

Perfiles ids

S-80 Plus

El submarino más avanzado del mundo

The World's Most Advanced Submarine



ids

Navantia

SAES

Tecnología sonar en España.

SAES es la única empresa española con capacidades sonar y de acústica submarina en España. Sus soluciones integran sensores de alto rendimiento y la más alta tecnología en procesamiento de señal, dando como resultado eficacia, seguridad y precisión en las misiones submarinas y anti-submarinas. Con amplia presencia internacional, es socia indiscutible en los grandes programas navales españoles.





S-80 PLUS. EL SUBMARINO MÁS AVANZADO DEL MUNDO

S-80 PLUS. THE WORLD'S MOST ADVANCED SUBMARINE

Mayo 2020

Editor

Ginés Soriano Forte

Directora Comercial

Macarena Fdez. de Grado

Director de Arte

José Merlos

Edita IDS

C/ Guzmán el Bueno, 98
28003 Madrid
Tel.: +34 915940734
ids@idsolutions.biz
www.idsolutions.biz

Administración y pedidos

Gemma Abad
gabad@idsolutions.biz

Imprime

Raíz Técnicas Gráficas, S.L.

Depósito Legal

M-48223-2011

El editor no se identifica necesariamente con las opiniones recogidas en la publicación. Los datos incluidos en la misma son los más recientes a los que se ha tenido acceso hasta el cierre del presente documento.

El editor ha verificado su información para asegurar la corrección de los contenidos, aunque no se hace responsable de eventuales errores u omisiones.

© Information & Design Solutions, S.L.

Las fotografías incluidas en la presente publicación pertenecen al archivo del autor o han sido suministradas por las compañías propietarias de los productos directamente o a través de sus web públicas. En las imágenes de otra procedencia está expresamente indicado su autor.

Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser fotocopiada ni reproducida por cualquier otro medio sin licencia otorgada por la empresa editorial. Queda prohibida la reproducción pública de este informe, en todo o en parte, por cualquier medio, sin permiso expreso y por escrito de la empresa editorial.

PVP: 30€

SUMARIO SUMMARY

5 / INTRODUCCIÓN | INTRODUCTION

PRÓLOGO | FOREWORD

6 / Susana de Sarriá, Presidenta de Navantia | Susana de Sarriá, President of Navantia

LA NECESIDAD DE SUBMARIOS | THE NEED FOR SUBMARINES

8 / Libertad de Acción y Soberanía Industrial. Almirante Santiago Ramón González Gómez, Director General de Armamento y Material, DGAM | Freedom of Action and Industrial Sovereignty. Admiral Santiago Ramón González Gómez, Director General of Military Equipment and Materials, DGAM

14 / "Un salto tremendo en capacidades" | "A Major Leap Forward in Terms of Capabilities"

HISTORIA DEL PROGRAMA | PROGRAMME HISTORY

20 / El salto hacia un submarino propio | Stepping Towards Our Own Submarine

26 / Un reto al alcance de muy pocos países | A Challenge that Very Few Countries Can Meet

30 / "EL S-80 Plus nos sitúa en lo más elevado de la construcción naval mundial". Agustín Álvarez Blanco, Director del Programa S-80 | "The S-80 Plus Puts us at the Forefront of Shipbuilding Worldwide", Agustín Álvarez Blanco, Director of the S-80 Programme

EL BUQUE | THE VESSEL

36 / El submarino más moderno del mundo | The Most Modern Submarine in the World

42 / La revolución del sistema AIP BEST | The Revolution of the AIP BEST System

46 / El S-80 Plus presenta armas | The S-80 Plus Presents its Weapons

50 / El cerebro del submarino | The Brain of the Submarine

54 / Preparados en tierra para cumplir en la mar | Trained on Land to Deliver at Sea

58 / El corazón guerrero del S-80 Plus | The Warrior Heart of the S-80 Plus

62 / "EL S-80 Plus supondrá un cambio drástico". Germán Romero, Director de Ingeniería del Astillero de Cartagena | "The S-80 Plus Will Represent a Drastic Change", Germán Romero, Head of Engineering at Cartagena Shipyard

INFOGRAFÍA | INFOGRAPHY

68 / Radiografía del buque | Cutaway of submarine

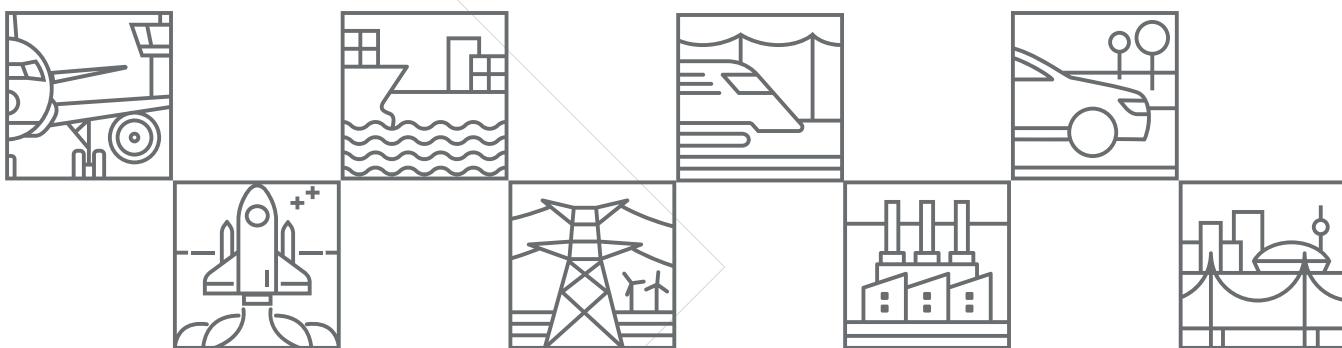
71 / LOS SOCIOS | THE PARTNERS

86 / SIGLAS | ACRONYMS

More than engineers. We are the people who make things happen.

The CT Engineering Group provides engineering services in the aerospace, naval, automotive, rail, industrial plants, energy, architecture and construction sectors. The portfolio of services covers the entire product life cycle: from design, product, manufacturing to post-sales support engineering. Our mission is to provide innovative and technological solutions to help our customers become more effective and competitive.

With more than 30 years of experience, technical expertise and 1.800 engineers, we thrive to understand client's needs and turn problems into opportunities and provide solutions which exceed expectations. CT has a network of over 20 offices across Spain, France, Germany and United Kingdom. CT is a preferred supplier for product engineering services (E2S), manufacturing engineering services (ME3S) and Customer Services (CS) to the whole Airbus Group in the world. In the naval area, CT is a reference supplier in all Navantia factories, as well in the automotive sector in Nissan, Renault, SEAT and Audi facilities; in the rail sector, CT provides engineering services to Talgo and in industrial plants, to Repsol and CEPSA. Other relevant works stand out, such as La Sagrada Familia project or the Medina-Mecca AVE.



Introducción | Introduction

Cuando el primer buque 'S-80 Plus' comience a prestar servicio, en 2022, se habrá completado un círculo que comenzó a trazarse hace más de 130 años. En 1888, concretamente, se botó el primer submarino torpedero de la historia. Fue creado por el teniente de navío de la Armada española Isaac Peral y Caballero. En la misma ciudad que vio nacer a Peral y a su invento, Cartagena, se ultima ahora la salida de astillero del primer submarino completamente español que va a prestar servicio en la Armada. Este hito llega tras décadas de profunda experiencia en la construcción de este tipo de naves, y tras años de desarrollo propio de un sistema especialmente complejo (apenas un puñado de países es capaz de sacar adelante un submarino) y, en este caso, único en el mundo por la avanzada tecnología que va a incorporar. El nuevo buque, el 'S-81', se llamará 'Isaac Peral', en honor a aquel científico y marino que inventó un sumergible capaz de lanzar torpedos. El segundo submarino de la misma clase, el 'S-82', que será entregado en 2024, llevará el nombre de otro pionero de la navegación bajo el agua de todo el mundo, el también español 'Narciso Monturiol'. La serie se completará en los siguientes años con dos naves más, cuyos nombres confirmarán la enorme contribución de este país en los progresos que hicieron posible los submarinos. El 'S-83 Cosme García' homenajeará al primer español en desarrollar un sumergible (lo probó con éxito en 1860), mientras que el 'S-84 Mateo García de los Reyes' debe su nombre al organizador y primer jefe del Arma Submarina Española, en 1915.

El 'S-80 Plus', en el que se centra esta publicación, es por tanto el colofón a una larga trayectoria española en este tipo de naves, unas plataformas que, como bien explica en las siguientes páginas el director general de Armamento y Material del Ministerio de Defensa, el almirante Ramón González Gómez, vuelven a proliferar claramente como sistemas de defensa clave en los nuevos entornos operativos, ahora especialmente exigentes de una alta discreción y grandes dosis de tecnología.

En este contexto, y tras años de aprendizajes y desarrollos, los primeros submarinos españoles van a salir a flote. Con ellos, la Armada del país dará un salto enorme en capacidades, y, al mismo tiempo, la industria nacional habrá replicado el éxito que ya ha cosechado en otros programas navales, como el del buque anfibio portaeronaves 'Juan Carlos I' y el de la fragata 'F-100', aunque en esta ocasión con una plataforma todavía más avanzada. Este es, de hecho, el proyecto tecnológico más complejo que jamás ha acometido España. El número de la serie Perfiles IDS que tiene en sus manos le sumergirá en todos sus detalles. Disfrútelo.

When the first 'S-80 Plus' submarine begins service in 2022, it will mark the end of a long journey started over 130 years ago. The very first submarine to be able to fire torpedoes was launched in 1888, to be exact. It was designed by Spanish Navy Lieutenant Isaac Peral y Caballero. In the city of Cartagena, where both he and his invention were born, the first completely Spanish submarine to serve in the Navy is now being finalised ready to leave the shipyard. This milestone comes after decades of extensive experience in building this type of vessel and after years of independent work to develop a particularly complex system (only a handful of countries are capable of building a submarine) which, in this case, is unlike any other in the world thanks to the advanced technology it will have installed. The new ship, the 'S-81', will be named 'Isaac Peral' in honour of the scientist and sailor who invented a submarine capable of launching torpedoes. The second submarine of its class, the 'S-82', which will be delivered in 2024, will bear the name of another pioneer in underwater navigation, 'Narciso Monturiol', also Spanish. The series will be completed in subsequent years with two more ships, whose names will recognise Spain's enormous contribution to the advances made throughout history that have made building submarines possible. The 'S-83 Cosme García' will pay homage to the first Spaniard to develop a submarine (he successfully tested it in 1860), while the 'S-84 Mateo García de los Reyes' owes its name to the organiser and first chief of the Spanish Submarine Fleet in 1915.

The 'S-80 Plus', which is the focus of this publication, is therefore the culmination of Spain's long history with this type of vessel, platforms that, as the Director General of Military Equipment and Materials of the Ministry of Defence, admiral Ramón González Gómez, explains in the following pages, will once again clearly proliferate as key defence systems in today's new operating environments, which demand high discretion and a great deal of technology in particular.

It is within this context, after years of learning and development, that the first Spanish submarines will be launched. They will represent a huge jump in capacity in the Spanish Navy, while the national industry will have replicated the success that it has already achieved in other naval programmes, such as the 'Juan Carlos I' amphibious aircraft carrier and the 'F-100' frigate, although on this occasion with an even more advanced platform. This is, in fact, the most complex technological project ever undertaken in Spain. With this issue of 'Perfiles IDS', you will be able to dive in and explore all the details. Enjoy.

Prólogo Foreword

SUSANA DE SARRIÁ

Presidenta de Navantia | President of Navantia



Me siento muy honrada al tener la oportunidad de presentar, a través de este 'Perfiles IDS', el producto estrella de Navantia en 2020: el submarino 'S-80 Plus', con el que esperamos cosechar muchos éxitos en el futuro.

El diseño de un nuevo submarino es un trabajo de ingeniería altamente especializado y complejo que pone en valor la capacidad tecnológica de la industria naval de un país. Se trata de uno de los mayores retos a los que se puede enfrentar la ingeniería actual. La construcción de estos cuatro buques de alta gama es una revolución tecnológica para la industria naval española y potencia su posicionamiento internacional.

En la actualidad, son muy pocos los países que cuentan con la capacidad de diseñar y construir sus propios submarinos, y todavía menos los que tienen la tecnología para construir submarinos convencionales (no nucleares). Con el 'S-80 Plus' Navantia ha entrado en este selecto grupo de países.

Uno de los mayores retos a los que se ha enfrentado el programa ha sido el desarrollo de un sistema de propulsión independiente del aire (AIP), que ha supuesto el desarrollo de un generador de hidrógeno reformando bioetanol de una absoluta novedad tecnológica y de vanguardia mundial, tanto por su seguridad como por el elevado nivel de prestaciones.

Este programa es estratégico para el posicionamiento tecnológico e industrial, tanto de Navantia como de las numerosas empresas españolas que participan en él, desde los puntos de vista del crecimiento económico, del arrastre industrial y del liderazgo tecnológico.

I am highly honoured to have this opportunity to present, in this issue of 'Perfiles IDS', Navantia's signature product of 2020: the 'S-80 Plus' submarine, which we expect to be quite successful in the future.

Designing a new submarine is a complex, highly specialised engineering task that spotlights the technological capabilities of a country's naval industry. It poses ones of the greatest challenges to be found in engineering today. Construction of these four high-end vessels represents a technological revolution for the Spanish naval industry, bolstering its international positioning.

There are currently very few countries that have the capacity to design and build their own submarines, and fewer still have the technology to build conventional (non-nuclear) submarines. With the 'S-80 Plus', Navantia has joined this select group of countries.

One of the greatest challenges faced in this programme was to develop an air independent propulsion (AIP) system, which required the development of a bioethanol reforming hydrogen generator based on completely new technology at the forefront worldwide in terms of both safety and its excellent features.

This programme is strategic for the technological and industrial positioning not only of Navantia, but also of numerous other participating Spanish companies from a perspective of economic growth, industrial carry-over and technological leadership.

La inversión realizada por el Ministerio de Defensa español en estos submarinos retornará con seguridad de forma significativa a la economía del país a través de la exportación.

Hemos calculado que los empleos derivados del programa ascienden a unos 2.000 anuales directos, tanto propios como de la industria auxiliar, y hasta 7.000 incluyendo el empleo que supone el efecto arrastre en la cadena de suministradores y el generado por el efecto renta. Esta cifra supone el 10% del empleo industrial de la Región de Murcia, donde se construyen los submarinos.

El programa de los 'S-80 Plus' se encuentra ahora mismo plenamente consolidado técnica y programáticamente. La primera unidad atraviesa la fase final de construcción y está previsto que este mismo año se ponga a flote. La entrega del primer submarino, el 'S-81', que llevará el nombre del ilustre científico y marino español Isaac Peral, está programada para septiembre de 2022. El resto de las unidades se irán entregando en 2024, 2026 y 2027 respectivamente, según lo previsto en la planificación contractual.

The investment made by the Spanish Ministry of Defence in these submarines will most definitely benefit the national economy when it comes to exports.

We have estimated that some 2,000 jobs will be created directly through the programme, both internally and in auxiliary industries, and up to 7,000 jobs, if we include the carry-over effect on the supply chain and jobs generated by the income effect. This figure amounts to 10% of industrial employment in the Region of Murcia, where the submarines are built.

The technical and scheduling aspects of the 'S-80 Plus' programme are now fully consolidated. The first unit is in the final phase of construction, and is expected to be launched this year. The first submarine, the 'S-81', which will bear the name of the famous Spanish scientist and naval officer, Isaac Peral, is scheduled for launch in September 2022. The other units will be delivered in 2024, 2026 and 2027, respectively, as stipulated in the contract schedule.

"La Armada va a disponer del submarino convencional más avanzado del mundo"

"The Navy will soon have the most advanced conventional submarine in the world"

Navantia ha superado con este desafío uno de los mayores retos de ingeniería de su historia, con el desarrollo de unas capacidades únicas en diseño y construcción de submarinos convencionales. Es un motivo de orgullo para todos los que, de una u otra forma, han contribuido a este éxito. No han sido pocas las dificultades encontradas a lo largo del camino, todas ellas superadas con esfuerzo, compromiso y colaboración con nuestras industrias colaboradoras y nuestros socios tecnológicos.

Estamos preparados y contamos con una sólida base industrial y tecnológica para salir al mercado internacional con el nuevo submarino. Tenemos la absoluta confianza en que repetiremos el éxito de las fragatas 'F-100' y de los buques anfibios 'LHD', lo que supondrá un nuevo éxito para Navantia y una buena noticia para España.

No puedo terminar sin agradecer a la Armada española todo el apoyo y la confianza en nuestras capacidades y en nuestros profesionales. La Armada española no es sólo nuestro primer cliente, sino que es quien nos impulsa a crecer en tecnología punta y en los mayores estándares de calidad. El 'S-80 Plus' es ya una realidad y en poco tiempo nuestra fuerza naval dispondrá del submarino convencional más avanzado del mundo.

Espero que disfruten de esta publicación y que les ayude a conocer más sobre este proyecto tecnológico español.

With this ambitious project, Navantia has overcome one of the greatest engineering challenges in its history by developing unique capabilities in terms of the design and construction of conventional submarines. Everyone who has in some way contributed to this success has every reason to be proud. Numerous obstacles had to be overcome along the way, and this was achieved through effort, commitment and collaboration with our partner industries and our technological partners.

We now have a strong industrial and technological base, and are ready to launch the new submarine on the international market. We are utterly convinced that we will once again be as successful as with the 'F-100' frigates and the 'LHD' amphibious ships, leading to renewed success for Navantia and good news for Spain.

Before closing, I must thank the Spanish Navy for all the support and trust in our capabilities and in our professionals. The Spanish Navy is not only our leading customer, but also the driving force behind our growth in cutting edge technology and the highest quality standards. The 'S-80 Plus' is now a reality, and our naval forces will soon have the most advanced conventional submarine in the world.

I hope you enjoy reading this issue and learning more about this exciting Spanish technology project.

La necesidad de submarinos The need for submarines

ALMIRANTE SANTIAGO RAMÓN GONZÁLEZ GÓMEZ

Director General de Armamento y Material, DGAM
Director General of Military Equipment and Materials, DGAM



LIBERTAD DE ACCIÓN Y SOBERANÍA INDUSTRIAL FREEDOM OF ACTION AND INDUSTRIAL SOVEREIGNTY

A principios de este siglo, especialmente después del 11-S, parecía percibirse cierta decadencia de la amenaza submarina. El submarino comenzaba a aparecer en las páginas que escribían los estrategas como un arma más propia de la Guerra Fría o de la guerra naval convencional, episodios que con la caída del muro de Berlín y la Guerra de las Malvinas, parecían de difícil repetición. Pero la historia de los conflictos es tozuda y el devenir de las nuevas amenazas, muy basadas en unas tecnologías disruptivas y una globalización que avanza a velocidad

At the beginning of this century, especially after 9/11, there seemed to be a decline in underwater threats. Strategists began to write about submarines as a weapon more typical of the Cold War or a conventional naval war; periods of history which, with the fall of the Berlin Wall and the Falklands War, seemed unlikely to be repeated. But the history of conflicts is stubborn and the development of new threats, based largely on disruptive technology and the exponential growth of globalisation, as



Acto de cierre del casco del submarino S-81 | Closure of the resistant hull of the S-81

Ginés Soriano

La historia de los conflictos es tozuda y ahora hay una clara proliferación de submarinos

The history of conflicts is stubborn and there is now a clear proliferation of submarines

exponencial, así como la codiciada discreción que caracteriza a este sistema de armas sumergible, han cambiado el panorama de arriba a abajo, y hoy existe una clara proliferación de submarinos, especialmente de los convencionales, en todos los mares y océanos.

Esto viene a confirmar el acierto de la Armada y del Ministerio de Defensa al proponer en su día la renovación los buques del Arma Submarina mediante el programa del 'S-80', una iniciativa que iba acompañada del empeño en capacitar a la industria nacional en un sector extremadamente tecnológico y estratégico para el país. No deberíamos olvidar que las capacidades que aporta el Arma Submarina, cuando está apoyada por una punjante y soberana industria de defensa, conceden a un gobierno la necesaria libertad de acción que a veces se requiere a la hora de dar respuesta a ciertas crisis complicadas.

well as the coveted discretion that characterises this underwater weapon system, have completely changed the landscape. Today, there is a clear proliferation of submarines, especially conventional ones, in every sea and ocean around the world.

This confirms that the Navy and Ministry of Defence made a wise decision when they proposed to renovate the vessels in the Submarine Fleet via the 'S-80' programme, an initiative that was accompanied by a commitment to improving the capability of the national industry in an extremely technological and strategic sector for the country. We should not forget that the capabilities brought by the Submarine Fleet, when supported by a strong and sovereign defence industry, provide the government with the necessary freedom of action that is sometimes required when responding to certain complicated crises.



IDS

Maqueta del submarino S-80 Plus | Model of the S-80 Plus submarine

Este es un sector extremadamente tecnológico y estratégico para el país

It is an extremely technological and strategic sector for the country

Aun así, no se nos puede escapar que en el programa del 'S-80 Plus' ha habido problemas técnicos y tecnológicos, con lo que se ha requerido financiación adicional y se han causado importantes retrasos sobre las fechas de entrega previstas inicialmente. Es cierto, pero también lo es que la finalidad de este programa siempre fue doble. Por un lado la de proporcionar unos buques de última generación provistos de sistemas de armas innovadores, que dieran a la Armada la ventaja tecnológica requerida para operar en un entorno que se vislumbraba asimétrico e impredecible; y, por otro lado, la de capacitar a la industria nacional para diseñar y construir un tipo de barco que, por su complejidad técnica y tecnológica, sólo está al alcance de un reducido grupo de países.

Son estas las razones que me hacen pensar que no resulta coherente realizar comparaciones simplistas que, sin entrar en los complejos detalles de su ejecución, utilicen el mismo rasero para cotejar el programa del 'S-80 Plus' con cualquier otro programa de adquisición de armamento y material, ya que medir el beneficio tecnológico obtenido por la industria nacional en un programa con un índice tan alto de componente de I+D+i, siempre es difícil.

Cuando se entregue el último submarino de esta serie habrán transcurrido cerca de tres décadas de intenso

Even so, we cannot avoid the fact that there have been technical and technological problems with the 'S-80 Plus' programme that have required additional funding and caused significant delays to the original delivery dates. Yet, while this is true, this programme has always had two purposes. Firstly, to build state-of-the-art ships equipped with innovative weapons systems that give the Navy the technological advantage required to operate in an environment that used to be seen as asymmetrical and unpredictable. Secondly, to enable the national industry to design and build a type of vessel that, due to its technical and technological complexity, is only within the reach of a small number of countries.

This all leads me to think that it is illogical to make simplistic comparisons that, without going into the complex details of their execution, use the same benchmark to compare the 'S-80 Plus' programme with any other weapons and material procurement programme, since measuring the technological benefit obtained by the national industry from a programme with an R&D&I element at such a high level is always difficult.

When the last submarine in this series is delivered, it will mark three decades of intense and persistent work with countless problems avoided and solved,



Construcción del submarino S-80 Plus | Construction of S-80 Plus submarine

Navantia

y perseverante trabajo, se habrán soslayado y resuelto innumerables problemas, incluidos aquellos que pusieron en jaque su continuidad. Ahora bien, de la resolución de los problemas siempre se aprende y en el haber del programa 'S-80 Plus', además de una capacidad estratégica de primer nivel, hay un extraordinario banco de pruebas para el aprendizaje, y eso tampoco lo teníamos planeado.

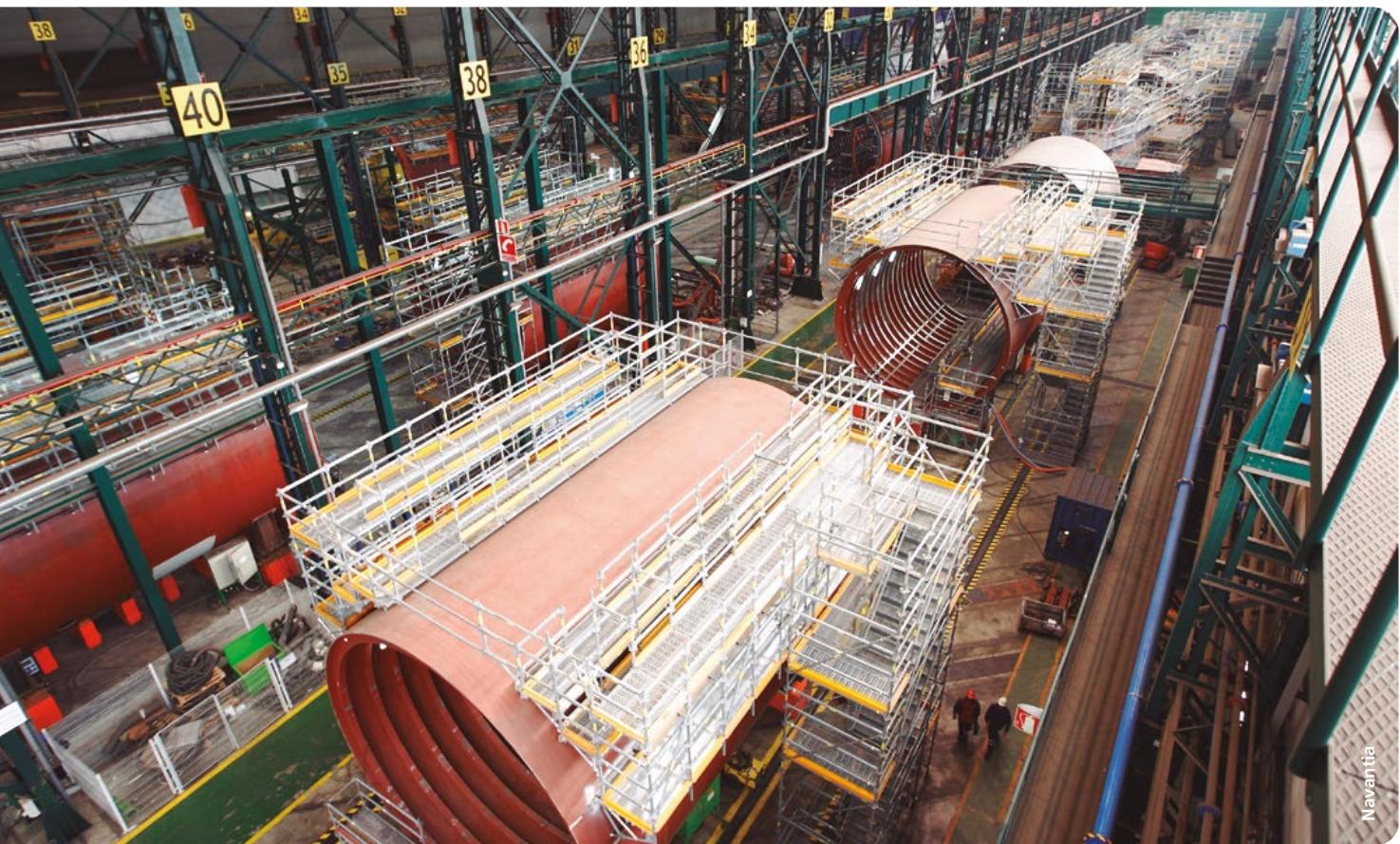
Este programa ha sufrido directamente, además de una profunda crisis económica que dilató y condicionó su reprogramación, los importantes cambios de todo tipo acaecidos en las dos últimas décadas (científicos, tecnológicos, de organización industrial, etc.). Por eso se vio obligado a adaptar su programación a continuas revisiones, auditorías y ajustes presupuestarios, que no se habrían realizado si todo hubiera seguido el ritmo previsto inicialmente.

Dice el refrán que "agua pasada no mueve molino", así que pensando en un futuro mejor y, reconociendo los cambios de estos últimos veinte años (pensemos en la transformación de nuestros teléfonos móviles), podemos decir con seguridad que el contenido industrial, tecnológico y científico que hoy rodea al programa 'S-80 Plus', es mucho mayor de lo que hubiera sido si todo hubiese ocurrido conforme al plan inicial. Hemos de reconocer que las tecnologías emergentes y digitales han sido un protagonista de excepción durante la últi-

including those that threatened to bring it to a halt. However, we always learn when solving problems and some of the assets of the 'S-80 Plus' programme are not only a first-class strategic capability but also an extraordinary testing ground for training, which we had not planned on either.

This programme has suffered directly, not only from a severe economic crisis that delayed and influenced its re-scheduling, but also from all kinds of significant changes that have taken place over the last 20 years (scientific, technological, industrial organisation, etc.). Consequently, it has had to adapt its schedule based on continuous reviews, audits and budgetary adjustments, which would not have happened if it had carried on as originally planned.

As the saying goes "it's no use crying over spilt milk", so by thinking about a better future and recognising the changes that have taken place over the 20 years (think how much our mobile phones have changed), we can safely say that the industrial, technological and scientific content of the 'S-80 Plus' programme today is much greater than it would have been if everything had gone according to plan. We must recognise that emerging and digital technologies have played an exceptional leading role throughout the final phase of the programme. Their rapid evolution has made controlling the rate at which they become outdated



Submarino S-80 Plus en el astillero de Cartagena | S-80 submarine in the Cartagena Shipyard

Navantia



Instalaciones del astillero de Cartagena | Cartagena Shipyard Navantia's facilities

Gines Soriano

El otro objetivo del programa es capacitar al sector nacional para un barco muy complejo

The other objective of the programme is to prepare the national sector for a highly complex vessel

ma fase de su desarrollo. Su rápida evolución ha obligado a considerar el control de la obsolescencia como una cuestión crítica, potenciando su incorporación en los procesos de diseño y fabricación. Esto ha permitido extraer algunas enseñanzas obtenidas del programa a otros de adquisición de armamento y material, como ocurre en el caso de la fragata 'F-110', que con su gemelo digital será el primer 'escuadrilla 4.0' de la Armada.

Quiero terminar estas líneas con una reflexión: si algo se ha visto claro en la respuesta dada a la sociedad por las Fuerzas Armadas y la industria de defensa durante la pandemia del 'Covid-19' es la vocación de ponerse de inmediato al servicio de los ciudadanos. Los métodos de operar, la organización, la tecnología y la fabricación de sistemas de armas, muestran un importante componente dual. Por esta razón se ha de trabajar para que las distintas políticas de Estado que intervienen en estos programas (ciencia, tecnología, innovación, industria, economía, empleo, etc), estén perfectamente coordinadas. Sólo así seremos capaces de proporcionar la flexibilidad y el dinamismo que se necesitan para responder con eficacia a los desafíos que plantea el nuevo entorno, tecnológico y social, en el que nos movemos y que es ya conocido como 'Universo 4.0'.

a a critical issue and encouraged it to be part of the design and manufacturing processes. This has made it possible to share some lessons learned during this programme with others that purchase military equipment and material, as in the case of the 'F-110' frigate, which in conjunction with its digital twin, will be the Navy's first 'escort 4.0'.

I would like to end with a reflection: if anything has been made clear by the way the Armed Forces and defence industry have responded during the 'Covid-19' pandemic, it is their willingness to immediately act and serve their country's citizens. Operating methods, organisation, technology and the manufacture of weapons systems all exhibit a significant dual component. For this reason, efforts must be made to ensure that the various State policies involved in these programmes (science, technology, innovation, industry, economy, employment, etc.), are perfectly coordinated. Only by doing so will we be able to provide the flexibility and dynamism needed to effectively respond to the challenges posed by the new technological and social environment we are operating in, which has already been dubbed 'Universo 4.0'.

La necesidad de submarinos The need for submarines

La Armada española se prepara para contar con una plataforma submarina que, entre otras mejoras, contará por primera vez con la capacidad de emplear misiles

The Spanish Navy is preparing for a submarine platform which, among other improvements, will be capable of using missiles for the first time



Submarino Tramontana, de la clase S-70 | Tramontana Submarine, from the S-70 class

“UN SALTO TREMENDO EN CAPACIDADES” “A MAJOR LEAP FORWARD IN TERMS OF CAPABILITIES”

En un entorno de defensa donde proliferan nuevas amenazas, como las digitales y asimétricas, ¿qué cabida tiene una plataforma de armamento convencional como el submarino? Desde el gabinete del Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada (Ajema), el almirante general Teodoro López Calderón, responden a esta y otras preguntas clave sobre la necesidad en la actualidad de un buque como el ‘S-80 Plus’ en una armada moderna.

¿De qué sirve un submarino en la actualidad?

El submarino sigue siendo el arma más disuasoria de la guerra naval, y es considerado como el ‘capital ship’ (buque capital) de las marinas desde hace muchas décadas. A las tradicionales guerras contra el tráfico mercante, o contra las unidades de superficie y los sub-

In a defence environment with growing new threats, such as digital and asymmetric threats, what is the place of a conventional weapon platform such as the submarine? From the office of the Admiral Chief of Naval Staff, Admiral General Teodoro López Calderón, this and other key questions are answered about the current need for a submarine like the ‘S-80 Plus’ in a modern navy.

What is a submarine used for today?

The submarine is still the best deterrent in naval warfare and has been considered the ‘capital ship’ of navies for many decades. Whether it be traditional wars against merchant ships or against enemy surface vessels and submarines, submarines today join all kinds of operations close to enemy coastlines, thanks to

marinos enemigos, los submarinos unen hoy en día las operaciones de cualquier tipo cerca de la costa enemiga, gracias a su discreción e invisibilidad. Lo hace como vector de unidades de guerra naval especial; como sembrador de campos minados ofensivos; como unidad que recoge información sobre unidades, sensores o movimientos enemigos, o como vigilante e informador del paso de fuerzas navales por puntos focales.

Es muy difícil detectar un submarino. Tratar de hacerlo exige al enemigo un tremendo esfuerzo en unidades aeronavales, lo que conlleva un gasto muy elevado para intentar localizarlo y contrarresta su amenaza.

¿Qué misiones acometerán los 'S-80 Plus'?

Además de llevar a cabo las misiones mencionadas en la anterior respuesta, aunque mejoradas con respecto a los submarinos actuales debido a la calidad de sus sensores y a las capacidades de sus armas, se añadirán misiones completamente nuevas en España. El 'S-80 Plus' contribuirá a misiones de proyección del poder naval sobre tierra, al equiparse con misiles, algo inédito en nuestros submarinos. En concreto, el 'S-80 Plus' dispondrá de misiles Boeing 'UGM-84 Harpoon' (de ataque a buques de superficie y limitada capacidad de ataque a tierra) y misiles tipo crucero Raytheon 'BGM-109 Tomahawk' (de ataque a tierra), cuando España adquiera esta capacidad.

their discretion and invisibility. They do so as a special naval warfare vessel; laying offensive minefields; gathering information about enemy vessels, sensors or movements or watching and informing when naval forces pass by focal points.

It is very difficult to detect a submarine. Trying to do so requires the enemy to make a tremendous effort with aircraft units, making it extremely expensive to try to locate and counteract their threat.

What missions will the 'S-80 Plus' undertake?

On top of the missions just mentioned, although improved when compared to the current submarines due to the quality of their sensors and the capabilities of their weapons, completely new missions will be added in Spain. The 'S-80 Plus' will contribute to the naval power on land for outreach missions through being equipped with missiles, something unprecedented in our submarines. Specifically, the 'S-80 Plus' will have Boeing 'UGM-84 Harpoon' missiles (for attacking surface vessels and with limited land attack capability) and Raytheon 'BGM-109 Tomahawk' cruise missiles (land attack), when Spain acquires this capability.

Additionally, the 'S-80 Plus' will operate as part of a naval force as a key element in protecting against underwater threats. It will also be able to act as a

Tratar de localizar y contrarrestar a un submarino exige un coste muy elevado

**Trying to locate and counteract a submarine is
extremely expensive**

Además, el 'S-80 Plus' operará integrado en una fuerza naval, donde actuará como elemento fundamental para protegerla ante una amenaza submarina. Igualmente podrá actuar como unidad de apoyo para otras fuerzas en diferentes tipos de misiones.

¿Qué mejora suponen respecto a los 'S-70' con los que la Armada española ha venido operando hasta ahora?

Los submarinos 'S-70' fueron diseñados en los años 1970 y construidos a principios de los años 1980, lo que nos lleva a afirmar que su tecnología había ido quedando desfasada con respecto al resto de fuerzas submarinas. El arma submarina española va a potenciar sus capacidades particularmente en tres aspectos con la llegada de los 'S-80 Plus'.

El primer aspecto en que se va a ver potenciada se encuentra en el sistema de combate integrado. Se trata del cerebro del barco que integra a todos los sensores y las armas para una respuesta adecuada y rápida a cual-

support vessel for other forces in different types of missions.

What improvements do they offer compared to the 'S-70' submarines that the Spanish Navy has been operating until now?

The 'S-70' submarines were designed in the 1970s and built in the early 1980s, which led us to think that their technology had become outdated compared to other submarine fleets. The Spanish submarine fleet will strengthen its abilities in three ways in particular with the arrival of the 'S-80 Plus'.

The first improvement that we will see is in the integrated combat system. This is the brain of the ship and integrates all the sensors and weapons needed for an appropriate and quick response to any threat. It has been designed by Lockheed Martin and Navantia Sistemas has worked on integrating the equipment. It contains all the integration software and is operated from seven consoles that are used to control the

quier amenaza. Ha sido diseñado por Lockheed Martin, y Navantia Sistemas ha trabajado en la integración de equipos. Comprende todo el software de integración y su manejo se realiza desde siete consolas, desde las que se manipulan los diferentes sensores y se realizan las secuencias de fuego de las armas. Hasta ahora estas operaciones las han realizado los 'S-70' de manera un tanto artesana.

El segundo punto de mejora significativa de capacidades es el denominado sistema de propulsión independiente de la atmósfera (AIP), que permitirá obtener energía eléctrica con el submarino en cualquier profundidad, lo que reducirá su dependencia de salir a cota periscópica, donde debe exponer mástiles para poder recargar la batería, lo que le lleva a perder su principal cualidad: la discreción. El AIP está basado en un sistema de pila de combustible donde el H₂ y el O₂ se combinan para producir energía y H₂O. Este sistema va a permitir al 'S-80 Plus' permanecer mucho más tiempo en inmersión profunda, lo que mejora su discreción y le permite, por tanto, no ser detectado por el enemigo.

El tercer aspecto que se potencia es la capacidad de escucha, lo que se logra con un conjunto de sónares de las empresas Lockheed Martin y SAES (Sociedad Española de Acústica Submarina). De este modo, el 'S-80 Plus' se convierte en un submarino de grandes prestaciones en guerra submarina y de superficie. Los equipos de detección comprenden sonar de casco, sonar de flanco, sonar de detección de obstáculos y minas, y sonar remolcado. Hay que tener en cuenta que el sonar es el sensor más importante de un submarino y el que va a permitir detectar, seguir y obtener solución de fuego sobre el enemigo. También será un apoyo a la seguridad en la navegación y vital en las maniobras de subida a profundidad periscópica.

Además, como no podía ser de otro modo, el nuevo desarrollo supone avances en las capacidades de comunicaciones, de radar, de periscopios y de guerra electrónica.

Por último, también han mejorado con respecto a los 'S-70' las condiciones de habitabilidad, que también son importantes cuando las patrullas duran hasta 45 días.

¿Qué lugar ocupa el arma submarina dentro de la Armada?

El arma submarina constituye una capacidad más de la Armada. Con un recorrido histórico de más de cien años, el arma submarina española ha contado con naves de origen italiano, estadounidense y construidas en España. Todas ellas siempre han servido bajo el lema "Ad Utrumque Paratus" (listos para todo), para cumplir las misiones asignadas allá donde se les ha mandado. En las últimas décadas, en concreto, el arma submarina española ha participado en numerosas operaciones, tanto nacionales como bajo bandera de la OTAN y la UE.

El submarino sigue siendo el arma más disuasoria de la guerra naval

The submarine is still the best deterrent in naval warfare

different sensors and carry out weapon launch sequences. Up until now, these operations have been carried out by the 'S-70' submarines in a somewhat traditional manner.

The second major improvement in terms of its ability is the so-called Air-Independent Propulsion (AIP) system. This will enable the submarine to generate electrical energy at any depth and therefore reduce the need to climb to periscope depth and expose its masts in order to recharge the battery, something which results in it losing its main quality: discretion. AIP is based on a fuel cell system where H₂ and O₂ are combined to produce energy and H₂O. This system will allow the 'S-80 Plus' to stay deep underwater for much longer, improving its discretion and allowing it to remain undetected by the enemy.

The third aspect improved is its ability to listen, which is achieved with a set of sonars produced by Lockheed Martin and SAES (Sociedad Española de Acústica Submarina). This makes the 'S-80 Plus' a high-performance submarine for underwater and surface warfare. Its detection equipment includes a hull sonar, flank sonar, obstacle and mine detection sonar, and towed sonar. It should be remembered that the sonar is a submarine's most important sensor and that which will allow it to detect, follow and obtain a firing solution about the enemy. It will also help towards safe navigation and will be vital to carrying out manoeuvres to climb to periscope depth.

The new development will also, of course, represent increased communication, radar, periscope and electronic warfare abilities.

Finally, the living conditions have also improved compared to the 'S-70' submarines, which is also important when patrols last up to 45 days.

Where do submarines rank within the Navy?

The submarine fleet gives the Spanish Navy another capability. With over 100 years of history, the submarine fleet has included Italian, American and other ships built in Spain. They have always served under the motto 'Ad utrumque paratus' (ready for everything), when completing missions assigned to them wherever they are in the world. In recent decades, the Spanish submarine fleet specifically has participated in numerous operations, both national and under NATO and EU flags.



Navantia

Submarino de fabricación hispano-francesa | Submarine built in Spain and France

La incorporación de los 'S-80 Plus' supondrá un tremendo salto en capacidades, especialmente en la obtención y explotación de inteligencia al nivel operacional y táctico, lo que permitirá a la Armada seguir contando con una flota equilibrada con la que asegurar, con unos medios modernos, eficaces y compenetrados, el control del mar y contribuir a las operaciones de la OTAN y la UE que se determinen. En la actualidad, solo 13 naciones operan submarinos en la OTAN.

¿Qué necesidades específicas tiene la Armada en submarinos que la distinga de otros países?

Como se ha apuntado, toda armada equilibrada debe contar con submarinos, ya que aportan una capacidades únicas a la fuerza, principalmente por su discreción

The incorporation of the 'S-80 Plus' will mean a tremendous leap forwards in its abilities, especially in obtaining and exploiting intelligence at an operational and tactical level. This will allow the Navy to continue to have a balanced fleet with which to ensure, thanks to modern, efficient and integrated means, control at sea and to contribute to any operations managed by NATO or the EU. Only 13 nations in NATO are currently operating submarines.

What specific needs does the Spanish Navy have for submarines that distinguish it from other countries?

As previously mentioned, any balanced Navy must have submarines, as they bring unique capabilities



UNMANNED SYSTEMS



THE LARGEST EVENT OF RPAS IN SPAIN

UNVEX 2020 is an internationally recognized event which has already celebrated five editions in Spain and four in Latin America.

In its sixth edition, **UNVEX** focuses on the applications of RPAS in the services provided by the Administration to the citizen. Organized in collaboration with the Xunta of Galicia and the support of the Ministries of Defence, Home Affairs, Infrastructures and Industry.

INCLUDES:

- High level Conferences
- Specialized Workshops
- Exhibition
- Live Demonstrations
- Networking activities

Organized by:



With the
collaboration:



www.unvex2020.com

Contact:
eventos@idsolutions.biz. Phone +34 915 940 734



Navantia

Proyección de fuerzas especiales desde un submarino | Projection of special forces from a submarine

o capacidad de operar oculto e indetectado. El submarino es óptimo, y único, a la hora de realizar operaciones cerca de la costa enemiga, como las de minado, guerra naval especial y obtención de inteligencia, vigilancia y reconocimiento.

En este punto hay que recordar que España tiene una costa abierta a dos escenarios diferentes, el océano Atlántico y el mar Mediterráneo. Si a esto sumamos las islas Canarias vemos que nuestros intereses nos obligan a cubrir una larga costa y un amplio mar, con áreas alejadas entre sí y con la necesidad de disponer, en un momento determinado, de submarinos en más de una zona de operaciones.

¿Qué futuro aguarda a los submarinos?

Cada vez más países optan por desarrollar esta capacidad, por lo que de momento parece que la opinión general es que el futuro es favorable al submarino. Por tanto seguirá siendo un arma muy importante en la guerra naval. Esta arma tuvo en sus manos en un plazo de 25 años, en los peores momentos de la primera y la segunda guerra mundial, decidir el resultado y vencer en su guerra al tráfico para aislar a Reino Unido, y en ambos casos lo impidió la intervención de Estados Unidos. En palabras del primer ministro británico Winston Churchill: "Lo único que realmente me asustó durante la guerra fue el peligro representado por los submarinos".

Desde entonces no ha habido mucha alteración en la guerra submarina (ha habido evoluciones tanto en los sistemas de los barcos para detectar al submarino, como en estos para permanecer oculto a los sensores de los barcos y las unidades aéreas), por lo que sigue siendo un arma letal que obtiene información valiosa permaneciendo oculto, o que ataca por sorpresa y hace mucho daño con unas armas que actúan por debajo de la línea de flotación de sus blancos.

to the force, mainly because of their discretion and ability to operate secretly and undetected. Submarines are ideal, and unique, for operations near the enemy's coast, such as mining, special naval warfare and intelligence gathering, surveillance and reconnaissance.

In this regard, we must remember that Spain has a coast open to two different settings, the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea. If we add the Canary Islands to this, we see that our interests require us to cover a long coastline and wide ocean, with a considerable distance between different areas and the need to have, at any given time, submarines available in more than one area of operation.

What does the future hold for submarines?

More and more countries are choosing to add them to their arsenal, so for the time being it seems that the general opinion is that submarines have a promising future. Therefore, they will continue to be a very important weapon in naval warfare. For 25 years, during the worst moments of the First and Second World Wars, submarines had the power to determine the outcome and defeat sea trade in its mission to cut off the United Kingdom, and in both cases, they prevented the intervention of the United States. In the words of British Prime Minister Winston Churchill: "The only thing that ever really frightened me during the war was the U-boat peril".

Since then, not much has changed in submarine warfare (there have been developments in both ship systems to detect submarines and in those to remain hidden from the sensors of ship and air units), so the submarine continues to be a lethal weapon that secretly obtains valuable information, or which attacks by surprise and does a lot of damage with weapons that act below the waterline of its targets.

Historia del programa Programme history

**El programa S-80 Plus encara la puesta a flote de su primer buque
tras dos décadas de un complejo desarrollo**

**The S-80 Plus programme sees the launch of its first vessel after
two decades of complex development**



Navantia

Submarinos S-70 Tramontana, Galerna y Mistral | Tramontana, Galerna and Mistral S-70 submarines

EL SALTO HACIA UN SUBMARINO PROPIO STEPPING TOWARDS OUR OWN SUBMARINE

Hasta el comienzo del programa 'S-80', la construcción de submarinos en Navantia se había acometido con diseños de terceros. En particular, los últimos submarinos de la Armada se realizaron con diseño de la compañía francesa DCN (actual Naval Group). La relación entre DCN y Navantia se estableció y fructificó con la construcción con éxito de los submarinos 'S60' y 'S70'.

En ese contexto, las buenas relaciones existentes entre las dos compañías dieron lugar a un protocolo el 3 de abril de 1991 en virtud del cual acordaron colaborar en el diseño y desarrollo de una nueva serie de submarinos, la clase 'Scorpene'. En 1997 comenzó el diseño del 'Scorpene' para Chile, y el 17 de diciembre de ese mismo año se logró el contrato de dos submarinos para la Marina de ese país, lo que supuso un éxito internacio-

Up until the start of the 'S-80' programme, the submarines built by Navantia had been designed by third parties. Specifically, the last submarines used by the Navy were built using a design by the French company DCN (current Naval Group). The relationship between DCN and Navantia was first established with the successful construction of the 'S60' and 'S70' submarines.

In this respect, the good relationship between the two companies resulted in a protocol on 3 April 1991 in which they agreed to collaborate on the design and development of a new series of submarines, the 'Scorpene' class. In 1997, a 'Scorpene' began to be designed for Chile and on 17 December of that same year, they won the contract to build two submarines

Es un proyecto más próximo a lo aeroespacial que a uno naval convencional

**It is more of an aerospace project than a
conventional naval one**

nal extraordinario y la consolidación de la relación entre DCN y Navantia. Esa relación fue rubricada con un nuevo contrato con Malasia en 2002 y el posterior acuerdo de transferencia de tecnología para la construcción de seis submarinos para la India en 2005. La fabricación de estos últimos buques se está realizando en el astillero público MDL, ubicado en Mumbai. Navantia participa en este programa como subcontratista de Naval Group suministrando la ingeniería de detalle y el paquete de apoyo logístico integrado (ILS). La primera unidad ya se encuentra en servicio desde 2017 y la segunda se prevé que sea entregada próximamente. El programa también incluyó el suministro de varios equipos para los seis submarinos.

En el año 2003, el Pentágono llevó a cabo un proceso de selección de un astillero europeo para el posible suministro de ocho submarinos convencionales a Taiwán. Aunque el suministrador final era el gobierno americano, la construcción de los submarinos se encargó a la empresa estadounidense Electric Boat, e incluyó la participación de las compañías de ese mismo país Lockheed Martin y Raytheon para el sistema de combate. Dentro de este proceso, técnicos americanos visitaron el astillero de Cartagena, además de otros en Alemania, Francia y Holanda. Como resultado, IZAR y el anteproyecto denominado 'P650' para el 'S-80' fueron seleccionados para el programa taiwanés.

La combinación de esta nueva situación, junto con la orientación de la Armada hacia el sistema de combate americano, reforzada tras la incorporación del requisito de ataque a tierra, hizo natural que se contemplase la posibilidad de que Electric Boat fuese el socio tecnológico de IZAR para el desarrollo del submarino 'S-80'. El programa se encontraba en ese momento en la fase de revisión de la definición de proyecto a partir de los

for the Chilean Navy. This meant extraordinary international success and cemented the relationship between DCN and Navantia. This relationship was signed in a new contract with Malaysia in 2002 and the subsequent technology transfer agreement for the construction of six submarines for India in 2005. These are currently being built at the public CDM shipyard in Mumbai. Navantia is a subcontractor of Naval Group in this programme, providing detailed engineering and an integrated logistics support package (ILS). The first vessel has been in service since 2017 and the second is expected to be delivered soon. The programme also included the supply of various equipment for the six submarines.

In 2003, the Pentagon carried out a selection process to choose a European shipyard for the possible supply of eight conventional submarines to Taiwan. Although the final supplier was the American government, the American company Electric Boat was responsible for building the submarines, and the American companies Lockheed Martin and Raytheon participated in creating the weapon system. As part of this process, American technicians visited the Cartagena shipyard, as well as others in Germany, France and Holland. Subsequently, IZAR and the preliminary project called 'P650' for the 'S-80' were selected for the Taiwanese programme.

The combination of this new situation and the Navy moving towards the American weapon system, further encouraged by the introduction of the land attack requirement, meant it was only natural to consider making Electric Boat IZAR's technological partner for developing the 'S-80' submarine. At that time, the programme was in the revision phase of defining the project according to the October 2002 operational requirements (NSR), and an alternative path opened up



Submarino Scorpene construido en la India | Scorpene submarine built in India

requisitos operativos (NSR) de octubre de 2002, y se abrió una vía alternativa a la estrategia que IZAR tenía planteada con DCN. Esta vía precisaba la aprobación de la Armada de Estados Unidos (US Navy) del preceptivo 'Technical Assistance Agreement' (TAA), lo que daría entrada a la Armada española, que veía con muy buenos ojos la posible participación americana por la excelente trayectoria de colaboración durante décadas. Sin embargo, esta cooperación finalmente no fructificó.

La experiencia de Navantia en aquellos años se basaba en el diseño de detalle y la construcción de las popas de los 'Scorpene', y la logística y la ingeniería funcional de determinados sistemas del submarino. Fuera de estas áreas la experiencia de Navantia era muy limitada. Con la ruptura de relaciones con DCNS (acrónimo con el que pasó a ser conocida la antigua DCN) y la no selección de Electric Boat faltaba un socio tecnológico para el diseño del submarino 'S-80'.

La orden de Ejecución (OdE) del Programa 'S-80' se formalizó entre IZAR y la Armada y el Ministerio de Defensa (Minisdef) el 25 de marzo de 2004. Su objeto consistió en la construcción de cuatro submarinos, cuyas entregas estaban inicialmente previstas para octubre de 2011, octubre de 2012, octubre de 2013 y octubre de 2014. La OdE sufrió posteriormente diversas modificaciones y en 2011 se establecieron unas nuevas fechas: marzo de 2015, diciembre de 2016, marzo de 2018 y mayo de 2019.

in the strategy that IZAR had planned with DCN. This path needed the US Navy to approve the mandatory 'Technical Assistance Agreement' (TAA) which would allow the Spanish Navy to be involved. The latter was very pleased with the possibility of American participation thanks to decades of excellent collaboration. However, this cooperation did not come to fruition.

Navantia's experience in those years was based on the detailed design and construction of the sterns of 'Scorpene' submarines and the logistics and functional engineering of certain submarine systems. Outside these areas, Navantia had very limited experience. After its relationship ended with DCNS (the acronym which replaced DCN) and Electric Boat was not selected, there was no technological partner to help design the 'S-80' submarine.

The 'S-80' Programme execution order (EO) was formalised between IZAR, the Navy and the Ministry of Defence (Minisdef) on 25 March 2004. Its purpose was to build four submarines, which were initially scheduled for delivery in October 2011, October 2012, October 2013 and October 2014. The EO was subsequently modified several times and in 2011, new dates were set: March 2015, December 2016, March 2018 and May 2019.

After multiple difficulties and delays in construction, Navantia informed the Navy in November 2012 of

Antes del S-80 Plus Navantia solo construía diseños de submarinos de terceros

Before the S-80 Plus Navantia only built submarines designed by third parties

Tras diversas vicisitudes y retrasos en la construcción, en noviembre de 2012 Navantia comunicó a la Armada una desviación crítica en el control de pesos del buque. Además no se alcanzó una solución de propulsión AIP satisfactoria para el cumplimiento de los requisitos establecidos.

La situación obligó a centrar todos los esfuerzos en buscar una solución técnica que subsanase el problema y permitiese devolver la viabilidad al proyecto. Para lograrlo se contó con el apoyo técnico de la US Navy y de un tecnólogo de reconocido prestigio en el diseño y construcción de submarinos, Electric Boat, a través de un contrato FMS ('Foreign Military Sales').

La Armada de Estados Unidos y Electric Boat realizaron una auditoría del programa 'S-80' en mayo de 2013. El informe de Electric Boat concluyó que no sólo era necesario una aproximación técnica, sino que debía hacerse

a serious deviation in the vessel's weight control. Moreover, it had not achieved an AIP propulsion solution that met the established requirements.

The situation made it necessary to focus all efforts on finding a technical solution that would remedy this problem and restore the project's viability. In order to achieve this, Navantia was offered technical support by the US Navy and a highly renowned technologist in designing and building submarines, Electric Boat, through an FMS (Foreign Military Sales) contract.

The U.S. Navy and Electric Boat carried out an audit of the 'S-80' programme in May 2013. The Electric Boat report concluded that not only was a technical approach necessary but also that there should be a holistic approach to the programme including technical and organisational restructuring, and the restructuring of processes and new technology.



Construcción del submarino chileno Carrera en Cartagena | Construction of the Chilean submarine Carrera in Cartagena

una aproximación holística al programa que incluyese la restructuración técnica, organizacional, de procesos y de aprovechamiento de las nuevas tecnologías.

Navantia analizó sistemáticamente el contenido y las recomendaciones del informe e identificó las líneas de acción necesarias para solucionar las deficiencias técnicas, organizativas, de procesos y de procedimientos de trabajo en la construcción del submarino. También se aprovecharon las lecciones aprendidas de precedentes similares, especialmente a partir de los problemas que experimentó la propia Electric Boat en el programa de submarinos estadounidense 'Seawolf', aunque en ese caso el programa fue suspendido y sustituido por otro nuevo, el de la clase 'Virginia'.

En un proceso paralelo a la auditoría de Electric Boat se decidió tomar como referencia el manual de la NASA 'Systems Engineering Handbook' ('Manual de ingeniería de sistemas') para la implantación de una nueva metodología de ingeniería de sistemas para la gestión del proyecto. En virtud de esta actuación se realizó un exhaustivo análisis para su aplicación en los procesos y estructuras de un sistema tan complejo como es un submarino.

El resultado del análisis de la auditoría de Electric Boat y la búsqueda de nuevas directrices para optimizar la gestión del proyecto dieron lugar a la adopción de nuevas medidas de reestructuración del programa. Entre ellas

Navantia systematically analysed the content and recommendations made by the report and identified the lines of action needed to solve technical and organisational deficiencies, as well as deficiencies in processes and work procedures in building the submarine. They also made the most of lessons learned in the past, especially the problems faced by Electric Boat itself in the 'Seawolf' US submarine programme, although in that case the programme was suspended and replaced by a new one, the 'Virginia' class.

Alongside the Electric Boat audit, Navantia decided to use the NASA 'Systems Engineering Handbook' as a reference to implement a new systems engineering methodology for managing the project. This led to an exhaustive analysis being carried out on how to apply it to the processes and structures of a system as complex as that of a submarine.

The result of analysing the Electric Boat audit and searching for new guidelines to optimise the management of the project led to further measures being taken to restructure the programme. These include the implementation of IPPD ('Integrated Product and Process Development') and 'Lean Six Sigma' methodologies. The EVMS ('Earned Value Management System') methodology was subsequently introduced to monitor the project

and led to a redesign including reviewing compliance



Navantia

Trabajos en un submarino chileno de la clase Scorpene, en Cartagena | Work on a Chilean Scorpene-class submarine in Cartagena

destaca la implantación de las metodologías de IPPD ('Integrated Product and Process Development') y 'Lean Six Sigma'. Posteriormente también se incorporó la metodología del valor ganado EVMS ('Earned Value Management System') para el seguimiento del proyecto.

De esta forma se inició un rediseño que abarcó la revisión del cumplimiento de requisitos del proyecto original, la redefinición del proyecto 'S-80 Plus' y la implantación de un nuevo modelo de ingeniería de sistemas. Así se dio respuesta a las necesidades de un proyecto de submarinos, que está más cercano al modelo aeroespacial que al modelo de construcción naval convencional que se venía siguiendo.

Bajo este nuevo modelo se superaron los hitos SRR (Revisión de Requisitos del Sistema), SDR (Revisión de la Definición del Sistema), PDR (Revisión Preliminar del Diseño) y, en julio de 2016, la CDR (Revisión Crítica del Sistema), donde se demostró la viabilidad del diseño propuesto por Navantia.

El 19 de diciembre de 2018 se firmó la orden de ejecución complementaria del programa de submarinos 'S-80 Plus'. Esta acción fue la consecuencia de la reconducción del programa. Con ella se aseguró la construc-

with the requirements of the original project, redefining the 'S-80 Plus' project and implementing a new systems engineering model. This responded to the needs of a submarine project, which is closer to the aerospace model than the conventional naval model that was being followed.

Under this new model, the SRR (System Requirements Review), SDR (System Definition Review), PDR (Preliminary Design Review) and, in July 2016, the CDR (Critical Design Review) milestones were achieved, demonstrating the viability of the design proposed by Navantia.

On 19 December 2018 the complementary execution order for the 'S-80 Plus' submarine programme was signed. This was thanks to the programme being redirected. Doing so ensured the construction of the four vessels planned after the ceiling for the programme was increased, agreed by the Council of Ministers on 27 July 2018. The four deliveries have since been scheduled for September 2022, June 2024, April 2026 and August 2027.

Having passed the SIR (System Integration Review), the project is now in the construction and integration

El programa se corrigió con lecciones de precedentes como el del Seawolf

The programme was corrected based on lessons learned in previous programmes such as Seawolf

ción de las cuatro unidades previstas tras el incremento del techo del programa, acordado en Consejo de Ministros del 27 de julio de 2018. Las cuatro entregas están desde entonces previstas para septiembre de 2022, junio de 2024, abril de 2026 y agosto de 2027.

Tras la superación de la SIR (Revisión de Integración de Sistema) el proyecto se encuentra ahora en la fase de construcción e integración, de acuerdo con su Plan de Ingeniería de Sistemas (SEMP). El objetivo de este periodo es la producción, el ensamblaje, la integración y la verificación de los elementos que componen el sistema (el buque). Al final de esta fase se acometerá la TRR (Revisión de Preparados para Pruebas), asociada al hito de la puesta a flote del primer submarino, tras la que se iniciará la fase de pruebas.

En diciembre de 2019 tuvo lugar el cierre del casco resistente del submarino 'S-81 Plus' 'Isaac Peral'. Se trata de un hito fundamental en la construcción de una nave de este tipo en el que queda constituido como buque completo. Previamente se embarcaron los módulos principales y se alcanzó un nivel de terminación de las secciones muy elevado. El siguiente paso es la finalización de los trabajos de armamento y el comienzo de la etapa de pruebas.

Este momento supone un cambio de fase en la obra. Los trabajos en el submarino se enfocan ahora hacia su puesta a flote, para lo que se sigue un proceso formal y reglado basado en la superación de hitos de seguridad. Este proceso comienza con el llamado hito de puesta en tensión, en el que el submarino comienza a recibir corriente en sus cuadros principales; continúa con el hito de embarque de baterías, en el que adquiere autonomía en la generación de energía, y culmina con el propio hito de puesta a flote, en el que el submarino se desplaza al muelle de armamento para el inicio de las pruebas de puerto, lo que tendrá lugar en los próximos meses.

Se tomó como referencia un manual de la NASA en la gestión del proyecto

A NASA manual was used as a reference when managing the project

phase, according to its Systems Engineering Plan (SEMP). The aim of this period is to produce, assemble, integrate and verify the elements that make up the system (the vessel). At the end of this phase, the TRR (Test Readiness Review) will be carried out, associated with the milestone of launching the first submarine, which is when the testing phase will begin.

In December 2019, the pressure hull of the 'S81' 'Isaac Peral' submarine was completed. It is a fundamental milestone in the construction of a vessel of this type which establishes it as a completed vessel. Prior to this, the main pieces were shipped and a large number of sections completed. The next step is to finish fitting it out and start testing.

This is when the next phase of the work will begin. Work on the submarine is now focused on its launch, so a formal and regulated process is being followed based on achieving security milestones. This process begins with the so-called powering up milestone, in which the submarine begins to receive current in its main panels; followed by the battery loading milestone, in which it generates energy independently and culminates with the launch milestone itself, in which the submarine moves to the fitting-out dock to begin port tests, which will take place in the coming months.



Armada española

Submarino Tramontana en el puerto de Sevilla | Tramontana submarine at the port of Seville

Historia del programa Programme history

El desarrollo de los submarinos S-80 Plus es el proyecto tecnológico más complejo que jamás se ha acometido en España

Developing the S-80 Plus submarines is the most complex technological project ever undertaken in Spain



Construcción de los submarinos S-80 Plus en el Astillero de Cartagena | Construction of S-80 Plus submarines in the Cartagena Shipyard

UN RETO AL ALCANCE DE MUY POCOS PAÍSES A CHALLENGE THAT VERY FEW COUNTRIES CAN MEET

El submarino constituye un arma de disuasión estratégica para la defensa que implica una fuerte apuesta industrial y tecnológica si se quiere contar con un modelo propio. De hecho, acometer un programa de diseño y construcción de submarinos es probablemente uno de los mayores retos a los que se puede enfrentar la ingeniería actual. En él se precisa de personal con habilidades y capacidades únicas, complementadas con práctica en sus áreas de experiencia, y también se necesita disponer de instalaciones de construcción y apoyo dotadas de medios muy precisos. Por eso los gobiernos que deseen contar con la capacidad para el diseño y construcción de submarinos deben apostar fuertemente por una base industrial sólida que la sustente.

Submarines are a strategic deterrent used for defence that entail deep industrial and technological commitment if countries want to build their own. In fact, carrying out a submarine design and construction programme is probably one of the greatest challenges facing engineering today. It requires staff with unique skills and abilities plus experience in their areas of expertise, in addition to construction and support facilities with very precise equipment. That's why governments that want to be able to design and build submarines must heavily invest in a solid industrial base to support it.

Up until the 'S-80' programme, Spain had developed



Buque LHD Juan Carlos I, desarrollado por Navantia | Juan Carlos I LHD ship, developed by Navantia

Hasta el programa 'S-80 Plus', España había desarrollado su fuerza submarina con diseños, tecnología y apoyo técnico extranjero (de Estados Unidos y Francia fundamentalmente), pero tras los éxitos obtenidos en portaviones ('LHD Juan Carlos I'), buques anfibios (clase 'Galicia') y fragatas ('F-100'), la Armada pensó, y convenció al nivel político, que había llegado la hora de intentar lo más difícil: diseñar un submarino propio.

El diseño de un buque de este tipo es un trabajo de ingeniería altamente especializado y complejo que pone en valor la capacidad tecnológica de la industria naval del país. Se trata, como se ha explicado, de uno de los mayores retos a los que se puede enfrentar la ingeniería actual. Es, de hecho, el proyecto tecnológico más complejo que jamás se ha acometido en nuestro país.

En la actualidad son muy pocos los países que cuentan con la capacidad de diseñar y construir sus propios submarinos, y menos con este nivel de sofisticación. Resulta muy complicado solventar las dificultades intrínsecas del diseño de un sistema que debe ser capaz de operar de forma autónoma en entornos extremadamente hostiles durante largos períodos de tiempo, y que requiere de conocimientos altamente especializados en disciplinas muy diversas (materiales, hidrodinámica, mecánica, acústica, etc.), además de disponer de una base industrial y tecnológica de apoyo altamente cualificada

its submarine force using foreign designs, technology and technical support (mainly from the United States and France). However, following its successes with aircraft carriers ('LHD Juan Carlos I'), amphibious ships ('Galicia' class) and frigates ('F-100'), the Navy felt, and convinced politicians, that now was the time to face the ultimate challenge: designing its own submarine.

Designing a vessel of this kind is a complex, highly specialised engineering task that spotlights the technological capabilities of a country's naval industry. It poses, as previously mentioned, one of the greatest challenges to be found in engineering today. It is, in fact, the most complex technological project ever undertaken in Spain.

There are currently very few countries that have the capacity to design and build their own submarines, and fewer still as sophisticated as these. It is very difficult to overcome the intrinsic difficulties of designing a system that must be capable of operating independently in extremely hostile environments for long periods of time, and which requires highly specialised knowledge in a wide range of disciplines (materials, hydrodynamics, mechanics, acoustics, etc.), in addition to a highly qualified and specialist industrial and technological support base.

Crear un nuevo submarino es uno de los mayores retos de la ingeniería actual

Creating a new submarine is one of the greatest challenges of modern engineering

Menos de una decena de países son capaces de construir sus propias unidades

Less than a dozen countries are able to build their own

y especializada. Por eso este es un club al que no ha accedido ni una decena de países en todo el mundo.

En abril de 2004, Navantia recibió el encargo, y el enorme reto, de diseñar y construir cuatro submarinos propios (los 'S-80 Plus') por parte de la Armada española. El primero se debía haber entregado en el año 2012, pero el proyecto sufrió distintos retrasos y dificultades. Los principales contratiempos se debieron a un sobrepeso inicial y al retraso en la definición y desarrollo del sistema AIP.

Estos problemas detectados al principio del programa 'S-80' han sido solventados con éxito. Un programa de diseño de submarinos necesita disponer de personal con habilidades y capacidades únicas, además de experiencia, así como de instalaciones de construcción y apoyo dotadas de los medios necesarios. En este sentido, el

Consequently, this is an exclusive club made up of less than a dozen countries around the world.

In April 2004, Navantia was ordered by the Spanish navy to take on the enormous challenge of designing and building four submarines of its own (the 'S-80'). The first should have been delivered in 2012, but the project ran into several delays and difficulties. The main setbacks were due to it being initially overweight and a delay in defining and developing the AIP system.

These problems identified at the beginning of the 'S-80' program have since been successfully solved. A submarine design programme needs employees with unique skills and abilities, plus experience, and construction and support facilities with the necessary equipment. In this sense, the 'S-80 Plus'

ABENGOA

With our feet on the ground & innovating for **space and defense**



programa 'S-80 Plus' ha permitido capacitar al astillero de Navantia en Cartagena, donde se ha formado a un equipo de ingenieros en las disciplinas asociadas (hidrodinámica, acústica, casco resistente, materiales, mecánica, fluidos, etc.) y se ha dotado a sus instalaciones con los medios de construcción necesarios (prensas, torres de soldadura, LBTS del AIP, etc.) y con las técnicas de gestión requeridas por la complejidad inherente a este tipo de proyectos (ingeniería de sistemas, modelo de gestión Lean, IPPD, EVMS, Astillero 4.0).

programme has enabled the Navantia shipyard in Cartagena to train a team of engineers in related disciplines (hydrodynamics, acoustics, pressure hull, materials, mechanics, fluids, etc.). Its facilities have also been equipped with the necessary construction equipment (presses, welding towers, AIP LBTS, etc.) and management techniques required by the inherent complexity of this type of project (systems engineering, Lean management model, IPPD, EVMS, Shipyard 4.0).

De EEUU a Alemania, los contratiempos de construir submarinos

From the US to Germany, the setbacks of building submarines

Teniendo en cuenta la complejidad tecnológica y técnica que implica la fabricación de un submarino, es normal que en los programas de diseño se produzcan fallos. Casi todos los programas de este tipo sufren problemas, retrasos y sobrecostes. En los siguientes párrafos se recogen algunos ejemplos.

En Estados Unidos, el programa 'Seawolf' introdujo un elevado número de innovaciones tecnológicas que requirieron el desarrollo de un nuevo reactor, de un nuevo sistema de propulsión, de un nuevo sistema de combate e incluso del uso de acero nuevo. Los problemas ocasionados por los novedosos desarrollos llevaron a que finalmente se cancelase el programa. El 'Seawolf' también sufrió problemas de sobrepeso y tuvo que ser alargado. No obstante, Electric Boat aprendió de los errores y es la empresa de referencia mundial en el diseño y fabricación de submarinos.

En Reino Unido, el programa 'Astute' de la Armada británica sufrió retrasos y sobrecostes derivados del final de la Guerra Fría y de la consecuente decisión del gobierno del país de reducir tanto el gasto militar como la fuerza de trabajo profesional. Recientemente se han anunciado 17 meses adicionales de retraso.

En Australia, el programa clase 'Collins' tuvo problemas relacionados con la sostenibilidad de los submarinos, cuyos períodos de operatividad en el mar eran cortos. El actual programa planeado para sustituir a estos buques a partir de la década de 2030 (el denominado 'Attack Class Submarine') también está experimentando retrasos apenas un año después de formalizar el contrato con DCNS.

En Francia, los submarinos de la clase 'Barracuda' llevan tres años de retraso derivados del desarrollo de su nuevo reactor nuclear.

En la India, los submarinos tipo 'Scorpene' llegaron a no ser aceptados por la marina del país por incumplir los requisitos acústicos.

En Alemania, los submarinos 'Clase 214', fabricados por la empresa TKMS para Grecia, presentaron una serie de problemas, durante las pruebas de mar llevadas a cabo en 2006, que la Armada griega consideró inaceptables.

Considering the technological and technical complexity of building a submarine, it is only natural that there are errors in designing these programmes. Almost all programmes of this kind suffer from problems, delays and additional costs. Some examples are given in the following paragraphs.

In the United States, the 'Seawolf' programme introduced a large number of technological innovations that required the development of a new reactor, new weapon system and even the use of new steel. The problems caused by the new developments led to the programme finally being cancelled. The 'Seawolf' also suffered from being overweight and had to be lengthened. However, Electric Boat learned from the mistakes and is now the leading company worldwide in designing and building submarines.

In the United Kingdom, the British Navy's 'Astute' programme suffered delays and additional costs as a result of the end of the Cold War and the government's consequent decision to cut both military spending and the programme's workforce. A further 17 month delay has recently been announced.

In Australia, the 'Collins' class programme experienced problems related to the submarines' sustainability, which only operated at sea for a short time. The current programme planned to replace these ships as of 2030 (the so-called 'Attack Class Submarine') is also experiencing delays just one year after the contract was formalised with DCNS.

In France, the Barracuda' class submarines are three years behind schedule as a result of them developing their new nuclear reactor.

In India, the 'Scorpene' type submarines are no longer accepted by the country's Navy because they do not comply with the acoustic requirements.

In Germany, the 'Class 214' submarines, built by TKMS for Greece, experienced a number of problems during the sea trials carried out in 2006, meaning they were classified as unacceptable.

Historia del programa: entrevista **Programme history: interview**

AGUSTÍN ÁLVAREZ BLANCO

Director del Programa S-80

Director of the S-80 Programme



"EL S-80 PLUS NOS SITÚA EN LO MÁS ELEVADO DE LA CONSTRUCCIÓN NAVAL MUNDIAL"

"Este submarino es el sistema de armas más complejo que va a operar el Ministerio de Defensa y supone una revolución tecnológica para nuestra industria"

"THE S-80 PLUS PUTS US AT THE FOREFRONT OF SHIPBUILDING WORLDWIDE"

"This submarine is the most complex weapons system that the Ministry of Defence will operate and is a technological revolution for our industry"

A unos meses de completar la fase de cierre del casco resistente del primer submarino 'S-80 Plus', y con la visita puesta en su próxima salida de fábrica, prevista para este mismo año, el jefe del programa apunta algunas de las claves del que define como "el mayor reto industrial y tecnológico jamás afrontado por la industria de defensa nacional".

A few months before completing the closing phase of the pressure hull of the first 'S-80 Plus' submarine, and with a focus on when it next leaves the factory, scheduled for this year, the head of the programme identifies some of the keys which make it "the greatest industrial and technological challenge ever faced by the national defence industry".



Submarino S-80 Plus en el Astillero de Cartagena | S-80 Plus submarine in the Cartagena Shipyard

¿Qué supone para Navantia un programa como el 'S-80 Plus'?

Este es un programa estratégico, y como tal forma parte de los pilares fundamentales del denominado Plan Estratégico de Navantia (PEN). Tanto el programa 'S-80 Plus' como el astillero de Cartagena componen una capacidad tecnológica industrial clave para el futuro de Navantia y la supervivencia del arma submarina dentro de la Armada española.

El programa 'S-80 Plus' supone un desafío para dotar a la Armada de submarinos convencionales oceánicos, con una capacidad AIP de siguiente generación y capaces de hacer frente a las futuras amenazas. Además comporta disponer de capacidad de diseño, desarrollo y construcción nacional. Esta apuesta permite alcanzar una independencia estratégica en un arma esencial para la defensa nacional, permite dotar a empresas españolas de tecnologías duales de última generación transferibles a otros campos de la industria, y contribuye a la creación de tejido industrial, especialmente en el área de influencia del astillero de Navantia en Cartagena.

Para esta empresa, además, significa completar el ciclo de la evolución tecnológica, que ha pasado del diseño extranjero y construcción en España a un diseño propio y construcción en España. De ese modo se pasa a tener

What does a programme like 'S-80 Plus' mean for Navantia?

It is a strategic programme and, as such, one of the fundamental pillars of the so-called Navantia Strategic Plan (PEN). Both the 'S-80 Plus' programme and the Cartagena shipyard comprise an industrial technological capacity for the future of Navantia and the survival of the Spanish Navy's fleet of submarines.

The 'S-80 Plus' programme is a challenge to equip the Navy with conventional ocean submarines that have next-generation AIP capability and the ability to deal with future threats. It also brings the capacity for design, development and national construction. This commitment allows for the strategic independence of an essential weapon for national defence, providing Spanish companies with state-of-the-art dual technologies that can be transferred to other industry sectors, and contributing to the creation of an industrial fabric, especially in Navantia's area of influence in Cartagena.

It also means that this company's technology life cycle has been completed, which has gone from Spain using foreign designs and construction to Spain using its own design and construction. As such, the country has been able to become a technical design authority

"El AIP de este buque va muy por delante de todos sus competidores"

"The AIP system used by this vessel is much more advanced than all its competitors"

"Es la primera vez que España se enfrenta al diseño de un submarino"

"It is the first time that Spain has been challenged with designing a submarine"

la capacidad de ser autoridad técnica de diseño y exportar el conocimiento. Esto posibilita que el 'S-80 Plus' se convierta en un nuevo caso de éxito, como sucedió anteriormente con las fragatas 'F-100'.

¿Qué retos supone para la empresa un programa de este calado?

Es la primera ocasión en la que España se enfrenta al diseño de un submarino convencional. Representa, sin duda, el mayor reto industrial y tecnológico jamás afrontado por la industria de defensa nacional. El submarino 'S-80 Plus' es el sistema de armas más complejo que va a operar el Ministerio de Defensa. Supone un salto tecnológico y de capacidades muy importante.

El programa 'S-80 Plus' ha permitido desarrollar una multitud de avances tecnológicos, tanto en el producto en sí como en los procesos de diseño y construcción de submarinos. En el producto hay que mencionar el sistema de generación de energía independiente del aire (AIP) basado en tecnologías de hidrógeno y pilas de combustible de última generación, que va muy por delante de todos sus competidores. Hay que destacar también el sistema de combate de última generación, que aúna las máximas prestaciones del mercado. El submarino 'S-80 Plus' cuenta además con un sistema integrado de control de plataforma, desarrollado por Navantia Sistemas, que está a la vanguardia de los sistemas actuales.

Para afrontar un proyecto de esta complejidad tecnológica y de esta magnitud, ha sido necesario realizar un proceso de transformación del astillero a nivel técnico, organizativo, de procesos y de gestión. El programa fue pionero en Navantia en digitalizar el sistema productivo de extremo a extremo, partiendo del modelo 3D del submarino y llegando hasta las órdenes de fabricación.

En cuanto a los procesos, destaca el modelo de ingeniería de sistemas que se ha aplicado y la automatización de una parte significativa de los procesos de fabricación del casco resistente. Se han digitalizado los procesos clave de diseño y construcción.

También se han acometido inversiones muy importantes en el astillero de Cartagena para dotarlo de unos medios productivos de última generación y, en la actualidad, se está realizando un nuevo plan de inversiones relacionadas con el proyecto de Astillero 4.0 dentro del Plan Estratégico de Navantia durante el período

and to export knowledge. This makes it possible for the 'S-80 Plus' to become a new success story, just like the 'F-100' frigates.

What challenges does a programme of this magnitude pose for the company?

It is the first time that Spain has been challenged with designing a conventional submarine and is, without a doubt, the greatest industrial and technological challenge ever faced by the national defence industry. The 'S-80 Plus' submarine is the most complex weapons system to be operated by the Ministry of Defence. It signifies a significant jump in terms of technology and capacity.

The 'S-80 Plus' programme has enabled a multitude of technological advances to be developed, both in the product itself and in the processes for designing and building submarines. The product includes an air-independent propulsion system (AIP) based on state-of-the-art hydrogen and fuel cell technologies, which is well ahead of all its competitors. The latest generation combat system should also be highlighted, which combines the best the market has to offer. The 'S-80 Plus' submarine also has an integrated platform control system, developed by Navantia Sistemas, which is at the forefront of those currently available.

In order to tackle a project of this technological complexity and size, the shipyard has had to undergo a transformation process at a technical, organisational, processes and management level. It was a pioneering programme at Navantia in terms of digitalising the production system from end to end, beginning with a 3D model of the submarine and ending with orders for manufacture.

Two noteworthy processes are the systems engineering model that has been applied and the automation of a significant part of the manufacturing processes to build the pressure hull. The key design and construction processes have been digitised.

It has also made major investments in the Cartagena shipyard to provide it with state-of-the-art production tools and a new investment plan is currently being carried out in relation to the Shipyard 4.0 project in the Navantia Strategic Plan for the period 2019-2024. The investments already made include several welding robots and a new vertical lathe to automate the machining of frames.



Submarino Tramontana, de la clase S-70, ante el puerto de Cartagena | S-70 class Tramontana submarine next to the port of Cartagena

“El programa P75(I) de la India es ahora la mayor oportunidad de venta”

“India’s p75 Programme is currently the biggest sales opportunity”

2019-2024. Entre las inversiones ya realizadas figuran varios robots de soldadura y un nuevo torno vertical para automatizar el mecanizado de cuadernas.

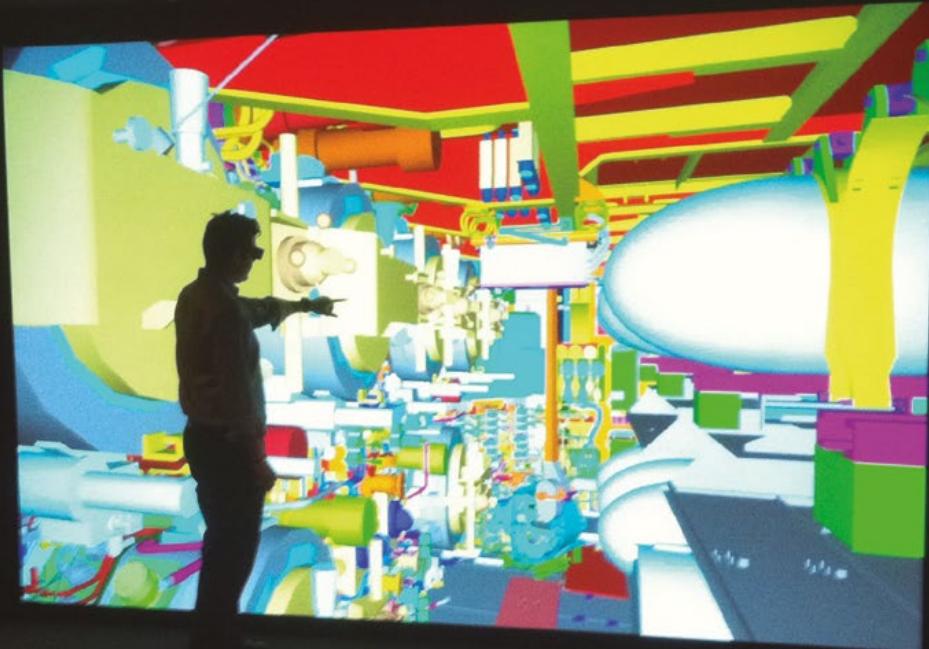
¿Qué lecciones han aprendido con la remodelación del programa que llevó a pasar del ‘S-80’ al ‘S-80 Plus’?

Cuando en diciembre de 2012 se detectó el problema con el libro de pesos del submarino, cuando estaba próximo a su última unión de secciones y a menos de un año de su botadura, se decidió buscar la ayuda de la US Navy (Marina de Guerra de Estados Unidos), que seleccionó a General Dynamics/Electric Boat como experto constructor de este tipo de buques. Esa empresa realizó una auditoría exhaustiva al programa y emitió su informe en mayo de 2013. En él nos dijo que no sólo era necesario una aproximación técnica, sino que debía hacerse una aproximación holística al programa que incluyese la restructuración técnica, organizacional, de procesos y de aprovechamiento de las nuevas tecnologías.

What lessons have you learned through reshaping the programme to move from ‘S-80’ to ‘S-80 Plus’?

In December 2012, when a problem was discovered with the submarine’s weight guidebook, just before the last sections were going to be joined and less than a year from its launch, a decision was made to ask the US Navy for help, which chose General Dynamics/Electric Boat as an expert builder of this type of vessel. The company conducted a comprehensive audit of the programme and issued its report in May 2013. It concluded that not only was a technical approach necessary but also that there should be a holistic approach to the programme including technical and organisational restructuring, and the restructuring of processes and new technology.

Thanks to this restructuring, Navantia has learned a number of lessons that mainly cover the following areas: developing a technical doctrine; improving resources; implementing a new systems engineering model; transforming organisations; digitising;



Diseño en 3D del S-80 Plus | 3D design of the S-80 Plus

Esta reestructuración ha permitido a Navantia adquirir un completo catálogo de lecciones aprendidas, que abarcan principalmente los siguientes aspectos: desarrollo de doctrina técnica; potenciación de recursos; implantación de un nuevo modelo de ingeniería de sistemas; transformación organizacional, técnica y de procesos; digitalización; catálogo y validación de materiales y equipos. Todo esto ha ido acompañado por un nuevo modelo de relación con el cliente, que forma parte del equipo integrado del proyecto.

¿Cómo ha resultado la colaboración de Estados Unidos en el programa?

La colaboración con General Dynamics/Electric Boat, mediante contrato FMS (Ventas a Fuerzas Armadas Extranjeras) de la Armada española con la US Navy, no incluye transferencia de tecnología, sino que es en forma de revisión por pares. Es decir, es una revisión de documentos con recomendaciones y asistencia técnica de expertos de General Dynamics/Electric Boat en determinados paquetes de trabajo previamente acordados, como pueden ser temas relacionados con planificación, control del proyecto y, sobre todo, asuntos técnicos relacionados con la seguridad y la certificación del submarino. Actualmente existe, además, una línea dentro del FMS para asistencia técnica in situ de expertos en construcción de submarinos para aspectos

cataloguing and validating materials and equipment. All this has been accompanied by a new model for client relationships that applies to the entire project team.

How has collaborating with the US on the programme worked?

The collaboration with General Dynamics/Electric Boat, via the FMS contract (Foreign Military Sales) between the Spanish Navy and the US Navy, does not include technology transfer and is instead carried out through peer review. In other words, the documents are revised and recommendations and technical assistance provided by experts at General Dynamics/Electric Boat on certain previously agreed work packages, such as issues related to planning, project control and, above all, technical matters related to submarine safety and certification. There is also currently a line in the FMS contract regarding on-site technical assistance from experts in building submarines for matters relating to production, testing, programme management and the value chain.

Collaborating with the US Navy and Electric Boat has been fundamental in renewing the project as it has increased the level of confidence in the programme and is a guarantee that the submarine 'S-80 Plus' will

"Es el primer programa de la empresa en digitalizar el sistema productivo"

"It is the first company programme to digitise the production system"

en torno a la producción, las pruebas, la gestión del programa y la cadena de valor.

La colaboración de la US Navy y Electric Boat ha sido fundamental en la reconducción del proyecto, ya que ha incrementado el nivel de confianza en el programa y supone una garantía de que el submarino 'S-80 Plus' cumplirá los requisitos de seguridad más exigentes.

¿En qué posición mundial sitúa al astillero de Cartagena esta capacidad de desarrollar y construir sus propios submarinos?

Realmente son muy pocos los países que cuentan con la capacidad de diseñar y construir sus propios submarinos, y todavía menos los que tienen la tecnología para construir submarinos convencionales (no nucleares). Navantia ha entrado a formar parte del selecto club de diez países con capacidad de diseñar y construir submarinos. Esto nos sitúa en el nivel más elevado en el campo de la construcción naval mundial.

Al igual que ha ocurrido con proyectos del calado del 'LHD' o las 'F-100', ¿esperan poder hacer 'marca España' con los S-80?

Desde luego. La construcción de estos cuatro submarinos de alta gama es una revolución tecnológica para la industria naval española y potencia su posicionamiento internacional. Esperamos cerrar el círculo y tener un diseño propio exportable y construible en España o en un país diferente mediante un proceso de transferencia de tecnología, como el que Navantia ya ha conseguido en el mercado de buques de superficie.

¿Qué expectativas de exportación tiene este modelo?

El diseño del 'S-80 Plus' es muy atractivo para aquellos países que tengan ambición de una solución moderna con capacidad expedicionaria. Se trata del único submarino de 3.000 toneladas actualmente en construcción a nivel mundial dotado de un sistema AIP de última generación y con una potente capacidad ofensiva que incluye misiles de crucero y torpedos pesados.

Si bien la necesidad de muchas marinas está orientada a soluciones de menor porte, como es el caso del programa de submarinos holandés 'Walrus', al que Navantia presentó una propuesta basada en el 'S-80 Plus', la mayor oportunidad se concentra en el programa de submarinos 'P75(I)' de la India, en el que Navantia está compitiendo junto con otros cuatro diseños. Este proyecto entrará en lista corta en los próximos meses, y entonces únicamente dos de los cuatro ofertantes pasarán a la RFQ (solicitud de presupuesto). El diseño de Navantia es el que mejor se adapta a los requisitos de la marina india. El resto de opciones se basan en soluciones cuyo nivel de cambios es tan sustancial que supone un nuevo proyecto, con un alto riesgo técnico y de ejecución. Otros países que han mostrado interés, y que cuentan con programas de construcción a medio plazo, son Canadá y Polonia.

"La colaboración con la US Navy y Electric Boat supone una garantía"

"Collaborating with the US Navy and Electric Boat signifies a guarantee"

meet the most demanding safety requirements.

What position does Cartagena shipyard occupy worldwide thanks to this capacity to develop and build its own submarines?

There are currently very few countries that have the capacity to design and build their own submarines, and fewer still have the technology to build conventional (non-nuclear) submarines. Navantia has joined an exclusive club of ten countries which have the capacity to design and build submarines. This puts us at the forefront of shipbuilding worldwide.

As with projects such as 'LHD' and 'F-100', are you expecting to make a 'Spanish brand' with the S-80s?

Absolutely. The construction of these four high-end vessels represents a technological revolution for the Spanish naval industry, bolstering its international positioning. We are expecting to come full circle and create our own design that can be exported and built in Spain or in a different country through a process of technology transfer, such as the one Navantia has already achieved in the surface ship market.

What are this model's export expectations?

The 'S-80 Plus' design is very attractive for countries that aspire for a modern solution with an expeditionary capability. It is the only 3,000 tonne submarine currently under construction worldwide with a state-of-the-art AIP system and powerful offensive capability including cruise missiles and heavy torpedoes.

While many navies look to smaller solutions for their needs, for example the Dutch 'Walrus' submarine programme which Navantia submitted a proposal to based on the 'S-80 Plus', the greatest opportunity is in India's 'P75(I)' submarine programme, in which Navantia is competing against four other designs. This project will be short-listed in the next few months and then only two of the four bidders will move on to the RFQ (request for quote). Navantia's design is best suited to the requirements of the Indian Navy. The other proposals are based on solutions with so many changes that a new project would need to be started that would be high risk in terms of its technicality and execution. Canada and Poland have also shown an interest and both have medium-term construction programmes.

El buque The vessel

La incorporación de su sistema de propulsión independiente del aire sitúa a esta nave un escalón por encima de la anterior generación de buques de este tipo

The incorporation of an air-independent propulsion system puts this ship one step ahead of the previous generation of its kind



Navantia

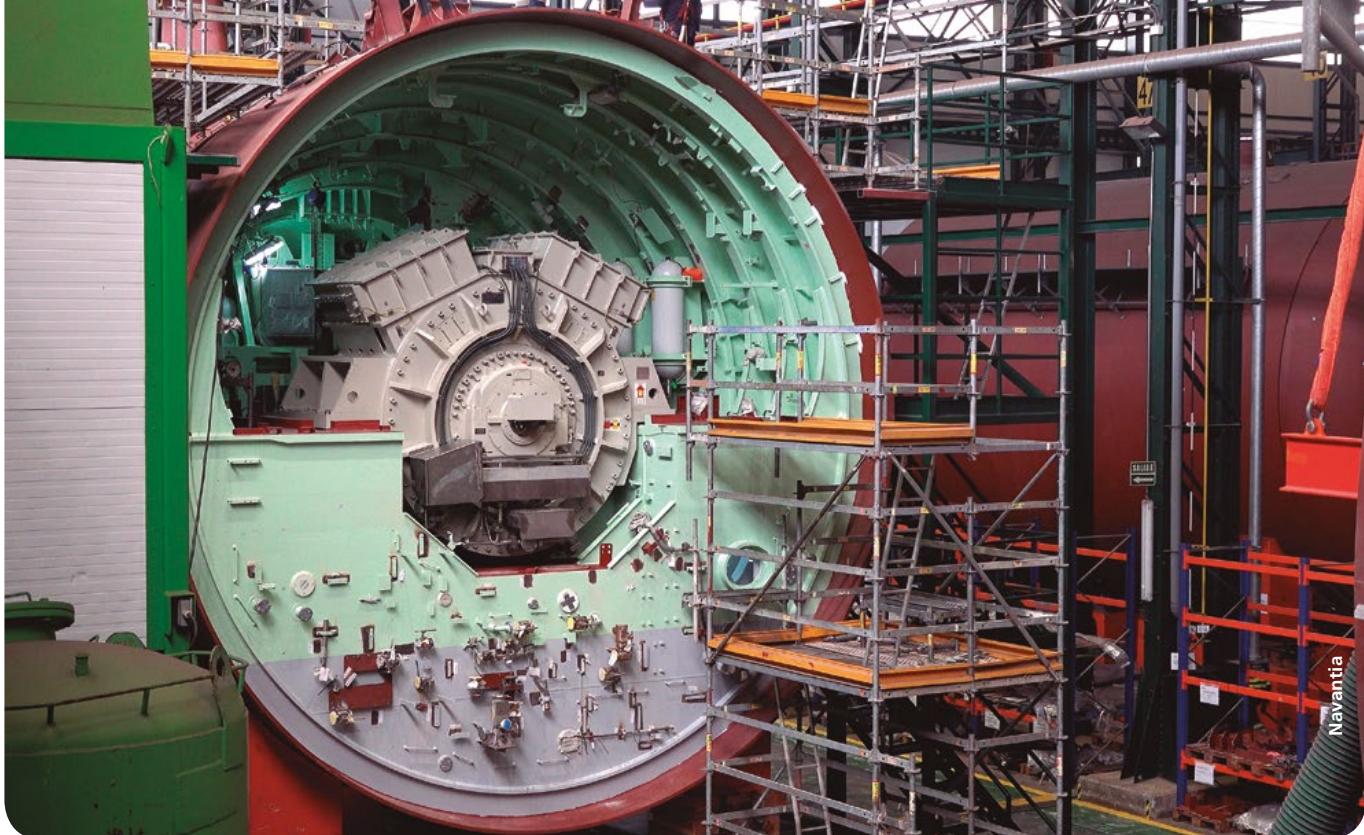
Recreación del aspecto que tendrá el S-80 Plus navegando | Replica of how the S-80 Plus will look when sailing

EL SUBMARINO MÁS MODERNO DEL MUNDO THE MOST MODERN SUBMARINE IN THE WORLD

Los buques de la clase 'S-80 Plus' se conciben como submarinos de ataque (SSK) de nueva generación con capacidad oceánica y sensores y armas optimizados para su operación tanto en aguas profundas como en las zonas costeras. Como unidad polivalente sus misiones principales son la vigilancia litoral y oceánica, la recopilación y reconocimiento de inteligencia y la disuisión de fuerzas navales hostiles. Estas unidades pueden operar tanto en solitario, como integradas en grupos de combate, están preparadas para la guerra antisuperficie (ASUW) y antisubmarina (ASW) y el minado de zonas estratégicas. En cuanto a la proyección del poder naval sobre tierra, el submarino 'S-80 Plus' dispone de las facultades de lanzar misiles con capacidad de ataque a tierra (LAM), de desplegar y proteger fuerzas desembarcadas y de evacuación de personal civil.

The 'S-80 Plus' class submarines are designed as new generation attack submarines (SSK) which can be used at sea and include sensors and weapons optimised for use in both deep water and coastal areas. As a multi-purpose unit, its main missions are coastal and ocean surveillance, intelligence gathering and reconnaissance and deterring hostile naval forces. These units can operate either alone or in battle groups and are prepared for anti-surface warfare (ASUW) and anti-submarine warfare (ASW), in addition to mining strategic areas. Regarding the naval power on land, the submarine 'S-80 Plus' has the power to launch land attack missiles (LAM), deploy and protect shore forces and evacuate civil servants.

The 'S-80 Plus' programme represents a step forward for the national shipbuilding industry, as very few



Navantia

Embarque del MEP en el casco del S-80 Plus | Fitting the MEP in the S-80 Plus hull

El programa 'S-80 Plus' representa un paso adelante de la industria naval nacional, ya que muy pocos países en el mundo son capaces de desarrollar un proyecto tecnológico de esta envergadura. El 'S-80 Plus' es el primer submarino con diseño y construcción completamente español. La industria nacional tiene una gran participación en este proyecto, tanto como suministrador de sistemas o equipos, como socio tecnológico. Hay que resaltar, además, que varias universidades y centros de investigación colaboran con Navantia en el desarrollo de conocimientos ('know-how') en proyectos de I+D+i.

Las principales dimensiones del 'S-80 Plus' son una eslora total de 80,8 metros, un diámetro de 7,3 metros, un desplazamiento en inmersión de 3.000 toneladas y una autonomía de 8.500 nm.

El alto grado de automatización de esta serie ha permitido reducir la dotación de la nave a 32 marinos, e incluir además 8 plazas para el embarque de personal adicional.

El 'S-80 Plus' está concebido como un submarino convencional avanzado, al incorporar un sistema de propulsión independiente del aire (AIP), que lo diferencia y lo sitúa un escalón por encima de la anterior generación de submarinos. El sistema de propulsión principal está basado en un motor eléctrico (MEP) de 3.500 kW. Tres grupos generadores diésel de 1.200 kW producen la electricidad que alimenta al MEP y carga las baterías de a bordo. En inmersión, el S'80' puede navegar consumiendo la energía eléctrica de las baterías o generándola a partir del AIP, que es un sistema que procura energía a partir de un reformador de bioetanol y una pila combustible.

La alta automatización de esta serie ha reducido cada dotación a 32 marineros

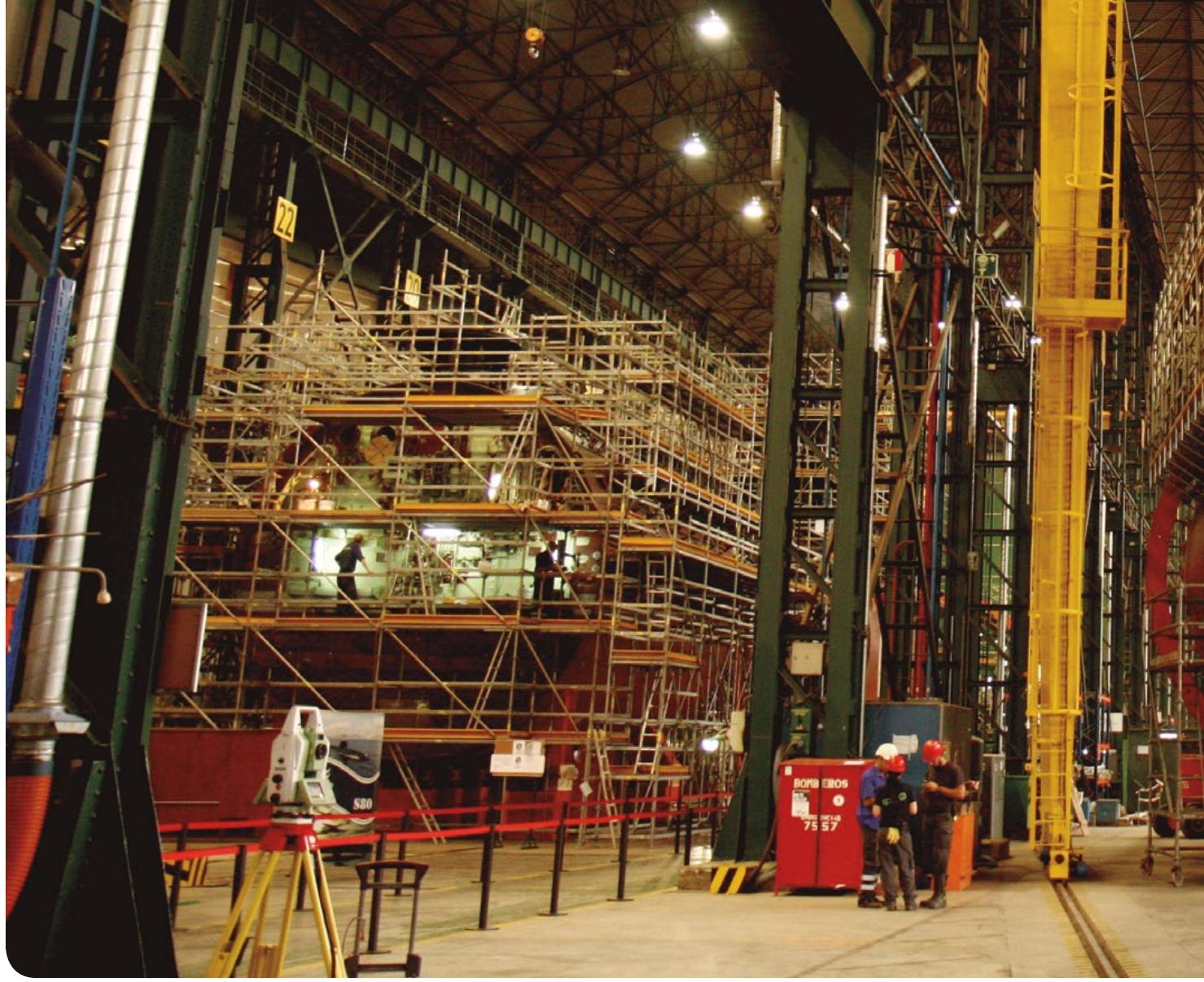
The highly digitised ships in this series has reduced each crew to 32 sailors

countries around the world are capable of carrying out a technological project on this scale. The 'S-80 Plus' is the first submarine completely designed and built in Spain. The national industry is a major participant in this project, both as a systems and equipment supplier and as a technological partner. It should also be highlighted that several universities and research centres are collaborating with Navantia in furthering knowledge ('know-how') in R&D&I projects.

The main dimensions of the 'S-80 Plus' are an overall length of 80.8 metres a diameter of 7.3 metres, a submerged displacement of 3,000 tonnes and a range of 8,500 nm.

The highly digitised nature of this series has made it possible to reduce the ship's crew to 32 sailors and include 8 spaces for additional personnel to board.

The 'S-80 Plus' has been designed as an advanced conventional submarine by incorporating an air-independent propulsion system (AIP) which differentiates it and places it one step ahead of the previous generation of submarines. The main propulsion system is based on a 3,500-kW electric motor (MEP). Three groups of 1,200 kW diesel generators produce the electricity needed to



Submarinos de la clase S-80 Plus en construcción | S-80 Plus class submarine during construction

La principal ventaja que aporta al 'S-80 Plus' el uso del AIP con respecto de otros submarinos convencionales es que extiende la autonomía en inmersión, ya que mientras el sistema está activo elimina la necesidad de que la nave ascienda a cota periscópica para recargar las baterías con los generadores diésel, mediante el sistema de 'snorkel' (tubo empleado para alimentar de aire estos motores). Con este sistema se mejora, por tanto, el coeficiente de indiscreción del submarino, es decir, su posibilidad de ser detectado por otras unidades, que es mayor cuando se está empleando el 'snorkel'. El AIP mejora por tanto la indiscreción del submarino en aquellos escenarios en los que se requiera un perfil de navegación silenciosa. Con este sistema se prevé que el 'S-80 Plus' tenga en inmersión una autonomía de hasta tres semanas.

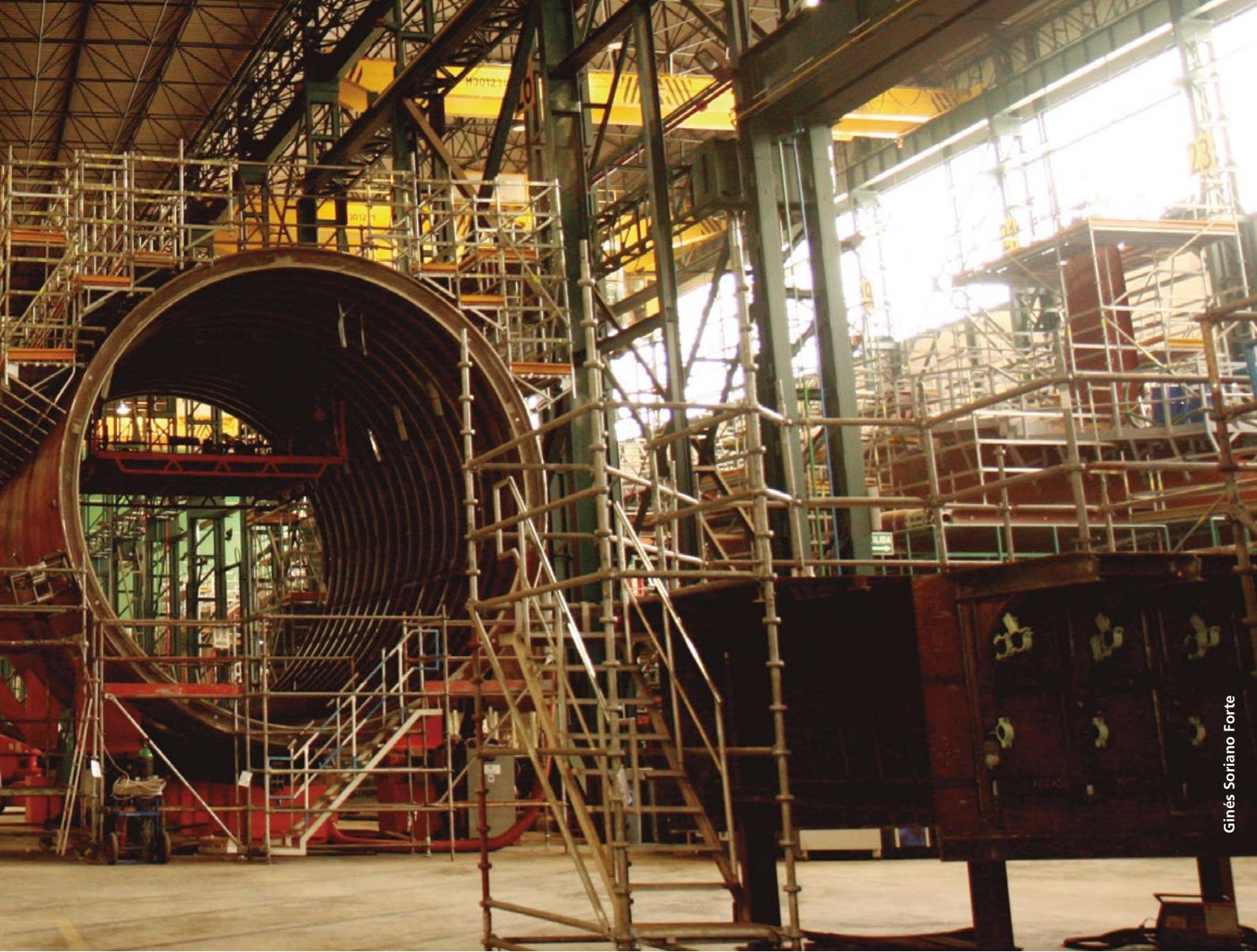
Una de las características fundamentales de este tipo de buques es disponer de una firma acústica y magnética muy reducida. De este modo se incrementa su indiscreción frente a otros submarinos del mercado.

La reducción de la firma acústica es fundamental tanto para evitar que el buque sea detectado en inmersión como para no degradar la capacidad propia de escu-

power the MEP and charge the batteries on-board. While submerged, the 'S-80 Plus' can navigate by consuming electrical energy from the batteries or by generating its own energy using the AIP - a system that generates energy through reformed bio-ethanol and a fuel cell.

The main advantage that using AIP gives the 'S-80 Plus' over other conventional submarines is that it allows them to operate independently underwater for longer. While the system is active, they do not need to climb to periscope depth to recharge the batteries using diesel generators and the 'snorkel system' (a tube used to feed air into the motors). This system improves the submarine's indiscretion ratio, meaning the possibility that it will be detected by other vessels, which is greater when the 'snorkel' is being used. AIP therefore improves the discretion of submarines in situations where they need to navigate silently. Thanks to this system, the 'S-80 Plus' is expected to be able to operate independently underwater for up to three weeks.

One of the fundamental characteristics of this type of vessel is to have a very low acoustic and magnetic signature. This increases their discretion vis-à-vis other submarines on the market.



Ginés Soriano Forte

Se prevé que el AIP permita al S-80 Plus permanecer tres semanas en inmersión

The AIP is expected to allow the S-80 Plus to stay underwater for three weeks

cha. El sónar pasivo se basa en la antena remolcada (TAS), el sónar de flanco (FAS + PRS), el sónar cilíndrico (CAS) y el sensor de intercepción acústico (AIS). También incluye un detector de minas y obstáculos (MODS).

La reducción del ruido radiado se consigue mediante mejoras en varias áreas. Por una parte, la optimización de las formas hidrodinámicas minimiza el ruido generado por el casco y los apéndices. En cuanto al sistema propulsor, se ha diseñado una hélice de bajo ruido en conjunto con las formas de popa y se realiza un control de vibración en la línea de ejes. Además, existe un control acústico de las fuentes sonoras de a bordo (la maquinaria, el motor principal, los generadores diésel, las bombas y cualquier equipo rotativo) tanto a nivel

Having a low acoustic signature is essential to both stop the ship from being detected while submerged and also to not hinder its own ability to listen. The passive sonar is based on the towed array sonar (TAS), the flank array sonar (FAS + PRS), the cylindrical sonar (CAS) and the acoustic intercept sensor (AIS). It also includes a mine and obstacle detector (MODS).

In order to reduce the radiated noise, improvements were made in several areas. For example, optimising the hydrodynamic shapes of the hull and appendages minimised the amount of noise they make. With respect to the propulsion system, a low-noise propeller has been designed alongside the stern shapes and a vibration test carried out on the shaft line. An acoustic test was also carried out of the airborne and

ids COMPLEMENTS ITS PUBLISHING OFFER WITH THE LINE OF **PRINTED PUBLICATIONS**



■ SPAIN DEFENCE & SECURITY INDUSTRY,
the annual reference publication of the Spanish
Defence and Security industry.

■ PERFILES IDS,
monographic publications that analyze
in depth, programs, technologies, markets
or projects of interest for the sector.

Available at
infodefensa.com



Trabajos en el submarino de Navantia | Work on the Navantia submarine

**El S-80 Plus es el primer submarino con diseño
y construcción totalmente español**
**The S-80 Plus is the first submarine completely
designed and built in Spain**

de generación de ruido aéreo como de ruido estructural. Para lograr un mayor confort de la dotación se han mejorado y optimizado los espacios de acomodación.

Otra de las novedades de esta serie es la integración de todos los sistemas de control de plataforma y de combate. El sistema de control de plataforma permite a la tripulación actuar de forma local o remota los sistemas de navegación, propulsión, generación de energía o los mástiles y periscopios, entre otros. El sistema de combate integra los equipos anteriores, los sensores de superficie, el sónar, las comunicaciones, las armas y las contramedidas. Como sensor de superficie destaca el periscopio optrónico, que dispone, entre otros, de un sistema de reconocimiento visual e inteligencia, telemetría láser, generación de marcas para la navegación o el punteo de contactos. El sistema de armas incluye seis tubos lanzatorpedos (TLT) y capacidad para embarcar y estivar 18 armas (misiles, torpedos o minas).

structure-borne noise levels of everything that creates noise on-board (machinery, the main engine, diesel generators, pumps and any rotating equipment). The accommodation spaces have been improved and optimised for greater comfort.

Another new characteristic of this series is that it incorporates all platform and combat control systems. The platform control system allows the crew to operate the navigation, propulsion, power generation systems and the masts and periscopes, among other things, while on-board or remotely. The combat system includes all the above equipment, surface sensors, sonar, communication devices, weapons and countermeasures. The optronic periscope stands out as a surface sensor for having, among other things, a visual recognition and intelligence system, laser telemetry and aids for navigation and plotting contacts. The weapon system includes six torpedo launchers (TLT) and the capacity to load and stow 18 weapons (missiles, torpedoes or mines).

El buque The vessel

La propulsión anaeróbica que integrarán los S-80 Plus supone un importante salto en las capacidades tácticas del arma submarina española

The air-independent propulsion system that the S-80 Plus will be fitted with represents a major leap forward in the tactical capabilities of the Spanish submarine



Sala de control de pruebas de resistencia Planta AIP | Pressure test control room at the AIP Plant

LA REVOLUCIÓN DEL SISTEMA AIP BEST THE REVOLUTION OF THE AIP BEST SYSTEM

El sistema de propulsión anaeróbica (AIP) –bautizado como BEST (Bio-Ethanol Stealth Technology)– que embarcarán los submarinos de la serie ‘S-80 Plus’, y que les dotará de una alta capacidad de inmersión silenciosa, ha supuesto un desarrollo tecnológico de cerca de dos décadas que hoy se evidencia como una realidad. Este equipamiento convertirá a Navantia en una referencia indiscutible y en un líder de mercado en este tipo de solución llamada a complementar las armas submarinas de planta nuclear.

The air-independent propulsion system (AIP) –named as BEST (Bio-Ethanol Stealth Technology)– that will be used in the ‘S-80 Plus’ series submarines, making them highly capable of running silently underwater, has taken almost two decades to develop and turn into a reality.

This equipment will make Navantia an undisputed benchmark and market leader in this type of solution destined to complement nuclear-powered submarines.



Navantia

Aspecto del futuro submarino en inmersión y silencioso | View of the future submarine when silent underwater

Este reto ha supuesto el desarrollo de un generador de hidrógeno, de una absoluta novedad tecnológica, por parte de una de las ingenierías españolas referente en la penetración de industrias de la energía en el mercado internacional: Abengoa Innovación. Se trata de una planta de proceso de bioetanol de reducido volumen que, con su reformado, alimenta de hidrógeno, a la pila de combustible de membrana polimérica (PEM) militarizada de la compañía estadounidense Collins Aerospace (heredera de la tecnología de las pilas embarcadas en la mejor época de la carrera espacial norteamericana), para generar la energía necesaria que carga las baterías del submarino.

La funcionalidad de la planta se completa con el sistema de eliminación del dióxido de carbono residual del proceso. La empresa nacional Bionet es la responsable del desarrollo de la tecnología que permite la dilución perfecta de los gases exhaustados en la corriente de agua de mar. Se trata de la ausencia de burbujas que degradan la discreción acústica del submarino en su inmersión en el modo AIP. Es tan excepcional como el clásico modo avance ultrasilencioso de los submarinos convencionales navegando en batería, pero no lo hace durante horas, sino durante semanas.

This challenge has led to the development of a hydrogen generator, a brand new technology, by one of Spain's leading engineering companies known for penetrating energy industries in the international market: Abengoa Innovación. It is a low-volume production plant for bioethanol that, when reformed, feeds hydrogen into the militarised polymer membrane fuel cell (PEM) built by the American company Collins Aerospace (which inherited the battery technology used at the height of the American space race), to generate the energy required to charge the submarine's batteries.

The final step at the plant is the system used to capture the carbon dioxide emitted as a waste product during the process. Spanish company Bionet is responsible for developing the technology that allows the perfect dilution of gases emitted by ocean waves. It stops bubbles from being created that lower the submarine's acoustic discretion when it is in AIP mode underwater. It is as exceptional as the classic ultra-quiet stealth mode of conventional submarines sailing using batteries, except it allows them to do this for weeks and not hours.

The BEST AIP system developed by Navantia responds to the now distant vision of having a system that

**Este equipamiento convertirá a Navantia
en un referente indiscutible**

**This equipment will make Navantia an undeniable
benchmark for other companies**

El sistema AIP BEST desarrollado por Navantia responde a la visión ya lejana de disponer de un sistema que rompiera las limitaciones en empacho para el porte de un submarino realmente oceánico frente a otras soluciones (llamadas erróneamente equivalentes), como el embarque de hidrógeno absorbido en hidruros o innúmeras celdas de baterías electroquímicas. Estas soluciones, en definitiva, ganan en alcance lo que pierden en discreción, al aumentar su tamaño o, en otros casos, deben contentarse con una proyección en las aguas propias y con las servidumbres de una complejidad en su ciclo de vida imposible de trasladar a bases de fortuna.

Lo apuntado no es solo una intuición. Modelos de combate de guerra antisubmarina uno contra uno en aguas abiertas muestran una favorable comparación para el modo AIP del Submarino 'S-80 Plus' en capa-

overcomes every obstacle to transport a truly oceanic submarine, as opposed to other solutions (which are wrongly called equivalent), such as loading hydrogen absorbed in hydrides or countless electrochemical battery cells. These solutions, ultimately, gain in scope what they lose in discretion, by becoming bigger in size or, in other cases, they must be content with projection in their own waters and the confines of a complexity in their life cycle that can never be transferred to the basis of their fortune.

The above is not just intuition. Combat models of one-on-one anti-submarine warfare in open water show a favourable comparison of the 'S-80 Plus' submarine's AIP mode in terms of its tactical capabilities in restricted waters, which is an environment where the mission fails with the first indiscretion. Thus, taking an operating area of around 3,000 km², the submarine's

El AIP de los S-80 Plus ha supuesto un desarrollo de casi dos décadas

The AIP used in the S-80 Plus submarines has been developed over almost two decades

FLUIDMECÁNICA

Navantia S80

(*) EQUIPO SUMINISTRADO POR FLUIDMECÁNICA SUR

Unidad de producción de grasa (UPG)

Bloques distribuidores de grasa (BDIG)

Unidad de potencia hidráulica consumidores internos

Conducto de salida de gases (*)

Bloque para abrir/cerrar válvula de casco SECO2

Unidad hidráulica hidroplanos del submarino

Unidad de potencia hidráulica consumidores externos

Bloque para abrir/cerrar válvula de refrigeración DAR

Unidad hidráulica hidroplanos del submarino

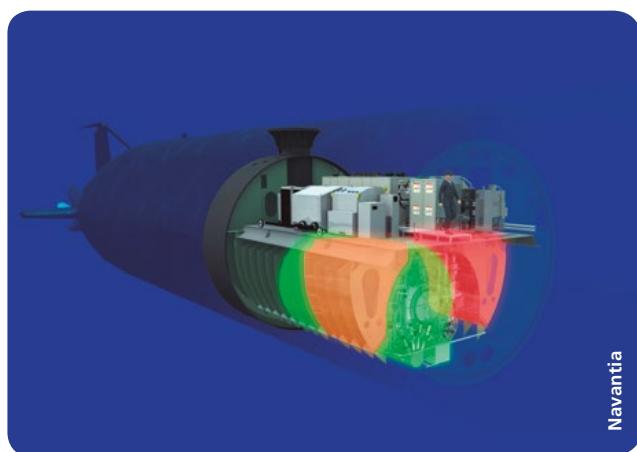
Equipo autónomo de flushing

Se ha desarrollado un generador de hidrógeno de una absoluta novedad

A brand new hydrogen generator has been built

cidades tácticas en aguas negadas, que es un entorno donde la misión fracasa con la primera indiscreción. Así, tomado un área de operación en torno a los 3.000 kilómetros cuadrados, la probabilidad de detectar sin ser detectado, del submarino dobla al equivalente 'S-80 Plus' sin AIP o una vez y media mayor que para un submarino de ataque nuclear tipo.

Ahora, una vez obtenidos los equipos y su integración, Navantia se ocupa de cerrar el diseño, la fabricación y el mantenimiento de estos equipos de alta tecnología y los subsidiarios que les acompañan en el buque. Entre ellos se encuentra el tanque de oxígeno líquido de casi setenta toneladas de capacidad neta suministrado por Air Liquide. Para tan excepcional esfuerzo, Navantia utiliza en la dársena de Cartagena unas instalaciones únicas en el mundo, en especial por su capacidad de simular exhaustión con jet turbulento sobre la piel del submarino para todo el rango de cotas de inmersión. Esta capacidad de proporcionar un entorno operacional simulado ha permitido la prueba intensiva de los equipos (de manera individual, interconectados parcialmente o totalmente integrados). Y también permitirá en un futuro próximo enfrentar la demostración del funcionamiento de la sección AIP completa antes de su instalación ('plug and play') en el submarino 'S-83', el primero de la serie que probará en navegación la excelencia de una apuesta que primero fue sólo una decisión valiente. Los dos buques anteriores de la serie, el 'S-81' y 'S-82', serán reacondicionados en su primera gran movilización para dotarlos de este sistema.



Sistema de propulsión anaeróbica (AIP) del S-80 Plus, bautizado como BEST | Air-independent propulsion (AIP) of the S-80 Plus, named as BEST



Procesador de bioetanol en pruebas de movimientos de plataforma | Bioethanol processor in motion platform tests

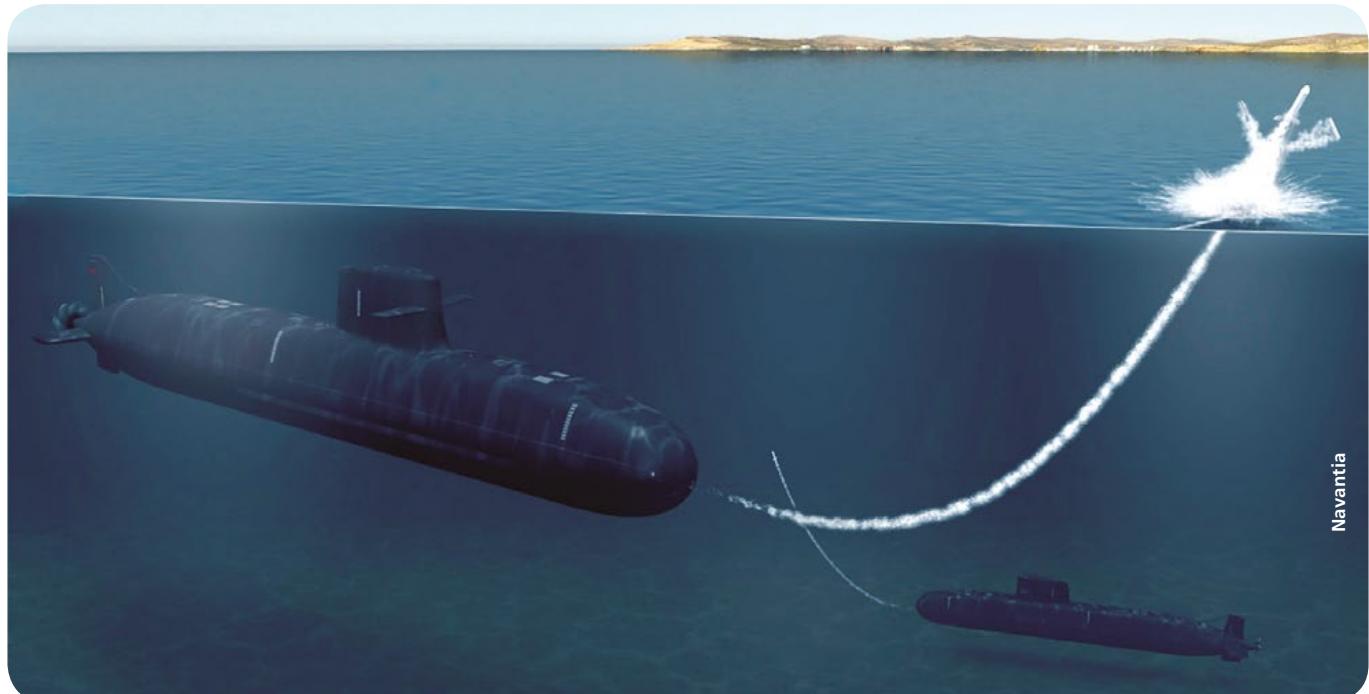
probability of detecting without being detected doubles to match that of the 'S-80 Plus', which has no AIP, and is one and a half times greater than that of a typical nuclear attack submarine.

Now, once the equipment has been obtained and installed, Navantia is responsible for closing the design, manufacture and maintenance of this high-tech equipment and complementary equipment installed alongside them in the vessel. Among them is the liquid oxygen tank supplied by Air Liquide with a net capacity of seventy tonnes. To carry out such outstanding work, Navantia uses facilities in the Cartagena dock that are unlike any other in the world, especially because of their ability to simulate fumes being exhausted using a turbulent jet on the outer layer of the submarine at every depth rating. This ability to provide a simulated operational environment has enabled the equipment to be extensively tested (individually, partially joined or fully installed). And in the near future, it will also allow a demonstration of the completed AIP section operating ('plug and play') before it is installed in the 'S-83' submarine, the first of the series that will prove to the maritime world the excellent results of taking on a challenge that began as a brave decision. The previous two vessels in the series, the 'S-81' and 'S-82', shall be updated in their first major mobilisation to include this system.

El buque The vessel

El nuevo submarino de la Armada española compone una poderosa plataforma de armamento con capacidad incluso para el ataque a tierra

The new Spanish Navy submarine has a powerful weapons platform which is even able to attack on land



Navantia

Recreación del lanzamiento de un misil desde el S-80 Plus | Recreation of a missile launch from the S-80 Plus

EL S-80 PLUS PRESENTA ARMAS THE S-80 PLUS PRESENTS ITS WEAPONS

El submarino 'S-80 Plus' portará distintas armas para cumplir su misión de defensa de los intereses nacionales. En los siguientes párrafos se destaca parte del material que está previsto que pueda equipar el nuevo buque.

El buque contará con el torpedo 'DM2A4' para responder tanto amenazas submarinas como de superficie. Entre sus principales características, esta arma cuenta con avanzados sistemas TCCM (contra-contramedidas del torpedo) y de propulsión eléctrica con bajo ruido propio. Su alcance supera los 50 kilómetro y se mueve a velocidades por encima de los 50 nudos. Cuenta con capacidad de filoguiado por fibra óptica y posee un sonar con una amplia cobertura, tanto en frecuencia como espacial (horizontal y vertical), que además le permite reducir la maniobrabilidad necesaria durante

The 'S-80 Plus' submarine will carry a variety of weapons so that it can fulfil its mission of defending national interests. Some of the equipment that the vessel is expected to carry is described below.

The submarine will be equipped with the 'DM2A4' torpedo to respond to both surface and sub-surface threats. Among its main features is its advanced torpedo counter measure and electric propulsion systems that generate very little noise. It has a range of more than 50 kilometres and speed of over 50 knots. It can be guided by a fibre optic wire and has a sonar with a wide coverage, both in frequency and space (horizontal and vertical), which also allows it to reduce the amount of manoeuvrability needed during search and recognition and thus save battery

El S-80 Plus también está capacitado para realizar operaciones de minado

The S-80 Plus is also capable of carrying out mining operations

las fases de búsqueda y reconocimiento, y así reservar energía de la batería. Este torpedo está basado en un concepto modular que le permite un amplio número de configuraciones, tanto con baterías de combate como de ejercicio. El arma dispone de diferentes modos de guiado, como el modo manual, modos de control automáticos desde el submarino y modo autónomo.

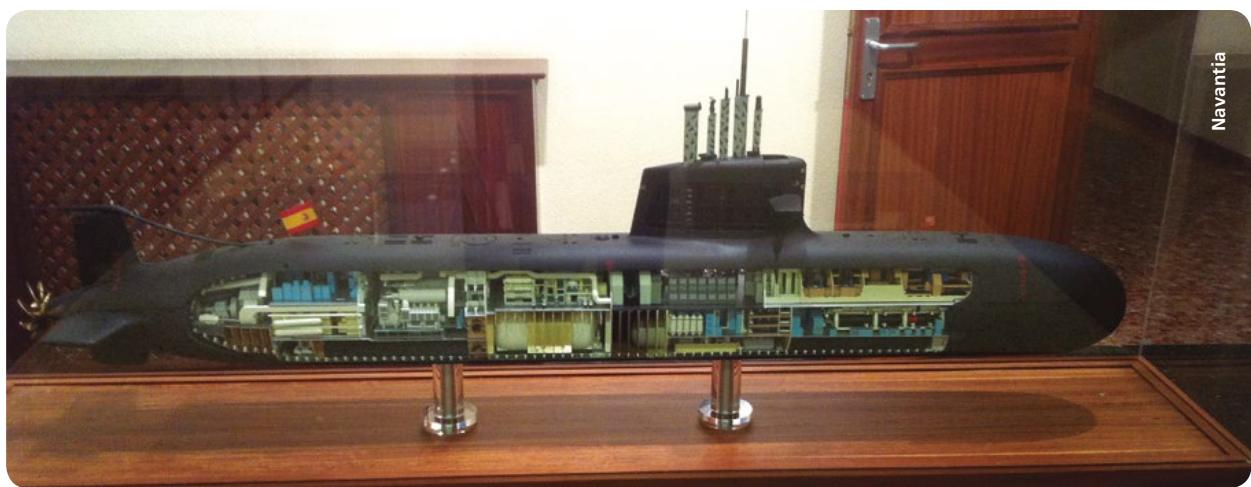
El submarino 'S-80 Plus' estará equipado con la dirección de lanzamiento de torpedos y minas (DLT) del ICSC ('Integrated Combat System Core') de Navantia. Este sistema se encarga de controlar las diversas fases del empleo del torpedo 'DM2A4' (pre-lanzamiento, lanzamiento y post-lanzamiento), lo que le permite realizar diferentes tipos de lanzamientos: deliberados, en salva (hasta seis torpedos), en emergencia, urgentes y 'jettison', tanto en remoto, desde las consolas multifunción (MFCC) del sistema de combate como en local y desde las unidades locales de control situadas en el local de torpedos.

La nave también contará con el misil 'Sub-Harpoon', que es la versión encapsulada para submarinos del exitoso misil 'Harpoon', y con el 'Advance Harpoon Weapon Control System' (AHWCS) de Boeing para proporcionar el control del misil y las funciones para el lanzamiento, en coordinación con la DLT del ICSC, de las versiones 'Block 1', '1B', '1C', '1G', 'Block II' y futuras variantes compatibles del misil 'Harpoon'. Se prevé que el 'Block II' sea la versión que utilice el submarino 'S-80 Plus'. Esta variante le permitirá combatir amenazas de superficie con ayuda de GPS para obtener una mejora en la precisión de la navegación. Gracias a esta

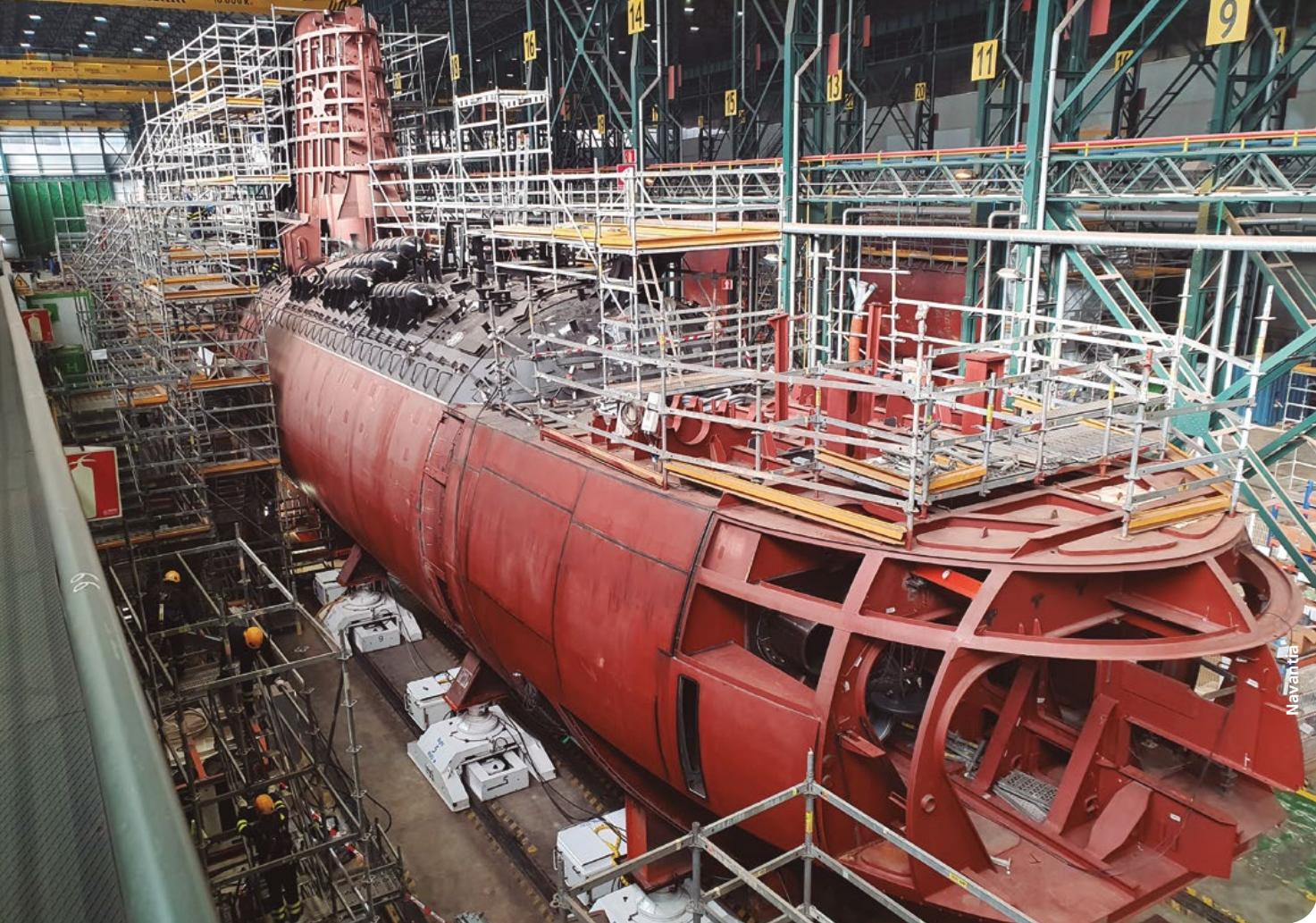
power. This torpedo is based on a modular concept so can be configured in many different ways, using both combat and exercise batteries. The weapon has multiple guidance modes, including a manual mode, automatic modes, in which it is controlled by the submarine, and a self-guidance mode.

The 'S-80 Plus' submarine will be equipped with torpedo and mine launch guidance (DLT) in Navantia's ICSC ('Integrated Combat System Core'). This system is responsible for controlling the various stages of deploying the 'DM2A4' torpedo (pre-launch, launch and post-launch), which allows for different types of launches: deliberate, volley (up to six torpedoes), emergency, urgent and 'jettison'. These can be controlled both remotely, from the combat system's multifunction control panels (MFC) or using the built-in control units on the torpedoes themselves.

The vessel will also be equipped with the 'Sub-Harpoon' missile, which is the encapsulated version for submarines of the successful 'Harpoon' Missile and Boeing's 'Advance Harpoon Weapon Control System' (AHWCS). This provides missile control and launch functions in coordination with the ICSC's mine launch guidance, the 'Block 1', '1B', '1C', '1G', 'Block II' versions and future compatible versions of the 'Harpoon' missile. The submarine is expected to use the 'Block II' version. This will allow it to combat surface threats with the help of GPS to improve navigation accuracy. As a result, the missile will also be able to carry out attacks on coastal targets. The AHWCS will be operated remotely from the submarine, from the



Maqueta del S-80 Plus en la que pueden apreciarse los torpedos en la proa del buque | Model of the S-80 Plus showing the torpedoes at the bow of the ship



Submarino S-80 Plus en el astillero | S-80 Plus submarine in the shipyard

La nave reserva espacio y peso para operar con misiles de ataque a tierra TLAM

The submarine has enough space and weight to operate with TLAM land attack missiles

capacidad, el misil podrá también realizar ataques a blancos costeros. El AHWCS se operará en remoto en el submarino, desde las MFCC utilizando arquitectura 'X-Windows' y en local desde el armario principal del AHWCS.

El submarino 'S-80 Plus' estará equipado con un sistema de embarque de armas para introducirlas y extraerlas en la plataforma desde el exterior, con un sistema de manejo y estiba para almacenar estas armas de forma segura en la cámara de torpedos y posibilitar su carga y descarga en los seis tubos lanzatorpedos de la nave, y con un sistema de eyección para realizar los lanzamientos. Este sistema cuenta con dos turbo-bombas (una por cada banda) que empujan el arma por medio de un pulso de agua adaptado a cada tipo de arma y a la cota y velocidad del submarino.

Todos estos sistemas están preparados para acomodar todo el armamento previsto de la nave. Entre ellas se incluyen el misil de ataque a tierra 'Tomahawk UGM-

MFCC using X-Window system architecture and from the main compartment of the AHWCS.

The 'S-80 Plus' submarine will be equipped with an ammunition loading system in order to load and remove weapons from the platform from the outside, using a handling and stowage system to safely store these weapons in the torpedo chamber and enable them to be loaded and unloaded from the six torpedo launch tubes, in addition to an ejection system to carry out the launches. This system has two turbo-pumps (one on each side) that push the weapon with a water impulse adapted to each type of weapon and the submarine's height and speed.

All these systems are designed to accommodate all the weaponry the submarine plans to use. One of these is the 'Tomahawk UGM-109-E Block IV All-Up-Round' (AUR) land attack missile. This weapon is the encapsulated version of the TLAM ('Tomahawk Land Attack Missile') and is launched horizontally from submarines. The

El torpedo DM2A4 cuenta con la capacidad de filoguiado por fibra óptica

The DM2A4 torpedo can be guided by a fibre optic wire

109-E Block IV All-Up-Round' (AUR). Esta arma es la versión encapsulada del TLAM ('Tomahawk Land Attack Missile') para lanzamiento horizontal desde submarinos. El diseño del buque incorpora reservas de volumen y peso del equipamiento para la dirección de lanzamiento del misil TLAM, así como para sus interfaces principales con la plataforma, el sistema de combate y los sistemas de navegación inercial.

Adicionalmente, el 'S-80 Plus' está capacitado para realizar operaciones de minado, para lo que se coordinan las actuaciones de la DLT en las MFCC del sistema de combate y del sistema de eyeción, que ha sido desarrollado con los parámetros de una mina genérica ('Generic Mine'). Se estima que el desarrollo de la mina 'Minea', de SAES, se realice teniendo la 'Generic Mine' en consideración.

El ICSC permite el planeamiento de minado y proporciona a los operadores asignados al despliegue del plan de minado una operación integral, ágil y eficiente.

El submarino también está equipado con un sistema ACM para el despliegue de contramedidas acústicas antitorpedo y antisonar. Estos elementos van alojados en lanzadores montados en el interior de la superestructura. El sistema realiza el lanzamiento de tres tipos de contramedidas: contramedidas contra torpedos, en las que actúan como señuelos o 'jammers' (perturbadores en inglés); contramedidas anti-sonar, en las que actúan como 'jammers', y contramedidas anti-torpedo de adiestramiento.

El sistema ACM realiza el lanzamiento de contramedidas de forma automática y semiautomática en coordinación con el ICSC, y también de forma local y manual. El sistema proporciona evaluación de amenazas y recomendación de maniobras contra torpedos de acuerdo a un plan de defensa. El sistema busca dentro de la base de datos preestablecida (basada en tácticas desarrolladas por estudios de simulación y ejecución) el escenario más idóneo. Se tienen en cuenta los datos de navegación y de amenaza. El plan está compuesto por una sucesión de lanzamientos de contramedidas de torpedos y ajustes de contramedidas y maniobras recomendadas para que las realice el submarino. El lanzamiento de las contramedidas anti-sonar se realiza mediante comandos directos desde el ICSC o manualmente desde la unidad de control del sistema.



Minas Minea de adiestramiento | Operating a Minea training mine

vessel's design includes enough volume and weight for the TLAM missile launch guidance equipment, as well as for its main interfaces with the platform, combat system and inertial navigation systems.

Additionally, the 'S-80 Plus' has been built to carry out mining operations, so DLT actions are coordinated with the MFCCs of the combat system and ejection system, which has been developed based on the parameters of a generic mine. It is thought that the SAES' 'Minea' mine will be developed with the 'Generic Mine' in mind.

The ICSC enables mining operations to be planned and provides operators assigned to implement said plan with a comprehensive, flexible and efficient operation.

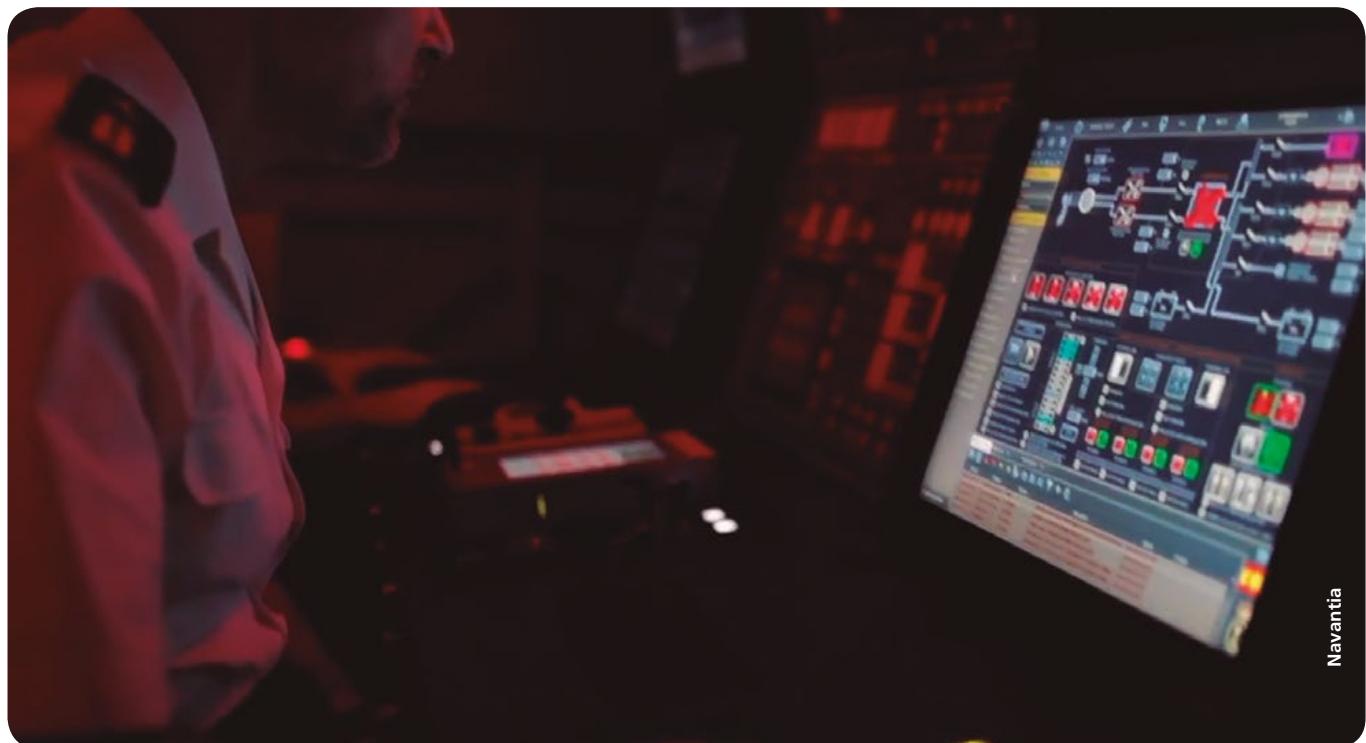
The submarine is also equipped with an ACM system for deploying anti-torpedo and anti-sonar acoustic countermeasures. These are housed in launchers installed inside the superstructure. The system launches three types of countermeasures: anti-torpedo countermeasures, in which they act as decoys or jammers; anti-sonar countermeasures, in which they act as jammers and anti-torpedo training countermeasures.

The ACM system launches countermeasures automatically and semi-automatically in coordination with the ICSC but they can also be launched on-board and manually. The system provides threat assessments and manoeuvre recommendations to avoid torpedoes based on a defence plan. The system searches the pre-established database (based on tactics developed by simulation and execution studies) for the most suitable scenario. It takes into account navigation and threat data. The plan is comprised of a succession of torpedo countermeasure launches and countermeasure adjustments, plus recommended manoeuvres for the submarine to carry out. Anti-sonar countermeasure launches are triggered by direct commands from the ICSC or manually from the system control unit.

El buque The vessel

El sistema de control de plataforma de la nave permite la automatización, el control y la supervisión de todos los equipos del buque, menos los de combate y comunicaciones

The submarine's platform management system enables the automation, management and monitoring of all the ship's equipment, except the combat and communication equipment



Navantia

Ejercicio de simulación del sistema de control de plataforma | Simulation exercise of the platform management system

EL CEREBRO DEL SUBMARINO THE BRAIN OF THE SUBMARINE

El sistema de control de plataforma (SCP) de Navantia es el conjunto de elementos hardware y software que permiten la automatización, el control y la supervisión de todos los equipos instalados en el buque, a excepción del sistema de combate y el sistema de comunicaciones.

El SCP del 'S-80 Plus' se divide en dos sistemas. El sistema local descentralizado (SLD), por una parte, comprende todos los elementos que permiten el control local de los equipos y sistemas de la plataforma. Por otro lado, el sistema remoto centralizado (SRC) comprende todos los elementos que permiten el control remoto de

Navantia's platform management system (PMS) is a set of hardware and software that enables all the equipment installed on the submarine to be automated, controlled and monitored, with the exception of the combat system and the communications system.

The 'S-80 Plus' PMS is divided into two systems. The first, the decentralised on-board system (DOS), comprises all the elements that allow the platform's equipment and systems to be controlled on-board. The second, the centralised remote system (CRS)



Navantia

Recreación del submarino S-80 Plus navegando | Recreation of the S-80 Plus submarine at sea

los equipos y sistemas de la plataforma. Este último se divide en otros dos subsistemas: el sistema integrado de control de plataforma (SICP) y el sistema no integrado de control de plataforma (SNIC).

El sistema integrado de control de plataforma es un equipo distribuido a lo largo del buque que integra los distintos sistemas que forman parte de la plataforma del submarino y tiene por objetivo el mando y vigilancia de los equipos que la constituyen.

Por su parte, el sistema no integrado de control de plataforma comprende todos los elementos que permiten el control remoto de los equipos y sistemas vitales para la seguridad del submarino, a través de conexiones directas para cada uno de esos equipos y sistemas. Los medios de mando y vigilancia son totalmente independientes de los del SICP.

Adicionalmente se puede considerar el sistema de gobierno (SDCS), desarrollado por Avio Aero, que comprende todos los elementos que permiten el control de las funciones de mando y vigilancia necesarias para el gobierno del submarino, de cara principalmente al mantenimiento de la cota y el rumbo.

comprises all the elements that allow remote control of the platform's equipment and systems. The latter is divided into two other subsystems: the integrated platform management system (IPMS) and the non-integrated platform management system (NIMS).

The integrated platform management system is a system distributed throughout the vessel that integrates the various systems built into the submarine platform and is aimed at controlling and monitoring the equipment it contains.

The non-integrated platform management system comprises all the elements that allow the equipment and systems vital to the safety of the submarine to be controlled remotely, via direct connections to each individual equipment and system. The control and monitoring technology is completely independent from that of the IPMS.

The steering and diving control system (SDCS) developed by Avio Aero, which includes all the elements that enable management of the control and monitoring functions needed to operate

**Desde una consola se controla desde la propulsión
hasta el aire acondicionado**
**Everything from propulsion to air conditioning
can be controlled from a console**



Simulador de control de plataforma del S-80 Plus | S-80 Plus platform management simulator

El SICP consta de dos consolas que constituyen la interfaz hombre-máquina, y otros muchos equipos distribuidos por todo el barco que son los que realizan las funciones de control, y gestión de la información. Estos equipos son básicamente autómatas programables, 'switches' (conmutadores en inglés) de comunicaciones y unidades de captación de datos.

De esta manera, desde una de estas consolas ubicadas en la cámara de mando y control se puede comprobar desde la propulsión del buque hasta el aire acondicionado o la monitorización de la cámara frigorífica de víveres.

La arquitectura del sistema es muy parecida en los barcos de superficie, como fragatas o portaaviones, aunque en submarinos se introducen dos consolas adicionales por las características especiales del buque. Se trata por un lado de la consola del SNIC, que permite monitorizar y controlar la información más relevante desde el punto de vista de seguridad mediante cableado directo. Es decir, sin software (para garantizar condiciones de operación mínimas en el caso de un fallo en las consolas y sus elementos asociados). Por otro lado se encuentra la consola del sistema de gobierno de Avio Aero.

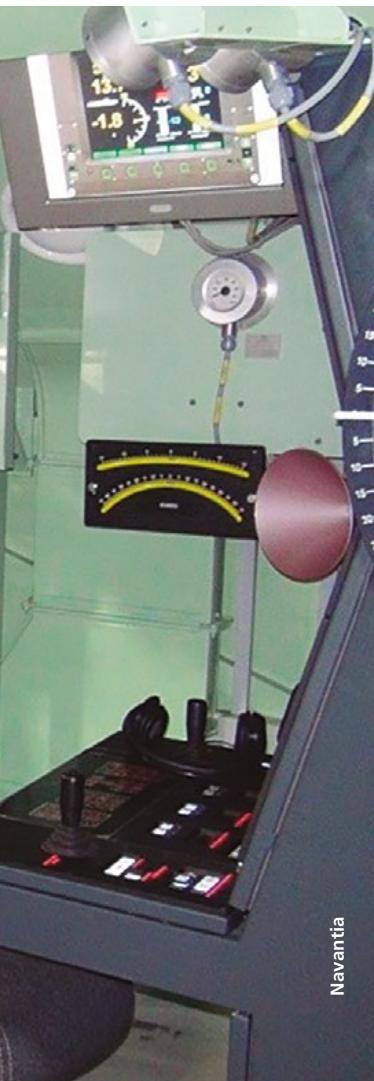
the submarine, can mainly be viewed as a tool to maintain the vessel's height and course.

The IPMS has two consoles which make up the human-machine interface, and much more equipment distributed throughout the submarine which carry out control and information management functions. This equipment is essentially programmable controllers, switches and data acquisition units.

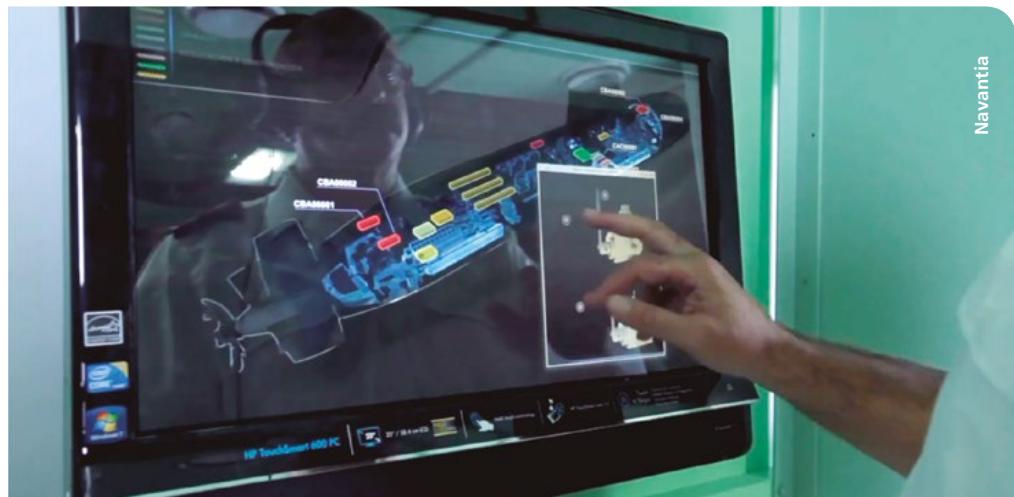
In this way, everything from propelling the submarine to the air conditioning and monitoring the refrigerated food compartments can be controlled using one of these consoles located in the command and control chamber.

El sistema de control de plataforma facilita una reducida dotación en el buque

The platform management system helps to reduce the number of crew needed on-board



Navantia



Navantia

Manejo de una consola del sistema de control de plataforma | Operation of a platform management system console



Navantia

Ejercicio de simulación del sistema de control de plataforma | Simulation exercise of the platform management system

La consola del SNIC lleva cableado directo para sortear posibles fallos

The NIMS console has direct cabling in order to avoid potential failures

Los objetivos principales del sistema de control de la plataforma son seis. Uno es permitir el mando y vigilancia de la plataforma del buque. El segundo consiste en facilitar las operaciones de mando y vigilancia para el manejo seguro del submarino con una dotación reducida. El tercero permite la automatización o semi-automatización de ciertas maniobras de control del buque. En cuarto lugar se encuentra la grabación de datos de estado y medidas. Un quinto cometido es el registro de información de los equipos del SCP para su mantenimiento. Y el sexto consiste en disponer de un sistema de autodiagnóstico directo y continuo del hardware y de las conexiones de la red de datos.

The system architecture is very similar to that of surface ships, such as frigates or aircraft carriers, although two additional consoles are included in submarines due to their special characteristics. First is the NIMS, which allows the most relevant information from a safety point of view to be monitored and controlled through direct cables. In other words, without using software (to ensure minimum operating conditions should there be an error with the consoles or their associated elements). Second is the console for Avio Aero's steering and diving control system.

The platform management system has six main objectives. The first is to allow the vessel's platform to be controlled and monitored. The second is to facilitate control and monitoring operations so that the submarine continues to operate safely with a reduced crew. The third is to enable certain ship control manoeuvres to be automated or semi-automated. The fourth is to record status and measurement data. The fifth is to collect information about the PMS equipment for maintenance purposes. And, finally, the sixth is to have a direct and continuous self-diagnosis system for the hardware and data network connections.

El buque The vessel

La Escuela de Submarinos mantendrá con dos simuladores el adiestramiento a las dotaciones para las operaciones en los nuevos submarinos S-80 Plus

The Submarine School will use two simulators to keep crews trained on how to carry out operations on the new S-80 Plus submarines



Consolas del simulador táctico del submarino | Consoles in the tactical submarine simulator

PREPARADOS EN TIERRA PARA CUMPLIR EN LA MAR TRAINED ON LAND TO DELIVER AT SEA

Para el adiestramiento en base de la dotación de los submarinos de la serie 'S-80 Plus', Navantia ha desarrollado dos simuladores en la Escuela de Submarinos del Arsenal de Cartagena. Se trata del simulador táctico y del simulador de plataforma. Para su producción se ha contado con la ayuda de la industria nacional (SAES e Indra).

In order to base training on the equipment used in the 'S-80 Plus' submarine series, Navantia has built two simulators in the Submarine School at the Cartagena Naval Base. One is a tactical simulator and the other a platform simulator. Two other companies in the Spanish industry (SAES and Indra) helped to build them.

El simulador incluye una zona que hace las veces de cámara de torpedos

The simulator includes an area that serves as a torpedo chamber

El simulador táctico para los submarinos de la serie 'S-80 Plus' es un sistema que tiene como objetivo adiestrar en el uso del sistema de combate, tanto a alumnos y dotaciones, como a los comandantes de los buques.

Para ello reproduce la parte de crujía y estribo de la cámara de mando del submarino 'S-80 Plus', incluido el periscopio de ataque, la pantalla táctica y las siete consolas multifunción. Además, el simulador incluye junto a la cámara de mando una zona que hace las veces de cámara de torpedos y que contendrá la dirección local de lanzamiento de armas y control de los tubos.

El simulador táctico permite alcanzar diversos objetivos, como el adiestramiento individual de los diferentes puestos de operación del sistema de combate. Posibilita también la realización de ejercicios a nivel de dotación, donde se cumple con la máxima 'train as you fight' (entrenar mientras luchas en inglés). Adicionalmente, su proximidad con la realidad facilita también el aprendizaje de la resolución de problemas tácticos complejos.

El simulador tiene junto a la cámara de mando un puesto para que un miembro de la guardia lleve las tareas de gobierno del submarino. Dispone asimismo de un puesto para que dos instructores puedan controlar y supervisar el adiestramiento. El sistema tiene capacidad de grabar el desarrollo del ejercicio. Para complementar la experiencia formativa, el simulador cuenta con una sala de análisis, con capacidad para 24 personas, en la que se pueden reproducir los ejercicios realizados en el simulador y también en la mar a bordo de los submarinos.

El simulador de plataforma es una cabina que reproduce el costado de babor de la cámara de mando y con-



Recreación del periscopio en el simulador táctico del S-80 Plus |
Reproduction of the periscope in the S-80 Plus tactical simulator

The tactical simulator for the submarines in the 'S-80 Plus' series is a system that aims to train students, crew members and ship commanders how to use the combat system.

In order to do so, part of the central gangway and starboard side of the 'S-80 Plus' submarine's command chamber, including the attack periscope, tactical screen and seven multi-function consoles have been replicated. The simulator also includes an area next to the command chamber that serves as a torpedo chamber and will contain the on-board management of weapon launches and tube control.

The tactical simulator enables several objectives to

Con este sistema se adiestra en la resolución de problemas tácticos complejos

This system allows the crew to be trained in solving complex tactical problems

INFORMACIÓN PROFESIONAL E INDEPENDIENTE, EN ESPAÑOL

PROFESSIONAL AND INDEPENDENT INFORMATION, IN SPANISH

infodefensa.com

Líder mundial en información de defensa y seguridad, en español

World leader in defence and security information, in Spanish

infoespacial.com

Líder en información de la industria espacial, en español

Leading website in space industry information, in Spanish

infodron.es

Actualidad e Información sobre el mercado de UAS, en español

Latest news about the UAS market for professionals, in Spanish

ids



Felipe VI manejando el periscopio del simulador del S-80 Plus | King Felipe VI operating the periscope in the S-80 Plus simulator



Felipe VI en la cámara de mando reproducida en el simulador del S-80 Plus | King Felipe VI in the command chamber reproduced in the S-80 Plus simulator

El simulador cuenta con una sala de análisis con capacidad para 24 personas

The simulator has an analysis room with capacity for 24 people

trol, y que aloja las consolas reales de los sistemas de control de plataforma y gobierno. La cabina simula los movimientos de cabeceo y balanceo del buque y proporciona adiestramiento en el manejo de los sistemas de control de plataforma y gobierno, tanto de forma local, mediante cuadros de control virtuales, como en remoto. También adiestra en el uso de la interfaz hombre-máquina de estos sistemas, en maniobras básicas y avanzadas y en depuración de problemas.

El objetivo del adiestramiento es mantener a las dotaciones preparadas para cumplir con su misión, o como afirma el lema del Arma Submarina, *'Ad utrumque paratus'* (expresión en latín que se puede traducir como 'preparado para cualquier alternativa'). El simulador táctico y el simulador de plataforma son pieza clave para la consecución de este objetivo.



Aspecto exterior del simulador del S-80 Plus en la Escuela de Submarinos | Exterior of the S-80 Plus simulator at the Submarine School

be achieved, such as individual training for each of the roles operating the combat system. It also allows exercises to be carried out with the entire crew, where they can fulfil the 'train as you fight' motto. Its close resemblance to reality also helps to teach skills for solving complex tactical problems.

The simulator has a space next to the command chamber for a member of the guard to carry out tasks related to steering the submarine. It also has an area for two instructors to control and supervise training. The system has an option to record the exercise as it is carried out. In addition, to complement the training experience, the simulator has an analysis room with capacity for 24 people, in which the exercises carried out in the simulator can be repeated and also at sea on board the submarines.

The platform simulator is a cabin that replicates the port side of the command and control chamber and contains the real consoles for the platform management and steering systems. The cabin simulates the way in which the vessel pitches and rolls and provides training in how to operate the platform management and steering systems, both on-board, via virtual control panels and remotely. It also teaches students how to use the human-machine interface of these systems, carry out basic and advanced manoeuvres and debug problems.

The aim of the training is to keep the crew ready to complete their mission, or as the Submarine Fleet motto says, '*'Ad utrumque paratus'*' (Latin expression meaning 'ready for everything'). The tactical simulator and platform simulator are key to achieving this goal.

La industria nacional ha ayudado en la producción de los simuladores del S-80 Plus

The Spanish industry has helped to build the S-80 Plus simulators

El buque The vessel

El núcleo del sistema de combate (ICSC) de los nuevos submarinos es un complejo entramado en el que se coordina el trabajo de multitud de elementos de alta tecnología

The new submarines' integrated combat system core (ICSC) is a complex network that coordinates the work of many high-tech components



Proa del submarino S-80 Plus en la que se aprecia el espacio reservado para el sonar cilíndrico | Bow of the S-80 Plus submarine showing the space reserved for the cylindrical sonar

EL CORAZÓN GUERRERO DEL S-80 PLUS THE WARRIOR HEART OF THE S-80 PLUS

El núcleo integrado del sistema de combate (ICSC por sus siglas en inglés) configurado para los submarinos de la clase 'S-80 Plus' está basado en una variante evolucionada del sistema Subics ('International Diesel-Electric Submarine Integrated Combat System'). El ICSC está desarrollado por Lockheed Martin y Navantia Sistemas y está compuesto por siete consolas multifunción (MFFC), una gran pantalla táctica (LTD), dos armarios NNSC ('Navigation and Networks System Cabinets'), dos unidades WPU ('Weapon Processor Units'), seis unidades WIU ('Weapon Interfaces Units'), un SAS ('Sonar Array Suite') y un sistema ONMS ('Own Noise Monitoring in Submarines').

El ICSC basa su arquitectura en el uso de sistemas abiertos y su implementación hace un empleo extenso

The integrated combat system core (ICSC) designed for the 'S-80 Plus' class submarines is based on the latest version of the Subics system ('International Diesel-Electric Submarine Integrated Combat System'). The ICSC has been developed by Lockheed Martin and Navantia Sistemas and comprises seven multi-function consoles (MFFC), one large tactical display (LTD), two NNSC cabinets (Navigation and Networks System Cabinets), two WPU units (Weapon Processor Units), six WIU units (Weapon Interfaces Units), one SAS (Sonar Array Suite) and one ONMS system (Own Noise Monitoring in Submarines).

The structure of the ICSC is based on the use of open systems and its implementation makes extensive use of COTS ('Commercial Off The Shelf') products. The design

de elementos comerciales tipo COTS ('Commercial Off The Shelf'). El diseño está optimizado para reducir el coste del ciclo de vida y la máxima flexibilidad en la configuración.

En los armarios NNSC reside la infraestructura de red, el sistema de navegación y aplicaciones esenciales que deben funcionar en todo momento como soporte del sistema (interfaces, base de datos, etcétera). Ambos armarios son redundantes.

El resto de las aplicaciones que no se ejecutan en los NNSC, consideradas no esenciales, pueden estar trabajando o no en función de las necesidades de la misión. Su ejecución se realiza en las consolas, sobre los subsistemas tácticos y los gráficos que existen en cada una de ellas. Cualquier consola puede ejecutar cualquier aplicación. No hay ningún tipo de dependencia hardware que limite la ejecución de una aplicación en una consola determinada.

El ICSC proporciona al conjunto de armas y sensores del sistema de combate un alto nivel de integración para el manejo óptimo de la información operativa y del centro de mando y control. Permite adquirir, evaluar y presentar toda la información necesaria para las acciones ofensivas, defensivas o de inteligencia que se desarrollen en cada momento. Aquí se incluye el control de las armas y las contramedidas y sus dispositivos de lanzamiento. Gracias a esto, el sistema de combate es capaz de obtener y seguir múltiples blancos en diferentes escenarios y puede realizar una gestión simultánea de distintos elementos. En concreto puede gestionar sonares activos y pasivos con corto, medio y largo alcance, para tareas de exploración, ataque y navegación; sistemas electrónicos, opráticos y electromagnéticos de detección, para misiones de combate u operaciones de inteligencia; dispositivos de ayuda a la navegación precisos; sistema de comunicaciones integrado, incluyendo enlace por satélite y enlace de datos tácticos con otras unidades navales a través de 'Link-11' y 'Link-22', y sistemas de armas para intervención en el mar (misiles

is optimised to reduce the cost of the life cycle and offer maximum flexibility during configuration.

The NNSC cabinets contain the network infrastructure, navigation system and essential applications that have to constantly run in order to support the system (interfaces, database, etc). Both cabinets are superfluous.

The other applications that are not run in the NNSCs, considered non-essential, may or may not be used, depending on the needs of the mission. They are managed from the consoles, on each of their tactical subsystems and displays. Each console can run all of the applications. There is no hardware dependency that limits an application from running on any of the consoles.

The ICSC allows the combat system's weapons and sensors to be highly integrated to ensure optimal management of both information about operations and the command and control centre. It enables all the necessary information to be gathered, assessed and displayed for offensive, defensive or intelligence actions that take place at any time. This includes using weapons and countermeasures and their launching devices. Thanks to this, the combat system is able to find and track multiple targets in different scenarios and simultaneously manage several components. Specifically, it can manage short, medium and long range active and passive sonars for exploration, attack and navigation tasks; electronic, otronics and electromagnetic detection systems for combat missions or intelligence operations; precise navigation aids; integrated communication systems, including satellite links and tactical data links with other naval vessels through 'Link-11' and 'Link-22', and weapons systems for operations at sea (underwater-launched anti-ship missiles, heavy multi-purpose torpedoes and mines).

The combat system will be managed via the ICSC's seven multifunction consoles, called 'Conan SUB' or M FCC, created in Spain by Sainsel. Each of these can be used to carry out command and control tasks, operate



Tripulante de un submarino de la clase S-70 en la sala de control del buque | Crew member of an S-70 class submarine in the vessel's control room

antibuque de lanzamiento bajo el mar, torpedos pesados multipropósito y minas).

La gestión del sistema de combate se realizará mediante las siete consolas multifunción del ICSC, denominadas 'Conan SUB' o MFCC, desarrolladas en España por Sainsel. Desde cualquiera de ellas se pueden llevar a cabo tareas de mando y control, operar cualquier sensor y acceder a la información que proporcionan, seguir blancos y sus trayectorias, operar y controlar los sistemas de lanzamiento de armas y acceder a algoritmos de ayuda a la decisión.

Una de las funciones principales del ICSC es el procesado de los datos de navegación de múltiples sensores (navegadores iniciales de Sperry, corredera electromagnética de AGI, ecosonda de Nautic, receptores GPS Dagr) para su distribución a todos los elementos del sistema de combate y su presentación, tanto en consola

all of the sensors and access the information they provide, follow targets and their trajectories, operate and control weapon launch systems and access algorithms to help with decision-making.

One of the main functions of the ICSC is to process navigation data from multiple sensors (Sperry inertial navigators, AGI electromagnetic logger, Nautic echo sounder, Dagr GPS receivers) to be distributed to all parts of the combat system and the way it is displayed, both on the MFCC console and on the LTD and repeaters. Waypoints can be sent to the Avio Aero steering system from the combat system.

The sonar suite integrates active and passive acoustic detection equipment for additional missions. Lockheed Martin developed both the cylindrical sonar for the hull (main passive acoustic sensor for underwater operations) and the side-scan sonar, passive ranging

El sistema de armas del S-80 Plus se centra en seis tubos lanzatorpedos

The S-80 Plus weapon system is centred around six torpedo launchers

MFCC, como en LTD y repetidores. También desde el sistema de combate pueden enviarse puntos de ruta al sistema de gobierno de Avio Aero.

La suite sonar integra los medios de detección acústicos activos y pasivos para misiones complementarias. Son desarrollos de Lockheed Martin tanto el sonar cilíndrico de casco (principal sensor acústico pasivo para operaciones en inmersión); como el sonar de flanco de barrido lateral; el telémetro sonar pasivo (PRS), que es un sonar para localización y medición de distancias de forma pasiva; el sonar de navegación, para la detección de obstáculos y minas, y el interceptor sonar, para la detección de emisiones sonar.

Adicionalmente, la empresa española SAES se encarga del desarrollo de dos sistemas de sensores acústicos: el sonar remolcado (variante mejorada de su sonar de largo alcance para submarinos Solarsub) y el sistema de supervisión de ruidos propios y de vibraciones ONMS, que permite detectar la cavitación y otras potenciales indiscreciones acústicas, así como la cancelación de ruidos propios, en especial por el sonar de flanco.

En cuanto a la vigilancia de superficie, el ICSC presenta la información y permite la configuración del sistema de periscopios 2010 de L3 Kollmorgen Electro-Optical; del sistema de contramedidas electrónicas pasivas 'Pegaso' de Indra, del radar 'Aries-S' de Indra y del sistema de identificación automática R4 AIS de Saab.

sonar (PRS), which is a sonar for passive location and distance measurement; the navigation sonar for detecting obstacles and mines and the sonar interceptor for detecting sonar emissions.

In addition, Spanish company SAES is responsible for developing two acoustic systems: the towed array sonar (an improved version of its long-range sonar for Solarsub submarines) and the ONMS own-noise and vibration monitoring system, which detects cavitation and other potential noises, as well as the cancellation of its own noises, especially by the flank array sonar.

With regard to surface surveillance, the ICSC displays information and enables the following to be configured: the 2010 periscope system by L3 Kollmorgen Electro-Optical; the 'Pegaso' passive electronic countermeasure system by Indra, the 'Aries-S' radar by Indra and the R4 AIS automatic identification system by Saab.

The ICSC integrates Tecnabit's Linpro processor to transmit and receive tactical data, which will allow the submarine to communicate within the Navy and exchange data with all the other vessels in the fleet. Indra is also responsible for the IFF transponder equipment (identification friend or foe).

The ICSC also provides information on the status of the platform through its interface with the integrated platform management system (developed by Navantia



Ejercicio de lanzamiento de torpedo desde un submarino español | Torpedo launch exercise from a Spanish submarine

Para la transmisión y recepción de datos tácticos, el ICSC integra el procesador Linpro de Tecnabit, que permitirá al submarino interactuar en el seno de una fuerza naval, intercambiando datos con todos los buques que la formen. Por su parte, los equipos transponder IFF (identificación amigo-enemigo) son también responsabilidad de Indra.

El ICSC proporciona además información del estado de la plataforma a través de su interfaz con el sistema integrado de control de plataforma (desarrollado por Navantia Sistemas) y la unidad de control de mástiles (desarrollada por Calzoni).

El uso de las armas se realizará preferentemente desde las consolas, aunque también pueden ser operadas desde las WCU (unidades de control de armas). Estas unidades, que son redundantes (cada buque contará con dos), tendrán la capacidad de realizar la gestión y el lanzamiento de las armas, tanto integradas con el resto del ICSC, como en modo aislado. El sistema de armas está centrado en seis tubos lanzatorpedos que podrán ser usados para lanzar torpedos multipropósito, pesados y de largo alcance 'DM 2 A-4 Seehecht' o 'Seahake', minas y misiles antibuque 'UGM-84 Sub-Harpoon', y que tendrán la capacidad para la futura integración de misiles de crucero tácticos 'UGM-109 Tomahawk'.

Además, el ICSC integra un equipo de Babcock, para el despliegue de contramedidas acústicas antitorpedo y antisonar y para maniobras de evasión. El sistema de lanzamiento de bombetas y bengalas de Calzoni puede ser también operado desde una de las consolas del sistema de combate a través de su integración con el ICSC.

El sistema de combate puede seguir múltiples blancos en diferentes escenarios

The combat system can follow multiple targets in different scenarios

Sistemas) and the mast control unit (developed by Calzoni).

The weapons will preferably be operated from the consoles, although the WCU (Weapons Control Unit) can also be used. These units, which are superfluous (each vessel will have two), will have the capacity to manage and launch weapons, both integrated with the rest of the ICSC and in isolation. The weapon system is centred around six torpedo launch tubes that will be able to be used to launch multi-purpose, heavy and 'DM 2 A-4 Seehecht' or 'Seahake' long-range torpedoes, mines and 'UGM-84 Sub-Harpoon' anti-ship missiles. They will have the capacity to integrate 'UGM-109 Tomahawk' tactical cruise missiles in the future.

The ICSC also integrates equipment by Babcock to deploy anti-torpedo and anti-sonar acoustic countermeasures and for evasive manoeuvres. Calzoni's bomblet and flare launch system can also be operated from one of the combat system consoles through its integration with the ICSC.

El buque: entrevista The vessel: interview

GERMÁN ROMERO

Director de Ingeniería del Astillero de Cartagena
Head of Engineering at Cartagena Shipyard



Navantia

"EL S-80 PLUS SUPONDRÁ UN CAMBIO DRÁSTICO"

"Es el primer submarino occidental convencional capaz de lanzar misiles a tierra"

"THE S-80 PLUS WILL REPRESENT A DRASTIC CHANGE"

"It is the first conventional submarine in the West that is capable of launching land attack missiles"

El sistema de propulsión independiente del aire (AIP) que dotará a los 'S-80 Plus', junto a otros avances, como su capacidad de ataque con misiles a tierra, convertirán al nuevo buque en el submarino convencional más avanzado del planeta. Su responsable de ingeniería detalla en los siguientes párrafos las características que lo sitúan como un buque único.

The air-independent propulsion system (AIP) which the 'S-80 Plus' will be equipped with, in addition to other improvements such as its ability to launch land attack missiles, will make this new vessel the most advanced conventional submarine in the world. In the following paragraphs the head of engineering describes the characteristics that make it a unique vessel.



Equipo de trabajo ante al primer submarino 'S-80 Plus' | Workforce in front of the first 'S-80 Plus' submarine

Navantia

¿En qué se mejora sustancialmente con el 'S-80 Plus' respecto a los 'S-70' con los que ha estado operando la Armada hasta ahora?

En general supondrá un cambio drástico en relación con las tecnologías y funcionalidades, aunque destaca tres. Uno es el sistema de combate/armas, donde es importante el aumento de tubos lanzatorpedos, la capacidad de estiba de armas y la incorporación de la capacidad de lanzamiento de misiles de ataque a tierra y contra objetivos en superficie y costeros. Otra mejora notable es el AIP, que permitirá un aumento de la autonomía en inmersión hasta llegar a las tres semanas. Es algo considerable incluso en comparación con el resto de los sistemas AIP actualmente disponibles en otros submarinos. Por último destacan las condiciones de habitabilidad. Mejoran significativamente porque en el nuevo 'S-80 Plus' no existirá el concepto de cama caliente y cada miembro de la dotación contará con su propia litera. Además, el personal embarcado de forma eventual para el desarrollo de misiones específicas, hasta un número de ocho, también dispondrá de su propia litera. La superficie y el volumen disponibles para cada miembro de la dotación mejoran notablemente.

¿Qué elementos caracterizan principalmente al 'S-80 Plus'?

Se trata de un submarino convencional oceánico diseñado con capacidades expedicionarias. Tendrá un alto nivel de automatización, lo que ha permitido reducir la dotación a la mitad comparando con los 'S-70'. Contará con un bajo coeficiente de indiscreción, gracias a la alta potencia eléctrica instalada, y más aún si se considera el sistema AIP. Su velocidad máxima en inmersión superará los 19 nudos, y la cota máxima operativa será mayor de 300 metros.

What makes the 'S-80 Plus' so much better than the 'S-70s' that the Navy has been operating with so far?

It will represent a drastic change in terms of technologies and features in general, but I would like to highlight three. One is the combat/weapons system, which will see a significant increase in torpedo launchers and the capacity to stow weapons and will incorporate the ability to launch land attack missiles and aim at surface and coastal targets. Another significant improvement is the AIP system, which will increase the time it can operate independently underwater to three weeks. This is considerable even when compared to the other AIP systems currently available on other submarines. Finally, the living conditions. These have majorly improved as there will be no hot-bunking in the new 'S-80 Plus' and each crew member will have their own bunk. Plus, any crew temporarily on board for specific missions, up to eight in number, will also have their own bunk. The surface area and volume available to each crew member is significantly improved.

What are the main features of the 'S-80 Plus'?

The 'S-80 Plus' is a conventional submarine designed to be capable of going on expeditions. It will be highly automated, which has made it possible to halve the number of crew needed compared to the 'S-70'. The submarine will have a low indiscretion ratio, thanks to the high electrical power installed, and even more so if the AIP system is taken into consideration. Its maximum speed when submerged will exceed 19 knots and the maximum operating depth will be over 300 meters.

The result is a submarine of about 80 metres in length and 7.3 in diameter, which displaces around 3,000



Submarinos S-80 Plus en el astillero de Cartagena | S-80 Plus submarines in the Cartagena Shipyard

El resultado de todo esto es un submarino de unos 80 metros de eslora y 7,3 de diámetro, con unas 3.000 toneladas de desplazamiento en inmersión. Se trata del único submarino de este tamaño que se encuentra actualmente en construcción en el mundo.

¿Qué supone contar con un sistema AIP propio?

El buque dispondrá del sistema AIP más avanzado del mercado, gracias a que España ha sido el primer país en desarrollar un reformador, de bioetanol en nuestro caso, que es, según todos los expertos, la clave de los sistemas de última generación. Este es por tanto un elemento diferenciador de nuestro submarino. Es evidente el interés que tiene por un lado para la seguridad nacional y, por el otro, desde el punto de vista industrial, como factor multiplicador para mejorar nuestra posición en el mercado de exportación.

Pero disponemos no sólo de un sistema propio, sino del primer sistema de tercera generación que va a ser instalado en un submarino en construcción. Se trata del primero en haber resuelto el problema de generación de hidrógeno a bordo, y lo ha hecho además a

tonnes when submerged. It is the only submarine of this size currently under construction in the world.

What does it mean to have its own AIP system?

The submarine will have the most advanced AIP system on the market, thanks to the fact that Spain has been the first country to develop a reformer, bioethanol in our case, which is, according to experts, the key to state-of-the-art systems. This is one of the distinguishing features of our submarine. It is clear that it will be of interest for national security, but it will also be from an industrial point of view, as it will multiply and improve our position in the export market.

Not only do we have our own system but we also have the first third generation system to be installed in a submarine under construction. It is the first vessel to have solved the problem of on-board hydrogen generation and has done so using bioethanol produced from agricultural waste. This means it can be easily supplied with the necessary reagents, bioethanol and liquid oxygen anywhere in the world, which is essential for an expeditionary submarine.



"La alta automatización del buque reducirá su dotación a la mitad de la del S-70"

"The vessel's high level of automation will reduce the number of crew to half that of the S-70"

And the ability to launch land attack missiles?

Very few countries and conventional submarines around the world are able to do this, so it makes the 'S-80 Plus' a huge deterrent. Some of the countries that have developed an SLCM ('Submarine Launched Cruise Missile') and have already installed it in their submarines are the United States, Russia, the United Kingdom, France and South Korea. Their vessels, and those they have exported to other countries, have this capability. In the West, only nuclear submarines are able to launch land attack missiles at present (although France has included this capability in its design for the 'SMX 3.0' submarine that it is offering to India). In the East, as well as Russian nuclear submarines, some of the countries that have purchased 'Kilo' class conventional submarines from Moscow have this ability, as well as South Korea's recently launched 'KSS-III' class conventional submarine.

As a result, the 'S-80 Plus' will become the first conventional submarine in the whole of the Western world, NATO and Europe to have this capability.

How have you managed to reduce the crew needed to operate these vessels?

The technology and level of automation incorporated in the 'S-80 Plus' have made it possible to halve the number of crew needed compared to the 'S-70'. Navantia Sistemas developed the integrated platform management system, now used in all of our vessels, which allows all the information about the ship to be gathered and managed remotely, therefore reducing the need to monitor it on-board. However, for safety reasons, certain tasks will still be required to be carried out on board the submarine as ordered by an operator and not by an automated machine.

Countries such as France, Germany and Japan are also developing conventional submarines. What makes the 'S80 Plus' different from the rest?

Firstly, compared to France, its conventional submarines are for export only. These are the 'Scorpene', currently operated by several countries and which Navantia helped to build, plus the non-nuclear version of the 'Barracuda', which is being developed for Australia. There is no version of the former yet which uses an AIP system to navigate, although India and Brazil are considering integrating it. In addition, the 'Scorpene'

partir del bioetanol proveniente de la agricultura. Esto permite al buque abastecerse de los reactivos necesarios, bioetanol y oxígeno líquido, de manera sencilla en cualquier parte del mundo, lo que resulta imprescindible para un submarino expedicionario.

¿Y la capacidad de lanzar misiles a tierra?

Esta cualidad está al alcance de muy pocos países y submarinos convencionales en todo el mundo, por lo que dotará al 'S-80 Plus' de una enorme capacidad disuasoria. Entre los países que han desarrollado un SLCM ('Submarine Launched Cruise Missile') y ya lo han incorporado en submarinos se encuentran Estados Unidos, Rusia, Reino Unido, Francia y Corea del Sur. Sus buques, o bien los que han exportado a otros países, incluyen esta capacidad. En occidente, sólo los submarinos nucleares disponen de ella en la actualidad (si bien Francia la ha incorporado en su concepto de submarino 'SMX 3.0' que oferta a la India). En oriente, además de submarinos nucleares rusos, algunos de los países que han adquirido submarinos convencionales a Moscú de la clase 'Kilo' disponen de esta capacidad, y el recientemente puesto a flote submarino convencio-

nal surcoreano de la clase 'KSS-III', también.

De esta forma, el 'S-80 Plus' se convertirá en el primer submarino convencional de todo occidente, la OTAN, y Europa, con esta capacidad.

¿Cómo han logrado reducir la tripulación necesaria para operar estos buques?

La tecnología y el nivel de automatización incorporado en el 'S-80 Plus' han permitido reducir a la mitad la dotación respecto de los 'S-70'. Navantia Sistemas desarrolla el sistema integrado de control de la plataforma, presente en todos nuestros buques actualmente, que permite aunar y controlar toda la información del buque en remoto y así reducir la necesidad de vigilancia en local. No obstante, en los submarinos por motivos de seguridad, se sigue requiriendo la realización de determinadas actuaciones como consecuencia de una decisión positiva del operador y no de automatismos.

Países como Francia, Alemania y Japón están desarrollando también submarinos convencionales.

¿Qué diferencia a los 'S80 Plus' de los demás?

En primer lugar, en comparación con Francia, sus submarinos convencionales son sólo para la exportación.

are not able to launch land attack missiles (except for the 'SMX 3.0').

As regards Germany, although TKMS [the company] has designed the 'U-212' conventional submarines, which are operated by both the German and Italian Navy, the vessels it exports have significantly different capabilities. Some of them are already operating with a second generation AIP, but none of them are able to launch land attack missiles. The submarines are not designed to go on expeditions and weigh between 1,500 and 2,000 tonnes.

Japan, on the other hand, has not exported conventional submarines to date and is operating its 'Soryu' class vessels. Unlike the above, these submarines are larger than the 'S-80 Plus' (4,200 tonnes according to open sources), although they are not able to launch land attack missiles either. They do have an AIP system, but it is a version of the Stirling [engine] which they purchased a licence for from Swedish firm Kockums.

What future challenges will the programme face?

The most immediate challenge is launching the submarine, which will be a very important milestone

"EL S-80 Plus dispondrá del sistema AIP más avanzado del mercado"

"The S-80 Plus will have the most advanced AIP system on the market"



Navantia

Sección del submarino S-80 Plus en las instalaciones de Navantia | Section of the S-80 Plus submarine at the Navantia facilities

Se trata del 'Scorpene', en operación por varios países y en los que Navantia ha participado, y la versión no nuclear del 'Barracuda', que se encuentra en desarrollo para Australia. En los primeros todavía no hay ninguna versión navegando con AIP, aunque se baraja su integración en la India y Brasil. Además los 'Scorpene' no tienen la capacidad de lanzamiento de misiles de ataque a tierra (salvo el concepto 'SMX 3.0').

En cuanto a Alemania, si bien [la compañía] TKMS ha diseñado los submarinos convencionales 'U-212', que operan tanto la Marina alemana como la italiana, los buques que exporta tienen diferencias notables en cuanto a sus capacidades. Algunos de ellos sí operan ya integrando un AIP de segunda generación, pero ninguno tiene capacidades de ataque a tierra. No son submarinos diseñados con capacidades expedicionarias y tienen un tamaño de entre 1.500 y 2.000 toneladas.

Japón, por el contrario, no ha exportado submarinos convencionales hasta la fecha y tiene en operación sus buques de la clase 'Soryu'. A diferencia de los anteriores, estos submarinos son de un tamaño superior al 'S-80 Plus' (4.200 toneladas según fuentes abiertas), aunque tampoco tienen capacidad de ataque a tierra. Sí que disponen de un sistema AIP, pero se trata de una evolución del [motor] Stirling cuya licencia adquirieron a la firma sueca Kockums.

¿A qué retos futuros se enfrenta el programa?

El reto más inmediato es la puesta a flote del submarino, lo que supondrá un importantísimo hito tanto para Navantia como para la Armada y el Ministerio de Defensa. Tras muchos años de desarrollo, es algo muy esperado y deseado por toda la comunidad submarina, incluyendo nuestra plantilla y la de las empresas que han colaborado con nosotros. Posteriormente, nos enfrentaremos a dos años de pruebas en el prototipo. Si bien Navantia tiene una larga experiencia en la realización de este tipo de pruebas (tanto con los submarinos de la Armada española como con los 'Scorpene' probados en Cartagena), será la primera vez en la que actuaremos como autoridad de diseño.

Por último, mirando a futuro, tenemos el reto del ciclo de vida de los 'S-80 Plus'. Navantia y la Armada vienen trabajando desde hace tiempo en la definición de un nuevo modelo de sostenimiento. El 'S-80 Plus' es el sistema de armas más complejo y moderno que va a operar el Ministerio de Defensa y el modelo de apoyo al ciclo de vida deberá garantizar en todo momento la seguridad y la máxima disponibilidad operativa, y sin olvidar la racionalización del coste. Para eso es vital que en España se aseguren los medios para conservar la capacidad de diseño y el mantenimiento de submarinos. Esto atañe directamente a Navantia y al Ministerio de Defensa, pero también, y no menos importante, a toda nuestra cadena de suministro, a la industria colaboradora, a los centros tecnológicos y a las universidades con las que hemos hecho posible este programa.



Operarios en el astillero de Cartagena | Operators in the Cartagena shipyard

for Navantia, the Spanish Navy and the Ministry of Defence. After many years of development, it is something that the entire submarine community has been waiting for and is looking forward to, including our staff and the companies we have collaborated with. Once launched, we will spend two years testing the prototype. Although Navantia has lots of experience in carrying out this type of testing (both with the submarines owned by the Spanish Navy and the 'Scorpene' tested in Cartagena), it will be the first time that we will be in charge of the design.

Finally, in the years ahead, we will be faced with the challenge of the 'S-80 Plus' submarines' life cycle. Navantia and the Navy have been working for some time on defining a new sustainability model. The S-80 Plus submarine is the most complex and modern weapons system to be operated by the Ministry of Defence and the life cycle's support model should guarantee security and maximum operational availability at all times, without forgetting to rationalise costs. For this reason, it is vital that measures are guaranteed in Spain that allow it to keep designing and maintaining submarines. This concerns Navantia and the Ministry of Defence directly, but also, and no less important, our entire supply chain, the companies we collaborate with, technology centres and the universities that have worked alongside us to make this programme possible.

RADIOGRAFÍA DEL BUQUE

CUTAWAY OF SUBMARINE

El programa 'S-80 Plus' ofrece submarinos convencionales oceánicos, con una capacidad AIP de siguiente generación y capaces de hacer frente a las futuras amenazas

The 'S-80 Plus' programme offers conventional ocean submarines that have next-generation AIP capability and the ability to deal with future threats



MOTOR ELÉCTRICO

El sistema de propulsión principal está basado en un motor eléctrico (MEP) de 3.500 kW

ELECTRIC MOTOR

The main propulsion system is based on a 3,500-kW electric motor (MEP)

MOTOR DIÉSEL

Tres grupos generadores diésel de 1.200 kW producen la energía que alimenta al MEP

DIESEL ENGINE

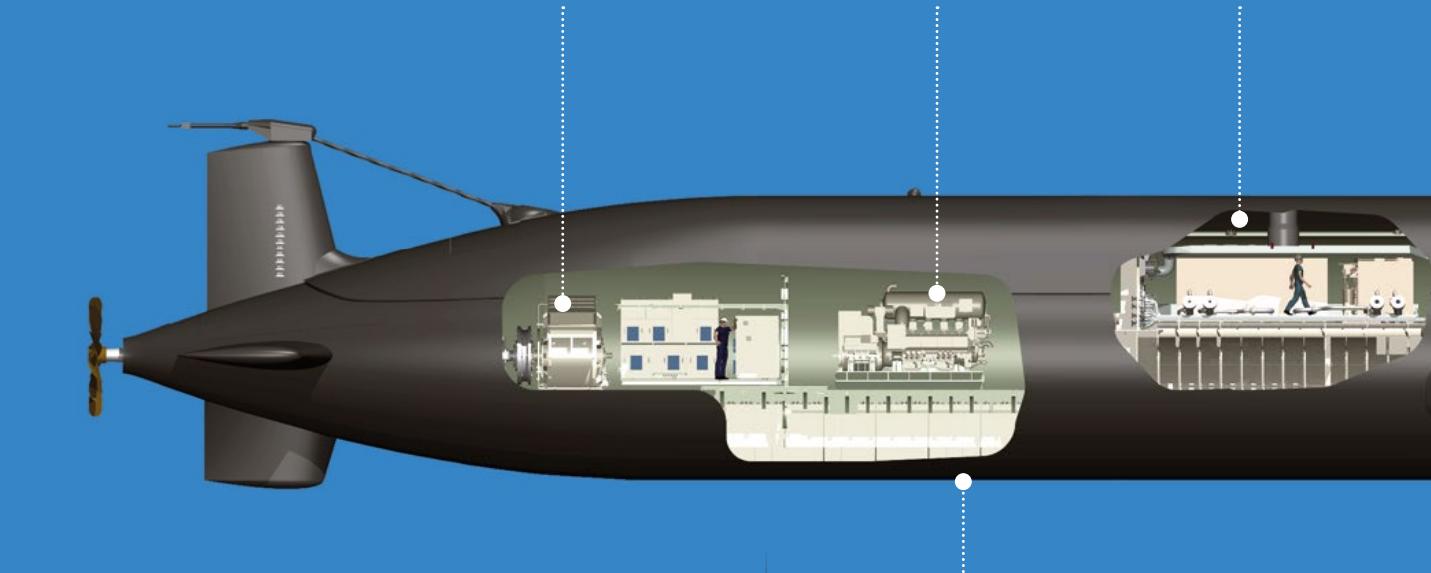
Three groups of 1,200 kW diesel generators produce the energy needed to power the MEP

SECCIÓN AIP

Este sistema va a permitir al 'S-80 Plus' permanecer mucho más tiempo en inmersión profunda

AIP SECTION

This system will allow the 'S-80 Plus' to stay deep underwater for much longer



Con la colaboración de
In collaboration with

ABENGOA



indra





MANDO Y CONTROL

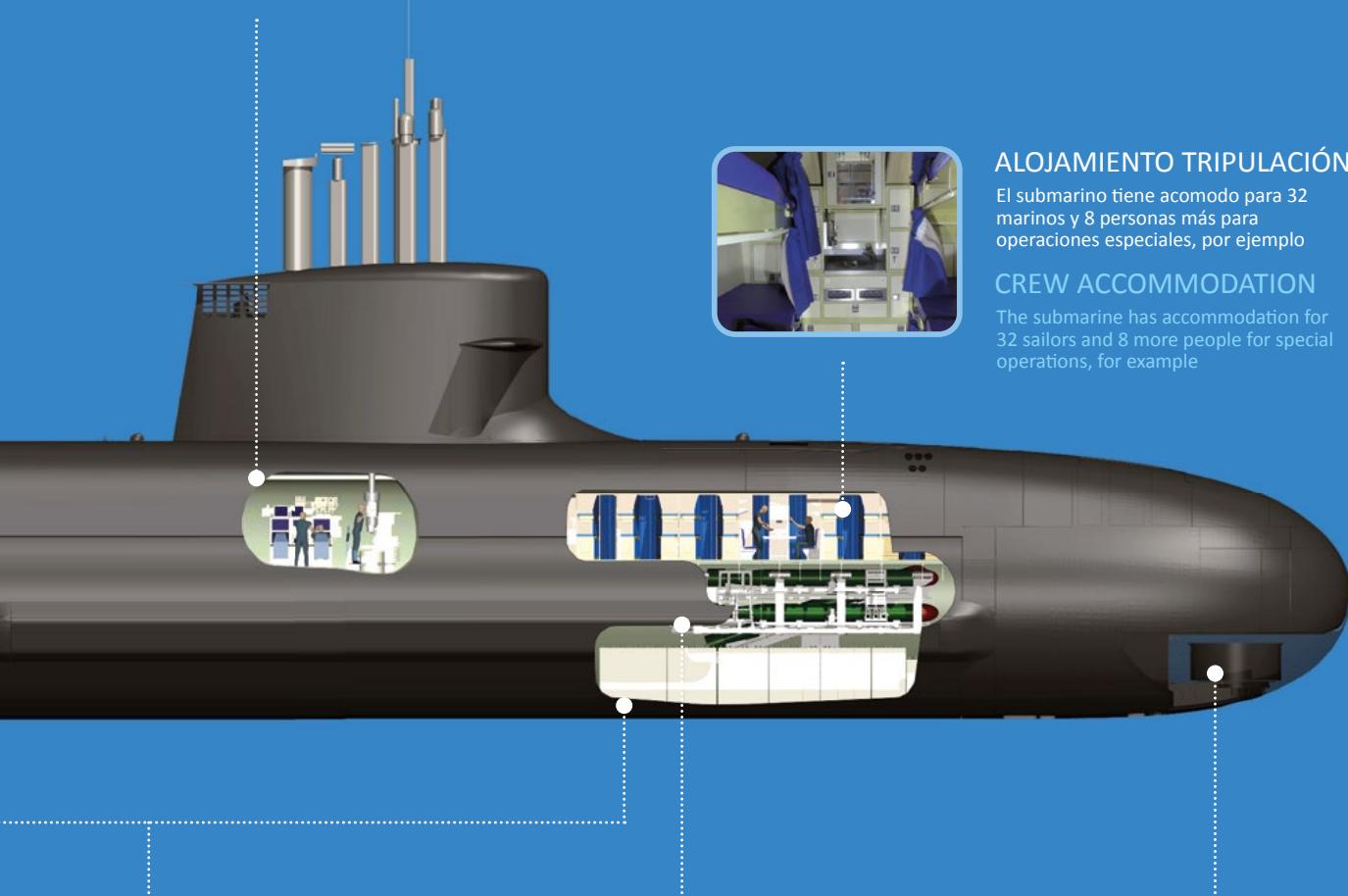
Desde estas consolas se puede controlar desde la propulsión del buque hasta el aire acondicionado

COMMAND AND CONTROL

Everything from propelling the submarine to the air conditioning can be controlled using one of these consoles

FICHA TÉCNICA FACT SHEET

DESPLAZAMIENTO EN INMERSIÓN SUBMERGED DISPLACEMENT	2.965 toneladas 2,965 tonnes
ESLORA LENGTH	81 metros 265,7 feet
DIÁMETRO DEL CASCO RESISTENTE PRESSURE HULL DIAMETER	7,3 metros 23.95 feet
VELOCIDAD EN INMERSIÓN SUBMERGED SPEED	19 nudos 19 knots
VELOCIDAD EN SUPERFICIE SURFACE SPEED	10 nudos 10 knots



BATERÍAS

Mientras el sistema AIP está activo elimina la necesidad de que la nave ascienda a cota para recargar las baterías

BATTERIES

While the AIP system is active, it do not need to climb to snorkel depth to recharge the batteries



ARMAS

El sistema de armas incluye seis tubos lanzatorpedos y capacidad para embarcar 18 armas (misiles, torpedos y minas)

WEAPONS

The weapon system include six torpedo launchers and the capacity to load and stow 18 weapons (missiles, torpedoes or mines)



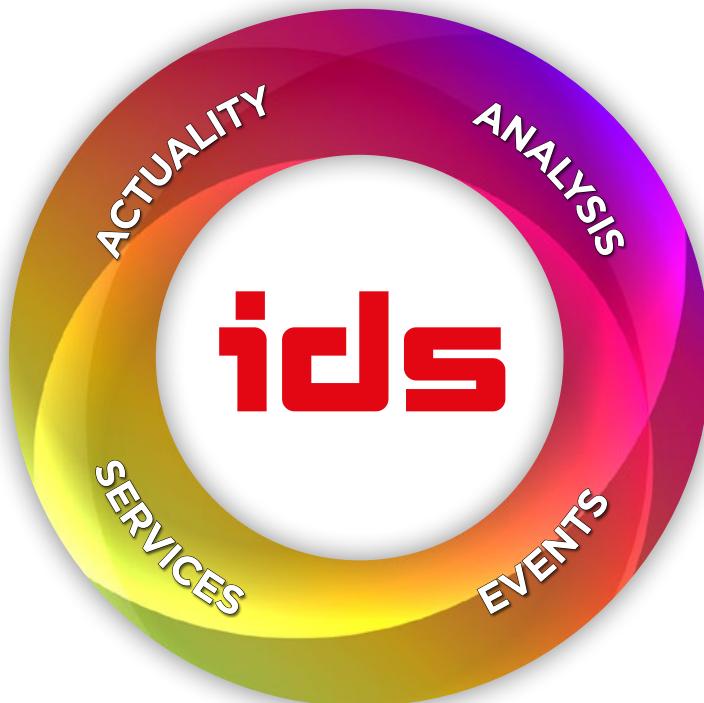
SÓNAR CILÍNDRICO

Principal sensor acústico pasivo para operaciones en inmersión

CYLINDRICAL SONAR

Main passive acoustic sensor for underwater operations

THIS IS OUR UNIVERSE



The largest supplier of Defence and Security information in Spanish

• ACTUALITY •

3 digital newspapers leaders in their respective markets

infodefensa.com

infoespacial.com

infodron.es

• ANALYSIS •

Printed and digital monographic publications

Spain

Profiles ids

eDossier ids

Informes ids

• EVENTS •

Hight level professional meetings



• SERVICES •

Our knowledge at the service of companies and institutions



Guzmán el Bueno, 98. 28003 Madrid (Spain) • Tel. +34 91 594 07 34 • www.idsolutions.biz

Further information: ids@idsolutions.biz

Los socios: la industria detrás del submarino

The partners: the industry behind the submarine



Relación de empresas, en formato ficha y por orden alfabético, con distintos productos y servicios empleados en el programa del S-80 Plus

List of companies, in fact-sheet format and in alphabetical order, with different products and services used in the S-80 Plus program

ABENGOA

Soluciones tecnológicas innovadoras para Defensa y Aeroespacio

Innovative technology solutions for Aerospace and Defense

C/ Energía Solar 1
41014 España
Tel.: +34 954 93 70 00
E-mail: aerospace.defence@abengoa.com
www.abengoa.com
Contact: José López Domínguez



Abengoa sigue ampliando su actividad en el sector de la Defensa y Aeroespacio mediante la realización de nuevos proyectos innovadores

Abengoa continues to expand its activity in the Defence and Aerospace sector by developing new innovative projects

Proyectos principales

Suministro del Sistema Procesador de Bioetanol, Sistema de Adecuación de Potencia y Sistema de Control AIP (Air Independent Propulsion) y su integración en el diseño con el resto de equipos críticos del AIP.

Main projects

Supply of the Bioethanol Processing System, Power Conditioning System and AIP (Air Independent Propulsion) Control System as well as their integration in the design of the rest of the critical equipment of the AIP section.

Actividad

Abengoa, compañía internacional que aplica soluciones tecnológicas innovadoras para el desarrollo sostenible en los sectores de infraestructuras, energía y agua, apuesta por:

- El desarrollo tecnológico como principal ventaja competitiva para acometer proyectos de alto valor añadido.
- El desarrollo de proyectos de I+D e innovación que mejoran tanto las prestaciones de los productos y servicios actuales como la adquisición de nuevas competencias.

Abengoa aporta soluciones innovadoras de alto valor en los sectores de Defensa y Aeroespacio. Abengoa diseña, fabrica y comercializa, entre otros productos y servicios, sistemas electrónicos de control y de generación y distribución de energía para los sectores de defensa y aeroespacial, fomentando además sinergias entre las tecnologías espaciales/defensa y la energía.

Entre la distintas tecnologías y servicios que ofrece Abengoa podemos encontrar:

- Sistemas de producción de hidrógeno para aplicaciones específicas como el sector marítimo.
- Sistemas de generación de potencia basados en pilas de combustible.
- Almacenamiento de energía basado en tecnologías del hidrógeno mediante la combinación de producción por electrólisis, compresión, almacenamiento y generación eléctrica.

Activity

Abengoa, an international company that applies innovative technology solutions for sustainability in the infrastructure, energy and water sectors, is committed to:

- Technology development as the main competitive advantage to implement high-added value projects.
- Development of R+D and innovation projects to improve the performance of current products and services as well as the acquisition of new skills.

Abengoa contributes with high-level innovative solutions in the Defence and Aerospace sectors. Abengoa designs, manufactures and commercializes, among other products and services, electronic control and power generation and distribution systems for Defence and Aerospace sectors, encouraging synergies between space/defence technologies and energy.

Among the different technologies and services offered by Abengoa, we can find:

- Hydrogen production systems for specific applications such as the maritime sector.
- Power generation systems based on fuel cells technology.
- Energy storage based on hydrogen technologies of electrolysis production, compression, storage and power generation.



- Sistemas de distribución, control y almacenamiento de potencia.

Abengoa ha desarrollado sistemas para plataformas terrestres y navales.

Ha sido la autoridad de diseño para la Unidad de Distribución de Potencia del vehículo Ajax para el MoD de Reino Unido, con GDELS como cliente y está fabricando las Unidades de Distribución de potencia para torres Millenium para Navantia.

- Sistemas electrónicos de detección, monitorización y control.

Desarrollo de sensores para sistemas de defensa para plataformas terrestres y navales. (CANT PITCH Sensor para las torres serie 3000 de John Cockerill y sistemas de control de antenas de seguimiento de satélites para el INTA).

- Sistemas de control, toma de decisiones asistida y mantenimiento preventivo aplicado a plataformas terrestres y navales.

- Simuladores para entrenamiento y sistemas automáticos de pruebas para producciones en serie.

Uno de los últimos proyectos en los que Abengoa participa es el desarrollo de equipos esenciales del AIP de los submarinos de la serie S-80. Miniaturizar -y hacer apta para las exigentes condiciones navales y militares- una planta de generación de hidrógeno de alta eficiencia partiendo de bioetanol. Abengoa se encarga del diseño, fabricación, pruebas y calificación de esta planta junto con la del sistema de adecuación de potencia y el sistema de control del AIP. Además, es responsable de la integración en el diseño con el resto de equipos críticos del AIP.

- Distribution, control and storage power systems.

Abengoa has developed systems for terrestrial and naval platforms.

It has been the design authority for the Power Distribution Unit of the Ajax vehicle for the UK MoD, with GDELS as a client, and it's manufacturing the Power Distribution Units for Millenium towers for Navantia.

- Electronic systems for detection, monitoring and control.

Development of sensors for defence systems for terrestrial and naval platforms. (CANT PITCH Sensor for series 3000 towers of John Cockerill and satellite tracking antenna control systems for INTA).

- Control systems, aided decision making, and preventive maintenance applied to terrestrial and naval platforms.

- Simulators for training and automatic test systems for mass production.

One of the latest projects in which Abengoa participates is the development of essential AIP equipment for series S-80 submarines. The main challenge is miniaturizing - and making it suitable for the demanding naval and military requirements- a high efficiency hydrogen production plant by bioethanol reforming. Abengoa is responsible for the design, manufacturing, commissioning and qualification of this plant together with the Power Conditioning System and the AIP Control System. In addition, it's responsible for the integration of these systems in the design of the rest of the AIP critical equipment.

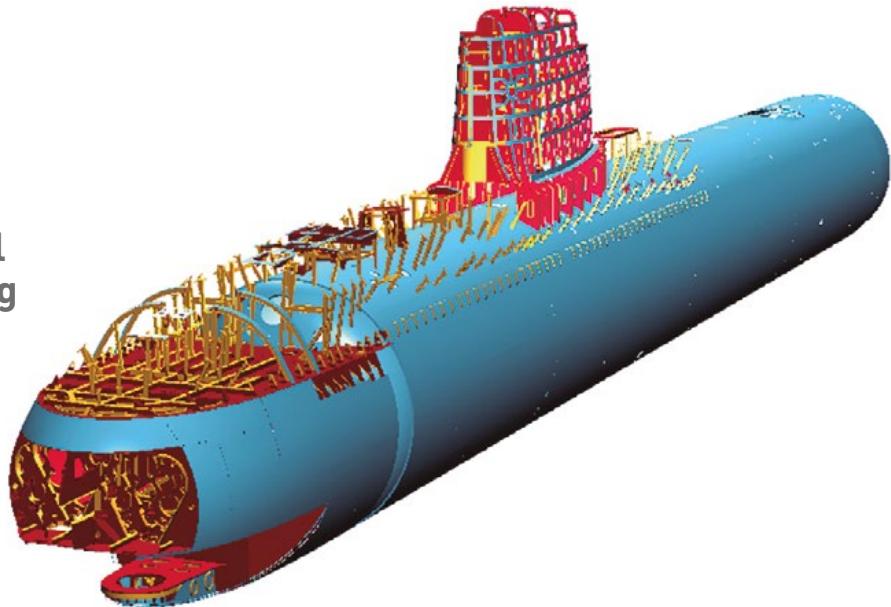




ENGINEERING
DRIVEN
PEOPLE

CT, leader in Technological Innovation and Engineering Services

Avda. Leonardo da Vinci, 22
28906 Getafe (Madrid)
Tel.: +34 916 832 030
E-mail: jmmorales@ctingenieros.es
www.thectengineeringgroup.com
Contact: José Miguel Morales Morcillo



CT es un socio estratégico en Ingeniería, Producción y Apoyo al ciclo de vida del Programa S-80 Plus

CT is a strategic partner in Engineering, Production and lifecycle Integrated Logistic Support (ILS) of the S-80 Plus Program

Proyectos principales

CT ha invertido hasta la fecha 200.000 horas de ingeniería en el desarrollo del Submarino S-80 Plus. Actualmente continúa dando soporte a Ingeniería, además de responsabilizarse de la Gestión de su Producción y es clave en diversas áreas del apoyo al Ciclo de Vida del Programa S-80 Plus.

Actividad

CT acumula más de 10 años de experiencia participando en el Programa S-80 Plus lo que le convierte en uno de los principales socios estratégicos desde sus orígenes. Esta colaboración ha sido posible gracias al conocimiento existente en el equipo de CT, que acumula una experiencia media superior a los 10 años gracias a los trabajos que vienen desarrollando desde el año 2000 en diferentes Programas de Submarinos.

Entre los trabajos más destacados realizados por CT para el Programa S-80 Plus se encuentran:

Gestión de Producción: nuestro trabajo se estructura en dos áreas principales: Programación Órdenes, donde somos responsables de la planificación y control de la ejecución de las órdenes de fabricación en taller y Subcontratación, donde nos encargamos de la cadena de suministro, gestión de proveedores y solicitudes de pedido a la industria auxiliar con las que cubrir las necesidades de producción y las especificaciones técnicas del suministro.

Ingeniería: abarcando todas las disciplinas troncales de ingeniería naval -estructuras, armamento, tuberías, ventilación y electricidad-, el equipo de CT ha desarrollado tareas de diseño y publicación de planos de fabricación

Main projects

To date CT has invested 200,000 hours of engineering into the development of the S-80 Plus Submarine. Currently, as well as providing engineering support, CT is in charge of managing production and is key in various areas of supporting the S-80 Plus Program lifecycle.

Activity

CT has been one of the main strategic partners in the S-80 Plus Program from the very beginning, with over a decade of experience participating in the project. This successful collaboration has been possible thanks to the know-how provided by the members of our team, who, on average have over 10 years of experience working on different submarine programs since 2000.

The most notable work carried out by CT in for the S-80 Plus Program includes:

Production Management: our work is structured in two main areas: Production Planning, where we are in charge of planning and control the manufacturing orders in the workshop and Subcontracting, where we take charge of the supply chain, manage providers and order requests to the auxiliary industry to cover production needs and the technical specifications of the supplies.

Engineering: spanning all of the core disciplines of naval engineering -structures, outfitting, piping, Heating, Ventilation and Air Conditioning (HVAC) and electrical- CT's team has carried out activities involved with design, manufacturing and assembly plans,

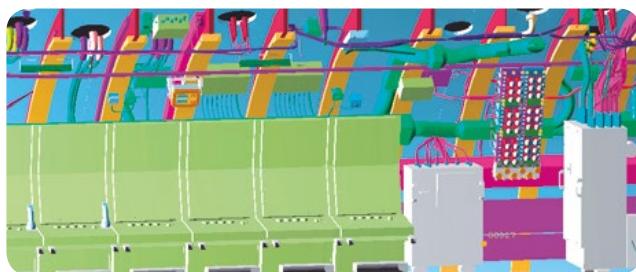


y montaje, disposición de equipos, diseño de soportados de tuberías y ruteado de cables, entre otras.

Estructuras	Diseño y publicación de planos de fabricación y montaje de las estructuras de la clase dos y clase tres*. (*La clase dos hace referencia a la estructura ligera interior, por ejemplo mamparas y pisos. La clase tres se ciñe a soportes de equipos y polines, por ejemplo).
Armamento	Disposición de equipos mecánicos o funcionales, soportados y publicación de planos de fabricación y montaje.
Tuberías	Diseño y soportado de tuberías y válvulas, publicación de planos de fabricación y montaje y NC Programming.
Ventilación	Diseño, soportado y publicación de planos de fabricación y montaje.
Eléctrica	Disposición de equipos eléctricos y electrónicos, trazado de canalizaciones, soportado de cables, ruteado y publicación del trabajo.

Nuestra actividad en ingeniería ha estado enfocada en la primera unidad de construcción del Submarino, pero en la actualidad ya estamos trabajando en proyectos de ingeniería para la segunda unidad de construcción.

Apoyo al Ciclo de Vida: remarcando la experiencia de CT en este ámbito y no solo en sector naval, para el Programa S-80 Plus Plus estamos realizando múltiples actividades que abarcan desde la definición de Tareas de Mantenimiento, Gestión de Repuestos, apoyo a la Configuración o Identificación de Elementos Críticos de Seguridad (conocido como SAFETY).

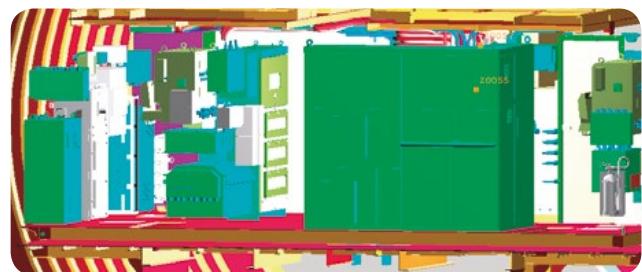


equipment layout, piping and cable routing supports, among others.

Structures	Design and publication of manufacturing and assembly drawings for class 2 and class 3 structures. Class 2 refers to light inner structures, such as partition walls and floors. Class 3 structures are related to supports for equipment and masts, for example.
Outfitting	Layout of mechanical and functional equipment, supports and publication of manufacturing and assembly drawings.
Piping	Design and supports for pipes and valves, publication of manufacturing and assembly drawings and NC programming.
HVAC	Design, supports, and publication of manufacturing and assembly drawings.
Electrical	Layout of electrical and electronic equipment, conduit layout, cable supports, routing and publication of work.

Our engineering work has been focused on the submarine's first construction unit, but currently we are already working on engineering projects for the second construction unit.

Lifecycle Support: highlighting CT's experience in this area, and not just in the naval sector, for the S-80 Plus Plus Program we are carrying out various activities that include defining maintenance tasks, managing spare parts, providing support for the configuration or identification of critical safety elements (known as SAFETY).



40 años diseñando y fabricando sistemas oleohidráulicos

40 years' designing and manufacturing oil hydraulic systems

Coruña, 37. 36208 Vigo (Pontevedra)

Tel.: +34 986 21 33 29

E-mail: fluidmecanic@fluidmecanica.com

www.fluidmecanica.com

Contact: Francisco C. Oliver Rivera



FLUIDMECÁNICA ha suministrado distintos sistemas de control para el proyecto S-80 Plus indispensables para la operabilidad del submarino

FLUIDMECÁNICA has supplied various S-80 Plus project control systems that are essential for submarine operability

Proyectos principales

FLUIDMECÁNICA ha diseñado y fabricado con éxito para el submarino 'S-80 Plus': las unidades hidráulicas para los hidroplanos del submarino, bloques para abrir/cerrar válvulas, planta de engrase y bloques de distribución de grasa, unidades de potencia hidráulica, conductos de salida de gases así como equipos auxiliares para trabajos de flushing.

Main projects

FLUIDMECÁNICA has successfully designed and manufactured for the submarine 'S-80 Plus': the hydraulic units to control of the submarine's hydroplanes, hydraulic blocks to open/close valves, greasing system and the grease distributors blocks, hydraulic power units, gas exhaust pipe, as well as auxiliary equipment for flushing work.

Actividad

FLUIDMECÁNICA ha trabajado estrechamente con Navantia durante el diseño de los equipos suministrados, incluso desplazando a técnicos a sus instalaciones durante esta fase tan determinante en el proyecto.

Los principales equipos diseñados para el submarino son:

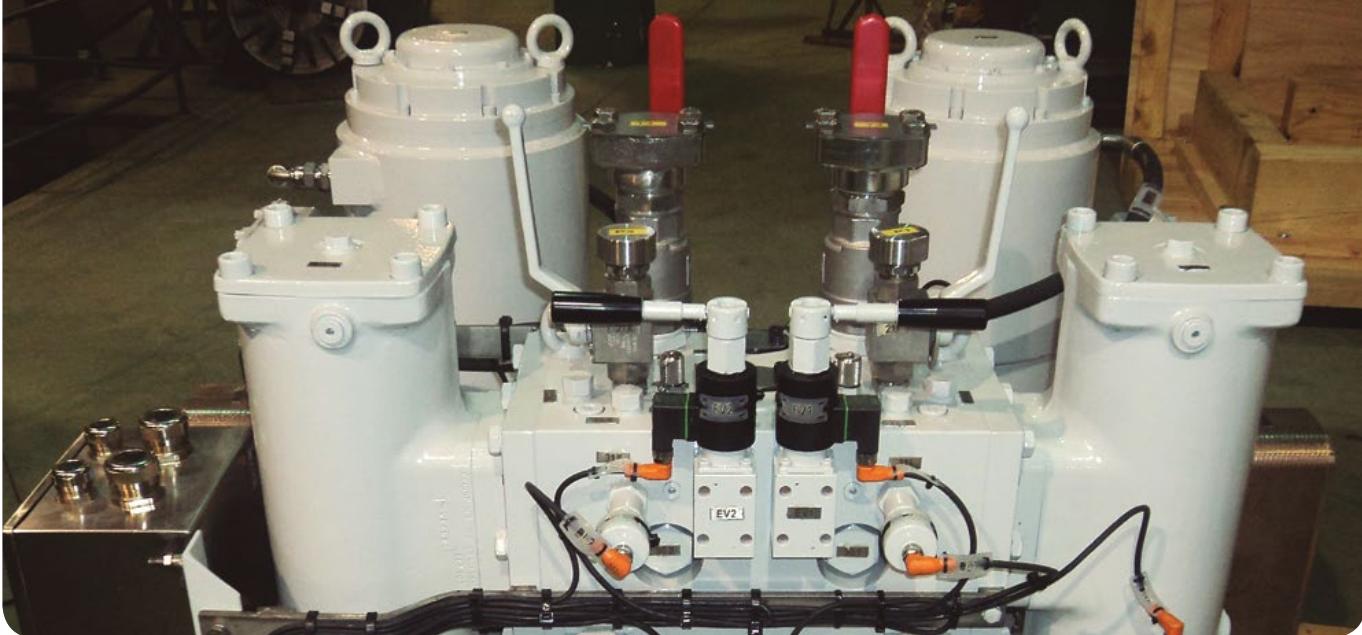
- **UNIDADES HIDRÁULICAS (HU).** Los bloques hidráulicos (HU) tienen como función controlar la posición de los actuadores hidráulicos de los hidroplanos del submarino, para controlar la profundidad y rumbo del barco. Existen tres unidades hidráulicas, una para cada hidroplano.
- **BLOQUES PARA ABRIR/CERRAR VÁLVULAS DE REFRIGERACIÓN DAR.** Se suministran 3 bloques por cada submarino de acuerdo con la especificación técnica. La funcionalidad de estos bloques es abrir/cerrar las válvulas de agua de mar en el sistema de refrigeración DAR. Están compuestos por electro distribuidores REXROTH, válvulas antirretorno y reguladores de caudal.
- **BLOQUES PARA ABRIR/CERRAR VÁLVULAS DE CASCO SECO2.** Se suministra 1 bloque por cada submarino de acuerdo con la especificación técnica. La funcionalidad de

Activity

FLUIDMECÁNICA has worked closely with Navantia on the design of the supplied equipment, including the transfer of technicians to their facilities during this crucial project phase.

The main pieces of equipment designed for the submarine are:

- **HYDRAULIC UNITS (HU).** The hydraulic blocks (HU) control the position of the hydraulic actuators of the submarine's hydroplanes, to control the depth and course of the boat. There are three hydraulic units, one for each hydroplane.
- **BLOCKS TO OPEN/CLOSE DRY DAR COOLING VALVES.** 3 blocks per submarine are supplied according to technical specification. These blocks open/close the seawater valves in the DAR cooling system. They are made up of REXROTH solenoid valves, check valves and flow control valves.
- **BLOCKS TO OPEN/CLOSE SECO2 HULL VALVES.** One block per submarine is supplied according to technical specification. These blocks open/close the SECO2



estos bloques es abrir/cerrar las válvulas de agua de mar de caso SECO2 (2 válvulas), y cerrar las válvulas de agua de mar del sistema de refrigeración.

- PLANTA DE ENGRASE CENTRALIZADO. La planta de engrase centralizado suministra grasa lubricante a los componentes exteriores al casco resistente del submarino.

La planta de engrase centralizado (PEC) se compone de dos elementos fundamentales: Unidad de producción de grasa (UPG) y Bloques distribuidores de grasa (BDIG)

- UNIDAD DE POTENCIA HIDRÁULICA. CONSUMIDORES EXTERNOS. La planta hidráulica está compuesta por dos grupos moto-bomba de 6.6 kW cada uno, que envían el aceite hidráulico a un banco de acumuladores a una presión de 205 bar. La planta incluye un tanque dividido en dos compartimentos, uno por grupo, y una zona común.

- UNIDAD DE POTENCIA HIDRÁULICA. CONSUMIDORES INTERNOS. La planta hidráulica está compuesta por tres grupos moto-bomba de 30 kW cada uno, que envían el aceite hidráulico a un banco de acumuladores a una presión de 205 bar. Dispone de un grupo normal, uno común y otro vital. La planta incluye un tanque dividido en tres compartimentos, uno por grupo, y una zona común.

- CONDUCTO DE SALIDA DE GASES. Diseño y fabricación del conducto de salida de gases de escape de los motores diésel generadores, para navegación en superficie, "snorkel" o en inmersión total.

- EQUIPO AUTÓNOMO DE FLUSHING. Equipo de flushing portátil para realizar la limpieza interior de circuitos hidráulicos de distintos servicios del proyecto S-80 Plus.

seawater hull valves (2 valves) and close the cooling system seawater valves.

- CENTRALISED GREASING SYSTEM. The centralised greasing system supplies lubricating grease to the components on the outside of the submarine's pressure hull.

The centralised greasing system consists of two main components: the grease production unit and the grease distributor blocks

- HYDRAULIC POWER UNIT. EXTERNAL LOADS. The hydraulic system consists of two pump electric drive motors (6.6 kW each), which send hydraulic oil to a bank of accumulators at a pressure of 205 bar. The system includes a tank divided into two compartments, one per drive motor, and a common area.

- HYDRAULIC POWER UNIT. INTERNAL LOADS. The hydraulic system is composed of three pump electric drive motors (30 kW each), which send hydraulic oil to a bank of accumulators at a pressure of 205 bar. There is a normal drive motor, a common drive motor and a vital drive motor. The system includes a tank divided into three compartments, one per drive motor, and a common area.

- GAS EXHAUST PIPE. Design and manufacture of the diesel engine generators' gas exhaust pipes, for surface navigation, snorkelling or total immersion.

- SELF-CONTAINED FLUSHING SYSTEM. Portable flushing system for the internal cleaning of hydraulic circuits of various S-80 Plus services.



Tecnología para las situaciones más exigentes

Technology for the most demanding situations

Avda. Bruselas, 35
28108 Alcobendas (Madrid)
Tel.: +34 914 805 000
E-mail: infodefence@indracompany.com
www.indracompany.com
Contact: Carlos Orube



Indra dotará al submarino S-80 Plus con la conciencia situacional y sigilo necesarios para imponerse al adversario en las misiones más exigentes

Indra will provide the S-80 Plus submarine with the situational awareness and stealth required to face the adversary during the most challenging of missions

Proyectos principales

- Sistema EW Pegaso RESM/CESM
- Radar Aries-S de baja probabilidad de interceptación (LPI)
- Sistema de identificación Amigo-Enemigo (IFF) Modo 5
- Sistemas de comunicaciones por satélite en banda X y Ka
- Sistema de entrenamiento y simulación del submarino S-80 Plus

Main projects

- EW Pegaso RESM/CESM System
- Aries-S low-probability-of-intercept (LPI) radar
- Friend or Foe Identification System (IFF) Mode 5
- Band X and Ka Satellite Communication System
- Training and Simulation S-80 Plus submarine system

Actividad

Se trata de capacidades imprescindibles para un sumergible de última generación que ha sido diseñado para desempeñar las más diversas funciones.

Cuando entre en servicio, ayudará a la Armada a proyectar su poder sobre tierra, proteger a la fuerza desembarcada y vigilar, atacar, proteger y disuadir a una fuerza naval.

Estará preparado para hacer frente a campos minados, aeronaves antisubmarinas e incluso submarinos nucleares.

Para cumplir todas estas tareas con éxito, Indra equipará el S-80 Plus con sus sistemas defensa electrónica Pegaso.

Se trata de uno de los pocos equipos de Inteligencia de Señales (SIGINT) del mundo que opera tanto en banda radar como de comunicaciones (RESM/CESM).

Detectará cualquier radar activo, incluso aquellos que tratan de pasar inadvertidos emitiendo señales de muy baja potencia y probabilidad de detección.

Lo mismo ocurrirá con cualquier plataforma que emplee el espacio radioeléctrico para comunicarse. El S-80 Plus

Activity

These are essential capabilities for a state-of-the-art submarine which has been designed to carry out the most diverse functions.

When it becomes operational, it will help the Army project its power across land, protect the forces that have landed and monitor, attack, protect and dissuade an opposing naval force.

It will be prepared to face minefields, anti-submarine aircraft and even nuclear submarines.

In order to carry out these tasks successfully, Indra will equip the S-80 Plus with its Pegaso electronic defense systems.

This is one of the few Signals Intelligence systems (SIGINT) in the world, and it operates in both radar and communications bands (RESM/CESM).

It will detect any active radar, even those which try to go unnoticed by emitting low-frequency signals and have a low detection probability.

The same will happen with any platform that uses radio



detectará inmediatamente la señal y determinará el tipo de plataforma y posición de la misma.

Este potente sistema de inteligencia se combinará a su vez con el radar de navegación Aries de baja probabilidad de interceptación (LPI) que cubrirá las tareas de exploración en superficie.

Es un sistema prácticamente indetectable y extremadamente silencioso que permite "ver sin ser visto" y que ofrece una resolución muy elevada para rastrear los blancos más pequeños.

El dominio del S-80 Plus en el mar se reforzará con un sistema de identificación Amigo-Enemigo (IFF) Modo 5 que le permitirá operar de forma combinada con fuerzas aliadas.

Todos los sistemas de Indra se integrarán en el sistema de combate del submarino. Se trata de tecnologías probadas, que la compañía ya ha suministrado a las Armas das de países como Alemania, Italia o Portugal, entre otros muchos.

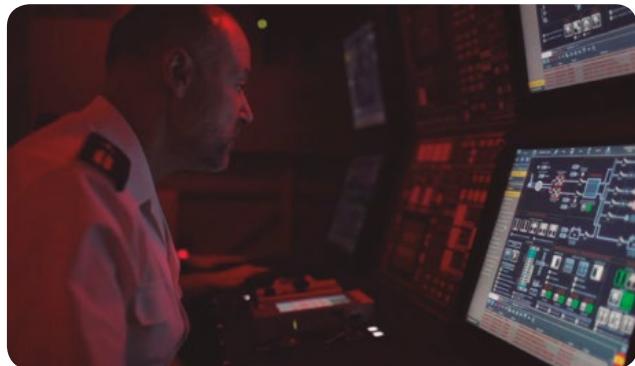
space to communicate. The S-80 Plus will immediately detect the signal and determine the type of platform and its location.

This powerful, intelligent system will be combined with the low probability intercept Aries navigation radar (LPI) which will cover surface exploration tasks.

It is a system that is practically undetectable and extremely quiet, allowing one "to see without being seen" and offers very high resolution in order to track even the smallest of targets.

The S-80 Plus supremacy of the sea will be strengthened by a mode 5 IFF (Identification Friend or Foe) system which will allow it to operate in combination with allied forces.

All of Indra's systems will be integrated into the submarine's combat system. These are tested technologies, which the company has already supplied to the armed forces of countries such as Germany, Italy and Portugal, among many others.





Indra también equipará el submarino S-80 Plus con uno de los sistemas de comunicaciones por satélite en banda X y Ka más potentes del mercado.

Se trata de una solución que resuelve uno de los retos críticos a los que se enfrenta todo submarino: comunicarse con el mando desde cualquier lugar del planeta y enviar el máximo volumen de información de la forma más rápida para evitar ser detectado cuando sale a superficie.

Indra contribuye con su conocimiento y sistemas a hacer del S-80 Plus uno de los sumergibles más avanzados de su clase, lo que facilitará su exportación.

Entrenamiento

Operar este sumergible de 81 metros de eslora por 11,7 de manga y seis de altura, que está dotado con los equipos, sensores y sistemas de armas más avanzados, requiere un entrenamiento de máximo nivel.

Para preparar a la tripulación, Indra ha desarrollado e implantado en la Escuela de Submarinos de Cartagena un avanzado simulador del S-80 Plus.

Se trata de una réplica exacta del sumergible, a escala real, con su banda de babor y el corredor de la Cámara de Mando y Control. Cuenta con todo el instrumental y los elementos del navío, incluido el sistema remoto centralizado de control y el sistema de gobierno.

Esta solución reproduce con total fidelidad el comportamiento del sumergible y pone a prueba la coordinación de oficiales y marineros, planteándoles toda clase de incidentes, averías y situaciones de emergencia.

Indra will also provide the S-80 Plus submarine with one of the most powerful satellite X and Ka band communications systems in the market.

It is a solution for one of the most critical challenges any submarine can face: communicating with the command center from anywhere in the world and sending the maximum amount of information possible quickly in order to avoid being detected when it surfaces.

With its knowledge and systems, Indra contributes towards making the S-80 Plus one of the most advanced submarines of its class, which will make exporting it easier.

Training

Operating this submarine, whose dimensions are: 81 m length, 11.7 m beam and 6 m height, (which has the most advanced equipment, sensors and weapon systems) requires high level training.

In order to train the crew, Indra has developed and deployed an S-80 Plus simulator at the Submarines School in Cartagena.

It is an exact replica of the submarine, with its port side and its Control and Command Room. It has all of the instruments and elements of the ship, including the remote centralized control system and the steering system.

This solution replicates the submarine's behavior with complete authenticity and tests officers' and sailors' coordination by presenting them with all kinds of incidents, failures and emergency situations.



Empresa líder

Indra trabaja desde hace décadas con los astilleros más importantes del mundo, entre los que figuran Navantia, la italiana Fincantieri, la alemana tkMS, las coreanas DSME y HHI o la holandesa Damen.

Sus sistemas operan a bordo de submarinos emblemáticos como los U-212, U-214, U-209, S-70, S-80, DSME209, y la clase KILO.

También ha desarrollado uno de los periscopios oprácticos más avanzado, que potencia la capacidad de vigilancia y supervivencia de los sumergibles.

Indra es por otra parte una empresa que desarrolla todo tipo de sistemas y sensores para buques de superficie. Ha trabajado con la Armada Española en el desarrollo de sistemas para el LHD "Juan Carlos I", las fragatas F100, el Buque de Aprovisionamiento de Combate "Cantabria" o los Buques de Acción Marítima. Trabaja en este momento en el desarrollo del innovador mástil integrado y sensores de la futura fragata F110.

La tecnología de Indra respalda la misión de la Armada Española y de otros países de controlar sus aguas y proteger las principales rutas marítimas internacionales.



Leading company

Indra has been working with the world's most important shipbuilders for decades, which include Spain's Navantia, Italy's Fincantieri, Germany's tkMS, Korea's DSME and the Dutch firm Damen.

Its systems function on board iconic submarines such as the U-212, U-214, U-209, S-70, S-80, DSME209, and the KILO-class.

It has also developed one of the most advanced oprácticos periscopes, which enhances the surveillance and survival of the submarines.

Moreover, Indra is a company that develops all kinds of systems and sensors for surface vessels. It has worked with the Spanish Navy in developing systems for the LHD "Juan Carlos I", the F100 frigates, the Combat Supply Ship "Cantabria" and offshore patrol vessels. It is currently working on the development of the innovative integrated mast and the sensors for the future F110 frigate.

Indra's technology backs up the Spanish Navy's mission, and other countries' mission to control their waters and protect their international sea routes.



Lockheed Martin socio de Navantia en el S-80 Plus

Lockheed Martin Partners with Navantia for S-80 Plus

Edificio Iberia Mart II. C/ Orense 34, 9^a planta
 28020 Madrid (Spain)
 Tel.: +34 915 981 290
 E-mail: piet.dejong@lmco.com / tito.dua@lmco.com
www.lockheedmartin.com
 Contact: Piaternella de Jong



RMS Undersea Systems

La asociación de Lockheed Martin con Navantia proporciona uno de los submarinos más avanzados del mundo para la Armada Española

Lockheed Martin's partnership with Navantia provides one of the world's most advanced submarines supporting the Spanish Navy's undersea mission

Proyectos principales

El papel de Lockheed Martin en el S-80 Plus:

- Desarrollador de sistemas de sonar (hardware y procesamiento a bordo).
- Control de armas de torpedos pesados.
- Asociación con Navantia.

Main projects

Lockheed Martin's role in S-80 Plus:

- Sonar System Developer (Hardware and In-board Processing).
- Heavyweight Torpedo Weapons Control.
- Partnership with Navantia.

Actividad

Con un marcado énfasis en el entorno operativo submarino mundial, las tecnologías de sonar de Lockheed Martin y su integración con el sistema de combate son esenciales para el éxito de la misión submarina de la Armada Española.

Sistema de sonar. En el entorno de la guerra submarina, la flexibilidad de la misión, la capacidad de actualización tecnológica y el control de los costes de adquisición y sostenimiento son fundamentales. Desde Lockheed Martin se entiende que la flota necesita la tecnología más avanzada en búsqueda, detección, clasificación y localización de amenazas submarinas en este mundo acelerado y en constante cambio. Además, ha colaborado con empresas estadounidenses y españolas para desarrollar un sistema de sonar completo con arquitectura abierta para permitir futuras mejoras del sistema. El diseño del sistema incluye cualidades de sistemas abiertos, como la maximización de la accesibilidad de los datos a niveles físico y de módulos. Los programas de aplicación se aislan del hardware mediante una capa de middleware de código abierto. La arquitectura abierta facilita la rápida incorporación de nuevas capacidades para el submarinista.

Control de armas. Navantia ha aprovechado la amplia experiencia de Lockheed Martin en control de armas

Activity

With an increased emphasis on the world's undersea operational environment, Lockheed Martin's sonar technologies and combat system integration are vital to the Spanish Navy's undersea mission success.

Sonar System. In the Undersea Warfare (USW) environment, mission flexibility, technology refresh capability, and control of acquisition and maintenance costs are facts of life. Lockheed Martin engineers understand that the fleet needs the most advanced technology in search, detection, classification, and localization of undersea threats in this fast paced and constantly changing world. Lockheed Martin collaborated with U.S. and Spanish companies to develop a full sonar system which features an open architecture to accommodate future system enhancements. The system design includes open system attributes such as maximizing data accessibility at physical and module levels. The application programs are isolated from hardware through the use of open middleware. The open architecture readily supports the rapid incorporation of new capabilities for the warfighter.

Weapons Control Navantia took advantage of Lockheed Martin's extensive background in weapons

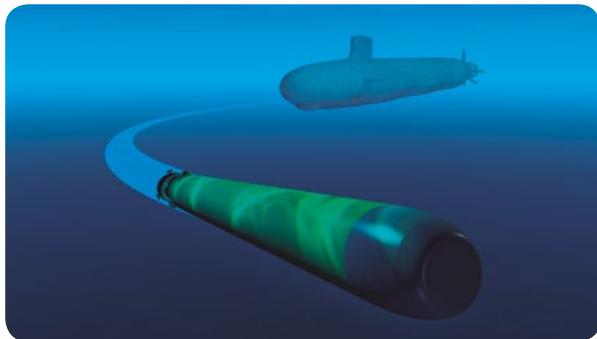


para los torpedos submarinos estadounidenses pidiéndole que integre la selección de torpedos pesados de la Armada Española. Lockheed Martin ha desarrollado un sistema único de integración y control de armas para el torpedo pesado alemán DM2A4, teniendo en cuenta todos los requisitos del submarino S-80 Plus.

El sistema de control de armas (WCS por sus siglas en inglés) es un paquete completo. Los convertidores internos de potencia adaptan cualquier entrada estándar a los niveles de potencia necesarios para el arma y el sistema, proporcionando además el aislamiento de protección al sistema de combate y la plataforma. El WCS se puede configurar mediante múltiples esquemas redundantes de potencia y control para mantener el máximo nivel de alisamiento, sin puntos simples de fallo.

Asociación con Navantia. Lockheed Martin y Navantia mantienen una estrecha relación desde hace décadas. Hemos aprovechado esa relación en el desarrollo de buques de superficie extendiéndola a la construcción de submarinos para la Armada Española y, con el tiempo, para otros mercados de exportación.

Lockheed Martin Rotary Mission Systems (RMS) está designada como Organización SEI CMMI Nivel 5, que la sitúa en una categoría líder del sector. La integración de sistemas heredados y sistemas COTS junto al software más reciente en un conjunto perfectamente integrado exige una experiencia y conocimientos especiales. Lockheed Martin se enorgullece de ofrecer lo mejor de ambos a Navantia para el S-80 Plus hoy y a lo largo de su vida operativa.



Computer generated depiction of a submarine firing a torpedo

control for the U.S. submarine torpedoes to ask Lockheed Martin to integrate the Spanish Navy's heavyweight torpedo selection. Lockheed Martin developed a unique integration and weapons control system for the German DM2A4 heavyweight torpedo taking in all needed requirements in the S-80 Plus submarine.

The weapons control system (WCS) is a complete package. Internal transformers convert any standard input power into required weapon and system power while simultaneously providing isolation protection from the combat management system and platform. The WCS can be configured to meet many power and control redundancy schemes to maintain the ultimate level of battle readiness, with no single points of failure.

Partnership with Navantia. Lockheed Martin and Navantia have a close and decades-long relationship. Leveraging that relationship on the surface ship developments, we have extended that tightly knit partnership building submarines for the Spanish Navy and in time in other submarine markets.

Lockheed Martin Rotary Mission Systems (RMS) is designated as a SEI CMMI Level 5 Organization, placing it in an elite category. Integrating legacy systems, COTS, and newly developed software into a seamless integrated package demands special experience and expertise. Lockheed Martin is proud to offer the best of both to Navantia for S-80 Plus today and tomorrow.



S-80 Plus bow mounted cylindrical array undergoing testing

Referente en Sonar y Guerra Anti-Submarina

A Reference Company in Sonar and ASW

Ctra. Algameca s/n.
 30205 Cartagena (Spain)
 Tel.: +34 968 508 214
 E-mail: saes@electronica-submarina.com
www.electrónica-submarina.com
 Contact: Adolfo Hernández



**SAES proporciona tecnología sonar a la F-110 y al S-80 Plus.
 Esencial para el apoyo al ciclo de vida**

**SAES provides sonar technology to F-110 and S-80 Plus projects.
 It is essential for the life cycle support of these platforms**

Proyectos principales

SAES ha aportado el sistema de clasificación acústica, el de predicción de prestaciones sonar, el sistema de monitorización de ruidos y el sistema de análisis de movimiento de blancos. También ha desarrollado el sonar remolcado, el HMI de todos los sonares, la estimulación de los sonares y el Simulador Táctico.

Main projects

SAES technology in S-80 submarine comprises the acoustic classification, the sonar performance prediction, the noise monitoring system and the Target Movement Analysis systems. SAES also has developed the Towed Array Sonar and the HMI of every sonar on board, as well as the simulation and stimulation and the Tactical Simulator.

Actividad

La amplia colaboración de SAES en el programa S-80 está respaldada por su capacidad tecnológica, desarrollos propios, la alta especialización en acústica y su sólida experiencia en grandes programas navales.

Entre las aportaciones más destacadas se encuentran:

SICLA. Sistema de Clasificación Acústica. Basándose en el análisis múltiple y simultáneo de contactos, en herramientas gráficas y en una base de datos de inteligencia acústica (ACINT) este sistema permite al operador obtener rápidamente y con precisión la clasificación del contacto.

SEAPROF. Sistema de Modelización del Entorno acústico Submarino. SEAPROF es un sistema completo de predicción sonar que incluye trazado de rayos, pérdidas de propagación, FOM, distancias y probabilidades de detección y contra-detección.

TAS. Sonar remolcado. SAES ha desarrollado el proceso acústico del sonar remolcado, su interfaz gráfica y lo ha integrado en el núcleo del sistema de combate y en el submarino S-80 mediante un sistema de despliegue y recogida automático.

Activity

The SAES partnership in the S-80 project is supported by its technical capability, a variety of in-house developments, the high specialization in acoustics and its extensive expertise in the major naval programs in Spain.

The most outstanding contributions are:

SICLA. Acoustic Classification System. SICLA is based on the multiple and simultaneous analysis of contacts, in graphic tools and in an acoustic intelligence database (ACINT). This system allows the operator to get the classification of a contact in a quickly and precisely way.

SEAPROF. Sonar performance prediction tool for acoustic environment modelling. SEAPROF is a complete system for sonar performance calculation that includes ray-tracing calculation, propagation losses, transmission losses, figure of merit (FOM) and calculation of distances and probabilities of detection and counter-detection.

TAS. Towed Array Sonar. SAES has developed the acoustic processing and the human machine interface of the towed array sonar of S-80. Furthermore, the company



ONMS. Sistema de Monitorización de Ruidos Propios. Este sistema proporciona al Sistema de Combate alarmas y niveles para el control de ruidos y vibraciones del buque, el mantenimiento de su firma acústica y la cancelación de sus ruidos propios en los sonares.

HMI de los sonares. SAES ha desarrollado la interfaz gráfica (HMI – Human Machine Interface) del conjunto de sonares del submarino S-80 Plus y otros sistemas relacionados (Simulador Estimulador, Clasificación, Detención de Ruidos propios y radiados ...), que se presentan en las consolas multi-función del submarino. Dicha interfaz permite la integración de toda la información acústica y no acústica.

Integración de sonares y de otros elementos en el núcleo del sistema de combate. SAES ha participado en la integración de todos los sistemas sonares así como en la integración y desarrollo de los sistemas de navegación submarinos, de los equipos C4 (RADAR, EW, Periscopio, ...), del sistemas de Armas, Sistemas de comunicaciones, desarrollo de Sistemas de ayuda a la decisión y mando, Procesamiento de Señal, Minas y también ha participado en la integración de los HMI de los sónares.

SIMTAC-S80. SAES ha sido el responsable del desarrollo de la simulación acústica del simulador. Ha realizado la simulación de los sonares Cilíndrico, Remolcado, De flanco y Telémetro combinado, Interceptador activo y Detección de objetos y minas. También ha proporcionado la simulación del entorno acústico, del sistema de contramedidas acústicas, el sistema lanza-bombetas, el sistema de control del sonar remolcado y la integración acústica del torpedo.

has integrated the sonar into the Combat System and in the platform by an automatic system for deployment and recovery.

ONMS. Monitoring Noise System. This system provides warnings and alerts in case of anomalous noise and vibrations in order to control the acoustic signature of the submarine and own noise cancellation in own sonar.

Sonar human-machine interface. SAES has developed the graphical interface ((HMI – Human Machine Interface) of the S-80 Plus sonar suite and other related systems such as the simulator-stimulator of sonar, the classification system and the noise monitoring system, all of them presented in the multi-function console of the submarine. This graphical interface allows the integration of acoustic and non-acoustic information.

Sonar and other equipment integration in the Combat System. SAES has collaborated in the integration of sonars in the S-80 as well as other systems such as the RADAR, the periscope, the weapon system and the communication system. The company has also participated in the development of command and control systems, signal processing and naval mines.

SIMTAC-S80. This is the Tactical Simulator of the S-80 Submarine and SAES has been in charge of the acoustic simulation. It includes the acoustic environment simulation and the sonars: the cylindrical array sonar, the towed array sonar, the acoustic intercept sonar, the flank array sonar, the telemeter, and the mine and obstacle avoidance sonar. Furthermore, SAES has developed the simulation of the torpedo acoustic integration and other systems such as the counter-measure system.



- **AHWCS.** Sistema Avanzado de Control de Armas del Harpoon / Advance Harpoon Weapon Control System.
- **AIS.** Sensor de Intercepción Acústico / Acoustic Intercept Receiver.
- **AJEMA.** Almirante Jefe de Estado Mayor de la Armada / Admiral Chief of the Naval Military Staff.
- **API.** Propulsión Independiente del Aire / Air Independent Propulsion.
- **ASUW.** Guerra Antisuperficie / Anti -Surface Warfare
- **ASW.** Anti-Submarine Warfare / Guerra Antisubmarina.
- **CAS.** Sónar Cilíndrico / Cylindrical Array.
- **CDR.** Revisión Crítica del Sistema / Critical Design Review.
- **COTS.** Componente sacado del estante / Commercial Of The Self.
- **DGAM.** Dirección General de Armamento y Material / General Direction of Military Equipment and Materials.
- **DIGAM.** Director General de Armamento y Material / Director General of Military Equipment and Materials.
- **DLT.** Dirección de Lanzamiento de Torpedos / Torpedo Launch Direction.
- **EVMS.** Sistema de Gestión del Valor Ganado / Earned Value Management System.
- **FAS.** Sónar de Matriz de Flancos / Flank Array Sonar.
- **FMS.** Ventas a Fuerzas Armadas Extranjeras/ Foreign Military Sales.
- **ICSC.** Integrated Combat System Core / Núcleo del Sistema de Combate Integrado.
- **IFF.** Sistema de Identificación Amigo-Enemigo / Identification Friend or Foe.
- **ILS.** Apoyo Logístico Integrado / Integrated Logistics Support.
- **IPPD.** Desarrollo Integrado de Productos y Procesos / Integrated Product and Process Development.
- **LAM.** Misil de Ataque a Tierra / Land Attack Missile.
- **LBTS.** Sitio de Entrenamiento en Tierra / Land Based Training Site.
- **LTD.** Gran Pantalla Táctica / Large Tactical Display.
- **MEP.** Motor Eléctrico Principal / Main Electric Motor.
- **MFCC.** Consolas Multifunción / Multi Function Common Console.
- **MINISDEF.** Ministerio de Defensa / Ministry of Defence.
- **MODS.** Sistema de Detección de Minas y Obstáculos / Mine and Obstacle Detector System.
- **NM.** Milla Náutica / Nautical Mile.
- **NNSC.** Armarios del Sistema de Navegación y Redes / Navigation and Networks System Cabinets.
- **NSR.** Requisitos de Estado Mayor de la OTAN / Nato Staff Requirement.
- **ODE.** Orden de Ejecución / Execution Order.
- **ONMS.** Sistema de Monitorización de Ruido Propio / Own Noise Monitoring in Submarines.
- **PDR.** Revisión de Preliminar del Diseño / Preliminary Design Review.
- **PEM.** Pila de Combustible de Membrana Polimérica / Proton Exchange Membrane Fuel Cells.
- **PEN.** Plan Estratégico de Navantia / Navantia's Strategic Plan.
- **PRS.** Sónar Pasivo / Passive Ranging Sonar.
- **SAS.** Conjunto de Sonar / Sonar Array Suite.
- **SCLM.** Misil de Crucero Lanzado desde Submarino / Submarine Launched Cruise Missile.
- **SCP.** Sistema de Control de Plataforma / Platform Control System.
- **SDCS.** Sistema de Control de Dirección y Buceo / Steering and Diving Control System.
- **SDR.** Revisión de Diseño del Sistema / System Design Review.
- **SEMP.** Plan de Ingeniería de Sistemas / Systems Engineering Management Plan.
- **SICP.** Sistema Integrado de Control de Plataforma / Integrated Platform Control System.
- **SIR.** Revisión de Integración de Sistema / System Integration Revision.
- **SLD.** Sistema Local Descentralizado / Descentralized Local System.
- **SNIC.** Sistema No Integrado de Control de Plataforma / Non-Integrated Platform Control System.
- **SRC.** Sistema Remoto Centralizado / Centralized Remote System.
- **SRR.** Revisión de Requisitos del Sistema / System Requirements Review.
- **SSK.** Submarino de Ataque / Ship Submarine Killer.
- **SUBICS.** Sistema Internacional de Combate Submarino Diesel-Eléctrico Integrado / International Diesel-Electric Submarine Integrated Combat System.
- **TAA.** Acuerdo de Asistencia Técnica / Technical Assistance Agreement.
- **TAS.** Sonar Remolcado / Towed Array Sonar.
- **TCCM.** Contra-Contra Medidas del Torpedo / Torpedo Counter-Conter Measures.
- **TLT.** Tubo Lanza-Torpedo / Torpedo Launcher Tube.
- **TRR.** Revisión de Preparados para Pruebas / Test Readiness Review.
- **WCU.** Unidades de Control de Armas / Weapon Control Units.
- **WIU.** Unidades de Interfaz de Armas / Weapon Interfaces Units.
- **WPU.** Unidades Procesadoras de Armas / Weapon Processor Units.



Envisioning a safer tomorrow

In Defence and Security, leading the innovation means contributing to a safer tomorrow.

We achieve this by creating ecosystems where clients, partners and governments join and cooperate to protect and drive the future.

S-80 Plus Ready to go

The most advanced electric submarine worldwide

Powerful attack capabilities: heavy weight torpedoes and submarine launched cruise missiles.

Low-maintenance bio-ethanol based AIP solution.

Unique: the only 3.000 t AIP submarine under construction worldwide.

Stealth and very low signatures.

