POR QUÉ LA ARMADA NECESITA UN UUV ANTISUBMARINO

Augusto CONTE DE LOS RÍOS
Máster en Adquisiciones de Sistemas para la Defensa

Introducción

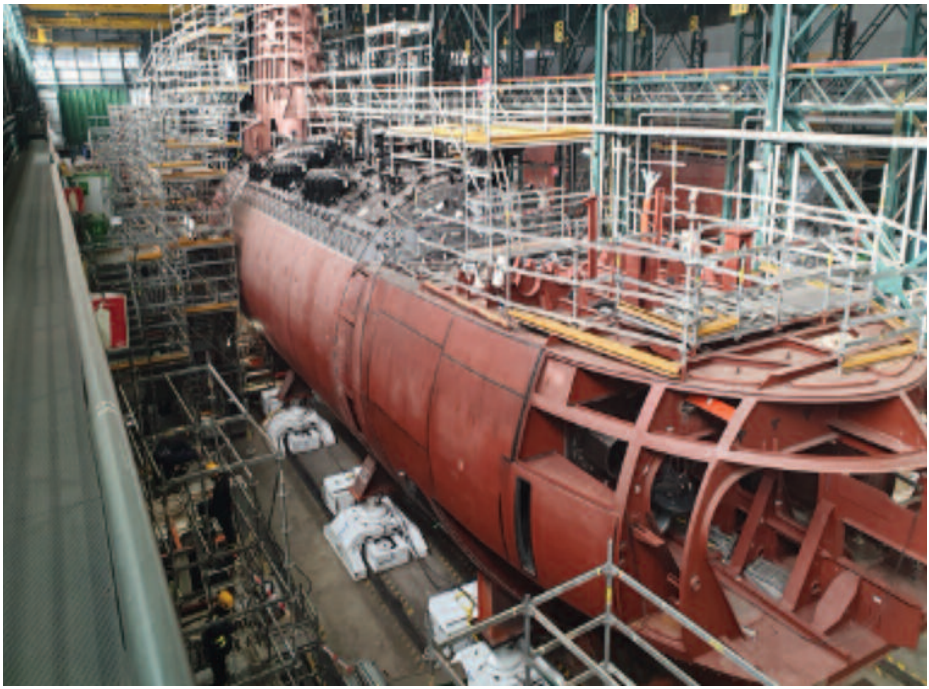
RECIENTEMENTE se ha presentado ante el Congreso de los Estados Unidos el nuevo Nivel de Fuerza FSA (*Force Structure Assessment*), donde se incluye un mayor número de grandes vehículos submarinos no tripulados LUUV (*Large Unmanned Underwater Vehicle*), diseñados por Boeing y Lockheed Martin, para contrarrestar la carrera armamentística china de su Armada del Ejército Popular de Liberación (PLAN).

El objetivo de la Marina de los Estados Unidos es llegar a los 355 buques, y según Ronald O'Rourke, autor del documento (1), se proyecta tener menos unidades grandes, combinando barcos más pequeños —tripulados y no tripulados—, que consiguen reducir costes, con una mayor proporción de vehículos de superficie no tripulados (USV, *Unmanned Surface Vehicle*) y vehículos submarinos no tripulados (UUV, *Unmanned Underwater Vehicle*) (2).

Los chinos han multiplicado por diez el número de submarinos en los últimos años. En relación con esto, también se publicó un artículo muy interesan-

(1) O'ROURKE, R. (17-9-2020): *Navy Force Structure and Shipbuilding Plans* (RL32665). Congressional Research Service. Disponible en: *https://crsreports.congress.gov/product/pdf/RL/RL32665* (consulta 25-9-2020).

(2) ALLEN, Craig & Casey (2018): «20.000 Drones Under the Sea». United States Naval Institute. *Proceedings*, 144(7).



Submarino *S-81* en construcción. (Foto: Navantia).

te de James Holmes, uno de los mayores estrategas navales, sobre la posibilidad de incluir submarinos convencionales en los objetivos de fuerza de EE. UU. al comprobar que China sigue aumentando peligrosamente las unidades de este tipo y que un submarino convencional cuesta cinco veces menos que uno nuclear de ataque (3).

En este artículo se examinará qué sistema debe tener la Armada española para la integración de los nuevos submarinos *S-80* construidos por Navantia y cuya entrega está prevista para 2022 con el primero de la serie, el S-81 *Isaac Peral*.

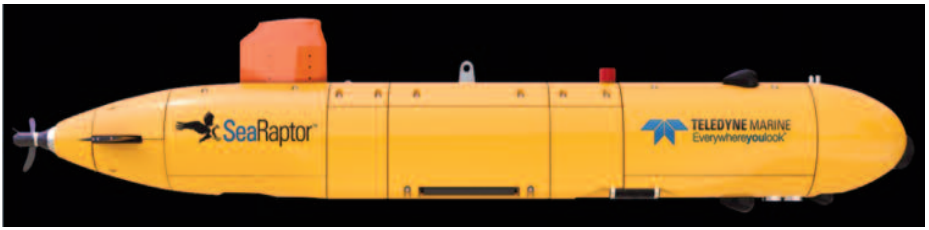
El desarrollo actual de la tecnología va a permitir en un corto plazo de tiempo tener sistemas UUV compatibles con nuestros submarinos. Esto proporcionará una enorme ventaja a nuestros *S-80*, modernas unidades que, al estar dotadas con UUV, podrán realizar misiones aún más sigilosas, atacar u

(3) HOLMES, J. (10-9-2020): «Do Diesel Submarines Have a Future in the US Navy?». *National Interest*. Disponible en: *https://nationalinterest.org/blog/reboot/do-diesel-submarines-have-future-us-navy-168642* (consulta 25-9-2020).

obtener inteligencia de zonas hasta ahora inaccesibles, misiones de vigilancia, reconocimiento e inteligencia (ISR), así como tareas de apoyo a las operaciones especiales con la topografía y detección de barreras de seguridad en aguas hostiles.

El origen de los vehículos submarinos no tripulados

La palabra inglesa *unmanned* se traduce como *vehicles such as spacecraft do not have any people in them and operate automatically or are controlled from a distance*; si le añadimos *underwater* y *vehicle*, llegamos al objeto de este artículo, la búsqueda de un vehículo submarino no tripulado que nos permita trabajar con un arma que pueda servir para múltiples misiones y controlado desde la distancia (4).



Ejemplo de AUV. (Teledyne Marine SeaRaptor).

En los últimos años, la tecnología robótica submarina se ha aplicado en diferentes escenarios, siendo la exploración o la intervención de los fondos marinos la más clásica. Los UUV son capaces de operar debajo del agua sin la necesidad de que un humano ocupe físicamente el vehículo. Se pueden dividir en dos categorías principales: vehículos operados remotamente (ROV, *Remotely Operated Vehicle*) y vehículos submarinos autónomos (AUV, *Autonomous Underwater Vehicle*).

Desde la Primera Guerra Mundial el submarino ha demostrado su valía hasta convertirse en nuestros días en un *capital ship* (5). La llegada de los drones ha sido la siguiente revolución y en la actualidad las principales marinas cuentan en sus arsenales con algún tipo de vehículo submarino no tripulado (6).

---

(4) Collins Dictionary (2020). Disponible en: *https://www.collinsdictionary.com/* (consulta 25-9-2020).

(5) FRERE, T. (1993): «Submarine warfare». *The RUSI Journal*, 138(2), pp. 46-52.

(6) CALFEE, C. S. (2018): «The navy needs an autonomy project office». United States Naval Institute. *Proceedings, 144*(12).

Clasificación de sistemas autónomos marítimos. (Fuente: US Navy).

¿Para qué un vehículo submarino?

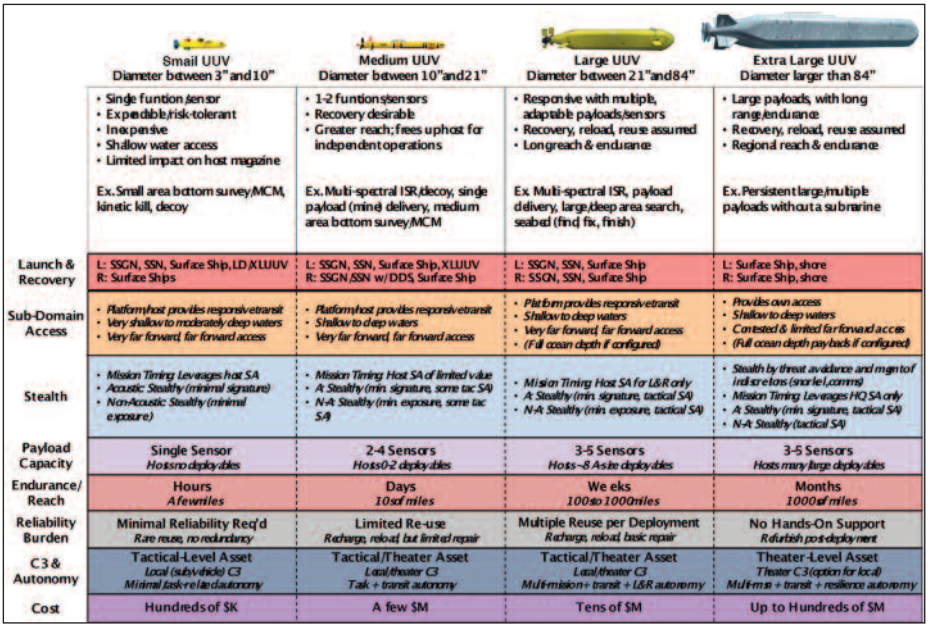
Durante la próxima década se construirán gran cantidad de vehículos submarinos no tripulados. Navantia se encuentra a punto de culminar el *S-80* y tiene una oportunidad real de situarse de manera preferente en un mercado en alza y en el que hasta ahora solo ha aportado algún vehículo autónomo de superficie. España, a través de la DGAM, ha lanzado el primer proyecto para la adquisición de esta tecnología, el Programa Barracuda (7).

La Armada debe contar con un vehículo submarino no tripulado que le permita extender su área de operación y realizar operaciones cerca de la costa sin ponerse en riesgo (8). Este artículo presenta las valoraciones realizadas por un grupo de expertos sobre los vehículos que hay en el mercado, utilizando el método propuesto por Thomas L. Saaty (9). Esta evaluación se ha fijado en

(7) NÚÑEZ DE PRADO APARICIO, J. (2020): «¿Podemos dejar la guerra de minas en manos de los vehículos autónomos submarinos?». REVISTA GENERAL DE MARINA, 278(3), pp. 471-480.

(8) CONTE DE LOS RÍOS, A. (17-05-2020): «Los grandes vehículos submarinos autónomos: el sueño de Julio Verne». *Global Strategy*. Disponible en: *https://global-strategy.org/los-grandes-vehiculos-submarinos-autonomos-el-sueno-de-julio-verne/* (Consulta 25/9/20).

(9) CONTE DE LOS RÍOS, A. (2019): «El mercado de submarinos y la oportunidad de Navantia». *bie3: Boletín IEEE*, n.º 13, pp. 312-336.



	Small UUV Diameter between 3" and 10"	Medium UUV Diameter between 10" and 21"	Large UUV Diameter between 21" and 84"	Extra Large UUV Diameter larger than 84"
	• Single funtion sensor • Expendible, risk-tolerant • Inexpensive • Shallow water access • Limited impact on host magazine Ex. Small area bottom survey/MCM, kinetic kill, decoy	• 1-2 funtions/sensors • Recovery desirable • Greater reach; frees up host for independent operations Ex. Multi-spectral ISR, decoy, single payload (mine) delivery, medium area bottom survey/MCM	• Responsive with multiple, adaptable payloads/sensors • Recovery, reload, reuse assumed • Long reach & endurance Ex. Multi-spectral ISR, payload delivery, large, deep area search, seabed (find, fix, finish)	• Large payloads, with long range/endurance • Recovery, reload, reuse assumed • Regional reach & endurance Ex. Persistent large, multiple payloads without a submarine
Launch & Recovery	L: SSGN, SSN, Surface Ship, LDX/LUUV R: Surface Ships	L: SSGN, SSN, Surface Ship, XLUUV R: SSGN/SSN w/DDS, Surface Ship	L: SSGN, SSN, Surface Ship R: SSGN, SSN, Surface Ship	L: Surface Ship, shore R: Surface Ship, shore
Sub-Domain Access	• *Platform/host provides responsive transit* • *Very shallow to moderately deep waters* • *Very far forward, far forward access*	• *Platform/host provides responsive transit* • *Shallow to deep waters* • *Very far forward, far forward access*	• *Platform provides responsive transit* • *Shallow to deep waters* • *Very far forward, far forward access* • *(Full ocean depth if configured)*	• *Provides own access* • *Shallow to deep waters* • *Contested & limited far forward access* • *(Full ocean depth payloads if configured)*
Stealth	• *Mission Timing: Leverages host SA* • *Acoustic Stealthy (minimal signature)* • *Non-Acoustic Stealthy (minimal exposure)*	• *Mission Timing: Host SA of limited value* • *A Stealthy (min. signature, some tac SA)* • *N-A Stealthy (min. exposure, some tac SA)*	• *Mission Timing: Host SA for L&R only* • *A Stealthy (min. signature, tactical SA)* • *N-A Stealthy (min. exposure, tactical SA)*	• *Stealth by threat avoidance and mgmt of indiscretions (snorkel, comms)* • *Mission Timing: Leverages HQ SA only* • *A Stealthy (min. signature, tactical SA)* • *N-A Stealthy (tactical SA)*
Payload Capacity	Single Sensor *Hosts no deployables*	2-4 Sensors *Hosts 0-2 deployables*	3-5 Sensors *Hosts ~8 Asite deployables*	3-5 Sensors *Hosts many large deployables*
Endurance/ Reach	Hours *A few miles*	Days *10s of miles*	We eks *100s to 1000 miles*	Months *1000s of miles*
Reliability Burden	Minimal Reliability Req'd *Rare reuse, no redundancy*	Limited Re-use *Recharge, reload, but limited repair*	Multiple Reuse per Deployment *Recharge, reload, basic repair*	No Hands-On Support *Refurbish post-deployment*
C3 & Autonomy	Tactical-Level Asset *Local (subvehicle) C3* *Minimal task-related autonomy*	Tactical/Theater Asset *Local/theater C3* *Task + transit autonomy*	Tactical/Theater Asset *Local/theater C3* *Multi-mission + transit + L&R autonomy*	Theater-Level Asset *Theater C3 (option for local)* *Multi-mis + transit + resilience autonomy*
Cost	Hundreds of $K	A few $M	Tens of $M	Up to Hundreds of $M

Clasificación de los UUV en la OTAN. (CJOS/COE).

tres aspectos principales: plataforma, propulsión y capacidad de carga de pago.

Sin duda, un LUUV podría incrementar la capacidad del Arma Submarina a un precio bastante reducido y ser transportado de manera encubierta por los nuevos submarinos *S-80*, operar de forma autónoma y regresar después al submarino nodriza.

Se trata de un concepto operativo nuevo, destinado a ser utilizado conjuntamente con otros sistemas en lo que se denomina guerra antisubmarina multiestática (10), compuesto por una combinación de sensores colocados en diferentes ubicaciones o plataformas, véase un sonar de un barco, un vehículo submarino autónomo, una barrera de sonoboyas o cualquier otro tipo de hidrófonos que puedan conformar una red de sensores imposible de evitar por el submarino enemigo.

Este análisis permitirá abordar una propuesta de I + D + i a las principales empresas españolas que, hasta ahora, no aparecen en este prometedor mercado. El sistema que buscamos debe ser de prueba, que posibilite futuros desa-

(10) CMRE (2018): «The Multistatic Sonar Systems». Disponible en: *https://www.cmre.nato.int/news-room/former-achievements/466-multistatic-sonar-systems* (consulta 25-9-20).

rrollos y que pueda servirnos de base para que la industria nacional se lance a este prometedor futuro.

¿Qué sistemas están ya en funcionamiento?

Sistemas de la US Navy

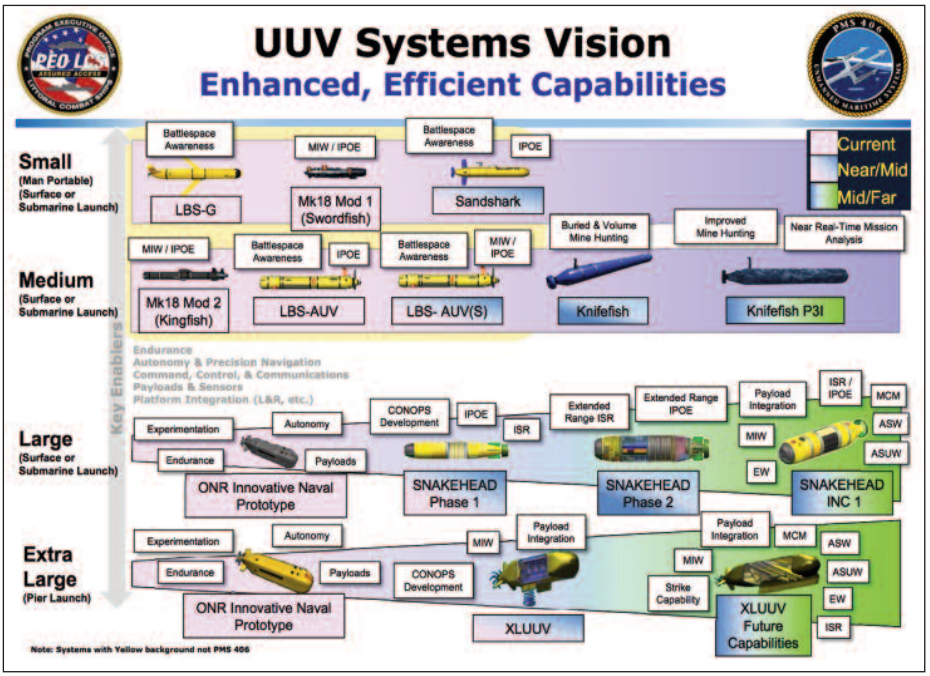
La US Navy adjudicó un contrato a Boeing (11) por un valor de 274,4 millones de dólares para producir cinco vehículos submarinos no tripulados *Orca* (12), basados en el *Echo Voyager*, también de Boeing, de 15,5 metros de eslora, preparado para la guerra de minas, antisubmarina, antisuperficie, electrónica y para misiones ISR (13). La US Navy ha emprendido un proceso de

LUUV *Echo Voyager*. (Foto: Boeing).

(11) WERNER, Ben (13-2-2019): «Navy Awarded Boeing $43 Million to Build Four *Orca* XLUUV». Disponible en: *https://news.usni.org/2019/02/13/41119* (consulta 25/9/20).

(12) BAKER, B. (1-7-2019): «*Orca* XLUUV: Boeing's whale of an unmanned sub». *Naval Technology*. Disponible en: *https://www.naval-technology.com/features/boeing-orca-xluuv-unmanned-submarine/* (consulta 25-9-20).

(13) O'ROURKE, R. (17-9-2020): «Navy Large Unmanned Surface and Undersea Vehicles (R45757)». *Congressional Research Service*. Disponible en: *https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45757* (consulta 25-9-20).



Visión de los UUV en la US Navy. (Fuente: Howard Berkof).

adquisición acelerada para ponerlos en servicio rápidamente, contrarrestando desafíos militares de países como China.

La US Navy ha querido aumentar su Plan UUV (14) con un vehículo extragrande (15), de mayor alcance y más resistente, que pueda operar a través de todos los océanos del mundo de forma totalmente independiente. Su visión es que los *Orca* sean desplegados desde una de sus bases, desplazándose luego de manera autónoma hasta la zona de operaciones, donde se quedarían merodeando, enlazando por comunicaciones, realizando su misión y después regresarían a su base por sus propios medios.

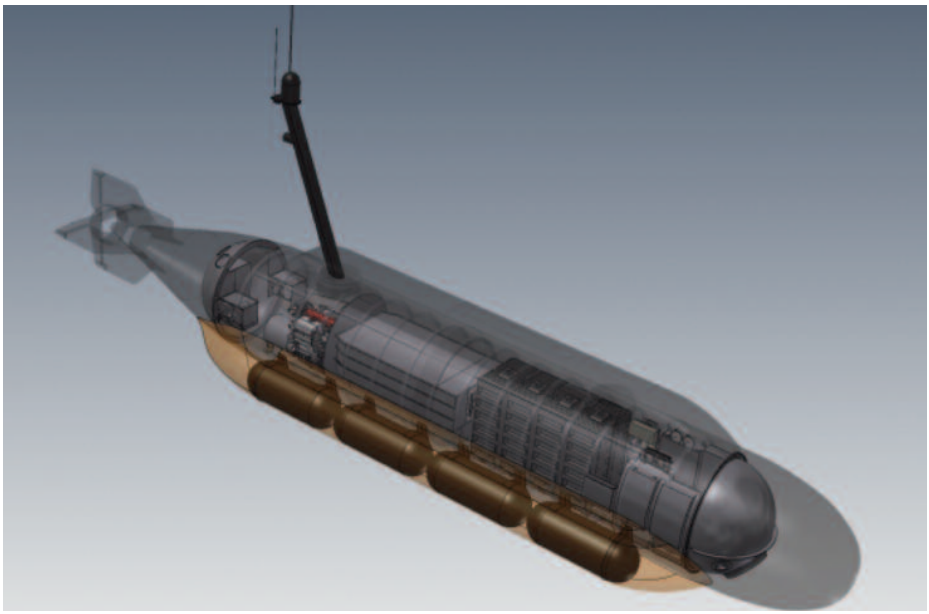
Los UUV tácticos más pequeños que han estado utilizando requieren de un buque de apoyo tripulado cercano, perdiendo furtividad. También se han visto comprometidos al ser capturados en aguas de Yemen o China. En octubre de

(14) US Navy (2012): «The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan». Disponible en: *www.navy.mil/navydata/technology/uuvmp* (consulta 25-9-20).

(15) ECKSTEIN, M. (18-9-2020): «Unmanned Vessels Will Allow the Navy to Reach 355-Ship Fleet». *USNI News*. Disponible en: *https://news.usni.org/2020/09/18/esper-unmanned-vessels-will-allow-the-navy-to-reach-355-ship-fleet* (consulta 25-9-20).

2017 (16), la Marina de los Estados Unidos seleccionó a Boeing y Lockheed Martin (17) para el diseño del *Orca*, y en febrero adjudicó a Boeing una modificación de contrato ampliando hasta cinco el número de unidades.

El *Orca* es un vehículo no tripulado totalmente autónomo compatible con misiones que hasta la fecha no podían ser ejecutadas por los anteriores UUV debido a las limitaciones de tamaño. La autonomía avanzada del vehículo le permite actuar en el mar durante meses, gracias a una combinación híbrida de batería y generador diésel, ofreciendo una solución asequible frente al submarino. Todavía no hay ninguna unidad operativa y la entrega se realizará de forma secuencial: la primera a finales de este año 2020, y la quinta, última de la primera tanda, en diciembre de 2022 (ver *Navy Large Unmanned Surface and Undersea Vehicles*) (18).



Modelo de LUUV *Manta*. (Fuente: MSubs).

(16) US Navy (2018): «Strategic Roadmap for Unmanned Systems». Department of the Navy. Disponible en: *https://news.usni.org/2018/05/29/summary-department-navy-strategic-unmanned-systems-roadmap* (consulta 25-9-20).

(17) KELLER, J. (2019): «Lockheed Martin to capitalize on XLUUV work for future unmanned undersea vehicles». *Military & Aerospace Electronics*, 30(9), pp. 35–37.

(18) Ídem.

Sistemas de la Royal Navy

El Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Defensa del Reino Unido (DSTL) lanzó en abril de 2019 un proyecto para el desarrollo de un XLUVV, con un monto de 2,5 millones de euros, dividido en dos etapas: la primera, de investigación, para dar con la solución adecuada a las necesidades propuestas, y la segunda, de desarrollo de un prototipo (19).

Reino Unido ha revelado la adjudicación del contrato de la segunda fase a MSubs (20), una empresa con sede en Plymouth que cuenta con experiencia en sistemas autónomos (21). El *Manta* es un XLUUV de tamaño más reducido, de 8,9 toneladas y destinado a trabajos de hasta 48 horas con una profundidad máxima de 305 metros. Este proyecto es un ejemplo del tipo de LUUV que podría servir a la Armada española, un vehículo mediano capaz de llevar a cabo misiones encubiertas a distancias de hasta 3.000 millas náuticas durante tres meses (22).

Sistemas de la Federación Rusa

Rusia es otro de los países que ha hecho avances en este tipo de vehículo, destacando el *Harpsichord* y el *Vityaz-D* (23), los programas UUV más avanzados de Rusia. Se trata de unidades que pueden ser transportadas por buques de superficie o submarinos, un apéndice muy interesante en el caso de los submarinos, dándoles una capacidad mejorada para ISR. Según Igor Vilnit, el director general de Rubin (24), «el *Harpsichord* es un dispositivo de tecnología de doble uso que puede utilizarse con fines de reconocimiento en interés de la Marina, o para llevar a cabo investigaciones científicas sobre los fondos marinos a grandes profundidades».

---

(19) ROSAMOND, J. (17-4-2019): «UK Developing its Own Extra Large UUV for Royal Navy». Disponible en: *https://news.usni.org/2019/04/17/u-k-developing-its-own-xluuv-for-royal-navy* (consulta 25-9-20).

(20) *Naval Technology* (6-3-2020): «MSubs to build extra-large autonomous test submarine for Royal Navy». Disponible en: *https://www.naval-technology.com/news/company-news/msubs-to-build-extra-large-autonomous-test-submarine-for-royal-navy/* (consulta 25-9-20).

(21) *MSubs* (2020). Disponible en: *https://www.msubs.com/* (consulta 25-9-20).

(22) *MoD* (2019): «Competition document: developing the Royal Navy's autonomous underwater capability». *https://www.gov.uk/government/publications/* (consulta 25-9-20).

(23) *Rubin* (2020). *Vityaz-D*. Disponible en: *http://ckb-rubin.ru/en/projects/robotics/vityaz_d/* (consulta 25-9-20).

(24) HAMBLING, D. (21-11-2017): «Why Russia is sending robotic submarines to the Arctic». *BBC*. Disponible en: *https://www.bbc.com/future/article/20171121-why-russia-is-sending-robotic-submarines-to-the-arctic* (consulta 25-9-20).

Sistema de Rubin para la estiba del *Harpsichord*. (Fuente: Rubin).

Puede ser lanzado desde un hangar húmedo en la popa de algunos submarinos rusos, un compartimento que albergaba originalmente una boya de comunicaciones largable y que parece haber sido adaptado ahora para llevar estos vehículos.

El *Harpsichord* puede llevar todo tipo de sensores, incluyendo sonares de barrido lateral y sondas batitermográficas capaces de dibujarnos el fondo marino con gran detalle y localizar elementos como cables submarinos y redes de sensores acústicos. Por el contrario, el *Vityaz-D* es un vehículo utilizado sobre todo para operaciones a gran profundidad (25).

Sistemas de la PLAN

China es otro de los países que ha desarrollado su propio XLUUV, un vehículo parecido al de los rusos con mástiles retráctiles. Este UUV fue dado a conocer en octubre del año pasado durante el desfile del 70.º aniversario de la República Popular de China.

El *HSU-001* tiene aproximadamente el mismo tamaño que los proyectos LUUV de la US Navy, lo que sugiere que es lo suficientemente grande como para transportar UUV más pequeños o, potencialmente, sensores acústicos o minas. Parece estar destinado principalmente a operaciones ISR, con un dise-

(25) Recientemente el *Vityaz-D* alcanzó la friolera de los 10 kilómetros de profundidad durante una inmersión realizada el 8 de mayo de 2020.

HSU-001 en el desfile de octubre de 2019. (Foto: internet).

ño para navegar en superficie gracias a las dos unidades propulsoras auxiliares que utiliza para conseguir mayor maniobrabilidad, y puede que lleve otras dos para realizar los cambios de cota.

Sistemas de Corea del Sur

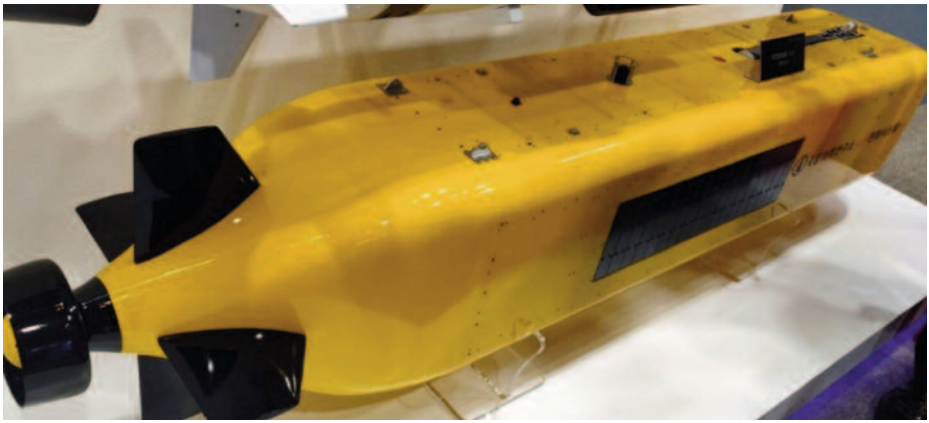
El último país que tenemos es Corea del Sur, en su caso con un vehículo LUUV de la compañía surcoreana Hanwha Defense diseñado específicamente para la guerra antisubmarina (ASW). El *ASWUUV* se mostró al público por primera vez durante la exposición MADEX 2019 celebrada en Busán a finales de octubre del año pasado (26). Es un desarrollo conjunto entre Hanwah y la DAPA (*Defense Acquisition Program Administration*), perteneciente al Ministerio de Defensa (27). Se trata de un programa que arrancó en 2017 y se espera que esté listo para 2022, e incluye un plan de ensayos durante el año 2021.

Análisis mediante metodología multicriterio

El análisis multicriterio es un instrumento que se utiliza para evaluar diversas posibles soluciones a un determinado problema, considerando un número

(26) *Jane's* (2019): «Hanwha Defense showcases new *UUV* for ASW operations». Disponible en: *https://www.janes.com/article/92181/madex-2019-hanwha-defense-showcases-new-uuv-for-asw-operations* (consulta 25-9-20).

(27) *Naval News* (2019). «MADEX 2019: Hanwha Defense Unveils *ASWUUV* For Anti-Submarine Missions». Disponible en: *https://www.navalnews.com/event-news/madex-*



ASWUUV de Hanwha Defense. (Fuente: internet).

variable de criterios, y sirve para apoyar la toma de decisiones en la selección de la solución más conveniente (28).

El método Saaty (29) consta de cuatro etapas: formulación del problema, evaluación de los criterios y su ponderación, evaluación de las alternativas y, por último, jerarquización de las alternativas una vez evaluadas por parejas en cada uno de los subcriterios (30). Para realizar esta evaluación se ha escogido a un grupo de voluntarios anónimos que trabajan para el Programa *S-80*, tanto de la Armada como de Navantia, y que son expertos en submarinos.

Una vez evaluados los criterios y subcriterios, se han hecho las comparaciones por parejas, cruzándose todos los submarinos, siempre uno a uno, escogiendo, según el método, cinco valores: «1», cuando tienen la misma preferencia o valor; «3», cuando uno es ligeramente superior; «5», algo mayor; «7», mucho mayor, y «9», extremadamente superior.

El resultado final de la selección realizada por nuestros expertos ha sido la de Boeing, siguiéndole de cerca el *Harpsichord,* gracias sobre todo a su cota máxima y el estar muy compensado en el resto de los factores, algo que se ajusta bien a nuestras necesidades.

2019/2019/10/madex-2019-hanwha-defense-unveils-aswuuv-for-anti-submarine-missions/ (consulta 25-9-20).

(28) ROMERO, C. (1996): *Análisis de las decisiones multicriterio*. Madrid: ISDEFE.

(29) SAATY, T. L. (1977): «Scaling method for priorities in hierarchical structures». *Journal of Mathematical Psychology*, 15(3), pp. 234-281.

(30) Este método fue desarrollado por el matemático Thomas L. Saaty en la Universidad de Pensilvania a finales de la década de los 70 y se basa en descomponer un problema y hacer sucesivas aproximaciones desde diferentes criterios.

			ALTERNATIVAS				
CRITERIOS	*ANÁLISIS SAATY*		ECHO VOYAGER (BOEING)	MANTA (MSUBS)	HSU-001 ¿?	HARPSICHORD (RUBIN)	ASWUUV (HANWHA)
	CARGA	Capacidad	> 5 Ton	> 1 Ton	¿?	¿?	¿?
		Mástiles	Retráctil	Vela	Retráctil	Promontorio	Promontorio
		Otros	Compartimento	Vehículo pruebas	-	Tecnología Dual	Sonar Flanco
	PLATAFORMA	Profundidad	3.000 mts	300 mts	¿?	6.000 mts	300 mts
		Timones	Cruz	Cruz	Normal	Cruz	Normal
		Otros	Ya en uso	Nuevo	Nuevo	Ya en uso	Nuevo
	PROPULSIÓN	Propulsores	1 eje	1 eje	2 ejes	4 hélices	1 eje
		Baterías	Li (Corvus Energy)	¿?	¿?	¿?	Li (Hanwha)
		Otros	Diésel	-	UPA	UPA	Experiencia

Cuadro resumen de las opciones barajadas. (Elaboración del autor).

Esta metodología tiene un indicador que controla el grado de consistencia de las puntuaciones que hacemos en cada fase del proceso, al establecer la importancia relativa entre los elementos de cada nivel; un ejemplo es el trabajo que han hecho en San Javier para la selección del relevo del *C-101* (31). Este indicador nos sirve para controlar la subjetividad, coherencia y consistencia de nuestros expertos. En general, valores mayores del 10 por 100 indican inconsistencia, y en nuestro caso han dado todos por debajo del 6 por 100, que es una buena cifra.

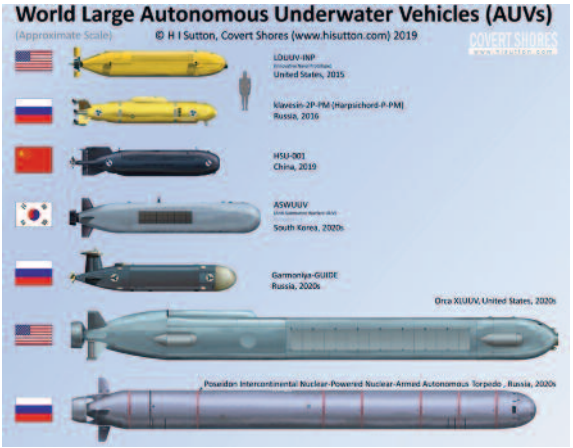
CRITERIOS	PESOS	ECHO	MANTA	HSU-001	Harpsichord	ASWUUV
PAYLOAD	0,30	**0,35**	0,18	0,32	0,07	0,10
Capacidad	0,26	**0,46**	0,20	0,20	0,07	0,07
Mástiles	**0,63**	**0,28**	0,19	0,41	0,05	0,07
Otros	0,11	0,36	0,07	0,08	0,13	0,36
PLATAFORMA	0,40	0,29	0,12	0,07	**0,44**	0,08
Profundidad	**0,63**	0,28	0,06	0,06	**0,52**	0,06
Timones	0,26	0,27	0,27	0,09	0,27	0,09
Otros	0,11	**0,36**	0,06	0,06	**0,36**	0,15
PROPULSIÓN	0,30	**0,30**	0,11	0,15	0,15	0,29
Propulsores	0,18	0,11	0,11	0,33	0,33	0,11
Baterías	**0,75**	0,33	0,11	0,11	0,11	0,33
Otros	0,07	**0,50**	0,05	0,11	0,11	0,25
		0,31	0,13	0,17	0,24	0,15

Resultado final de valoraciones y pesos. (Elaboración del autor).

(31) SÁNCHEZ-LOZANO, J. M., SERNA, J., y DOLÓN-PAYÁN, A. (2015): «Evaluating military training aircrafts through the combination of multi-criteria decision making processes with fuzzy logic. A case study in the Spanish Air Force Academy». *Aerospace Science and Technology*, 42, pp. 58-65.

Nuestros técnicos han decidido ponderar el criterio de propulsión y plataforma por encima de la capacidad de carga y, dentro de los subcriterios, los mástiles, la profundidad y las baterías están por encima del resto. Vemos que esto coincide con el criterio de la US Navy de buscar vehículos más grandes, llegando incluso a superar la capacidad que necesitamos con el *Orca*, que monta un diésel para extender aún más su autonomía.

Conclusiones



Sistemas LUUV y XLUUV en octubre de 2019. (Fuente: HI Sutton).

Hemos visto cómo las grandes potencias están incorporando UUV con capacidad antisubmarina de tamaño medio o grande a sus listas de buques; aunque todavía es pronto para que sean plenamente operativos, en un futuro próximo los veremos surcar nuestras aguas. La industria nacional (32) queda lejos de las grandes multinacionales norteamericanas y existen aún muchas dificultades, por lo que es importante que arranque el embrión de lo que debe ser nuestro UUV ASW.

Los programas de UUV actualmente en curso en países del entorno obligan a pensar en un futuro vehículo de tamaño grande (33), quizás no tanto como el que Boeing, junto a su filial Huntington Ingalls Industries, entregará próximamente, la clase *Orca*, un vehículo del tipo XLUUV (*Extra Large* UUV).

No solo las grandes potencias —Alemania, Francia y el resto de Europa— están desarrollando sus propios vehículos, sino incluso Irán, y España debe contar con ellos, ya que además posee la capacidad de su industria nacional para suministrarlos.

---

(32) CONTE DE LOS RÍOS, A. (2018). «El vehículo submarino autónomo de la Armada española». *bie3: Boletín IEEE*, n.º 10, pp. 831-853.

(33) GRACE, J. (2016): «Boeing's new long endurance UUV on course for sea trials in mid-2016: IDR». *IHS Jane's International Defense Review*, 49(4).

Prototipo del *Orca* y Howard Berkof, director del programa UUV. (Foto: US Navy).

Las características de nuestras aguas, especialmente en el estrecho de Gibraltar, donde nos podemos encontrar hasta corrientes de siete nudos (34), obligan a tener un vehículo grande, que proporcione una velocidad mínima de cinco nudos y pueda mantenerse en patrulla durante un tiempo prolongado.

Se trataría de un vehículo eléctrico con una gran autonomía, gracias a las modernas baterías de litio (35), un sistema que apoye al submarino y se integre como una nueva capacidad del Arma Submarina para realizar misiones de guerra antisubmarina o cualquiera de las muchas otras que desarrolla actualmente y que se podrían hacer con un LUUV (36).

Nuestro vehículo debe acoplarse a un submarino convencional, con unas características determinadas que constriñen las opciones de tamaño. El acoplamiento, al contar con unos tubos lanzatorpedos de 533 milímetros, tiene que ser en la cubierta, como los *dry deck shelter* (37) que se emplean en submarinos de tamaño parecido.

Respecto a los sensores, la idea es contar con dos mástiles intercambiables donde vayan una cámara y las antenas que permitan cubrir las bandas de UHF, VHF e Iridium para operar en superficie y un módem acústico para la comuni-

---

(34) YANGUAS GUERRERO, F. (2013): «El estrecho de Gibraltar. Zona de intercambio de aguas atlánticas y mediterráneas». REVISTA GENERAL DE MARINA, 265(3), pp. 473-484.

(35) CONTE DE LOS RÍOS, A., y PELEGRÍN GARCÍA, J. D. (2019): «Utilización de baterías de litio en submarinos». REVISTA GENERAL DE MARINA, 279(1), pp. 35-48.

(36) CONTE DE LOS RÍOS, A. (2010). «Empleo de los submarinos en operaciones de inteligencia». REVISTA GENERAL DE MARINA, 259(1), pp. 61-70

(37) El *dry deck shelter* (DDS) es un módulo extraíble que se puede unir a un submarino para permitir a los buceadores entrar y salir fácilmente mientras el barco está sumergido.

Vehículo submarino iraní en pruebas. (Fuente: IRNA).

cación submarina. El sensor acústico principal será un sonar multibanda que sirva también para la detección de obstáculos.

Las ventajas son muchas, entre ellas alejar del peligro a la dotación del submarino, pero también explotar la discreción y el sigilo de estos vehículos; un sistema que nos permita llegar al objetivo con nulo riesgo, con un coste económico mil veces menor en comparación con los submarinos; su versatilidad en aguas poco profundas y los avances en robótica los hacen ideales para esta misión.

La Armada también necesita un vehículo de mayor tamaño que los presentados en el Proyecto Barracuda, con más autonomía y capacidad de carga, que pueda ser desplegado desde el submarino *S-80*. Los UUV de mayor tamaño están ya siendo utilizados para monitorizar a los submarinos, en nuestro caso en el estrecho de Gibraltar, un punto de paso obligado que cuenta siempre con muchas corrientes.

Navantia acaba de iniciar un programa de I + D para el desarrollo de un vehículo submarino, aunque está todavía en la fase embrionaria de búsqueda de cuál será y para qué cometido o misiones.

Las especificaciones deben ser consistentes, sin contradicciones entre ellas y con los requisitos que las originan: trazables y justificables, de forma que se pueda saber en todo momento qué requisito ha originado cada especificación; alcanzables, ya que deben responder a objetivos realistas; inequívocas, es decir, ni ambiguas ni sujetas a interpretaciones, y verificables por métodos como la inspección, demostración, prueba o análisis.

Por eso, métodos como el Saaty ayudan a realizar esta tarea y a trazar mejor los requisitos que debemos pedir a nuestro vehículo y también a detectar los apartados que tienen más peso en caso de tener que renunciar a algo.

Submarino italiano con *dry deck shelter*. (Foto: Marina Militare).

Este tipo de técnica multicriterio es ampliamente utilizada para seleccionar qué plataforma es la más adecuada, como es el caso del estudio realizado en el CUD de San Javier por Sánchez Lozano para el relevo de los *C-101* (38).

Hasta hace no mucho, el número de tareas que podían desempeñar estos sistemas era limitado, pero la tecnología ha cambiado, por ejemplo, la miniaturización, el análisis de datos y en las baterías. La investigación oceanográfica se está beneficiando de esto y también las grandes marinas que ya incorporan este tipo de vehículos en sus arsenales, una tecnología disruptiva que se plantea ser la futura revolución en asuntos militares.

(38) NAVARRO, J. M. (30-1- 2020): «El *Leonardo M-346*, mejor opción para formar a los pilotos del Ejército del Aire». *Defensa.com*. Disponible en: *https://www.defensa.com/espana/leonardo-m-346-mejor-opcion-para-formar-pilotos-ejercito-aire* (consulta 25-9-20).