

En profundidad

Programa FAVENTAN. El reto de integrar vehículos no tripulados en las operaciones navales

Autoras: Ana Pulido Reyes, María del Mar Gamero Carretero, Navantia.

Palabras clave: I+D, USV, SCOMBA, UxV.

Líneas I+D+i ETID relacionadas: 2.5.1, 6.3.1, 6.3.2, 6.4.2, 11.1.1.

Introducción

El proyecto Funciones Avanzadas para Vehículos No Tripulados en el Ámbito Naval (FAVENTAN) fue seleccionado en 2019 por la Dirección General de Armamento y Material (DGAM) del Ministerio de Defensa, en el marco del programa COINCIDENTE, que incentiva la Cooperación en Investigación

Científica y Desarrollo de Tecnologías Estratégicas mediante un proceso de selección y contratación de proyectos I+D de interés para Defensa.

En este ámbito, el proyecto FAVENTAN promueve el avance tecnológico en la implantación de los sistemas no tripulados en la Armada española, como factor multiplicador de sus capacidades operativas. En concreto, se acometen desarrollos específicos sobre el uso del vehículo de superficie no tripulado (USV, por sus siglas en inglés), que es una embarcación que puede realizar misiones sin tripulación a bordo, aprovechando la ventaja de este tipo de plataformas para equiparlas con multitud de sensores y actuadores y como base operativa de otros vehículos no tripulados, aéreos (UAV) o subacuáticos (UUV).

Precedentes

El punto de partida para la propuesta del programa FAVENTAN fueron los desarrollos previos acometidos por la empresa Navantia en diferentes

programas relacionados con vehículos no tripulados, entre los que cabe destacar los siguientes, en orden cronológico:

Buques cazaminas para la Armada española

En estos buques se llevó a cabo la integración de dos tipos de vehículos submarinos no tripulados, operados remotamente desde el Sistema de Mando y Control de las operaciones de caza de minas. Otra singularidad de estos buques fue la de disponer de un avanzado Sistema de Control de Posicionamiento y Maniobra, con capacidad de mantenimiento de la posición, que resulta un sistema fundamental en la automatización de los vehículos no tripulados.

Programa SIRAMICOR [1] para el Ministerio de Defensa

El Sistema de Rastreo de Minas de Influencia por Control Remoto (SIRAMICOR) [1] consistió en la definición conceptual de detalle de un

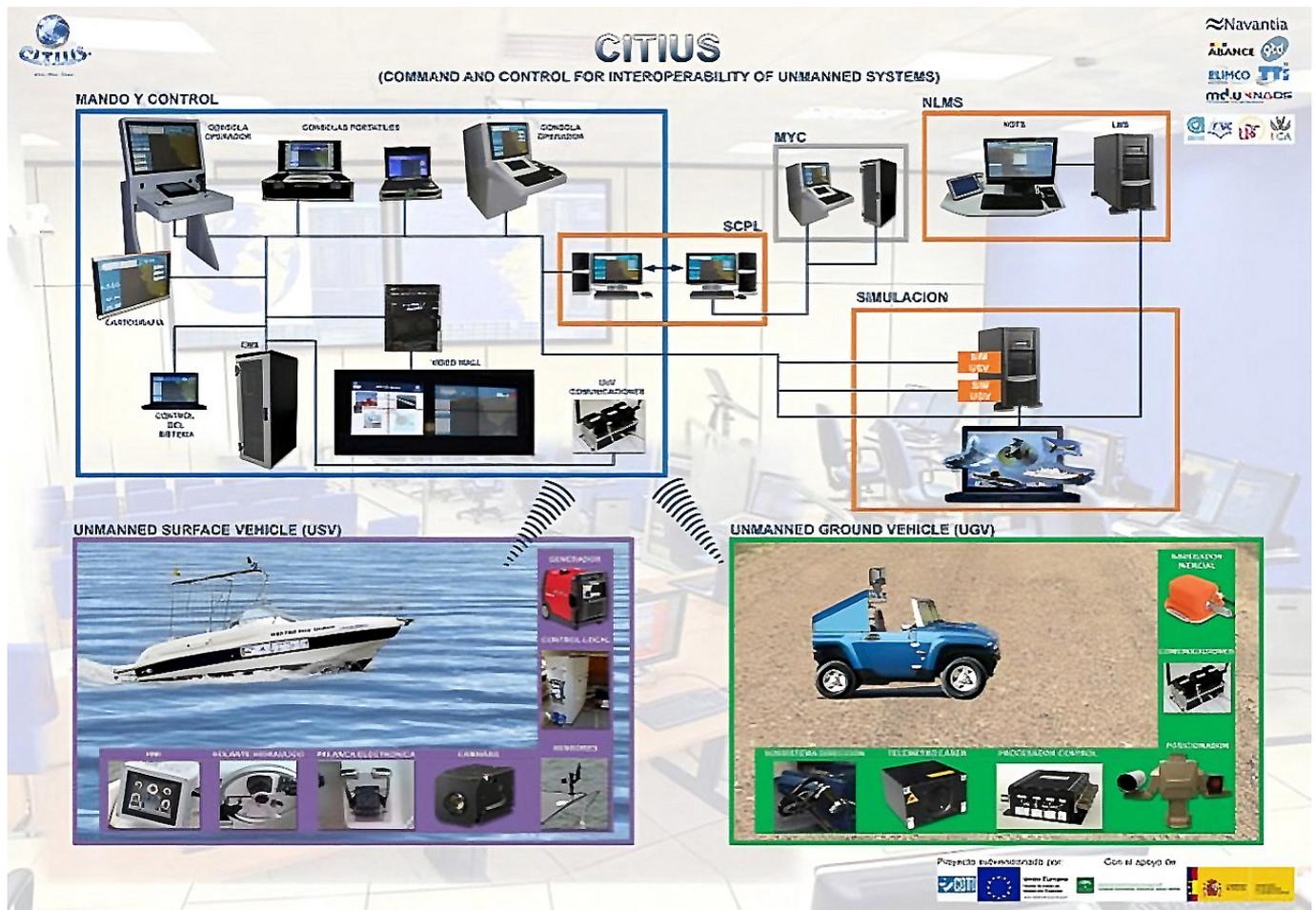


Figura 1. Proyecto I+D CITIUS (fuente: Navantia)

En profundidad

sistema de rastreo de minas mediante un USV capaz de remolcar una rastra multi-influencia.

Proyecto ADAM

En esta ocasión se profundizó en el análisis de estrategias de control de la navegación autónoma, mediante el desarrollo de algoritmos para la gestión autónoma de la maniobra de los vehículos no tripulados.

Programa CITIUS

Cuyo objetivo era desarrollar nuevas capacidades de mando y control para

USV Vendaval

Como parte del suministro de un Sistema de Vigilancia y Control Medioambiental para el Puerto de Ceuta, Navantia desarrolló el USV Vendaval: primer USV comercial en servicio en aguas nacionales y primero de una nueva línea de productos, bautizada como Viento.

Este USV puede ser operado en distintos modos: teleoperado, semiautónomo y autónomo. La navegación autónoma se apoya principalmente en dos sistemas: el Sistema de Detección y Evitación de Obstáculos

Programa FAVENTAN: enfoque

El programa FAVENTAN tuvo como propósito abordar el cumplimiento de dos objetivos principales:

- Integración de un USV en el Sistema de Gestión de Combate de los buques de nueva generación de la Armada española, denominado SCOMBA (CMS es el término genérico en inglés: *Combat Management System*).
- Desarrollo y demostración de capacidades avanzadas de operación de un USV para misiones militares.



Figura 2. USV Vendaval (fuente: Navantia)

la interoperabilidad universal con sistemas no tripulados (autónomos y/o teleoperados), planteando una arquitectura de vanguardia para escenarios de operación complejos, coexistiendo simultáneamente vehículos tripulados, no tripulados y plataformas nodrizas, en todos los segmentos (aéreo, terrestre, marino de superficie y submarino). El proyecto culminó con éxito con la ejecución de pruebas finales en entorno real.

(COAS, por sus siglas en inglés) y el Sistema de Guiado. Para el control y la monitorización remota, se dispone de una estación de control base que puede ubicarse en tierra o en otro emplazamiento como puede ser un buque nodriza.

El USV Vendaval está diseñado para realizar misiones de vigilancia y seguridad portuaria, así como control medioambiental.

Se ha tratado, por lo tanto, de un proyecto que tiene como objetivo avanzar en el concepto de operación (CONOPS) sobre el uso del USV en las operaciones navales, en un contexto tecnológico que no cesa de poner de manifiesto la relevancia de los vehículos no tripulados como apoyo a la Fuerza Naval, en su rol de sensores y actuadores capaces de proporcionar información y actuar más allá del alcance convencional, con la ventaja

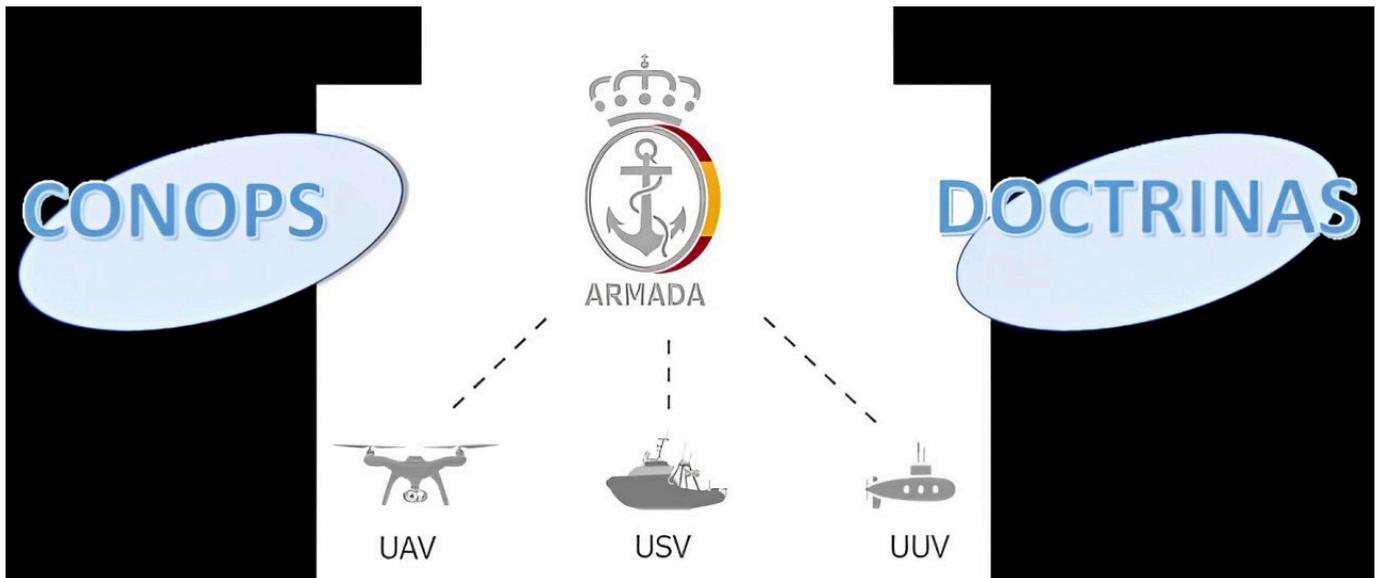


Figura 3. Implantación de UxVs en la Fuerza Naval (fuente: Navantia)

de minimizar riesgos personales y materiales, entre otros beneficios.

La validación del programa FAVENTAN se planteó en dos fases: una primera validación del proyecto en un entorno de simulación en tierra (LBTS, *Land Based Test Site*), y una demostración posterior pasando un protocolo de pruebas en un entorno real de operación.

Los desarrollos de FAVENTAN se centraron en las siguientes actividades:

- Adaptación del *software* (SW, en adelante) de control del USV a nuevas capacidades de operación, definidas para misiones militares. Los sistemas afectados son, principalmente, el Sistema de Control de Posicionamiento y Maniobra (SCPM) y el Sistema de Evitación de Obstáculos (COAS).
- Integración en SCOMBA del sistema USV, tanto los datos cinemáticos y de estado de la embarcación como los datos recibidos de los sensores del USV (información de trazas radar y AIS). Dotando a su vez a SCOMBA de la capacidad de enviar misiones al USV y monitorizarlas.
- Integración del USV en el gemelo digital, en entorno 4.0, de manera que se proporcione la información y alarmas de los principales elementos del sistema.
- Pruebas de validación en entorno de desarrollo en tierra (LBTS) y en entorno real.

Programa FAVENTAN: desarrollo

FAVENTAN arrancó en diciembre de 2019, y culminó con las pruebas finales en noviembre de 2022.

El desarrollo de las funcionalidades del proyecto FAVENTAN tuvo como punto de partida el SW para el USV Vendaval, y no solo eso, sino que estas nuevas capacidades se integraron y se validaron en dicho USV propiedad de la Autoridad Portuaria de Ceuta, con la que Navantia estableció un acuerdo de colaboración para tal fin. De este modo se desarrolló una nueva versión del SW del USV Vendaval, que se instaló en este USV para la ejecución de las pruebas de validación de FAVENTAN. El USV Vendaval fue, por lo tanto, plataforma real de pruebas del programa.

Se detallan a continuación las principales actividades del proyecto.

Nuevas capacidades de operación

Dentro del proyecto FAVENTAN el SW de control del USV implementó las siguientes nuevas funcionalidades:

- Misión ciega militar.
- Modo MOB (búsqueda de hombre al agua).
- Misiones predefinidas.
- Punteo de combate o de seguridad.
- Posibilidad de pausas/reanudar misiones.
- Cálculo de rumbo favorable.

- Adaptaciones del sistema de evitación y de guiado.
- Algoritmos alternativos y complementarios para el estimador de datos de navegación.

Integración del USV en SCOMBA

El sistema SCOMBA ha sido desarrollado por Navantia y tiene como finalidad principal ser el núcleo común de los sistemas de combate en los buques de la Armada española. Es un sistema que, gracias al diseño de su arquitectura, ha ido evolucionando conforme a las adaptaciones requeridas para diferentes configuraciones de buques y necesidades del cliente.

En el programa FAVENTAN se estudió y se documentó, por primera vez, el concepto de integración de un USV en el sistema SCOMBA, según la metodología establecida para el desarrollo del Sistema de Combate de la Armada, considerando al USV como un sensor local del buque. Esta integración requirió, asimismo, cambios en el propio SW de SCOMBA, para lo que se desarrolló una nueva versión de SCOMBA que permitiera probar dicha integración.

El concepto de integración del USV en Scomba se planteó en el marco de FAVENTAN sobre las siguientes premisas:

- El USV como sistema de sistemas, que recibe información de sensores (tales como radar, AIS,

En profundidad

cámaras, etc.) que puede reportarse a SCOMBA, además de los datos de estado de la propia embarcación.

- El HW de SCOMBA no se vería modificado por esta integración, que se llevaría a cabo mediante una interfaz con el puesto de control remoto del USV, definiéndose en esta interfaz tanto los mensajes como el protocolo de conexión y de operación.
- SCOMBA enviaría misiones al USV para su ejecución, tales como: seguimiento de *waypoints*, vuelta a casa, hombre al agua y *click & go*.
- En la interfaz gráfica de SCOMBA se presentaría el USV y serían accesibles los datos recibidos del vehículo.
- En la interfaz gráfica de SCOMBA también se presentarían las trazas radar y los contactos AIS del USV, que además serían integrados en la base de datos del sistema de combate.

Integración en el gemelo digital en entorno 4.0

Se detalla el modelo dinámico de USV bajo el concepto de gemelo digital, así como la integración en el mismo de los sistemas esenciales de la embarcación (sensores y actuadores).

Pruebas de validación en entorno de desarrollo

Las pruebas de validación en tierra, en un entorno simulado, fueron realizadas con éxito en las instalaciones de

Navantia Sistemas en San Fernando durante abril de 2022. Estas pruebas permitieron comprobar las nuevas capacidades de operación del USV, así como validar el desarrollo realizado en SCOMBA sobre la última versión cualificada de dicho Sistema, que incluye la capacidad de integración con el Sistema USV.

Pruebas de validación en entorno real

Estas pruebas se agruparon en dos subconjuntos y se realizaron de la siguiente forma:

- Pruebas de integración del USV Vendaval con SCOMBA
Si bien el contrato FAVENTAN recogía para estas pruebas la utilización de una consola SCOMBA en el LBTS, en tierra, y el USV Vendaval navegando, finalmente estas pruebas se realizaron en un escenario real, con el Sistema SCOMBA del Buque de Acción Marítima (BAM) Audaz y el USV Vendaval, ambos navegando. En este escenario, el puesto de control remoto del USV Vendaval se embarcó en el propio BAM, desde donde el USV fue comandado en remoto y monitorizado. Estas pruebas fueron realizadas durante el mes de junio de 2022, aprovechando la concurrencia con unas pruebas previas a la participación del buque BAM y del USV Vendaval en los ejercicios *Dynamic Messenger* de la OTAN.

- Pruebas de validación de nuevas capacidades del USV

El resto de las pruebas en entorno real, para validación de las nuevas capacidades autónomas del USV, fueron realizadas a finales de noviembre de 2022 en la Autoridad Portuaria de Ceuta, donde opera habitualmente el USV Vendaval. Este entorno de pruebas permitió validar los nuevos desarrollos, haciendo uso de la infraestructura del puerto: USV, torre de control donde se ubica el puesto de control remoto, así como un escenario diverso que incluía costa, tráfico marítimo y condiciones favorables al abrigo del puerto. También se contó con una embarcación auxiliar para las pruebas que requerían determinadas condiciones de riesgo de colisión.

En esta fase de pruebas fue fundamental la colaboración de la autoridad portuaria de Ceuta, gracias a la cual se dispuso de este entorno real y controlado para la validación. Con este último hito se terminó de cumplir con lo recogido en el Pliego de Prescripciones Técnicas del Contrato, finalizando con ello el programa I+D FAVENTAN.

FAVENTAN en los ejercicios de la OTAN

Gracias a las funcionalidades desarrolladas dentro del programa



Figura 4. Pruebas de integración de USV con SCOMBA en entorno real (fuente: Navantia)

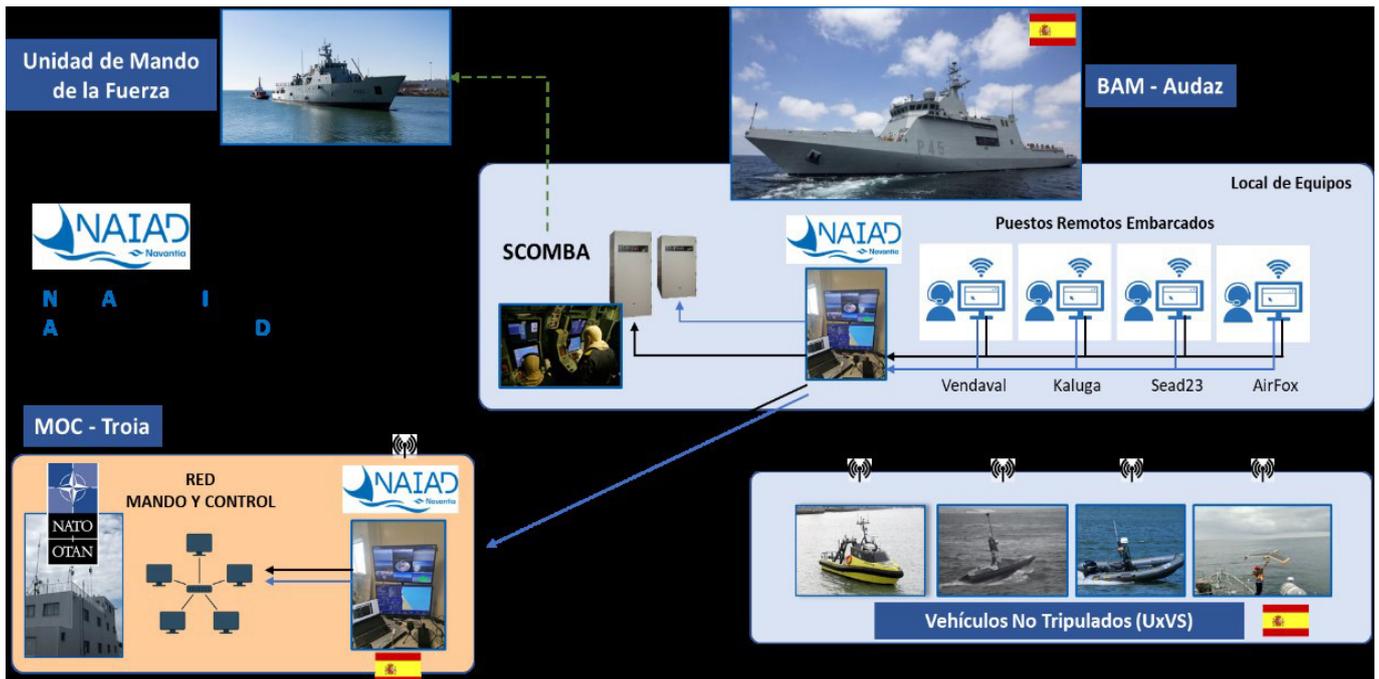


Figura 5. Esquema de integración de UxVs en DYMS22 (fuente: Navantia)

FAVENTAN fue posible la integración de otros vehículos no tripulados en el sistema de combate SCOMBA, en el marco de la participación de la Armada española en los ejercicios *Dynamic Messenger* (DYMS) de la OTAN en Portugal, durante el mes de septiembre de 2022 (DYMS22) [2] y en el mismo mes de 2023 (DYMS23) [3].

Para estos ejercicios, los desarrollos de FAVENTAN se ampliaron para permitir la integración de otros vehículos UxV, dando como resultado el sistema NAIAD, un sistema abierto y flexible para la integración de varios vehículos no tripulados, orientado a misiones y a la integración con sistemas de mando y control externos (CMS o C2).

En los ejercicios DYMS22 tan solo tres naciones fueron capaces de integrar sus UxVs en el sistema de combate: EE. UU., R. U. y España. Reconociéndose en un foro internacional de la OTAN (*Maritime Unmanned Systems Initiative*, MUSI) el ejemplo de España, que, en un corto período de tiempo, ha conseguido alinearse a la perfección con los objetivos perseguidos en el MUSI, al avanzar de manera decidida en la integración de los UxV en el sistema de combate.

El propio comandante del BAM Audaz destacó, en una conferencia del EMA, la integración de los UxV en el sistema de combate como el auténtico *game changer* a la hora de emplear los UxV en las operaciones navales.

Está previsto que los desarrollos de FAVENTAN y DYMS queden recogidos en futuras versiones oficiales de SCOMBA. Además, estos avances posicionan a España como referente en el proceso de estandarización de mando y control de sistemas no tripulados, al respecto de los protocolos OTAN que se están definiendo en estos momentos.

Conclusiones del programa FAVENTAN

Con carácter general, la consecución de todos los retos y objetivos planteados en el programa FAVENTAN ha supuesto abordar con éxito nuevas capacidades para avanzar en el desarrollo e integración de vehículos no tripulados, en un escenario internacional de nuevas oportunidades en el ámbito de la digitalización, automatización y robotización aplicados a los sistemas navales.

Además, las pruebas realizadas, especialmente las que se han desarrollado en entorno real, han permitido a la Armada española comenzar

a definir el CONOPS y las doctrinas para el uso de los UxV en las misiones militares, planteando escenarios, cuestiones operativas y posibles funcionalidades futuras, desde la perspectiva de posicionarse en la vanguardia tecnológica.

Referencias

- [1] Díaz, J. C. (2009). Aplicación de los USV al rastreo de minas: Siramicor. *Boletín de Observación Tecnológica en Defensa*. Madrid, Ministerio de Defensa. 24, tercer trimestre de 2009, pp. 14-19.
- [2] *El BAM «Audaz» comienza su participación en el ejercicio «Dynamic Messenger 2022» de la OTAN* [en línea]. (2022). Madrid, Ministerio de Defensa. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenosnoticias/prefLang-es/00noticias--2022--09--NW-093-AUDAZ-es?_selectedNodeId=5191085&_pageAction=selectItem
- [3] *Finalizan los ejercicios DYNAMIC MESSENGER 23* [en línea]. (2023). Madrid, Ministerio de Defensa. [Consulta: 2024]. Disponible en: https://armada.defensa.gob.es/ArmadaPortal/page/Portal/ArmadaEspañola/conocenosnoticias/prefLang-es/00noticias--2023--09--NW-201-FIN-DYNAMIC-es?_selectedNodeId=5817136&_pageAction=selectItem