



**PROYECTO DE ELEMENTOS ESENCIALES  
DEL BUQUE AUTONOMO (EEBA)  
RETOS CONVOCATORIA 25-26**





## RETO 1: Toma de decisiones autónoma explicable en entornos complejos

<b>Descripción</b>
<p>La navegación autónoma actual depende en gran medida del GPS, lo que la hace vulnerable a interferencias, spoofing y pérdida de señal en entornos costeros o escenarios tácticos. Esta limitación reduce la capacidad operativa en misiones críticas y compromete la seguridad. El reto consiste en desarrollar un sistema que permita posicionar al vehículo sin GPS utilizando visión artificial (procesamiento de imágenes de videocámaras de navegación), datos inerciales y una cartografía náutica, aprovechando referencias visuales de la costa. El impacto esperado es una mayor resiliencia y autonomía en operaciones navales.</p>
<b>Objetivos técnicos y funcionales:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Algoritmo robusto para estimación de posición para vehículo de superficie que no dispone de señal de posicionamiento por GPS. Sólo dispone de sistema inercial, referencias visuales mediante cámaras (incluida vista IR) y cartografía náutica.</li><li>• Integración con cartografía náutica digital.</li><li>• Integración con flujos de video de varias cámaras que cubren 360° el entorno de navegación.</li><li>• Integración con cámara IR tipo PTZ (Pan-Tilt-Zoom) para mejorar la percepción en condiciones adversas</li><li>• Potencialidad de validación en entorno real.</li></ul>

## RETO 2: Fusión de datos y visión táctica compatible

<b>Descripción</b>
<p>Implementar capacidades de IA en un sistema embarcado en un buque autónomo que permita integrar datos de múltiples sensores en tiempo real (imágenes EO/IR, radar, AIS, comunicaciones, sónar, meteorología, etc) para generar una presentación táctica coherente, precisa y contextualizada del entorno marítimo.</p> <p>El sistema debe ofrecer una representación táctica comprensible, tanto para operadores humanos como para otros sistemas automatizados, y ser fácilmente compatible con otras plataformas y nodos de mando.</p>
<b>Objetivos técnicos y funcionales</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Unir la información de todos los sensores: el sistema recopila datos del entorno y los combina para crear una imagen única y coherente del escenario marítimo.</li><li>• Analizar y priorizar la información: agentes de IA evalúan la fiabilidad de cada sensor, detectan anomalías y destacan los elementos más relevantes (otros buques, obstáculos, riesgos).</li><li>• Apoyar la toma de decisiones: el sistema aplica las reglas marítimas (COLREGs) para recomendar maniobras seguras o asistir en la navegación autónoma.</li><li>• Mostrar la situación al operador: una interfaz 2D/3D presenta el entorno con colores, símbolos y niveles de confianza fáciles de entender.</li><li>• Aprender y adaptarse: el sistema registra los eventos y mejora su comportamiento con la experiencia, siempre bajo supervisión.</li><li>• Arquitectura modular basada en MCP servers, que actúen como conectores seguros para cada tipo de tarea, para que los agentes IA colaboren entre sí. Los agentes de IA trabajan como asistentes especializados: uno interpreta imágenes, otro valida datos, otro detecta comportamientos anómalos y otro ayuda a planificar rutas.</li></ul>



## RETO 3: Tecnologías “sense and avoid” para sistemas navales no tripulados

<b>Descripción</b>
<p>La creciente autonomía de los sistemas navales no tripulados plantea la necesidad de dotarlos de capacidades avanzadas de percepción y evitación de obstáculos, tanto fijos como móviles. Actualmente, los barcos autónomos carecen de algoritmos robustos de "sense and avoid" capaces de operar en entornos complejos y dinámicos, donde intervienen otros buques, condiciones meteorológicas cambiantes o limitaciones de visibilidad. Esta carencia limita su despliegue seguro y su integración en misiones conjuntas con unidades tripuladas. El desarrollo de una tecnología nacional de detección y evitación autónoma permitirá incrementar la seguridad operacional, reducir el riesgo de colisiones y optimizar la navegación cooperativa de enjambres de drones marinos. Su impacto esperado en la Armada Española es la mejora de la autonomía táctica y la capacidad de operar en escenarios complejos sin intervención humana continua.</p>
<b>Objetivos técnicos y funcionales:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollo de algoritmos "sense and avoid" para enjambres de drones marinos. Dichos algoritmos se utilizarán para la percepción y planificación de trayectorias basados en datos de sensores (cámaras, radar, LIDAR o combinaciones) que permitan a un barco autónomo detectar y esquivar obstáculos de forma segura.</li><li>• Cumplimiento de normas de navegación COLREGS</li><li>• Operación en entorno multiagente.</li></ul>

## RETO 4: Coordinación inteligente de enjambres robóticos navales

<b>Descripción</b>
<p>La Armada busca reforzar su capacidad de vigilancia y reconocimiento sobre y bajo la superficie en áreas muy extensas, con escenarios cambiantes y, en ocasiones, con comunicaciones degradadas. Hoy por hoy, la coordinación de varios vehículos no tripulados (Unmanned vehicles o UVs) al mismo tiempo (aéreos y/o marinos) resulta compleja: la cobertura es discontinua, la respuesta ante incidencias no es óptima y no existe una herramienta sencilla que permita al personal planificar, supervisar y adaptar la misión de un grupo numeroso de estos sistemas desde el propio buque. Mas aún, no existe una herramienta que permita funcionar a estos UxVs de manera autónoma para completar una misión designada.</p> <p>Se propone desarrollar un prototipo de software (aplicación) que permita controlar y coordinar un enjambre de vehículos no tripulados desplegados desde buque para actuar en una gran extensión de manera autónoma, inteligente y coordinada. La solución permitirá planificar la misión, asignar acciones a cada vehículo y cambiar de modo por plataforma.</p> <p>Mediante un sistema de prioridades cada UV tomará decisiones individuales o en grupo cuando surja una alerta y se repartirán los recursos de forma ordenada y comprensible para el operador. Todo ello se gestionará desde una interfaz sencilla, adecuada para el personal a bordo.</p> <p>Cada decisión o reconfiguración autónoma debe quedar registrada para su revisión posterior por el operador, garantizando trazabilidad y control humano significativo sobre las acciones del enjambre.</p>
<b>Objetivos técnicos y funcionales:</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Desarrollo de inteligencia distribuida para coordinar enjambres robóticos navales autónomos de diferente tipología y funcionalidad, clave para la Armada 2050 y el futuro buque inteligente, interoperable y multidominio.</li><li>• Arquitectura basada en interfaces abiertas y protocolos estandarizados, favoreciendo su futura integración con sistemas navales y entornos interoperables OTAN.</li><li>• Arquitecturas de mando y control capaces de gestionar enjambres heterogéneos (manejando asignación de tareas, rutas, replanificación autónoma, resiliencia al fallo).</li><li>• Capacidad de coordinar el despliegue/recuperación (via interfaz e integración) de múltiples UxV desde un buque nodal, y mantener cooperación entre ellas para misiones de vigilancia, escolta, patrulla marítima o perímetros de protección.</li><li>• Alta interoperabilidad con buques tripulados y otros sistemas (hombres, buques, sensores, UAV/UUV) bajo un modelo de “teaming” y “system-of-systems”.</li><li>• Autonomía suficiente para reducir la dependencia de la intervención directa humana, manteniendo la supervisión adecuada (según doctrina de control humano).</li><li>• Toma de decisiones descentralizada e inteligente, siendo cada UV un nodo en sí mismo, capaz de conocer su situación y estado y actuar en base a esta información (ej. Retorno a base en caso de riesgo).</li><li>• Capacidad de actuar en entornos de comunicaciones o sistemas de</li></ul>



- posicionamiento denegados (navegación mediante medios de posicionamiento propios y autónomos).
- Escalabilidad para operar en entornos multidominio y en escenarios complejos (litoral, mar abierto, zona gris, amenazas híbridas).
  - Desarrollo de una solución de coordinación inteligente de enjambres de drones —múltiples plataformas no tripuladas que operen de modo cooperativo bajo mando distribuido y gran autonomía—, integrada en el paradigma del “buque autónomo” y los sistemas de combate naval del futuro.

## RETO 5: Sistemas de generación de energía a bordo

<b>Descripción</b>
<p>Actualmente, la generación de energía en un buque se hace a través de diversas fuentes y medios, como generadores diésel, paneles solares o pilas de combustible y el almacenamiento a través de baterías. En un buque autónomo es crítico alinear el objetivo de la misión con la capacidad energética almacenada y el consumo estimado de los sistemas del buque durante la misma e las condiciones de operación. Es imprescindible que el buque disponga de la energía que necesita en todo momento para los diversos sistemas de a bordo (sensores, comunicaciones, propulsión, computación...), de forma totalmente transparente para esos sistemas, sin tener que recurrir al control remoto para garantizar la autonomía plena del buque. Por medio de un sistema centralizado que incluya Inteligencia Artificial, el buque autónomo podrá predecir la energía requerida a corto y medio plazo, activar o desactivar los sistemas de generación y almacenamiento de energía, apagar sistemas no imprescindibles que consuman más energía de la disponible en caso de ser necesario, y activar el almacenamiento de energía cuando sea factible, en base a diversos parámetros como la energía disponible, el coste de producción, la vida útil de cada módulo de energía, consumos históricos e incluso la huella de carbono.</p>
<b>Objetivos técnicos y funcionales</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Propuesta de uno o varios medios de generación y/o almacenamiento de energía (baterías, pilas de combustible, paneles solares...) que puedan integrarse en un módulo HW/SW del buque para su gestión conjunta. Dicho HW y SW se encargará de obtener de cada módulo de energía la información de cuanta energía se puede suministrar, del estado operativo o no del módulo, y de la capacidad de suministro de energía a corto y medio plazo, para poder optimizar de forma automática el uso de los diversos módulos de energía en cada momento.</li><li>• La arquitectura propuesta se basará en interfaces abiertas y protocolos estandarizados, favoreciendo su futura integración con sistemas navales y entornos interoperables OTAN.</li></ul>

## RETO 6: Gestión inteligente del consumo energético a bordo

<b>Descripción</b>
<p>El proyecto busca avanzar hacia un modelo de buque con capacidades crecientemente autónomas. En este contexto, la gestión energética —tradicionalmente supervisada y comandada por personal a bordo— debe evolucionar hacia sistemas capaces de tomar decisiones de manera automática, segura y eficiente. Actualmente, los sistemas existentes garantizan la operación del buque dentro de parámetros técnicos establecidos, pero dependen en gran medida de la intervención humana, especialmente ante situaciones no programadas.</p>
<b>Objetivos técnicos y funcionales</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Se debe partir de la disponibilidad de un sistema de control base MASTER SCADA, que simula un entorno simplificado de los sistemas eléctricos de un buque. Este SCADA incluye un HMI, un PLC y un gemelo digital básico, permitiendo gestionar cinco vectores energéticos:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Producción: generador asociado a turbina de gas/diésel y conjunto de baterías.</li><li>○ Consumo: propulsión, consumo auxiliar del buque y un sistema de armamento basado en pulso electromagnético.</li></ul></li><li>• Desarrollo de un EMS (Energy Management System) inteligente embarcable, integrado con el MASTER SCADA, capaz de monitorizar consumos en tiempo real, analizar tendencias, predecir demandas y priorizar cargas críticas mediante IA embebida. El objetivo es aportar una capa avanzada de supervisión energética y recomendaciones operativas sin depender de la nube.</li></ul>

## RETO 7: Realidad aumentada/mixta

### Descripción

Los sensores que conforman la conciencia situacional de los buques (radar, Sistemas electroópticos, AIS etc..) son fundamentales no solo para la navegación segura, sino que contribuyen al cumplimiento de las misión y operaciones de vigilancia, detección y señalización de objetivos, apuntamiento de armamento, navegación, protección y salvamento que tienen encomendados los buques de la Armada, operando con frecuencia en condiciones meteorológicas adversa, en zonas de conflicto o escenarios complejos (navegación en puertos congestionados, o situaciones de emergencia).

Actualmente, el uso de estos sistemas tiene limitaciones operativas por las dependencias de su uso de consolas fijas, para cada sensor, y ubicaciones específicas en el buque.

Esta limitación conlleva una conciencia situacional fragmentada y distribuida, que no favorece la toma de decisiones particularmente en situaciones de alta complejidad.

La integración con visores VR/AR y haciendo uso de Realidad Aumentada, permitirá al oficial de puente o guardia, el acceso a la información y control de los sensores, desde un único interfaz, facilitando el uso combinado de la capacidad de conciencia situacional y mejorar la toma de decisiones.

### Objetivos técnicos y funcionales

- Para cumplir con el objetivo del reto se debe desarrollar un software de control de información y de funciones de una cámara electroóptica integrado con un visor VR/AR.
- Con este desarrollo se pretende lograr que el oficial del puente al mando disponga de modos operativos que le permitan por medio de la realidad aumentada acceder a la información sobre:
  - detecciones aéreas o de superficie,
  - geo-localización y rumbo,
  - clasificación por medio de IA, obtenida de los sensores optrónicos de abordaje y representarlos como overlay sobre la imagen real.
- A través de un interfaz, el usuario podrá marcar un objetivo para dirigir el sensor al punto en cuestión, sobreponer la imagen obtenida, activar zoom, el telemetro para obtener la distancia o hacer un seguimiento.

## RETO 8: PNT (Positioning, Navigation and Timing)

Descripción
<p>Sistema PNT cooperativo, resiliente y de bajo coste para guiado en corto alcance de plataformas menores desplegadas desde buque en entornos GNSS degradados.</p> <p>La evolución de las capacidades de Guerra Electrónica (EW/ECM) en escenarios navales y litorales está degradando de forma creciente la disponibilidad, integridad y fiabilidad de los sistemas GNSS convencionales. Esta situación impacta de forma crítica en el empleo de plataformas de bajo coste y carácter sacrificable (Unmanned Aircraft System-UAS Small/Mini/Micro, USV- Unmanned Surface Vehicle ligeros, Rigid Hull Inflatable Boats-RHIBs, sensores desplegados), donde el coste del sistema PNT puede superar al de la propia plataforma. Estas plataformas operan típicamente:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• En corto y medio alcance respecto a su plataforma madre (buque).</li> <li>• Dentro de redes de comunicaciones tácticas existentes.</li> <li>• En escenarios donde la resiliencia y la disponibilidad priman frente a la precisión absoluta.</li> </ul> <p>El reto se centra en definir y validar un sistema PNT- Positioning, Navigation and Timing alternativo o complementario a GNSS, basado en tecnologías europeas, de bajo coste, escalable y aplicable a plataformas marítimas y aéreas, con potencial extensión futura a otros dominios como línea evolutiva.</p>
Objetivos técnicos y funcionales
<p>La solución propuesta deberá aportar en la actividad de / permitir:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Posicionamiento y guiado en corto alcance para plataformas menores desplegadas desde buque, con capacidad de operación en modo GNSS degradado o GNSS no disponible y degradación controlada.</li> <li>• Uso de enlaces de comunicaciones existentes (radios tácticas, enlaces IP) y consideración de enlaces emergentes (4G/5G privados) para intercambio de medidas y/o sincronización.</li> <li>• Arquitectura cooperativa y distribuida, con posibilidad de: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Procesamiento deslocalizado (base/buque) y/o local (plataforma).</li> <li>○ Nodos de referencia fijos y/o móviles (en buque y/o plataformas).</li> </ul> </li> <li>• La solución de posicionamiento (P) aportada podrá basarse en una o varias aproximaciones (no excluyentes): <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Ranging tipo DME- Distance Measuring Equipment y estimación de acimut mediante goniometría, antenas directivas o interferometría.</li> <li>○ Uso de señales digitales/5G o señales de oportunidad en redes donde no existe control exhaustivo de emisiones.</li> <li>○ Empleo de balizas (fijas o desplegadas) para localización.</li> </ul> </li> <li>• SWaP-C (Size, Weight, Power and Cost) compatible con plataformas attritable (de pérdida asumible): coste unitario reducido, baja masa/volumen y consumo contenido.</li> <li>• Escalabilidad multi-nodo, permitiendo el despliegue simultáneo de múltiples plataformas menores sin incremento exponencial de complejidad</li> <li>• Integrabilidad con el ecosistema naval: interfaces con el sistema de mando y control, y con sistemas de guiado/autopiloto o misión de las plataformas.</li> </ul>

## RETO 9: Autopistas de la Información

### Descripción

El creciente uso de plataformas navales autónomas requiere comunicaciones seguras, resilientes y de largo alcance. Las redes 5G ofrecen alta capacidad y baja latencia, pero su cobertura es limitada en mar abierto; por otro lado, los enlaces satelitales proporcionan alcance global con restricciones de ancho de banda y latencia elevada.

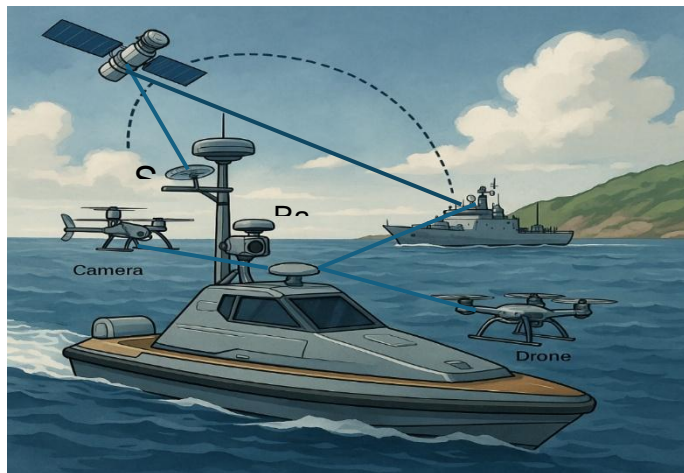
El reto consiste en desarrollar una arquitectura híbrida 5G–Satélite embarcada que permita crear “burbujas de conectividad” locales para sensores, drones y sistemas a bordo, con enlace satelital de respaldo hacia buques nodriza o centros de control, con tecnología española.

Esta solución reforzará la autonomía operativa, la seguridad de las comunicaciones y la interoperabilidad entre plataformas, contribuyendo a la transformación digital y a la superioridad informacional de la Armada.

### Objetivos técnicos y funcionales

Para cumplir con el objetivo del reto se pretende:

- Desarrollar y validar una arquitectura híbrida de comunicaciones 5G–Satélite embarcada, capaz de mantener conectividad continua entre buques autónomos, sensores, drones y centros de control.
- Optimizar el tráfico de señalización del stack 5G para operar eficientemente sobre enlaces satelitales de banda estrecha y baja latencia, integrando módulos ligeros y escalables aptos para plataformas de pequeño porte.
- Conectividad resiliente
- Interoperabilidad con sistemas C2 (comando y control) navales
- Operación segura más allá de la línea de visión.



## RETO 10: Fotónica

Descripción
<p>Los sistemas de comunicaciones a bordo de los buques actuales, tanto en plataformas tripuladas como en desarrollos incipientes de buques autónomos, dependen mayoritariamente de infraestructuras cableadas de fibra óptica y enlaces inalámbricos de radiofrecuencia (RF). Estas tecnologías presentan varias limitaciones críticas en este tipo de entornos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Hiperconectividad</u>: Alta complejidad estructural aumentando costes de despliegue y mantenimiento de redes, especialmente en buques con gran densidad de sensores y sistemas que requieren estar conectados entre sí, y trabajar compartiendo datos a muy alta velocidad y con baja latencia.</li><li>• <u>Vulnerabilidad electromagnética y congestión del espectro de RF</u>: Alto riesgo de interferencias en entornos con alta concentración de equipos o durante operaciones en escenarios electromagnéticamente disputados. Saturación del espectro de RF conforme las operaciones son más complejas, especialmente en operaciones conjuntas o entornos costeros.</li><li>• <u>Limitaciones en redes internas</u>: Las infraestructuras basadas en cable presentan restricciones de ancho de banda, peso y resistencia ambiental.</li><li>• <u>Falta de escalabilidad tecnológica</u>: Las plataformas navales requieren actualizaciones frecuentes, pero las redes actuales dificultan la integración modular.</li></ul> <p>Las comunicaciones ópticas inalámbricas representan una tecnología estratégica para modernizar las capacidades de defensa en el entorno naval proporcionando soluciones a todos los desafíos mencionados. Ofrecen soluciones eficaces en términos de seguridad, rendimiento y adaptabilidad. Por todo ello, en este proyecto se propone el desarrollo de terminales compactos y ligeros para la implementación de enlaces de comunicaciones ópticas inalámbricas internas al buque o externas con otros buques o plataformas en el mismo o en otros dominios. Se contempla, a su vez, una línea de proyecto estructurada en varias fases, en las cuales la tecnología experimentará una evolución progresiva, con mejoras en el alcance y velocidad de dichos terminales.</p>
Objetivos técnicos y funcionales
<ul style="list-style-type: none"><li>• Link punto a punto de comunicaciones ópticas inalámbricas que emplee terminales FSOC integrados y de bajo SWaP (Size, Weight and Power), aptos para comunicaciones intra-buque con alcances del orden de cientos de metros y velocidades de transmisión de varios Gbps.</li></ul>

## RETO 11: Gemelo Digital

### Descripción

El presente proyecto propone el desarrollo de un gemelo digital inteligente a nivel TRL6 para un buque ficticio. Dado que el futuro buque autónomo no existe en la actualidad, en este proyecto se trabajará con la idea un buque ficticio compuesto de varios sistemas que se puedan encontrar en la actualidad.

Igual que el buque real se compone de los diferentes subsistemas a bordo; el gemelo digital de un buque se compone a su vez de los diferentes gemelos digitales de sus subsistemas. Sin embargo, los suministradores pueden no disponer de modelos que representen sus sistemas o son reacios a compartir información sensible de ellos. En este reto, se propone:

1. El desarrollo de modelos subrogados basados en redes neuronales que permitan aprender a partir de los datos de operación de los subsistemas. Estos modelos se desarrollarán sobre la base de un modelo matemático que permita aproximar la física del sistema. Sobre este modelo, se entrenará un modelo de IA que aprenda los residuos con respecto a los datos de funcionamiento reales. De esta manera se preserva la privacidad de los datos más sensibles y se mejora la velocidad de ejecución del modelo combinado.
2. La integración de los diferentes modelos generados en un gemelo digital global. Para que el gemelo digital sea funcional, es necesaria una ontología que permita relacionar los componentes a bordo y obtener causas y efectos en la simulación conjunta. No se trata de generar una plataforma con sistemas aislados sino de un verdadero gemelo digital operativo del buque.

El gemelo resultante permitirá demostrar su utilidad en los siguientes casos de uso:

- Representar en tiempo real el estado físico, funcional y operativo del buque.
- Predecir fallos y estimar vida útil remanente (RUL).
- Detectar anomalías.
- Simular escenarios tácticos, de operación y de mantenimiento.
- Contribuir a la operación del futuro buque autónomo de la Armada.

### Objetivos técnicos y funcionales

- Ingesta y sincronización de datos multisistema provenientes de diferentes plataformas y sensores.
- Generación de modelos de IA subrogados que aprendan la física y el comportamiento de los sistemas del buque a partir de datos reales, preservando la confidencialidad.
- Integración de los gemelos digitales de los subsistemas en un único gemelo mediante el uso de una ontología.
- Predicción de fallos, cálculo de RUL y detección de anomalías mediante IA.
- Simulación “what-if” para mantenimiento, operación y planificación táctica.

## RETO 12: Nube de Combate

<b>Descripción</b>
<p>La integración de activos autónomos en la Nube de Combate actual presenta desafíos críticos en interoperabilidad, latencia y seguridad. Estos sistemas deben funcionar como nodos activos inteligentes en redes tácticas distribuidas, requiriendo:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Capacidad de procesamiento edge para datos sensoriales y de inteligencia (ISR) así como de estado y recomendaciones estratégicas.</li><li>• Inter-operabilidad con plataformas navales, aéreas, terrestres, espaciales e inteligencia.</li><li>• Integración de forma autónoma y segura en redes militares descentralizadas.</li><li>• Escalabilidad ante la necesidad de ir integrando una mayor disponibilidad de activos y plataformas tripuladas y no tripuladas.</li></ul> <p>El reto busca desarrollar una arquitectura de nube de combate distribuida que permita a los buques autónomos participar como elementos de pleno derecho en el ecosistema operativo conjunto que dispone de diferentes entidades de defensa y sus activos.</p>
<b>Objetivos técnicos y funcionales</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Plataforma de computación edge para procesamiento ISR embarcado y otros datos e información operacional</li><li>• Sistema de sincronización federada entre nodos tácticos</li><li>• Mecanismos de tolerancia a desconexión y resincronización autónoma</li><li>• IA Multinivel</li><li>• Desarrollo de Arquitectura de Agentes</li></ul>



## RETO 13 Automatización de ataques defensivos y Sistemas de detección adaptativos

### Descripción

Desarrollo de un sistema integrado en buques autónomos capaz de detectar, categorizar y responder de forma autónoma ante ciberataques y acciones de guerra electrónica (EW) y NAVWAR, asegurando la misión y la seguridad de los sistemas críticos del buque. El sistema permitirá compartir información sobre amenazas y coordinar respuestas defensivas colaborativas entre nodos de la nube de combate, utilizando monitorización multisensor y aprendizaje continuo seguro.

El sistema propuesto debe mejorar la autonomía operativa, reduce la carga de decisión humana en entornos congestionados (con multitud de objetivos y amenazas) y degradados y facilita operaciones en áreas de alta amenaza electrónica, incrementando la capacidad de disuasión y la supervivencia del activo

### Objetivos técnicos y funcionales

- Detección de ataques ciber-electromagnéticos sobre sistemas IT (tecnología de la información) y OT (tecnología operacional) del buque.
- Identificación y clasificación de señales de amenaza y respuesta automatizada según el riesgo.
- Detección y clasificación de fuentes de jamming, spoofing y meaconing sobre sistemas PNT GNSS y conectividad a la nube de combate.
- Aprendizaje continuo seguro en el borde, agregación/cooperación entre plataformas sin exponer datos sensibles.
- Seguridad y auditabilidad: actualizaciones verificables, privacidad de datos y resistencia a envenenamiento de modelos.