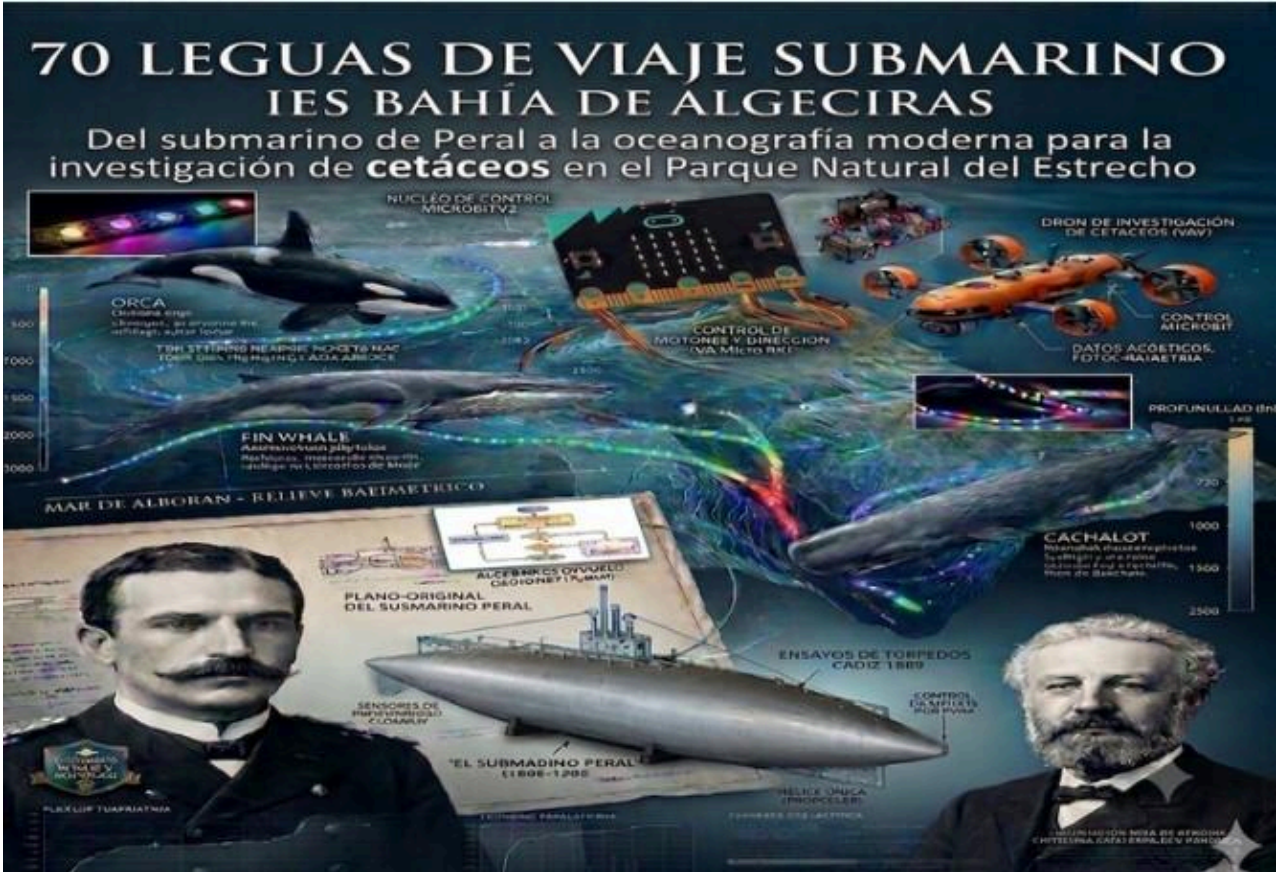


INVESTIGACIÓN EN EL AULA



IES BAHÍA DE ALGECIRAS

Alumnado de Tecnología y Club Maker-Investigadores

ÍNDICE

- 1.- Introducción**
- 2.- Hipótesis y Objetivos**
- 3.- Metodología**
- 4.- Desarrollo**
- 5.- Resultados**
- 6.- Referencias Bibliográficas**

ANEXOS

- ANEXO I : Póster del proyecto**
- ANEXO II: Vídeo del proyecto**
- ANEXO III: Infografía principios de funcionamiento del submarino**
- ANEXO IV: La historia de Isaac Peral**

1.- Introducción

El proyecto "70 Leguas de Viaje Submarino" surge en el seno del Club Maker/Investigadores del IES Bahía de Algeciras y el programa Investiga y Descubre como una iniciativa de investigación interdisciplinar bajo el enfoque STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics). El marco espacial de la investigación es el Estrecho de Gibraltar y el Mar de Alborán, un enclave geográfico singular que constituye una de las autopistas marítimas más congestionadas del planeta y, simultáneamente, un "hotspot" crítico de biodiversidad marina a nivel mundial. La presencia masiva y recurrente de diversas especies de cetáceos en aguas tan antropizadas plantea un interrogante científico de primer orden sobre los mecanismos biofísicos y geológicos que sustentan esta riqueza.

Para vertebrar la investigación, el proyecto utiliza una doble hélice cultural e histórica como catalizador didáctico. En primer lugar, la dimensión literaria de Julio Verne y su obra icónica "Veinte mil leguas de viaje submarino", que despierta el espíritu de exploración. En segundo lugar, la reivindicación histórico-científica de Isaac Peral y su submarino eléctrico de 1888, un hito de la ingeniería española que personifica la audacia tecnológica aplicada al conocimiento del medio subacuático. El propio título del proyecto rinde homenaje a este legado: las "70 leguas" equivalen matemáticamente a la longitud aproximada del Mar de Alborán (unos 340 kilómetros), acotando el universo de ficción de Verne a la escala geográfica real de nuestro objeto de estudio.

La relevancia del proyecto estriba en su transversalidad. No se limita al estudio compartimentado de las ciencias de la Tierra o la Ingeniería; sitúa la tecnología y la robótica educativa al servicio de la paz, la ética y la conservación medioambiental. En el contexto del Antropoceno, donde las presiones humanas amenazan de forma sistémica los ecosistemas, resulta urgente que el alumnado de Secundaria comprenda que las herramientas tecnológicas adquieren su verdadero valor social cuando se desvinculan de su herencia bélica tradicional —como el uso de drones o sumergibles militares— y se rediseñan como instrumentos pacifistas de telemetría, vigilancia ecológica y justicia climática ambiental.

2.- Hipótesis y Objetivos

Hipótesis de Trabajo

"La altísima concentración y residencia de cetáceos (tanto misticetos como odontocetos) en el área del Estrecho de Gibraltar y el Mar de Alborán está determinada directamente por fenómenos oceanográficos de afloramiento de nutrientes (upwelling) provocados por la interacción entre la compleja morfología batimétrica del fondo marino y la dinámica de corrientes e intercambios hidrodinámicos entre las masas de agua del Océano Atlántico y el Mar Mediterráneo. Asimismo, postulamos que el uso de tecnologías de bajo coste (impresión 3D, robótica y programación de código abierto) orientadas a la replicación de sistemas de telemetría satelital por parte del alumnado de secundaria es metodológicamente viable y socialmente eficaz para monitorizar

este entorno, concienciar a la ciudadanía y ejercer una labor activa de denuncia ambiental frente a las presiones antrópicas."

Objetivos del Proyecto

- A) **Objetivo Oceanográfico y Biológico:** Investigar las causas físicas, geológicas y térmicas que generan la alta productividad primaria en el Estrecho mediante datos batimétricos, así como catalogar las especies de cetáceos presentes, sus peculiaridades, sus rutas migratorias y sus dinámicas poblacionales sobre el relieve marino.
- B) **Objetivo Tecnológico e Ingenieril:** Diseñar, modelar en 3D, imprimir y programar prototipos con el objetivo de explicar los principios de funcionamiento de un submarino, la tecnología moderna que se usa para la investigación de los cetáceos; sensores con seguimiento satelital, seguimiento e identificación mediante el uso de drones más inteligencia artificial.
- C) **Objetivo de Ciencia Ciudadana y Ética:** Colaborar con entidades científicas reales (como CIRCE) para replicar metodologías de marcado satelital y fotoidentificación mediante hardware abierto, transformando los datos recopilados en campañas de concienciación social bajo el paradigma "One Health" (Salud Global).

3.- Metodología

Fase I: Análisis Batimétrico, Geológico y Modelado en 3D.

Para validar la componente oceanográfica y geológica de la hipótesis, el alumnado ha trabajado directamente con herramientas digitales de nivel profesional de acceso abierto. Se utilizó la plataforma europea EMODnet (European Marine Observation and Data Network) para la extracción de datos batimétricos de alta resolución del Estrecho de Gibraltar y el Mar de Alborán. Con estos perfiles topográficos subacuáticos, los estudiantes emplearon software de diseño CAD (Qgis + Creality print) para realizar el modelado en 3D del relieve marino, aislando accidentes geográficos críticos como el Umbral de Camarinal para comprender el flujo de las masas de agua profundas.

Fase II: Ingeniería y Robótica Educativa (Club Maker).

En el espacio del taller de tecnología, se aplicó la filosofía "Learning by Doing" (Aprender haciendo). El desarrollo técnico incluyó:

- Modelado e Impresión 3D: Diseño e impresión de la réplica del submarino de Isaac Peral, diferentes especies de cetáceos y el satélite Argos 4.
- Hardware y Programación: Integración de placas controladoras micro:bit, Ardufruit y Raspberry Pi con diferentes sensores y cámara para animar y explicar los avances del submarino de Isaac Peral, el sentido de la ecolocalización en los cetáceos, el empleo de catscam para la captura de imágenes submarinas y réplica de un sensor con GPS para el seguimiento de cetáceos.

Fase III: Ciencia Ciudadana, Telemetría Satelital y Cooperación Científica.

Se estableció un marco de colaboración estrecha con la organización científica CIRCE (Conservación, Información y Estudio sobre Cetáceos). Gracias a esta alianza, el alumnado conoció y procesó los mapas de distribución espacio-temporal de las poblaciones de mamíferos marinos. Para comprender los métodos de monitorización biológica no invasiva, el alumnado replicó a escala escolar el sistema internacional de seguimiento de fauna salvaje. Se diseñaron maquetas físicas que representan los dispositivos de marcado que los científicos implantan de forma segura en las aletas de los cetáceos. En el plano de la ingeniería electrónica, los estudiantes programaron y construyeron un nodo sensor utilizando la placa de desarrollo Adafruit Feather. Este prototipo fue configurado para emular la recolección de coordenadas de geolocalización (GPS) y variables ambientales del animal, simulando la transmisión de ráfagas de telemetría de baja potencia hacia maquetas representativas de la constelación de satélites Argos-4, el sistema orbital real utilizado en la actualidad para el seguimiento oceanográfico.

4.- Desarrollo

Dinámica Oceanográfica: El Motor de la Biodiversidad

A través de la extracción de datos de la plataforma EMODnet y la modelización del relieve, el desarrollo de la investigación permitió desentrañar el funcionamiento hidrodinámico del Estrecho. El Mediterráneo es un mar de evaporación neta, lo que genera una masa de agua profunda muy densa y salina que sale hacia el Océano Atlántico por el fondo del Estrecho. Simultáneamente, el agua atlántica, menos densa y más superficial, entra velozmente en dirección contraria para compensar el balance hídrico.

Cuando la masa densa de agua mediterránea choca contra las abruptas cordilleras submarinas del fondo (especialmente el Umbral de Camarinal, una barrera topográfica que se eleva de forma drástica), se ve obligada a ascender de golpe. Este fenómeno se denomina afloramiento masivo de nutrientes o upwelling. El agua profunda, rica en nitratos, fosfatos y silicatos procedentes de la de composición orgánica profunda, es empujada hacia la capa fótica superficial, donde recibe la luz del sol. Este proceso actúa como un fertilizante natural que dispara la proliferación del fitoplancton, desencadenando la eclosión del zooplancton y, consecuentemente, atrayendo a toda la cadena trófica superior: desde pequeños peces pelágicos y túnidos hasta los grandes cetáceos que se concentran en las coordenadas exactas de estos afloramientos.

Desarrollo Tecnológico: Subversión Pacifista e Ingeniería de Telemetría

En el plano tecnológico, el alumnado abordó el rediseño ético de la ingeniería. Los drones aéreos y los submarinos no tripulados nacieron históricamente vinculados al espionaje y al armamento bélico. En este proyecto, se subvirtió este paradigma reutilizando componentes de drones comerciales y placas programables de bajo coste para convertirlos en herramientas de paz y conservación. Se ensamblaron prototipos equipados con cámaras de espectro visible calibradas para detectar manchas de hidrocarburos en la superficie del agua y patrones de comportamiento en bancos de peces o cetáceos sin generar estrés acústico.

El diseño del sensor con la placa Adafruit Feather permitió al alumnado profundizar en las restricciones de la ingeniería aeroespacial y de campo: la gestión energética eficiente (low power modes). En la naturaleza, el marcado biológico sólo puede emitir datos cuando el cetáceo sale a la superficie para respirar y se encuentra en la línea de visión de los satélites Argos-4. El software programado emula este comportamiento lógico, optimizando los ciclos de transmisión inalámbrica y demostrando cómo la ingeniería electrónica de vanguardia es capaz de ponerse al servicio de la monitorización animal con un impacto invasivo cero.

Por su parte, los submarinos contruidos en el Club Maker cuentan con sistemas de lastre para explicar el principio de Arquímedes. Un segundo prototipo explica la máquina de profundidad que inventó Peral que basándose en la presión hidrostática, determinaba la profundidad a la que se encontraba el submarino. También se representa y explica en el prototipo el sistema de nivelación del submarino con el empleo de un giroscopio y dos motores con hélice en posición vertical en la popa y la proa del submarino.

La Dimensión Ética y Humana: One Health y Denuncia Ciudadana

La investigación no se detuvo en los aspectos puramente técnicos. El desarrollo abordó con valentía las presiones antrópicas severas que sufre la fauna del Estrecho. Se analizaron tres vectores críticos de impacto humano: la contaminación acústica subacuática provocada por los motores del intenso tráfico de buques portacontenedores y ferris (que interfiere con la ecolocalización de los odontocetos), el riesgo inminente de colisiones navales y la sobrepesca de especies clave como el atún rojo, alimento principal de las orcas residentes del Estrecho. Asimismo, se integró el concepto de Salud Global (One Health), investigando cómo el calentamiento global altera las corrientes marinas y propicia la aparición de virus y zoonosis emergentes que afectan tanto a los mamíferos marinos como, de manera indirecta, a las poblaciones humanas costeras.

5.- Resultados

Los resultados obtenidos confirman de manera sólida la hipótesis planteada. El cruce de los datos geológicos obtenidos de EMODnet con las bases de datos de avistamiento facilitadas por CIRCE demostró de manera sistemática que los avistamientos de cachalotes y orcas se concentran de manera prioritaria en torno a las estructuras de cañones submarinos y escarpes donde las corrientes de fondo generan la máxima turbulencia física.

A continuación se presentan las matrices de datos elaboradas por el alumnado que sintetizan los hallazgos oceanográficos y la evaluación de impactos:

Tabla 1: Matriz de Parámetros Oceanográficos de las Masas de Agua

Parámetro Oceanográfico	Masa de Agua Atlántica (Superficial)	Masa de Agua Mediterránea (Profunda)	Zona de Upwelling (Umbral de Camarinal)
-------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	---

Salinidad (psu)	Estimada	36.2 - 36.5 psu	38.2 - 38.4 psu	36.8 - 37.2 psu (Mezcla activa)
Temperatura Promedio		Elevada (Variable según estación)	Constante y Fría (13.0 °C - 13.5 °C)	Gradiente dinámico (Mezcla superficial fría)
Concentración Nutrientes		Baja (Consumidos en superficie)	Muy Alta (Nitratos y Fosfatos)	Elevada (Nutrientes distribuidos en capa fótica)
Presencia Cetáceos	de	Tránsito / Migración superficial	No registrada (Límite batimétrico)	Máxima concentración (Área de forrajeo)

Tabla 2: Categorización Taxonómica y Presiones Antrópicas en el Estrecho

Suborden Taxonómico		Especies Identificadas en el Estrecho	Tipo de Alimentación	Principal Presión Antrópica Detectada
Misticetos (Con barbas)	(Con	Rorcual (Balaenoptera physalus)	Filtración de macroplancton y krill	Colisiones críticas con buques mercantes de gran calado.
Odontocetos (Con dientes)	(Con	Orca (Orcinus orca) - Subpoblación Estrecho	Depredación apical (Atún rojo)	Sobrepesca, escasez de alimento e interacción con palangres.
Odontocetos (Con dientes)	(Con	Cachalote (Physeter macrocephalus)	Caza profunda de cefalópodos	Contaminación acústica por tráfico denso (pérdida ecolocalización).
Odontocetos (Con dientes)	(Con	Delfín Común, Mular y Listado	Peces pequeños y calamares	Contaminación por plásticos, bioacumulación de metales y zoonosis.

En el ámbito del Club Maker, el hardware basado en Adafruit Feather funcionó con éxito en las simulaciones, logrando establecer protocolos de envío cíclico simulado de tramas de telemetría (latitud, longitud y temperatura ambiental) condicionados a la emulación de la órbita de los componentes de Argos-4.

Un gran hallazgo ha sido el descubrir que especies como el Rorcual y el Cachalote se ubican en el Golfo de León y archipiélago Balear respectivamente y que se desplazan al Estrecho de Gibraltar para alimentarse. Las Orcas se establecen en el Oeste del Estrecho de Gibraltar y Golfo de Cádiz y se desplazan hacia el norte por el Atlántico hasta las islas Británicas siguiendo al atún rojo.

Todo esto nos hace reflexionar sobre las presiones a las que están sometidas estas especies por la acción del ser humano y que tenemos que emprender medidas de protección.

6.- Referencias Bibliográficas y web

- CIRCE, Conservación, Información y Estudio sobre Cetáceos (2024). Mapas de distribución y densidad de poblaciones de mamíferos marinos en el Estrecho de Gibraltar.
- EMODnet Bathymetry Consortium (2024). Digital Terrain Model of the European Seas: Gibraltar Strait bathymetric features. European Marine Observation and Data Network.
- Gauffier, P., Verborgh, P., Esteban, R., & de Stephanis, R. (2020). Conservation status of the critically endangered Iberian killer whale (*Orcinus orca*) in the Strait of Gibraltar. CIRCE Scientific Publications.
- Peral, I. (1888). Memoria del Proyecto de Torpedero Submarino Eléctrico. Archivo General de la Marina Álvaro de Bazán.
- APBA, Guía de cetáceos en el Estrecho.
- Programas de Cooperación Internacional Argos (2023). Argos-4 Satellite System Specification for Wildlife and Ocean Monitoring. CNES/NOAA.
- Verne, J. (1870). Vingt mille lieues sous les mers. Pierre-Jules Hetzel Éditeur.

COMUNICACIONES

- 1) COMPETICIÓN POR EL ESPACIO DE CETÁCEOS EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR A PARTIR DE RELACIONES ISOTÓPICAS EN PIEL DE CARBONO Y NITRÓGENO EN PIEL

Renaud de Stephanis / CIRCE / Sociedad Española de Cetáceos.

Susana Garcia Tiscar / Sociedad Española de Cetáceos / Departamento de Ecología, UAM.

Thomas Cornulier / / School of Biological Science, Aberdeen.



Philippe Verborgh / CIRCE / Sociedad Española de Cetáceos.

Sergi Pérez / CIRCE / Sociedad Española de Cetáceos.

Ruth Esteban / CIRCE / Sociedad Española de Cetáceos.

Christophe Guinetd / Centre d'Études Biologiques de Chizé.

2) DISTRIBUCIÓN TEMPORAL DE CETÁCEOS EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR.

¿ES REALMENTE UN CANAL DE MIGRACIÓN PARA CETÁCEOS EL ESTRECHO?

Renaud De Stephanis, Renaud / Philippe Verborgh / Sergi Perez

Alicia Sánchez / Christophe Guinet / Bruce Mate

3) DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE CETÁCEOS EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR DURANTE LA ÉPOCA ESTIVAL

Sergi Pérez / Renaud De Stephanis / Philippe Verborgh / Alicia Sánchez / Christophe
Guinet

ANEXOS

ANEXO I : Póster del proyecto

ANEXO II: Vídeo del proyecto

ANEXO III: Infografía principios de funcionamiento del submarino

ANEXO IV: Infografía la historia de Isaac Peral

Anexo I

IES Bahía de Algeciras
(Cádiz)

II ENCuentro ESCOLAR
**Investigación
en el aula**



PARQUE de las CIENCIAS
ANDALUCÍA - GRANADA

70 LEGUAS DE VIAJE SUBMARINO

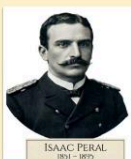
IES BAHÍA DE ALGECIRAS



Del submarino de Peral a la Oceanografía moderna para la investigación de cetáceos en el Parque Natural del Estrecho y Mar de Alborán

Profesorado: Pedro José López Pareja,
Alumnado: Tecnología y Club Maker-Investigadores

INTRODUCCIÓN



ISAAC PERAL
1851 - 1907



70 leguas de viaje submarino no es un error del título de la famosa obra del escritor Julio Verne pero sí que nuestro proyecto nace en él. **Julio Verne** fue un visionario, en su obra imaginó cómo sería un submarino, una máquina que permitiera viajar por el fondo marino. Fue el español **Isaac Peral** el que hizo realidad esta idea inventando el submarino moderno tal y como lo conocemos hoy en día.

Podemos considerar nuestro proyecto como un proyecto STEM+ ya que partiendo de la literatura desarrollamos un proyecto que nos acerca a nuestro entorno natural para conocer el fascinante mundo de los cetáceos. Veremos cómo las **nuevas tecnologías**, la **programación**, la **Robótica** y la **IA** juegan un papel fundamental. Hoy en día el submarino es considerado como una **máquina de guerra** pero nuestro submarino será un submarino de **investigación**. El **Parque Natural del Estrecho** como puerta de entrada al **Mar de Alborán** y **Mar Mediterráneo** es considerado un **Hot Spot** por la diversidad de especies marinas existentes. Partiendo de este contexto nos planteamos la siguiente pregunta: **¿Por qué hay tanta variedad de cetáceos en nuestra zona?**

Para dar respuesta a esta pregunta nos introducimos en el mundo de la Batimetría, la Oceanografía, la Biología marina y las disciplinas STEM. Utilizamos impresión 3D, programación de drones y tarjetas electrónicas con sensores y actuadores para explicar el proceso de investigación con diversas maquetas y mostrar este proceso en la vida real.



JULIO VERNE
1828 - 1907



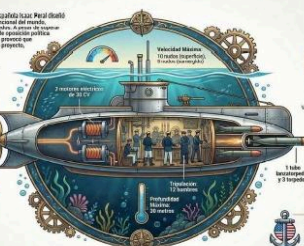
ISAAC PERAL: EL GENIO TRAICIONADO Y EL PRIMER SUBMARINO MODERNO

A finales del siglo XIX, el oficial de la Armada española Isaac Peral diseñó y construyó el primer submarino totalmente funcional del mundo. Gracias a sus inventos, el mundo vio nacer a un nuevo tipo de nave: con estos todos los problemas, una combinación de ingeniería política, ingeniería, ingeniería científica y tecnología de vanguardia que se convirtió en el primer submarino moderno y el primer submarino moderno.

UN INVENTOR ADELANTADO A SU TIEMPO

La Solución Eléctrica
Peral fue el primero en usar motores eléctricos para el propulsor submarino.

Una Armada Remolcadora
Convertido sus motores en una gran submersión, Peral usó su invento en una gran submersión.



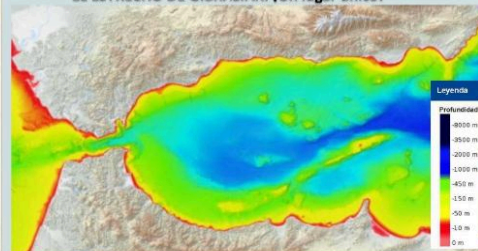
ÉXITO SABOTEADO, LEGADO HONORADO

Pruebas Saboteadas con Éxito (1889-1890)
Tras ser el primero de la Armada española, Peral fue traicionado por el gobierno y su invento fue destruido.

Compraventa y Sabotaje
El gobierno español compró el invento a Peral, pero lo vendió a un precio muy bajo y lo destruyó.

El Legado
Hoy en día, el submarino de Peral es considerado uno de los inventos más importantes de la historia.

EL ESTRECHO DE GIBRALTAR. ¡Un lugar único!

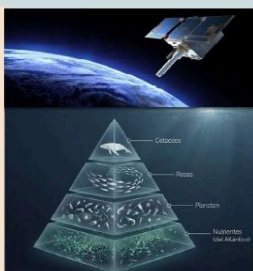


Nota: 70 Leguas = 340 km (longitud del mar de Alborán)

El estrecho de Gibraltar es el punto de unión del Mar Mediterráneo y el océano Atlántico. El relieve marino junto a la diferencia de densidades de las dos masas de agua generan corrientes subterráneas de salida al Atlántico y superficiales de entrada al Mediterráneo. Este efecto produce un gran aporte de nutrientes que desarrolla en gran manera la cadena trófica donde en la parte superior tenemos a los cetáceos.

¿Cómo investigamos a los cetáceos?

- Mediante el reconocimiento con drones e IA.
- Mediante el marcado con sensores y seguimiento satelital (Argos4).
- Mediante la toma de muestras de piel y soplo de respiración.
- Mediante el uso de cámaras acústicas (Catscam) adheridas a la piel del cetáceo.



¿Por qué es importante su estudio?

- Para conocerlos y adoptar medidas de protección.
- Para evitar que se repita una situación como la del Covid al detectar Virus que pudieran pasar al ser humano.
- Para luchar contra el cambio climático. Las variaciones de temperatura de las aguas hacen que los peces modifiquen sus ubicaciones y al mismo tiempo lo hacen los cetáceos.

CETÁCEOS DEL MAR DE ALBORÁN Y SUS RIESGOS

CETÁCEOS COMUNES

DELFIN COMÚN
(*Delphinus delphis*)
Muy gregario, acrobático.

ORCA
(*Orcinus orca*)
Cazador social, inteligencia elevada, depredador ágil, en grupos complejos.

CALDERÓN GRIS
(*Grampus griseus*)
Cerca de la costa, curioso.

CACHALOTE
(*Physeter macrocephalus*)
Buceador por profundo, cabeza masiva.

RORCUAL COMÚN
(*Balaenoptera physalus*)
Ballena másica, gran tamaño, migratoria.

PRINCIPALES AMENAZAS

TRÁFICO MARÍTIMO
COLISIONES: Riesgo mortal para grandes ballenas.

PESCA ACCIDENTAL
CAPTURAS involuntarias en redes.

ESPAÑA
GIBRALTAR
MAR DE ALBORÁN
MARUCCO
ÁREAS DE RIESGO

RUIDO SUBMARINO
DESORIENTACIÓN: Altera la comunicación y ecolocalización.

CONTAMINACIÓN
INGESTIÓN: Problemas digestivos y químicos.

¿Qué hemos trabajado durante el desarrollo del proyecto?

- Programación por bloques y código: Tarjetas Microbit, Arduino, Raspberry pi y Ardufruit Feather.
- Desarrollo de algoritmos y aplicaciones móviles: DroneBlocks-Scratch
- IA: Cámara Huskylens 2 controlada por Microbit
- Impresión 3D: Desarrollo de prototipos + Creativity print
- Sensores y actuadores: motores, servomotores, ultrasonidos, led neopixel.
- Perfiles topobatemétricos y Biología marina.

Agradecimientos

Agradecemos a CIRCE su colaboración inspiradora al acercarnos al complejo mundo de la investigación sobre los cetáceos.



Anexo II. Vídeo del proyecto.



Anexo III. Principios de funcionamiento del submarino

Evolución y Principios de la Tecnología Submarina: De la Visión a la Herramienta de Investigación

1 Línea de Tiempo Histórica

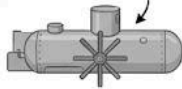
Cosme García Sáez (Garcibuzo, 1860s):
Primer submarino funcional movido por no humano (vapor y peróxido de hidrógeno)



Cosme García Sáez

1850s

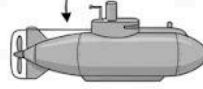
Ictíneo I (1859):
Independencia atmosférica mejorada - Narcís Monturiol



Ictíneo I

1859/1864

Ictíneo II (1864):
Independencia atmosférica mejorada - Narcís Monturiol



Ictíneo II

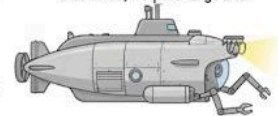
Isaac Peral (1888):
Primer submarino eléctrico para la guerra; demostró propulsión eléctrica y lanzamiento de torpedos



Isaac Peral

1888

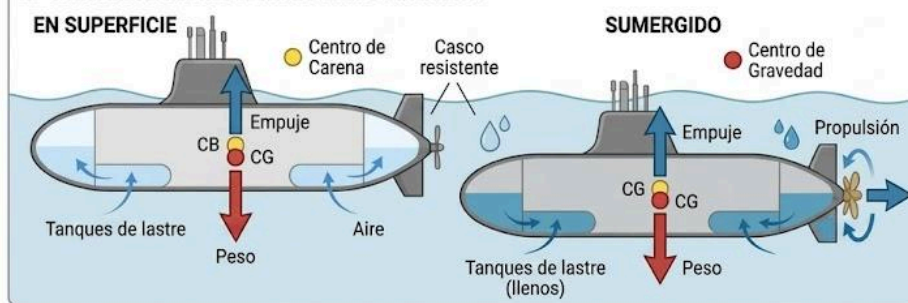
Submarino de Investigación (Día Actual):
Diseñado para la exploración científica, no para la guerra



Submarino de Investigación

Present Day

2 Funcionamiento Básico del Submarino



3 Aplicaciones del Submarino



Anexo IV. La historia de Isaac Peral

ISAAC PERAL: EL GENIO TRAICIONADO Y EL PRIMER SUBMARINO MODERNO

A finales del siglo XIX, el oficial de la Armada española Isaac Peral diseñó y construyó el primer submarino totalmente funcional del mundo, propulsado por electricidad y armado con torpedos. A pesar de superar con éxito todas las pruebas, una combinación de oposición política interna, espionaje extranjero y sabotaje directo provocó que el gobierno español cancelara el revolucionario proyecto, perdiendo una ventaja estratégica crucial.

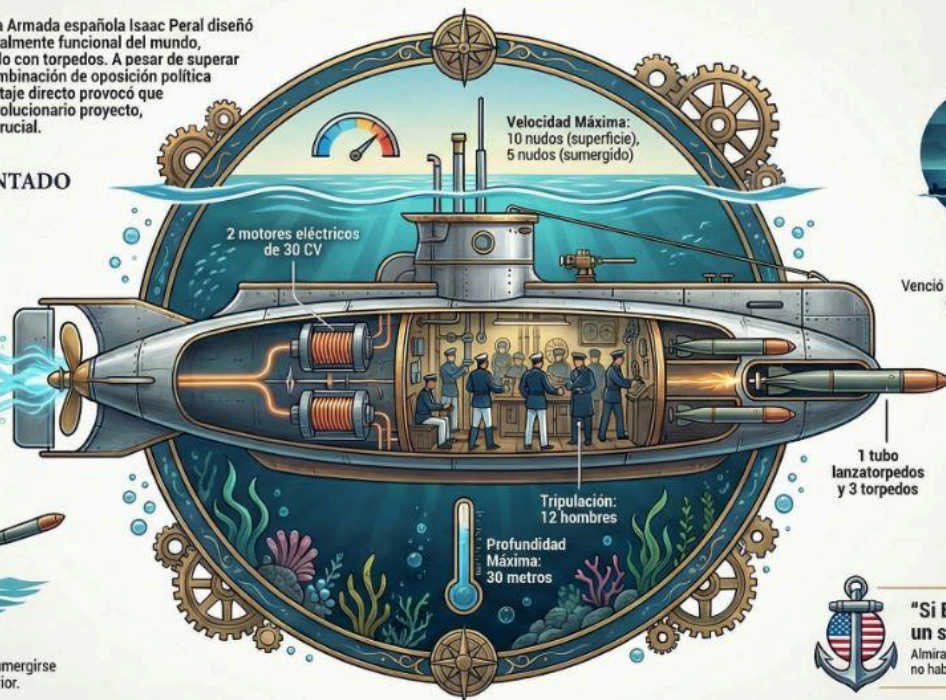
UN INVENTOR ADELANTADO A SU TIEMPO



La Solución Eléctrica
Peral fue el pionero en usar motores eléctricos para la propulsión submarina.



Un Arma Revolucionaria
Concebido para navegar en alta mar, sumergirse horas y lanzar torpedos sin ayuda exterior.



ÉXITO SABOTEADO, LEGADO IGNORADO



Pruebas Superadas con Éxito (1889-1890)
Venció en un simulacro de ataque nocturno contra el acorazado Cristóbal Colón.



Conspiración y Sabotaje
El proyecto sufrió espionaje y al menos siete actos de sabotaje, vinculados a potencias extranjeras.



"Si España hubiese tenido un submarino de Peral..."

Almirante Dewey (EE.UU.), quien admitió que no habría podido bloquear Manila en 1898.

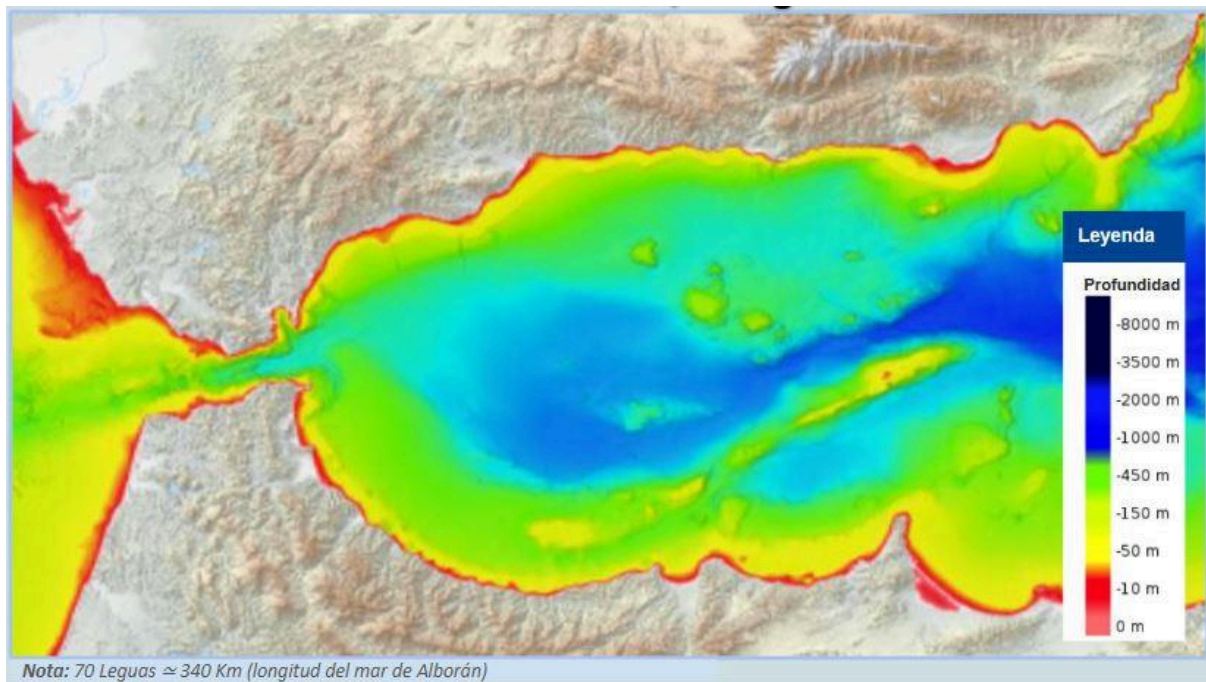
Anexo V. Batimetría y corrientes marinas en el Estrecho

La batimetría es la ciencia que se encarga de medir la profundidad de mares, océanos, lagos y ríos, así como de representar el relieve del fondo acuático. Puede considerarse el equivalente submarino de la topografía terrestre, ya que permite elaborar mapas que muestran montañas, valles, llanuras, fosas y otras formas del terreno situadas bajo el agua.

Para obtener estos datos se utilizan principalmente ecosondas y sonares, que emiten ondas sonoras hacia el fondo marino. Al rebotar en el lecho y regresar al instrumento, se mide el tiempo que tarda el eco en volver. Conociendo la velocidad del sonido en el agua, es posible calcular la profundidad con gran precisión. En la actualidad, también se emplean vehículos submarinos autónomos, satélites y sistemas de posicionamiento global (GPS) para obtener mapas batimétricos cada vez más detallados.

La batimetría tiene numerosas aplicaciones científicas y técnicas. Es fundamental para la navegación marítima, ya que ayuda a elaborar cartas náuticas seguras; para la investigación oceanográfica, al permitir estudiar la geología y la biodiversidad del fondo marino; para el diseño de infraestructuras como puertos, cables submarinos o parques eólicos marinos; y para la prevención de riesgos naturales, como tsunamis o deslizamientos submarinos.

En el contexto de la exploración oceánica, la batimetría ha permitido descubrir grandes estructuras del relieve submarino, como la Fosa de las Marianas, las dorsales oceánicas y los cañones submarinos, ampliando de forma extraordinaria el conocimiento sobre la geografía de los océanos y la dinámica de la Tierra.



[European Marine Observation and Data Network \(EMODnet\)](https://emodnet.ec.europa.eu/)

<https://emodnet.ec.europa.eu/>

LAS CORRIENTES EN EL ESTRECHO DE GIBRALTAR

