R., & Cowden, A. (2021). Fighting the fleet: Operational art and modern fleet combat. Naval Institute Press.
4. Clausewitz, C. von. (1976). On War (M. Howard & P. Paret, Eds. & Trans.). Princeton University Press. (Original work published 1832).
5. Corbett, Julian. Some Principles of Maritime Strategy. Annapolis: Naval Institute Press, 1994.
6. Hone, T. (2018), Learning War: The Evolution of Fighting Doctrine in the U.S. Navy, 1898–1945. Annapolis: Naval Institute Press.
7. Hughes, W. P., Jr., & Girrier, R. P. (2018). Fleet tactics and naval operations (3rd ed.). Naval Institute Press.
8. Kim, K. S., Hwang, S. Y., & Lee, J. H. (2014). Naval ship's susceptibility assessment by the probabilistic density function. Journal of Computational Design and Engineering, 1(4), 266-271. Recuperado de: https://www.researchgate.net/publication/273791750
9. Kok, S. L. Y. (2012). Naval survivability and susceptibility reduction study—Surface ship (Master's thesis, Naval Postgraduate School). Naval Postgraduate School, Monterey, California.
10. Kumar, R. (1990). Defence of surface ships against anti-ship missiles (Master's thesis, Naval Postgraduate School). Naval Postgraduate School, Monterey, California.
11. NATO Standardization Office. (2021). *Allied Tactical Publication ATP-01, Vol. II (Ed. I): Naval tactical instructions and procedures* (NATO Unclassified).
12. Smith, R. M. (2010). Using Kill-Chain Analysis to Develop Surface Ship CONOPs to Defend Against Anti-Ship Cruise Missiles. (Master's thesis, Naval Postgraduate School). Naval Postgraduate School, Monterey, California.
13. Sprance, W. R. (2004). *How do Mahan's and Corbett's theories on naval warfare apply to the 21st century? Journal of Military and Strategic Studies,* 6(3), 1–21. Recuperado de: https://jmss.org/article/view/57648/43370