

Análisis de la distribución y estado de la población de calderón común (*Globicephala melas*) en el área del levante Mediterráneo (Mar de Alborán y Golfo de Vera)

LIFE IP INTEMARES

Gestión integrada, innovadora participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español

E.2.a Informe de ejecución de las campañas y marcajes realizados y catálogo de fotoidentificación durante la primera anualidad.

E.2.b Cartografía asociada.

E.2.c Base de datos (Excel) con datos de avistamiento

LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

Acción 2.4 Mejora del conocimiento para la gestión
LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

Autoría: Dr. Renaud de Stephanis.



Coordinación y revisión: Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

Edita:

El proyecto LIFE INTEMARES avanza hacia el objetivo de lograr una gestión eficaz de los espacios marinos de la Red Natura 2000, con la participación de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas.

La Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico coordina el proyecto. Participan como socios el propio ministerio, a través de la Dirección General de Biodiversidad, Bosques y Desertificación; la Junta de Andalucía, a través de la Consejería de Sostenibilidad y Medio Ambiente, así como de la Agencia de Medio Ambiente y Agua; el Instituto Español de Oceanografía; AZTI; la Universidad de Alicante; la Universidad Politécnica de Valencia; la Confederación Española de Pesca, SEO/BirdLife y WWF-España. Cuenta con la contribución del Programa LIFE de la Unión Europea.



Coordina



Socios



Fecha de edición:

Diciembre 2024

Índice

1	Resúmenes ejecutivos.....	4
1.1	Español	4
1.2	Inglés	4
2	Introducción justificación.....	¡Error! Marcador no definido.
3	Metodologías aplicadas.....	5
3.1	Metodologías empleadas.....	5
3.2	Diseño de muestreos	5
3.3	Zona de estudio.....	7
3.3.1	Despliegue de marcas satélites	8
4	Muestreos realizados.....	12
4.1	Planificación de muestreos	12
4.2	Muestreos realizados a lo largo de 2024.....	12
4.2.1	Primear campaña.....	14
4.2.2	Segunda campaña.....	16
4.3	Avistamientos obtenidos	17
4.3.1	Avistamientos durante todo el proyecto.....	17
4.3.2	Primera campaña.....	20
4.3.3	Segunda Campaña	23
4.3.4	Adaptación del marcaje a los problemas enfrentados	¡Error! Marcador no definido.
4.4	Muestreos de impactos	26
4.4.1	Actividades humanas.....	¡Error! Marcador no definido.
4.5	Despliegue de marcas satélite	35
4.6	Foto identificación de calderones y otras 2 especies	36
5	Primeros resultados obtenidos marcajes satélite	37
5.1	Primeros resultados de marcaje	37
5.2	Primera evaluación de las marcas.	42
5.3	Primeros resultados de perfiles de inmersión	48
5.3.1	Introducción	48
5.3.2	Metodología	49
5.3.3	Resultados	49
5.3.4	Conclusión	51
6	Siguientes pasos.	51
7	Referencias consultadas	52
8	ANEX AUTOMATIZACION ANASISI.....	76

1 Resúmenes ejecutivos

1.1 Español

Este informe contiene los dos informes de campaña E2 del Lote 2 de la licitación del proyecto LIFE IP INTEMARES para el marcaje satelital de cetáceos. El objetivo de este lote es la contratación de los servicios para la realización de campañas de despliegue de 14 marcas satélite y foto identificación de la población de calderón común (*Globicephala melas*) en el área del Levante Mediterráneo, específicamente en el Estrecho, Mar de Alborán y el Golfo de Vera, con el fin de definir sus patrones de distribución espacio-temporal, uso del hábitat, grado de exposición a diferentes presiones e identificación de áreas críticas para la especie.

El calderón común es una especie de cetáceo que desempeña un papel crucial en los ecosistemas marinos del Mediterráneo. Su estudio es esencial para comprender mejor su ecología, comportamiento y las amenazas a las que se enfrenta, especialmente en zonas con alto tráfico marítimo y actividades humanas intensivas. Este proyecto busca aportar información científica sólida que permita desarrollar medidas de conservación efectivas y contribuir a la gestión sostenible de sus poblaciones.

A pesar de los obstáculos administrativos que provocaron un retraso en el inicio de las actividades, a lo largo de esta anualidad se ha logrado avanzar en la preparación y ejecución de las campañas de fotoidentificación, en la logística para adquirir y preparar el material para el marcaje satelital de los ejemplares y en el propio despliegue de las marcas satélite. Este informe recoge los avances realizados hasta la fecha y establece las bases para continuar con las actividades de análisis previstas, superando los desafíos iniciales y reafirmando el compromiso con los objetivos del proyecto.

En concreto, se han desarrollado dos campañas oceanográficas para trabajar con la especie entre enero y diciembre de 2024 (campañas SATGM_VERANO y SATGM_OTONIO). Estas campañas resultaron en un total de 61 salidas al mar (muy por encima de las 30 salidas previstas en el marco de los trabajos, lo que se considera una mejora considerable al mismo), recorriendo 5673.50 km y acumulando un tiempo de navegación de 484:16 horas. Las actividades incluyeron diferentes áreas (Estrecho de Gibraltar, Mar de Alborán y Golfo de Vera) y el uso de varias embarcaciones que permitieron cubrir un amplio rango geográfico. Se han alcanzado un total de 49 avistamientos de la especie y se han instalado exitosamente 14 marcas satelitales (12 tipo spot y 2 tipo splash que incluyen medidores de profundidad).

Adicionalmente, las campañas se han utilizado para inventariar las presiones humanas presentes en las zonas de distribución de la especie y, especialmente las relativa a la navegación. Se han recopilado un total de 1983 datos sobre embarcaciones e la zona.

1.2 Inglés

This report contains the two campaign reports of Lot 2 of the LIFE IP INTEMARES project tender for the satellite tagging of cetaceans. The objective of this tender is the contracting of services to carry out campaigns to deploy 14 satellite tags and photo-identification of the short-finned pilot whale (*Globicephala melas*) population in the Levant Mediterranean area, specifically in the Strait, Alboran Sea and Gulf of Vera, in order to define its spatio-temporal distribution patterns, habitat use, degree of exposure to different pressures and identification of critical areas for the species.

The short-finned pilot whale is a cetacean species that plays a crucial role in Mediterranean marine ecosystems. Its study is essential to better understand its ecology, behaviour and the threats it faces, especially in areas with high maritime traffic and intensive human activities. This project aims to provide solid scientific information to develop effective conservation measures and contribute to the sustainable management of their populations.

Despite the administrative obstacles that caused a delay in the start of the activities, progress has been made throughout this year in the preparation and execution of the photo-identification campaigns, in the logistics for acquiring and preparing the material for the satellite tagging of the specimens, and in the deployment of the satellite tags themselves. This report describes the progress made to date and lays the foundations for continuing with the planned analysis activities, overcoming the initial challenges and reaffirming the commitment to the project's objectives.

Specifically, two oceanographic campaigns have been carried out to work with the species between January and December 2024 (SATGM_VERANO y SATGM_OTONIO). These campaigns resulted in a total of 61 trips (well above the 30 trips planned in the framework of the work, which is considered a considerable improvement), covering 5673.50 km and accumulating a navigation time of 484:16 hours. The activities included different areas (Strait of Gibraltar, Alboran Sea and Gulf of Vera) and the use of several vessels that allowed a wide geographical range to be covered. A total of 49 sightings of the species have been achieved and 14 satellite tags have been successfully installed (12 spot tags and 2 splash tags including depth gauges).

In addition, the campaigns have been used to inventory the human pressures present in the species' areas of distribution, especially those related to navigation. A total of 1983 data have been collected on boats in the area.

2 Metodologías aplicadas

2.1 Metodologías empleadas

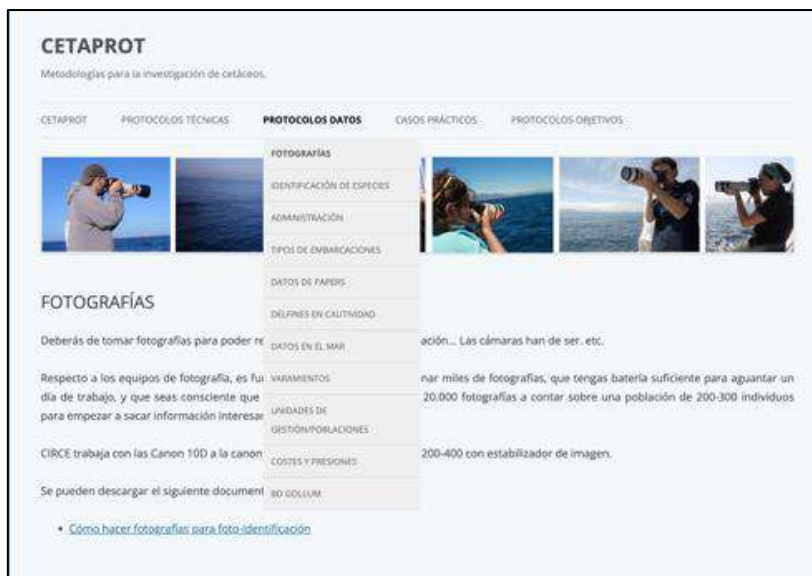
Para las campañas de despliegue de las marcas satelitales, se utilizaron las embarcaciones Nashira-Moa, Osprey II, Elsa y Sea Observer. Todas ellas están registradas en la 6ª lista, que corresponde a embarcaciones de uso profesional, en contraste con la 7ª lista, que se destina a embarcaciones recreativas. Además, cada una de estas embarcaciones fue despachada con patrones profesionales, asegurando así el cumplimiento de los requisitos legales y operativos necesarios para este tipo de trabajo científico.

El uso de embarcaciones en la 6ª lista y patrones profesionales es una condición indispensable para garantizar la seguridad, la eficiencia y la calidad de las actividades de monitoreo y marcaje. Contar con cuatro embarcaciones permitió una coordinación eficaz y un despliegue simultáneo de las marcas, optimizando el tiempo y maximizando las oportunidades de éxito durante las ventanas meteorológicas favorables, que a menudo son de corta duración.

Estas embarcaciones, con una capacidad de navegación superior a los 10 nudos, facilitaron el acceso rápido a los animales objetivo, reduciendo los contratiempos operativos y garantizando que las operaciones se desarrollaran dentro de los límites establecidos por las condiciones meteorológicas. Esta combinación de factores fue clave para el éxito del despliegue de las marcas y para cumplir con los objetivos establecidos en las campañas del primer año del proyecto.

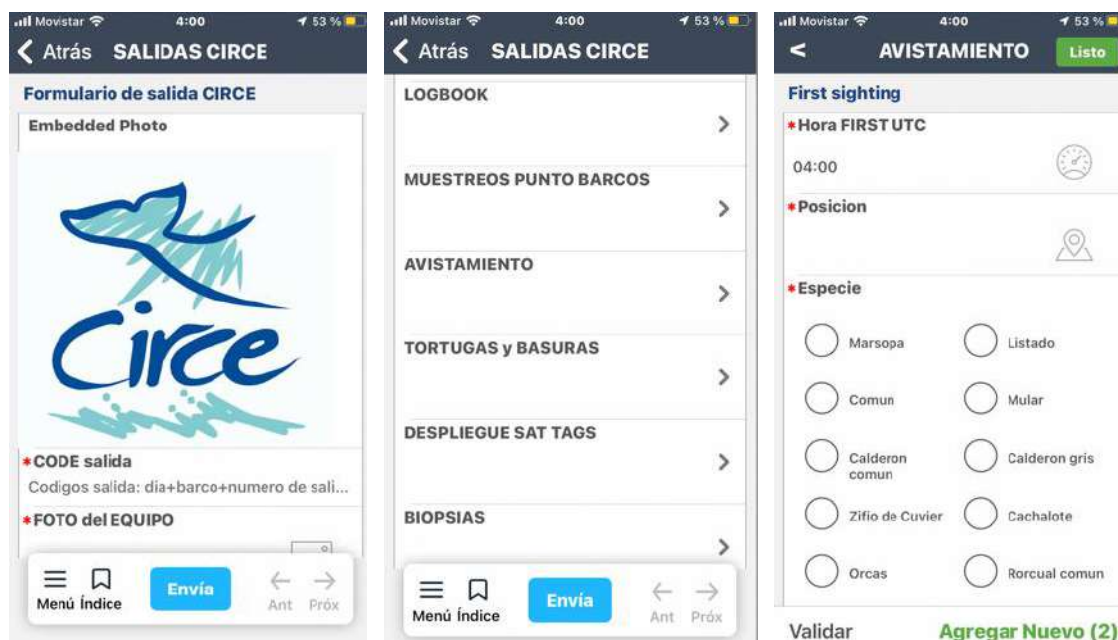
2.2 Diseño de muestreos

Los muestreos se han definido en base a los conocimientos descritos y acordados con la dirección de los trabajos, y se ha buscado poder muestrear fotográficamente la mayor parte de los clanes de calderones presentes en aguas del Mar de Alborán, Estrecho de Gibraltar y Golfo de Vera. Los muestreos se realizaron aleatoriamente (nunca siguiendo transecto lineal, ya que es incompatible con la foto identificación), en el área de campeo, siguiendo protocolos de la Sociedad Española de Cetáceos y del programa CETAPROT (<https://cetidmed.wordpress.com/fotografias/>).



Captura de pantalla de la web CETAPROT que detalla todos los protocolos de fotoidentificación, tipo de muestreo etc.

Hasta la fecha los datos se tomaban con el programa Logger, pero desde 2022, se toman con la aplicación de CIRCE desarrollada por el Dr. de Stephanis, para toma de datos abordo. Los datos son integrados automáticamente en la base de datos Gollum, y posteriormente, en caso de tener autorización de la dirección de los trabajos, se procederá a darles una licencia Creative Commons 2.0. Esto permite por un lado asignar una trazabilidad de los datos, ahorro en tiempo a la hora de introducir estadíos y eliminación de errores tipográficos en la toma de datos. De la misma forma permite una obtención de datos acorde al Banco de Datos de la Naturaleza en el formato establecido por el MITECO.



Capturas de pantalla de la app CIRCE para toma de datos abordo.

Para asegurar una cobertura que permitiera aplicar modelos de marcaje-recaptura, y que permitió realizar análisis de estructura social que facilitará posteriormente modelizar los resultados en base a la estructura

social de los calderones, se propuso en la oferta de trabajos, realizar 2 muestreos de 5 días cada uno en aguas del Golfo de Vera, en aguas del Mar de Alborán (con al menos 2 salidas al sur de la Isla de Alborán, e incluyendo 1 salida en los bancos Yibuti, cañón de Sacratif y Seco de los Olivos), y otra campaña de 5 salidas en el Estrecho de Gibraltar-cañones de Ceuta y cañones de Estepona. Para las 3 zonas se realizaron los muestreos entre el invierno y el verano-otoño de 2024. En total fueron, 29 días de muestreo en invierno y 32 en verano-otoño, es decir, 61 en total. Esto permitió trabajar con los 3 grandes grupos de clanes presentes en la zona de estudio. Como se comentó anteriormente, los muestreos fueron aleatorios dirigidos a especie, buscando la especie objetivo sin realizar transectos lineales y utilizando la red de contactos de la zona para localizar lo más rápido posible a los animales, de forma que se maximizó la presencia y el trabajo con los animales.

Durante los muestreos se llevaron a cabo diversas actividades para garantizar la recopilación de datos de calidad y el despliegue efectivo de las marcas satelitales planificadas. Estas actividades incluyeron:

- **Toma de datos de esfuerzo de búsqueda:** Registro sistemático del tiempo y condiciones bajo las cuales se realizaron los esfuerzos de observación.
- **Toma de datos de avistamientos:** Documentación detallada de cada encuentro con calderones comunes, incluyendo la localización, el comportamiento y las condiciones ambientales.
- **Fotoidentificación:** Captura de imágenes de alta calidad de las aletas dorsales para identificar a los individuos y relacionarlos con catálogos existentes.
- **Medición de presiones ambientales:** Muestreos puntuales cada 20 minutos para evaluar factores externos que pueden influir en la presencia y el comportamiento de los calderones.
- **Despliegue de marcas satelitales:** Instalación de dispositivos en los calderones para el seguimiento de sus movimientos y patrones de distribución.

Los muestreos se han realizado entre el invierno y el verano de 2024, aunque no se esperaba encontrar calderones por sus posibles movimientos, y en una segunda campaña entre finales de verano y otoño (también del 2024), coincidiendo con la mayor presencia de calderones comunes en las áreas de estudio y aprovechando las condiciones meteorológicas favorables características de esta temporada.

Este enfoque integral asegura la recopilación de información clave para modelar los patrones de comportamiento de los calderones comunes y evaluar las presiones a las que están sometidos en su hábitat natural, contribuyendo al éxito de los objetivos del proyecto.

2.3 Zona de estudio

Los muestreos se llevaron a cabo, como se ha mencionado, en tres áreas clave de interés: el Golfo de Vera, el área central del Mar de Alborán y la región comprendida entre el Cabo Trafalgar y los cañones de Estepona, en la zona del Estrecho.

En el Golfo de Vera, se focalizó el esfuerzo en áreas donde se había registrado previamente una alta presencia de calderones, maximizando las oportunidades de encuentro con los grupos objetivo. Además, se estuvo en contacto con la organización Cetáceos y Navegación (empresa dedicada al turismo para la observación de cetáceos), que durante el periodo de actividades realizó más de 35 salidas en las zonas de calderones comunes, lo que permitió coordinar esfuerzos y optimizar la localización de los grupos objetivo en esta área. Las actividades incluyeron trabajos específicos de marcaje, fundamentales para el análisis posterior de los movimientos y la estructura social de los calderones.

En el área central del Mar de Alborán, se incluyeron salidas estratégicas al sur de la Isla de Alborán, así como visitas a zonas de interés biológico como los bancos Yibuti, el cañón de Sacratif y el Seco de los Olivos, conocidas por su relevancia ecológica y la presencia de grupos residentes de calderones.

Por último, en la región del Estrecho de Gibraltar y zonas adyacentes, los esfuerzos se centraron en el área entre el Cabo Trafalgar y los cañones de Estepona. Se realizaron actividades de marcaje en estas zonas estratégicas para estudiar los tres grandes grupos de clanes de calderones presentes en la región, garantizando una cobertura amplia y representativa de sus movimientos y dinámicas sociales.

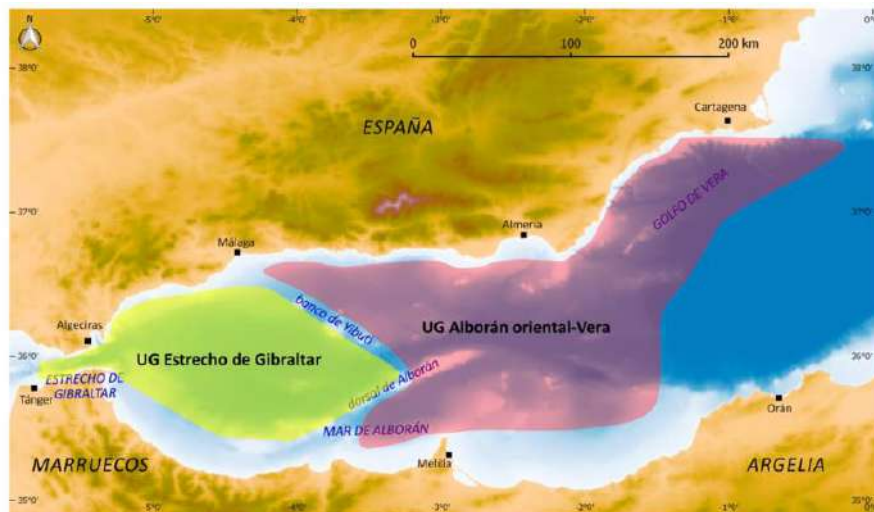
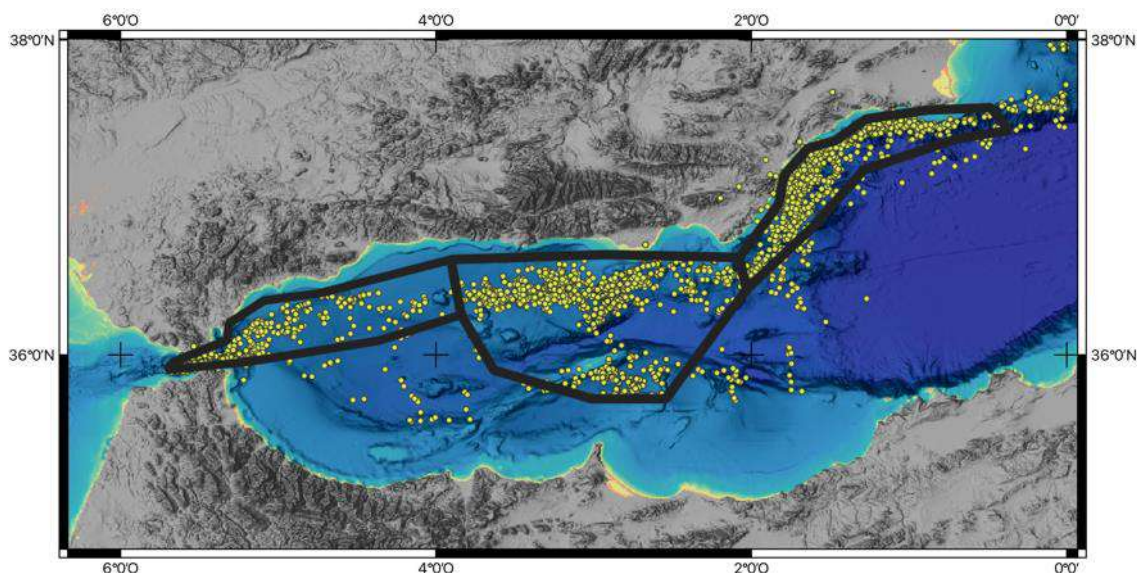


Figura 3.9. Delimitación geográfica de las unidades de gestión del estrecho de Gibraltar (en amarillo) y Alborán oriental-Vera (en rojo). Mapa realizado con el software libre QGIS 2.8 (QGIS Development Team, 2015).

Delimitación geográfica de las unidades de gestión del Estrecho de Gibraltar y Alborán-Vera.



Detalle de las 3 zonas de estudio en las que se debía realizar un mínimo de 15 días de muestreos en condiciones de estado de mar de menos de 3, de más de 4 horas de duración, y mar de fondo de menos de 2 metros de altura en otoño y otros 15 días en verano.

2.3.1 Despliegue de marcas satélites

2.3.1.1 Tipo de marca seleccionada:

En este proyecto se utilizaron marcas satelitales de tipo Spot6, actualmente conocidas también como Spot365, fabricadas y distribuidas por Wildlife Computers. La elección de este modelo se basó en la amplia

experiencia del equipo de CIRCE con este tipo de dispositivos, consolidada a lo largo de los últimos 12 años. Este modelo, en particular, destacó por su tamaño compacto y eficiencia, resultando ideal para el marcaje de cetáceos.

CIRCE jugó un papel clave en el perfeccionamiento de estas marcas, proporcionando retroalimentación constante a Wildlife Computers desde sus primeras implementaciones. Esta colaboración histórica permitió la optimización del diseño y funcionalidad de los dispositivos, adaptándolos a las necesidades específicas del marcaje satelital de cetáceos.

El despliegue de las marcas se realizó mediante un rifle de aire comprimido, una técnica que garantizó la instalación segura y efectiva de los dispositivos en los animales objetivo, minimizando el impacto y maximizando la duración de los datos recopilados. Este enfoque aseguró que las marcas permanecieran funcionales durante el tiempo necesario para obtener información detallada sobre los patrones de movimiento y comportamiento de los calderones comunes en las áreas de estudio.

Tag Type	SPOT-365
Package Details	Horizontal Movement Location only satellite tag
Key Features and Data Options	• Argos Doppler Locations (accurate to 250 m) • Percent-Dry Timelines • Time-at-Temperature Histograms
Life	340 days
Dimensions	57 x 48 x 24 mm
Weight	57 g

Especificaciones de la marca spot365 o spot6.

Las marcas de tipo Splash 10, tienen exactamente las mismas características que las Spot 365, pero además dan información sobre perfiles de buceo. Este hecho hace que sean mucho más potentes y nos den indicios sobre comportamiento de los animales. En el Estrecho, se ven movimientos dentro y fuera del mismo, que podrían ser debidos a cambios de comportamiento, o simplemente debido a aumentos de corrientes, que no permiten a los animales permanecer en la zona. Este tipo de marcas permitirán averiguar si los procesos son debido a cambios de corrientes (para los que no se vería variaciones de buceos), o simplemente por comportamiento.

Sensors	Depth, Temperature, Wet/Dry, Fastloc (light and accelerometer options)***
Depth Sensor Range	0-2000 m***
Depth Sensor Resolution	0.5 m***
Depth Sensor Accuracy	±1% of reading
Temperature Sensor Range	-40 °C to 60 °C
Temperature Sensor Resolution	0.05 °C
Temperature Sensor Accuracy	±0.1°C
Light Sensor (When installed)	$5 \times 10^{-2} \text{ W cm}^{-2}$ to $5 \times 10^{-3} \text{ W cm}^{-2}$
Operating Temperature Rating (°C)	-20 °C to 50 °C
Optimal Storage Temperature Range (°C)	0 °C to 5 °C
Conductivity Operational Limits	0.1 to 5 S m ⁻¹
Memory	1 GB
Length (mm), Diameter (mm), Weight (g), Pressure Rating, Maximum Deployment Length	***

*** indicates the specification is dependent upon the configuration model

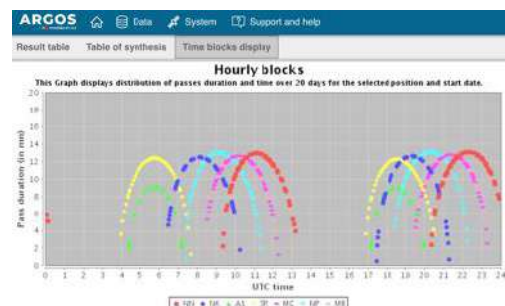
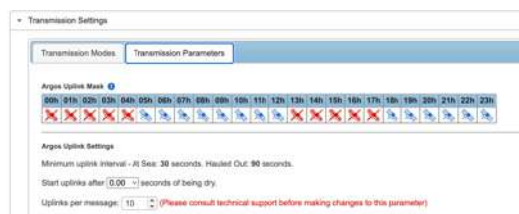
Especificaciones de la marca Splash 10.

2.3.1.2 Configuración de las marcas:

En este proyecto se utilizó el programa **Argos**, ya firmado por CIRCE, accesible en el enlace [Argos CLS](#) con las credenciales correspondientes. Este sistema permitió visualizar los datos y mapas en tiempo real, proporcionando un seguimiento continuo de los calderones marcados.

La configuración de las marcas se realizó para operar únicamente durante las horas correspondientes al paso de cobertura satelital en España, Marruecos y Portugal. En la imagen proporcionada, se puede observar el cronograma de encendido y apagado de las marcas (izquierda) y los horarios específicos de paso de los satélites utilizados (derecha). La cobertura fue global, con una mayor recepción en las regiones del norte y menor en las del sur, debido a las características de los satélites no geostacionarios.

Cada marca fue programada para emitir un máximo de 400 mensajes diarios, asegurando la calidad y cantidad de datos necesarios para el análisis de patrones de movimiento. Este enfoque permitió optimizar el uso de los dispositivos y maximizar la información obtenida sobre los calderones comunes en las áreas de estudio.



Protocolo de encendido y apagado del tag Spot6, y cobertura satelital de la marca.

2.3.1.3 Selección de individuos a marcar:

Para el despliegue de las marcas satelitales, se seleccionaron individuos pertenecientes a diferentes clanes, identificados previamente mediante fotoidentificación. Este proceso permitió la individualización de los calderones a partir de las marcas naturales presentes en sus aletas dorsales. Además, se verificó la ausencia de crías en los grupos seleccionados para garantizar un marcaje ético y minimizar cualquier posible impacto negativo en la dinámica del grupo.

El proceso de marcaje se llevó a cabo siguiendo un protocolo detallado, como se muestra en el siguiente video grabado en aguas internacionales del Estrecho de Gibraltar: [Video del despliegue](#). Las marcas se instalaron utilizando dardos de titanio diseñados específicamente para atravesar la aleta dorsal, garantizando una durabilidad de al menos 100 días. El despliegue se realizó mediante un rifle de aire comprimido calibrado a 25 atmósferas, evitando el uso de ballestas por razones de precisión y eficacia. La proximidad durante el disparo fue clave para maximizar la eficacia del procedimiento.

El proceso de marcaje cumplió estrictamente con las pautas de buenas prácticas establecidas por la Comisión Ballenera Internacional, siendo siempre ejecutados por la persona autorizada para tal final (Dr. Renaud de Stephanis) asegurando el bienestar de los animales y la calidad de los datos obtenidos. Estas acciones refuerzan el compromiso del proyecto con los estándares éticos y científicos en el manejo de cetáceos.

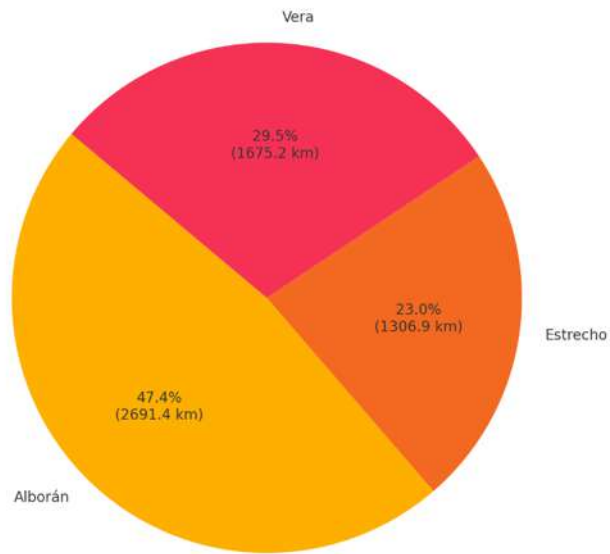
2.3.1.4 Estrategia de marcado:

Inicialmente, se planteó con la dirección de los trabajos (en noviembre de 2023), un protocolo que consistía en marcar entre 4 y 7 individuos y, posteriormente, realizar un "mantenimiento" progresivo conforme las marcas fueran cayéndose, reponiéndolas en nuevos individuos. Sin embargo, esta propuesta fue modificada por la dirección de los trabajos posteriormente con el fin de reducir el tiempo dedicado al marcaje, optándose por continuar el marcaje hasta completar 14 individuos de forma continua. Finalmente, una vez marcados 12 individuos en un corto periodo de tiempo de maneja exitosa, la dirección de los trabajos modificó de nuevo la estrategia adaptándola a la idea inicial, y las dos marcas restantes pasarían a instalarse a medida que las marcas se ya instaladas se fuesen cayendo.

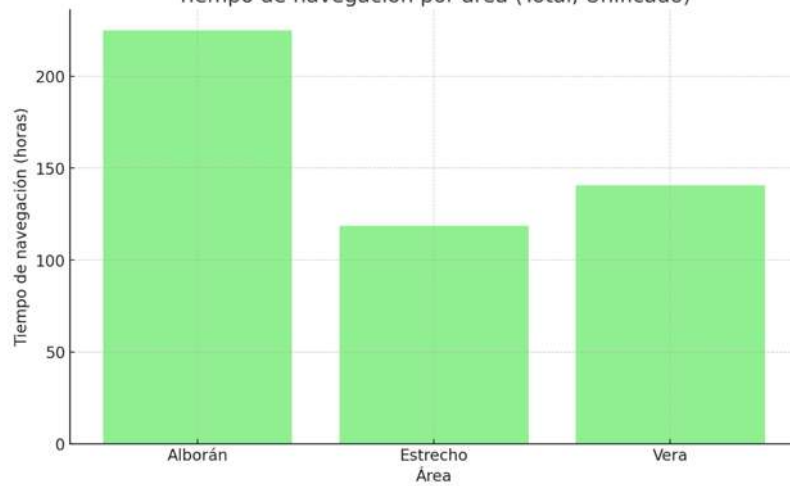
Durante el periodo de trabajo, los esfuerzos se centraron en encontrar calderones comunes en aguas del Golfo de Vera para iniciar los muestreos y el despliegue de las marcas de forma que se fuese marcando todo en un periodo de unos 10 días y asegurar así el marcado simultáneo de 7 individuos (posteriormente 12). No obstante, la ausencia de individuos en esta zona impidió comenzar las actividades según lo planeado (las actividades de prospección se iniciaron en enero de 2024), lo que obligó a posponer completo el marcaje hasta septiembre. A pesar de las expectativas por las mejores condiciones meteorológicas en ese periodo, los temporales que afectaron a Valencia, Málaga, Granada y Almería retrasaron nuevamente las actividades, y el primer intento de marcaje en el Estrecho resultó infructuoso debido a un fallo en la funcionalidad de la primera marca desplegada.

Finalmente, tras superar estas dificultades, las actividades de marcaje comenzaron en aguas de Almería, dado que no se localizaron calderones en la zona de Vera. Una vez marcados los primeros 7 individuos, en el mes de octubre, según lo establecido en la oferta inicial, y tal como se ha descrito anteriormente, se acordó con la dirección de los trabajos que el proceso continuara hasta alcanzar los 14 individuos. Posteriormente, el planteamiento inicial se modificó, de acuerdo con la dirección de los trabajos, y se optó por regresar al planteamiento original, dejando pendientes dos marcas más por desplegar. Estas se colocaron a lo largo del mes de diciembre de 2024, completando así el número total de marcas planeadas en este proyecto y aumentando el periodo de marcaje de estas. Aparte por medio de otro proyecto se han instalado dos marcas más, cuya información se incluirá en este estudio y que permitirán, por tanto, ampliar el periodo de marcaje de la especie al resto del invierno. Estas marcas extra no se incluyen en este informe.

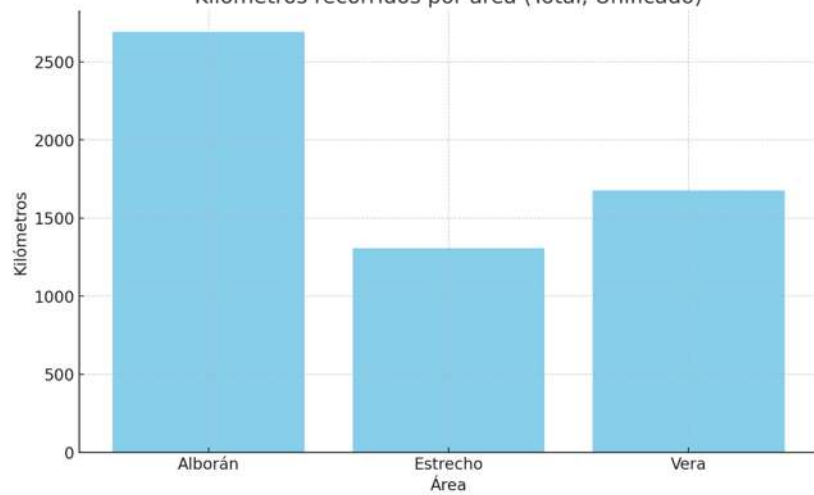
Distribución Total de Kilómetros Recorridos por Área (con % y km)



Tiempo de navegación por área (Total, Unificado)



Kilómetros recorridos por área (Total, Unificado)



3.2.1 Primera campaña

La primera campaña no pudo empezar en octubre de 2023, como estaba planteado, debido a las razones comentadas en apartados anteriores. Se empezó en enero de 2024 pero, dado que no se recibieron los permisos de marcaje hasta el 30 de abril de 2024 no se pudo plantear a marcar hasta entonces. (fechas en las que los calderones no suelen estar).

Campaña de Verano (SATGM_VERANO)

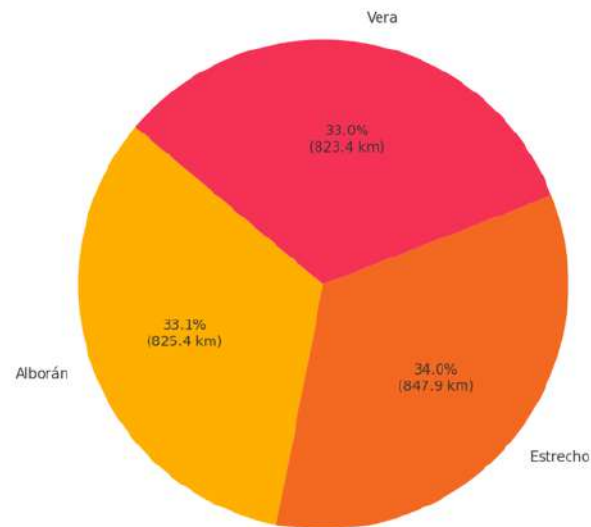
- **Fechas:** Del **23/01/2024** al **30/07/2024**.
- **Salidas:** 29 salidas realizadas.
- **Distancia total:** 2510.55 km recorridos.
- **Tiempo total de navegación:** 206:05 horas.

Distribución por Áreas:

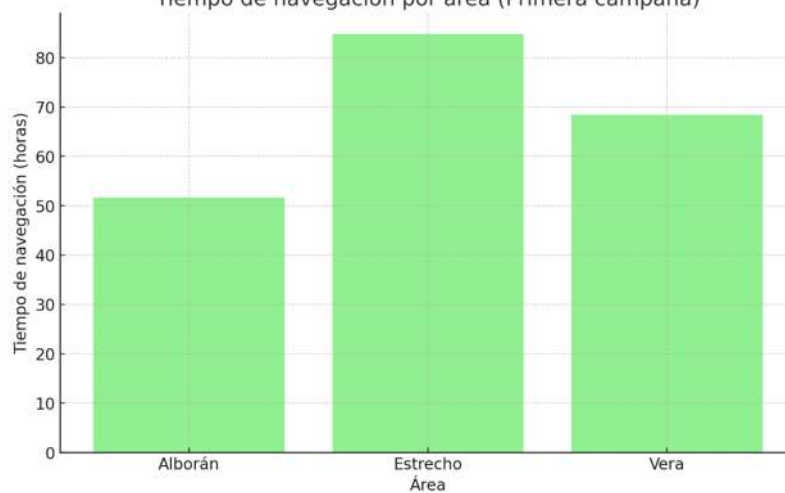
- **Estrecho de Gibraltar:** Se realizaron **14 salidas**, recorriendo **860.14 km** con un tiempo de navegación de **81:24 horas**. Las embarcaciones empleadas incluyeron **Osprey**, **Sea Observer**, y **Elsa**.
- **Vera:** Hubo **9 salidas**, cubriendo **765.98 km** con un tiempo acumulado de **67:31 horas**. Las embarcaciones **Nashira Moa**, **Kariam**, y **Osprey** lideraron las actividades en esta área.
- **Alborán:** Se realizaron **6 salidas**, recorriendo **884.44 km** con **57:10 horas** de navegación. En estas salidas se emplearon principalmente las embarcaciones **Elsa**.

Jefe de campaña	Embarcacion	Proyecto	Tipo salida	Día	Sub Proyecto	Área	Puerto de salida	Km	Tiempo de navegación
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	23/01/2024	SATGM_VERANO	Vera	Mazarrón	84,47	5:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	24/01/2024	SATGM_VERANO	Vera	Carboneras	225,405	7:32
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	25/01/2024	SATGM_VERANO	Vera	San José	52,866	4:27
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	11/03/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Tarifa	51,917	5:16
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	13/03/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	La Línea	45,807	4:46
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	14/03/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Ceuta	53,169	6:13
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	18/03/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Algeciras	55,008	6:13
Renaud de Stephanis	ELSA	FB INTEMARES	Transecto dirigido	02/04/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Algeciras	101,561	10:00
Renaud de Stephanis	ELSA	FB INTEMARES	Transecto dirigido	03/04/2024	SATGM_VERANO	Alborán	Fuengirola	206	5:00
Renaud de Stephanis	Sea Observer	FB INTEMARES	Transecto dirigido	03/04/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Tarifa	31,218	4:24
Renaud de Stephanis	Sea Observer	FB INTEMARES	Transecto dirigido	04/04/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Tarifa	31,895	5:11
Renaud de Stephanis	Nashira Moa	FB INTEMARES	Transecto dirigido	10/04/2024	SATGM_VERANO	Vera	San José	51,201	13:06
Renaud de Stephanis	Nashira Moa	FB INTEMARES	Transecto dirigido	11/04/2024	SATGM_VERANO	Vera	Mazarrón	117,97	10:34
Renaud de Stephanis	Nashira Moa	FB INTEMARES	Transecto dirigido	16/04/2024	SATGM_VERANO	Vera	Mazarrón	81,911	6:15
Renaud de Stephanis	Elsa	FB INTEMARES	Transecto dirigido	02/05/2024	SATGM_VERANO	Vera	Tarifa	67	10:28
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	17/06/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Barbate	52,078	4:18
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	18/06/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Estepona	63,979	4:53
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	21/06/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Estepona	172,198	11:35
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	22/06/2024	SATGM_VERANO	Alborán	Motril	171,722	13:29
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	23/06/2024	SATGM_VERANO	Alborán	Almerimar	158,029	12:14
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	24/06/2024	SATGM_VERANO	Alborán	Motril	120,542	9:47
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	25/06/2024	SATGM_VERANO	Alborán	Motril	169,102	11:09
Renaud de Stephanis	Kariam	FB INTEMARES	Transecto dirigido	13/07/2024	SATGM_VERANO	Vera	Mazarrón	59,044	5:31
Renaud de Stephanis	Elsa	FB INTEMARES	Transecto dirigido	13/07/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Tarifa	37,477	6:16
Renaud de Stephanis	Kariam	FB INTEMARES	Transecto dirigido	13/07/2024	SATGM_VERANO	Vera	La Azohía	83,57	5:31
Renaud de Stephanis	Sea Observer	FB INTEMARES	Transecto dirigido	14/07/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Tarifa	47,676	3:53
Renaud de Stephanis	ELSA	FB INTEMARES	Transecto dirigido	25/07/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Algeciras	35,415	4:00
Renaud de Stephanis	Elsa	FB INTEMARES	Transecto dirigido	27/07/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Algeciras	29,967	3:26
Renaud de Stephanis	Sea Observer	FB INTEMARES	Transecto dirigido	30/07/2024	SATGM_VERANO	Estrecho	Tarifa	38,553	4:23

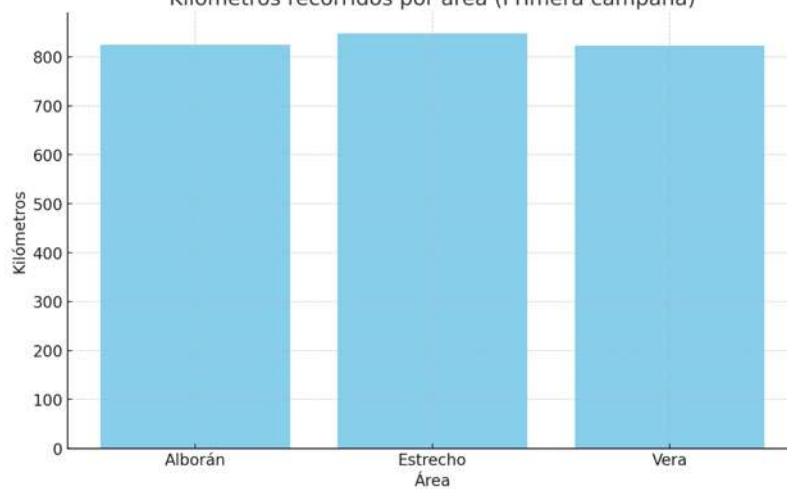
Distribución de Kilómetros Recorridos por Área (Primera Campaña - Verano)



Tiempo de navegación por área (Primera campaña)



Kilómetros recorridos por área (Primera campaña)



3.2.2 Segunda campaña

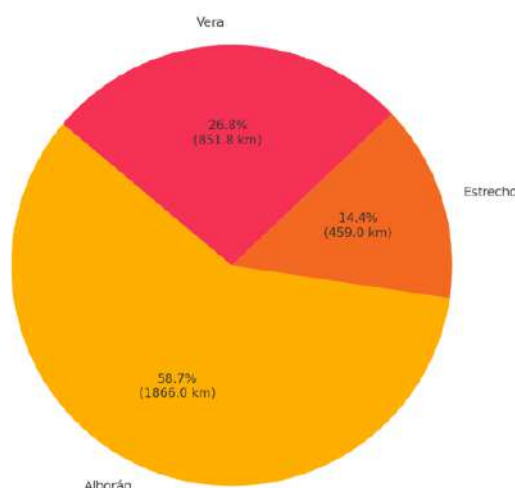
Campaña de verano-Otoño (SATGM_OTONIO)

- **Fechas:** Del 01/09/2024 al 23/12/2024.
- **Salidas:** 32 salidas realizadas.
- **Distancia total:** 3171.22 km recorridos.
- **Tiempo total de navegación:** 273:25 horas.

Distribución por Áreas:

- **Alborán:** Se llevaron a cabo **16 salidas**, recorriendo **1802.30 km** con **134:30 horas** de navegación. Las embarcaciones **Osprey** y **Getari** lideraron las actividades en esta área.
- **Estrecho de Gibraltar:** Hubo **6 salidas**, cubriendo **446.75 km** y acumulando **47:15 horas** de navegación. Las embarcaciones **Sea Observer** y **Elsa** se destacaron en esta área.
- **Vera:** Se realizaron **8 salidas**, cubriendo **922.17 km** en **91:40 horas** de navegación. **Osprey** fue la embarcación predominante en esta zona.

Distribución de Kilómetros Recorridos por Área (Segunda Campaña - Otoño)



Jefe de campaña	Embarcacion	Proyecto	Tipo salida	Día	Sub Proyecto	Área	Puerto de salida	Km	Tiempo de navegación
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	04/10/2024	SATGM_OTONIO	Vera	Mazarrón	94,672	07:00
Renaud de Stephanis	Getari	FB INTEMARES	Transecto dirigido	05/10/2024	SATGM_OTONIO	Vera	Mazarrón	141,26	10:00
Renaud de Stephanis	Elsa	FB INTEMARES	Transecto dirigido	06/10/2024	SATGM_OTONIO	Estrecho	Barbate	70,424	7:25:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	14/10/2024	SATGM_OTONIO	Estrecho	Barbate	68,617	5:45:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	15/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	La Línea	101,551	8:28:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	16/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Fuengirola	4,537	1:20:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	17/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Fuengirola	44,85	10:15:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	18/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Fuengirola	124,814	10:47:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	19/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Motril	112,486	9:49:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	20/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Motril	72,911	10:24:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	21/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Motril	103,887	9:30:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	22/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Motril	107,299	9:12:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	23/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Motril	97,89	8:10:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	24/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Almerimar	132,745	12:44:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	25/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Almerimar	102,554	11:05:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	27/10/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Almerimar	69,094	5:30:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	30/10/2024	SATGM_OTONIO	Vera	San José	101,88	9:48:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	31/10/2024	SATGM_OTONIO	Vera	Garrucha	113,797	9:39:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	01/11/2024	SATGM_OTONIO	Vera	Garrucha	104,533	9:20:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	02/11/2024	SATGM_OTONIO	Vera	Garrucha	142,688	10:52:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	04/11/2024	SATGM_OTONIO	Vera	San José	69,755	6:34:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	05/11/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Almerimar	87,446	9:24:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	06/11/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Almerimar	169,774	11:47:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	08/11/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Fuengirola	139,541	11:35:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	09/11/2024	SATGM_OTONIO	Estrecho	Estepona	94,636	8:13:00
Renaud de Stephanis	Sea Observer	FB INTEMARES	Transecto dirigido	10/11/2024	SATGM_OTONIO	Estrecho	La Línea	85,816	1:58:00
Renaud de Stephanis	Sea Observer	FB INTEMARES	Transecto dirigido	13/11/2024	SATGM_OTONIO	Estrecho	Tarifa	30,423	0:59:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	25/11/2024	SATGM_OTONIO	Estrecho	La Línea	109,054	9:36:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	26/11/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Fuengirola	110,679	9:46:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	27/11/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Motril	144,81	12:13:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	28/11/2024	SATGM_OTONIO	Vera	Almerimar	83,215	8:57:00
Renaud de Stephanis	Osprey	FB INTEMARES	Transecto dirigido	29/11/2024	SATGM_OTONIO	Alborán	Motril	139,011	11:21:00



3.3 Avistamientos obtenidos

3.3.1 Avistamientos durante todo el proyecto

El presente análisis combina los datos recopilados durante las campañas de **invierno-primavera y verano-otoño**, proporcionando una visión integral de los avistamientos realizados en el marco del proyecto centrado en los **calderones comunes** (*Globicephala melas*). Este resumen abarca tres zonas principales de estudio: **Alborán-Isla de Alborán**, **Estrecho-Estepona**, y **Vera**, destacando la variabilidad en la distribución y frecuencia de las especies observadas a lo largo del año. El total de avistamientos de la especie ha sido de 49.

Resumen General de los Datos:

- **Zona de Alborán-Isla de Alborán:** En esta área se registraron **17 avistamientos** de **calderones comunes** (*Globicephala melas*), con un tamaño promedio de grupo de **24 individuos** y un rango de **1 a 150 individuos**. Aunque no es la especie más observada, su presencia es consistente, reafirmando la importancia de esta zona para la especie objetivo del proyecto. El área de Alborán se caracteriza por una alta biodiversidad, dominada por los **delfines comunes** (*Delphinus delphis*), con **92 avistamientos**, y los **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **37 avistamientos**).

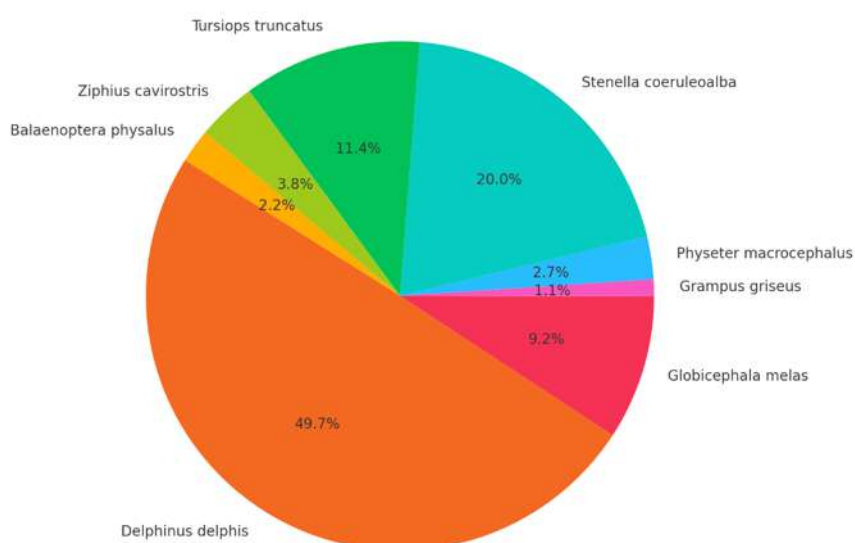
Estas especies presentaron tamaños de grupo significativos, alcanzando hasta **500** y **250 individuos**, respectivamente. También se observaron otras especies, como *Ziphius cavirostris* y *Grampus griseus*, que contribuyen a la riqueza marina de la zona.

- **Zona del Estrecho-Estepona:** El Estrecho destacó como la zona más relevante para los **calderones comunes**, con **31 avistamientos** y un tamaño promedio de **19 individuos**, alcanzando hasta **150 individuos** por grupo. Esta frecuencia reafirma la relevancia del Estrecho como un hábitat clave para la especie objetivo. Los **delfines comunes** también fueron predominantes en esta área, con **40 avistamientos** y grupos que llegaron hasta **500 individuos**. Además, especies como los **cachalotes** (*Physeter macrocephalus*, **22 avistamientos**) y los **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **8 avistamientos**) reflejan una biodiversidad considerable. Un registro notable fue el de una **ballena jorobada** (*Megaptera novaeangliae*), subrayando la singularidad de esta zona.
- **Zona de Vera:** En Vera, la actividad de los **calderones comunes** fue muy reducida, con **1 solo avistamiento** de **25 individuos**, lo que sugiere que esta zona no es una prioridad para la especie durante el año 2024. Este contraste es significativo en comparación con otros años. La mayoría de los avistamientos en Vera correspondieron a **delfines comunes** (*Delphinus delphis*, **11 avistamientos**) y **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **8 avistamientos**), con tamaños de grupo destacados. La presencia ocasional de **cachalotes** (*Physeter macrocephalus*, **2 avistamientos**) y la **tortuga boba** (*Caretta caretta*, **2 registros**) contribuyen a la diversidad marina en esta zona.

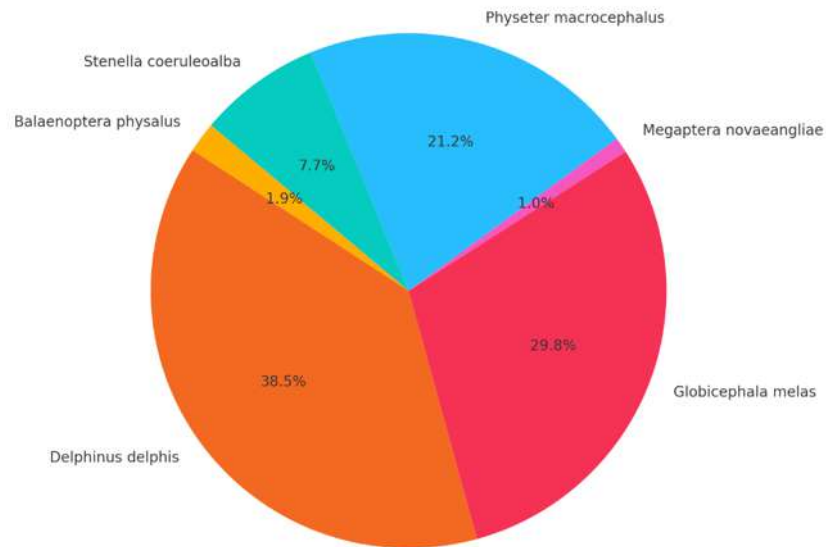
Este análisis anual confirma que el **Estrecho-Estepona** es un hábitat prioritario para los **calderones comunes**, con un mayor número de avistamientos y tamaños de grupo destacados. En **Alborán-Isla de Alborán**, aunque los calderones están presentes, dominan especies como los **delfines comunes** y los **delfines listados**, reflejando una alta biodiversidad. Por otro lado, **Vera** mostró una actividad limitada para los calderones, aunque sigue siendo relevante para otras especies.

Estas diferencias en la distribución subrayan la importancia de seguir estudiando los factores que influyen en los patrones espaciales de las especies marinas, como la disponibilidad de alimento, las condiciones oceanográficas, y la interacción con actividades humanas. Este resumen refuerza la necesidad de esfuerzos específicos de conservación para los **calderones comunes** y su hábitat.

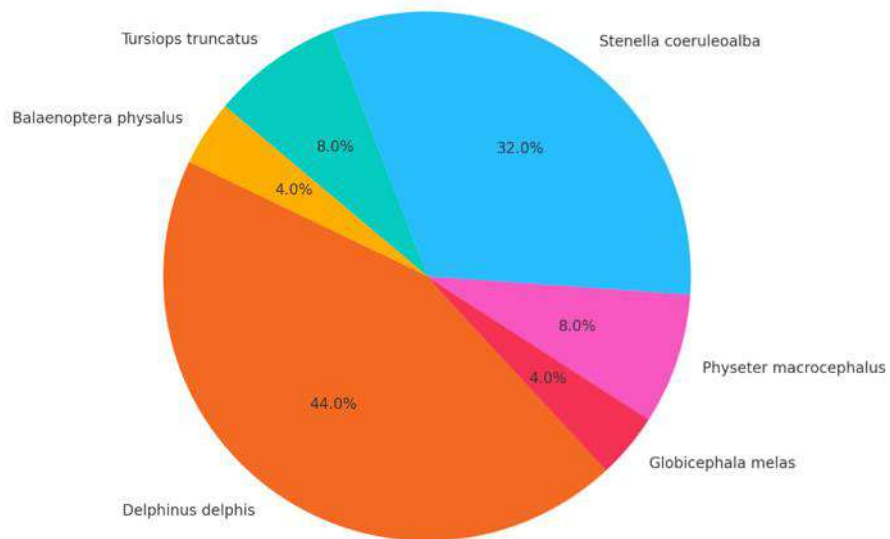
Distribución de Avistamientos por Especie en Alborán-Isla de Alborán (Enero-Diciembre)



Distribución de Avistamientos por Especie en Estrecho-Estepona (Enero-Diciembre)



Distribución de Avistamientos por Especie en Vera (Enero-Diciembre)



Enero a Diciembre	Avistamientos	Media tamaño	Min	Max
Alborán-Isla de Alborán				
Balaenoptera physalus	4	2	1	3
Delphinus delphis	92	48	1	500
Globicephala melas	17	24	1	150
Grampus griseus	2	8	8	8
Physeter macrocephalus	5	1	1	1
Stenella coeruleoalba	37	32	1	250
Tursiops truncatus	21	10	1	50
Ziphius cavirostris	7	3	1	4
Estrecho-Estepona				
Balaenoptera physalus	2	2	1	2
Delphinus delphis	40	57	3	500
Globicephala melas	31	19	1	150
Megaptera novaeangliae	1	1	1	1
Physeter macrocephalus	22	1	1	3
Stenella coeruleoalba	8	24	1	40
Tursiops truncatus	18	11	0	40
Vera				
Balaenoptera physalus	1	1	1	1
Delphinus delphis	11	49	1	150
Globicephala melas	1	25	25	25
Physeter macrocephalus	2	2	1	2
Stenella coeruleoalba	8	36	3	100
Tursiops truncatus	2	29	7	50

3.3.2 Primera campaña

En el marco del proyecto centrado en los **calderones comunes** (*Globicephala melas*), los datos recopilados durante la campaña de **primavera-verano** ofrecen una visión detallada sobre la distribución y frecuencia de los avistamientos según las zonas de estudio: **Alborán-Isla de Alborán**, **Estrecho-Estepona**, y **Vera**. Los registros destacan patrones específicos, con una presencia notable de los calderones en ciertas áreas y una diversidad interesante de otras especies acompañantes.

Resumen General de los Datos:

- **Zona de Alborán-Isla de Alborán:** En esta área, los avistamientos de **calderones comunes** no fueron registrados, lo que contrasta con la alta presencia de otras especies, como los **delfines comunes** (*Delphinus delphis*), con **24 avistamientos** y un tamaño promedio de **102 individuos**, alcanzando hasta **500 individuos** en un solo grupo. Otras especies destacadas incluyen los **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **16 avistamientos**) y los **delfines mulares** (*Tursiops truncatus*, **15 avistamientos**). La zona también presentó avistamientos ocasionales de especies menos frecuentes, como los **cachalotes** (*Physeter macrocephalus*) y los **zifidos** (*Ziphius cavirostris*), lo que subraya su biodiversidad marina.
- **Zona del Estrecho-Estepona:** En el Estrecho, se registraron **25 avistamientos de calderones comunes**, con un tamaño promedio de **17 individuos**, alcanzando hasta **60 individuos** por grupo. Esta área mostró una actividad considerable para la especie objetivo del proyecto, consolidándose como un punto importante dentro de su rango de distribución. Además, los **delfines comunes** dominaron la zona, con **33 avistamientos** y grupos de hasta **500 individuos**,

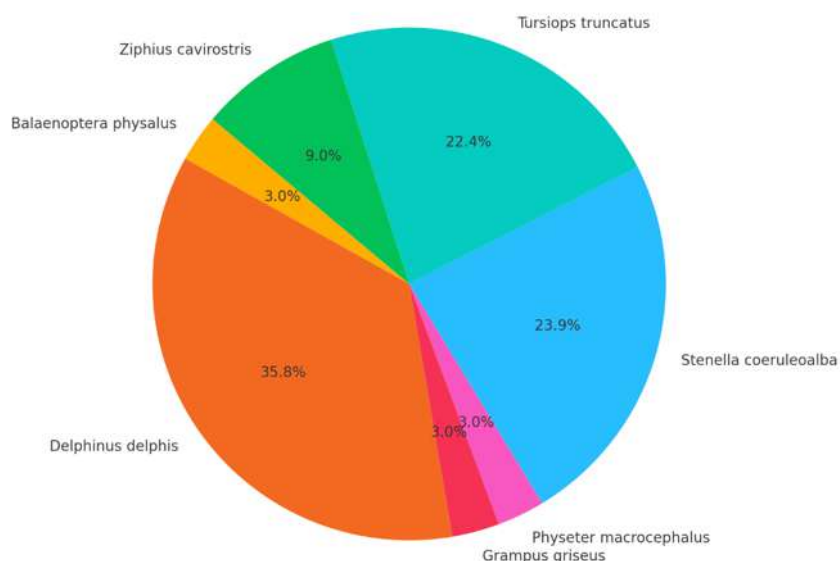
mientras que los **delfines mulares** (*Tursiops truncatus*, **16 avistamientos**) y los **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **6 avistamientos**) también estuvieron presentes. Los avistamientos de cachalotes fueron frecuentes, con **22 registros**, aunque en tamaños de grupo muy reducidos.

- **Zona de Vera:** Vera mostró una menor actividad general, aunque los **calderones comunes** estuvieron presentes con **1 avistamiento de 25 individuos**. La baja frecuencia en esta zona sugiere que podría no ser un área prioritaria para la especie durante esta época del año. Entre las especies más frecuentes en Vera destacaron los **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **7 avistamientos**) y los **delfines comunes** (*Delphinus delphis*, **3 avistamientos**). También se observó la presencia de la **tortuga boba** (*Caretta caretta*), con **2 registros**, reflejando la diversidad de especies que habitan esta zona.

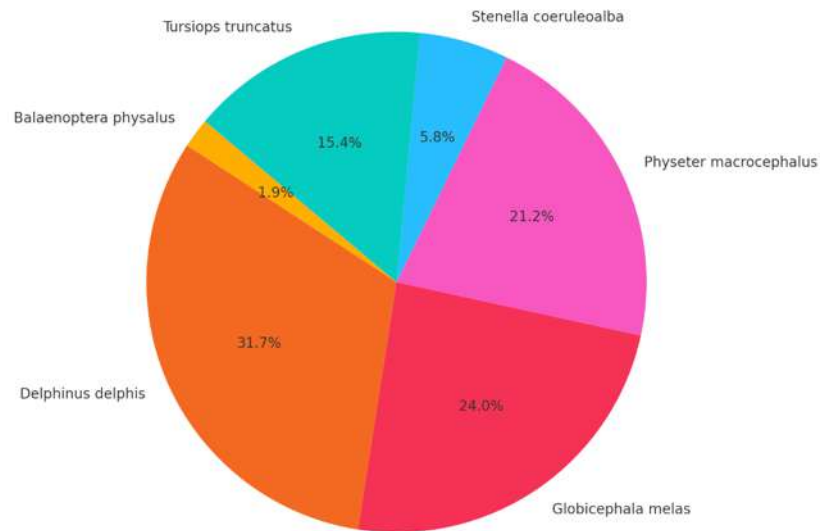
Los datos de la campaña de invierno-primavera refuerzan la importancia del **Estrecho-Estepona** como una zona clave para los **calderones comunes**, con un alto número de avistamientos y tamaños de grupo significativos. En contraste, la **zona de Alborán-Isla de Alborán** mostró una ausencia notable de esta especie, aunque destaca por su alta biodiversidad marina. Por otro lado, **Vera** presenta una baja actividad para los calderones, con registros ocasionales que sugieren un uso marginal de esta área por parte de la especie objetivo.

Estos resultados subrayan la necesidad de investigar más a fondo los factores que influyen en la distribución espacial de los calderones comunes, como la disponibilidad de presas, las condiciones oceanográficas, y las interacciones con otras especies. Las tres zonas estudiadas presentan dinámicas particulares que enriquecen la comprensión de los ecosistemas marinos en el contexto del proyecto.

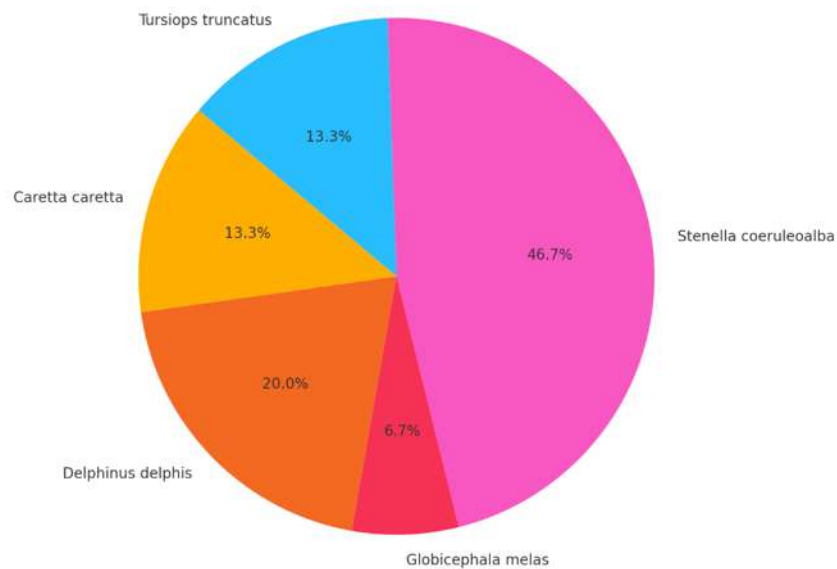
Distribución de Avistamientos por Especie en Alborán-Isla de Alborán (Primavera-Verano)



Distribución de Avistamientos por Especie en Estrecho-Estepona (Primavera-Verano)



Distribución de Avistamientos por Especie en Vera (Primavera-Verano)



Primavera verano	Avistamientos	Media tamaño	Min	Max
Alborán-Isla de Alborán				
Balaenoptera physalus	2	3	3	3
Delphinus delphis	24	102	2	500
Grampus griseus	2	8	8	8
Physeter macrocephalus	2	1	1	1
Stenella coeruleoalba	16	20	3	60
Tursiops truncatus	15	7	1	16
Ziphius cavirostris	6	3	1	4
Estrecho-Estepona				
Balaenoptera physalus	2	2	1	2
Delphinus delphis	33	55	5	500
Globicephala melas	25	17	1	60
Physeter macrocephalus	22	1	1	3
Stenella coeruleoalba	6	25	1	40
Tursiops truncatus	16	9	0	40
Vera	15	27	1	100
Caretta caretta	2	1	1	1
Delphinus delphis	3	14	1	40
Globicephala melas	1	25	25	25
Stenella coeruleoalba	7	40	3	100
Tursiops truncatus	2	29	7	50

3.3.3 Segunda Campaña

En el marco del proyecto centrado en los **calderones comunes** (*Globicephala melas*), los datos recopilados durante la campaña de otoño evidencian diferencias significativas en la distribución de esta especie según las zonas estudiadas: **Alborán-Isla de Alborán**, **Estrecho-Estepona**, y **Vera**. Mientras que en algunas áreas su presencia es destacada, en otras no se registraron avistamientos, lo que resalta patrones de distribución que requieren mayor atención y análisis.

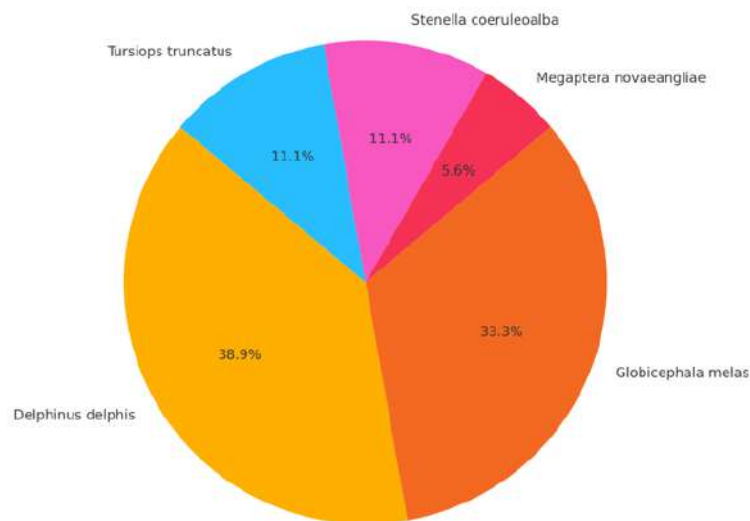
Resumen General de los Datos:

- **Zona de Alborán-Isla de Alborán:** Alborán se consolidó como una de las áreas más importantes para los **calderones comunes**, con **17 avistamientos** registrados. Los grupos presentaron un tamaño promedio de **24 individuos**, alcanzando hasta **150 individuos** en algunos casos. Este nivel de actividad subraya la relevancia de esta zona como hábitat clave para la especie durante el otoño. Además, otras especies como los **delfines comunes** (*Delphinus delphis*, **68 avistamientos**) y los **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **21 avistamientos**) también tuvieron una alta presencia, evidenciando la biodiversidad de la zona.
- **Zona del Estrecho-Estepona:** En el Estrecho, los avistamientos de **calderones comunes** fueron más escasos, con **6 registros**, lo que establece una marcada diferencia con respecto al periodo anterior. Los tamaños de grupo oscilaron entre **1 y 150 individuos**, con un promedio de **28 individuos** por avistamiento. Aunque esta área mostró una menor actividad para los calderones, sigue siendo significativa en términos de biodiversidad marina. Especies como los **delfines comunes** (*Delphinus delphis*, **7 avistamientos**) y los **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **2 avistamientos**) estuvieron presentes, además de un avistamiento notable de una **ballena jorobada** (*Megaptera novaeangliae*).
- **Zona de Vera:** En Vera no se registraron avistamientos de **calderones comunes**, lo que contrasta fuertemente con las otras áreas estudiadas. Esto podría sugerir que esta zona no constituye un

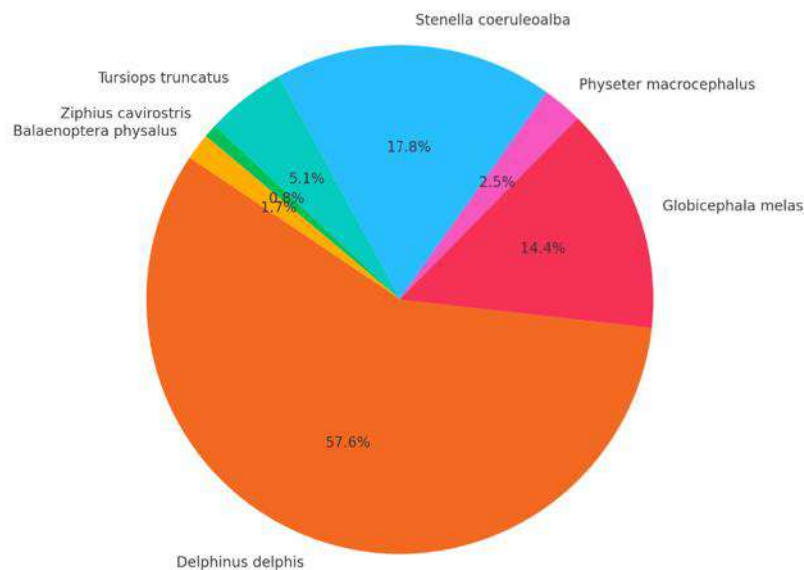
hábitat prioritario para la especie en este periodo, posiblemente debido a factores ambientales, ecológicos o a la dinámica de sus movimientos. Sin embargo, otras especies, como los **delfines comunes** (*Delphinus delphis*, **8 avistamientos**) y los **delfines listados** (*Stenella coeruleoalba*, **1 avistamiento**), sí estuvieron presentes, destacando la importancia de esta zona para otros cetáceos.

Los resultados confirman una marcada preferencia de los **calderones comunes** por la zona de **Alborán-Isla de Alborán**, donde su actividad es significativamente mayor en comparación con otras áreas. La falta de registros en **Vera** refuerza la idea de que esta zona no forma parte del rango preferido de hábitat de la especie durante el otoño, en contraste con la actividad intermedia observada en el **Estrecho-Estepona**. Esta distribución desigual resalta la importancia de estudiar más a fondo los factores que influyen en la selección de hábitat, como la disponibilidad de alimento, las condiciones oceanográficas o la interacción con actividades humanas. La información obtenida permitirá ajustar estrategias de conservación que garanticen la protección de los **calderones comunes** y su entorno.

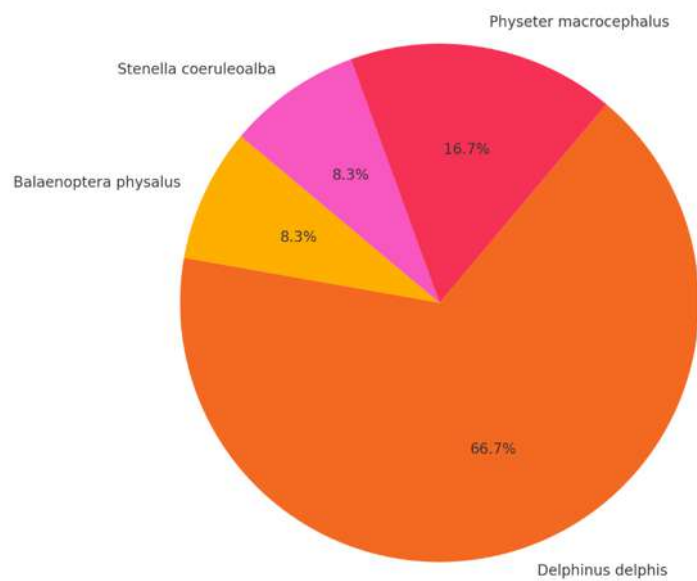
Distribución de Avistamientos por Especie en Estrecho-Estepona



Distribución de Avistamientos por Especie en Alborán-Isla de Alborán



Distribución de Avistamientos por Especie en Vera



Otoño	Avistamientos	Media tamaño	Min	Max
Alborán-Isla de Alborán				
Balaenoptera physalus	2	1	1	1
Delphinus delphis	68	29	1	150
Globicephala melas	17	24	1	150
Physeter macrocephalus	3	1	1	1
Stenella coeruleoalba	21	42	1	250
Tursiops truncatus	6	19	2	50
Ziphius cavirostris	1	2	2	2
Estrecho-Estepona				
Delphinus delphis	7	65	3	350
Globicephala melas	6	28	1	150
Megaptera novaeangliae	1	1	1	1
Stenella coeruleoalba	2	19	12	25
Tursiops truncatus	2	27	13	40
Vera				
Balaenoptera physalus	1	1	1	1
Delphinus delphis	8	62	1	150
Physeter macrocephalus	2	2	1	2
Stenella coeruleoalba	1	5	5	5

3.4 Muestreos de actividades humanas que pueden generar impactos

Durante el período de estudio, se llevaron a cabo un total de **1893 muestreos**, distribuidos entre las dos mitades del año (enero-junio y julio-diciembre). Estos muestreos abarcaron un amplio rango de tipos de embarcaciones observadas en la zona de interés.

En cuanto a los tipos de barcos avistados, destacan los **cargueros** como el tipo de embarcación más frecuente, seguidos por las **embarcaciones a motor** y las **embarcaciones a vela**. También se registraron avistamientos significativos de **barcos turísticos de whale watching** y **embarcaciones de pesca**. Aunque estos últimos presentan un volumen menor en comparación con los cargueros, su presencia sigue siendo relevante en la zona.

Otros tipos de embarcaciones menos frecuentes, como los **arrastreros**, **ferries** y **barcos militares**, también se contabilizaron en los muestreos, proporcionando una visión completa de la actividad marítima en la región. Cabe destacar que la distribución de estos tipos de embarcaciones varía entre los dos semestres del año, reflejando las posibles fluctuaciones estacionales en el tráfico marítimo habitual (comercial y transporte) y las actividades económicas más relacionadas con el turismo.

Este análisis permite una comprensión detallada de la dinámica de las embarcaciones en la zona de estudio, contribuyendo a una mejor planificación y gestión de las actividades marítimas para minimizar posibles impactos en la biodiversidad local.

Tipo de embarcación	Jan-Jun	Jul-Dec	Total
Cargo ship (C): Carguero	2166	1527	3693
Tanker or gas (T): Buque transportador de gasoil o gas	51	37	88
Military (M): Embarcación militar	2	3	5
Ferry (F): Ferri	117	61	178
Ferry (Ff): Fast Ferri	70	109	179
Motor boat (Mb): embarcación a motor	555	317	872
Sailingboat (Sb): embarcación a vela	1114	359	1473
Whale-watching boat (Ww)	45	43	88
Fishing boat sailing (Fb): embarcación de pesca navegando	80	67	147
Trawler (Tr): Arrastrero	653	189	842
Long-liner (Ll): Palangre	11	0	11
Gill net (Gn): Redes de enmalle	0	0	0
Sport fishing boat (Sf): Pesquero recreativo	115	95	210
Purse seiner (Ps): Cerquero	4	0	4
Vasc fishing boat (Vb): Pesquero vasco o patera	24	0	24
Tuna boat (Tb): Atunero	2	0	2
Trap nets boat (Tn):	0	0	0
Clam fishing boat (Cb): Pesquero de almejas	0	0	0
Guardia Civil (Gc): Patrulleras	2	6	8
Boyas (B): boyas flotantes (en el Golfo de cadiz)	0	0	0
Unidentified boat (Ub): embarcación no identificada	8	1	9
Ship (S): Barco	6	3	9
Gear (G): Aparejos de pesca	9	51	60

Cargueros (Cargo ship, C): Constituyen el tipo de embarcación más frecuente, reflejando el intenso tráfico comercial en la región.

Buques tanque o gaseros (Tanker or gas, T): Especializados en el transporte de líquidos o gases, aunque en menor cantidad respecto a los cargueros.

Embarcaciones militares (Militar, M): Incluyen patrulleras y otros barcos destinados a actividades de defensa o vigilancia.

Ferries (F) y Fast ferries (Ff): Utilizados para el transporte de pasajeros y vehículos, especialmente en rutas regulares.

Embarcaciones a motor (Motor boat, Mb): Pequeñas embarcaciones de recreo o transporte personal.

Embarcaciones a vela (Sailing boat, Sb): Amplia presencia de barcos de recreo, con actividad significativa durante los meses de verano.

Barcos de observación de cetáceos (Whale-watching boat, Ww): Representan el turismo marítimo especializado en el avistamiento de fauna.

Embarcaciones de pesca (Fishing boat sailing, Fb): Barcos dedicados a la pesca activa o desplazándose hacia las áreas de captura.

Arrastreros (Trawler, Tr): Embarcaciones de pesca industrial que emplean redes de arrastre.

Atuneros (Tuna boat, Tb): Específicamente orientados a la captura de túnidos.

Pesqueros de almejas (Clam fishing boat, Cb): Limitados en número, pero presentes en algunos muestreos.

Pesqueros vascos o pateras (Vasc fishing boat, Vb): De menor escala, probablemente asociados a actividades locales.

Instalaciones de acuicultura y almadrabas (Aquaculture, Aq): Aunque no son barcos en sentido estricto, se incluyeron como elementos fijos en la zona.

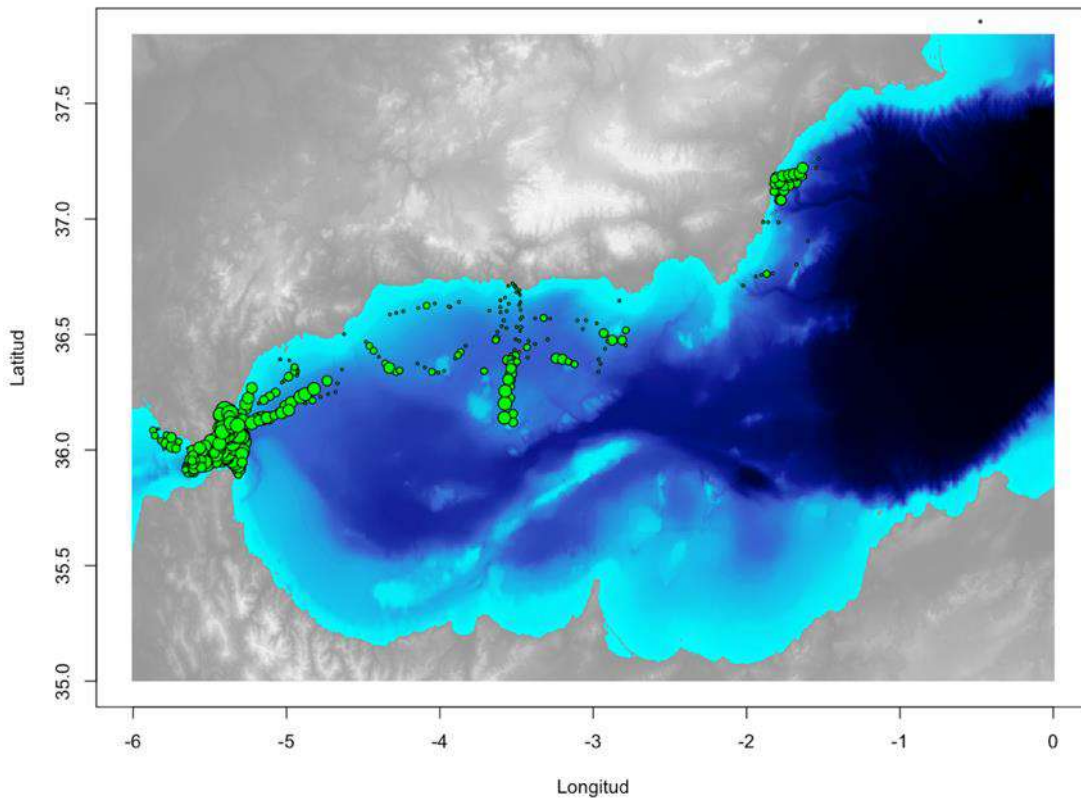
Boyas flotantes (Boyas, B): Destacadas en el Golfo de Cádiz como parte de la actividad marítima.

Barcos no identificados (Unidentified boat, Ub): Aquellos que no pudieron ser clasificados con certeza.

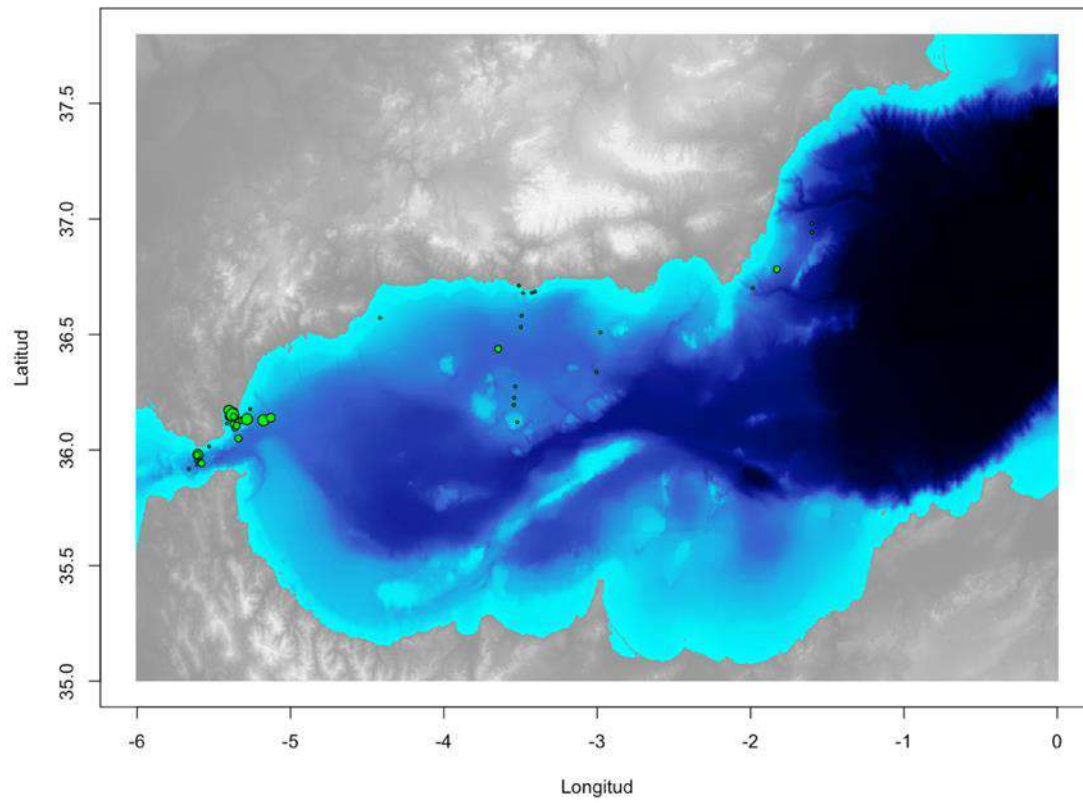
Aparejos de pesca (Gear, G): Incluyen estructuras visibles en el agua relacionadas con la actividad pesquera.

A continuación, los mapas presentan la distribución espacial y temporal, durante todo el periodo de estudio, de estos tipos de barcos, ofreciendo una visión integral del tráfico marítimo y su posible interacción con los ecosistemas marinos de la región. Las conclusiones derivadas del estudio de estas embarcaciones y sus posibles impactos sobre la especie objetivo de los trabajos se recogerán en el informe final de actuaciones de este contrato.

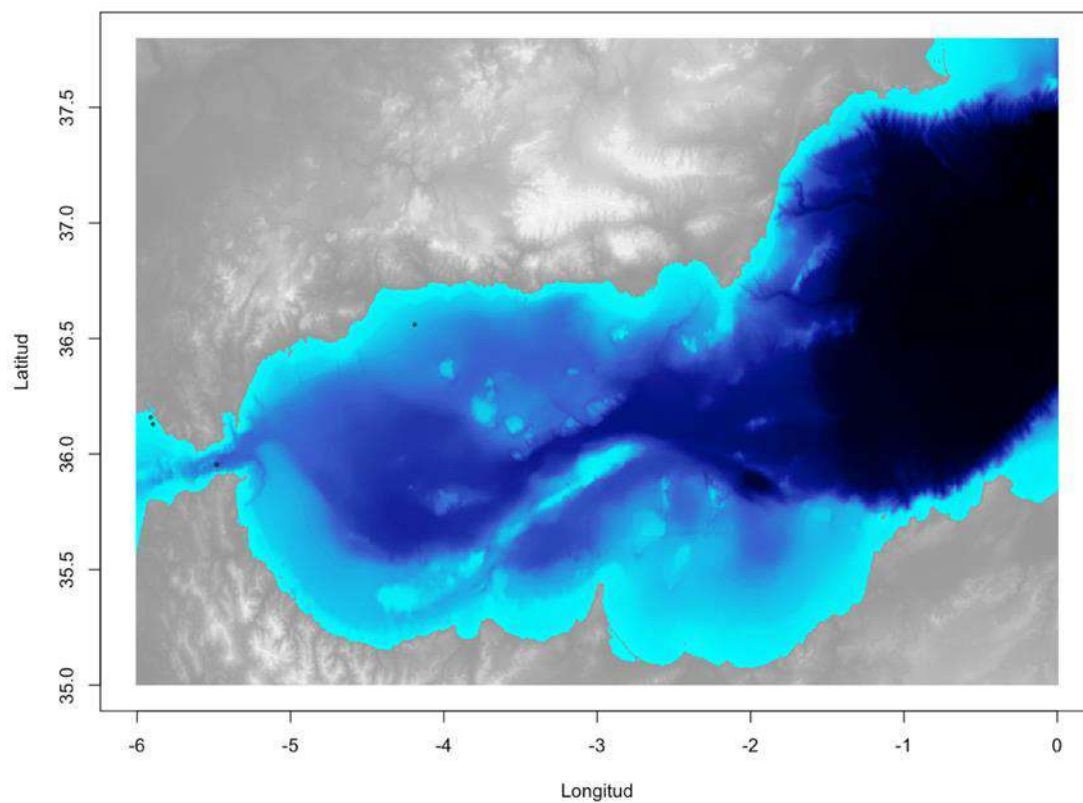
Mapa de: 1.Cargo ship (C): Carguero



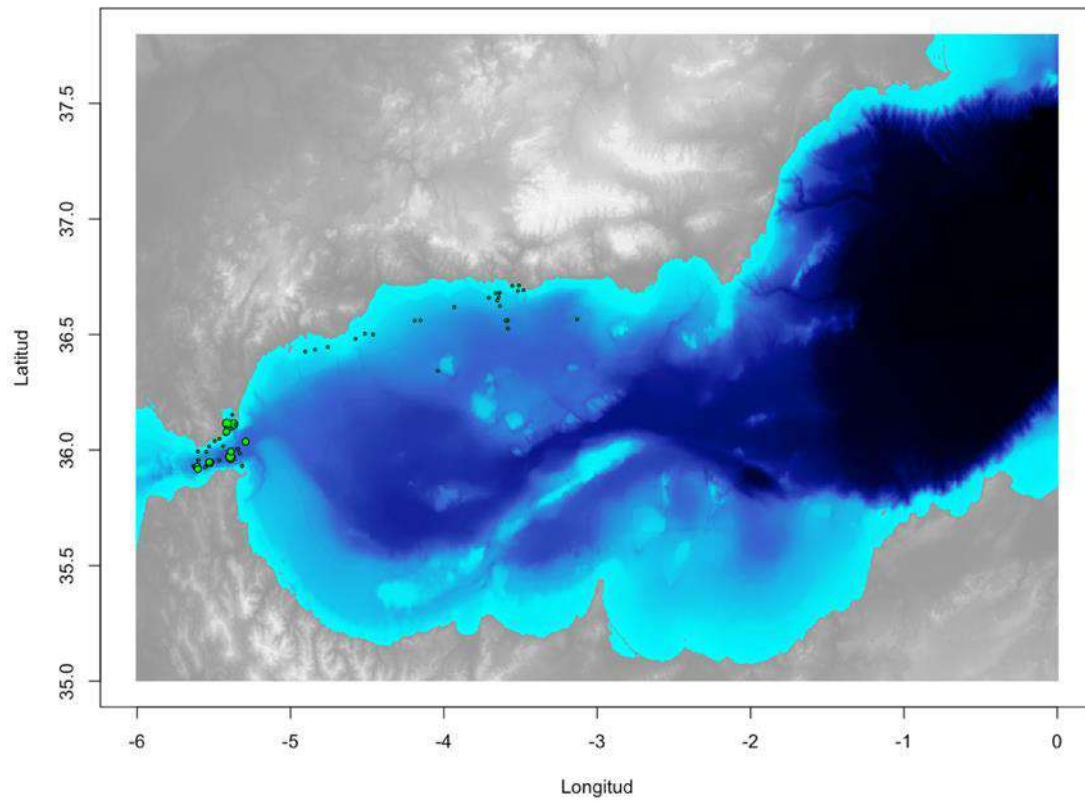
Mapa de: 2.Tankeror gas (T): Buque tranportador de gasoil o gas



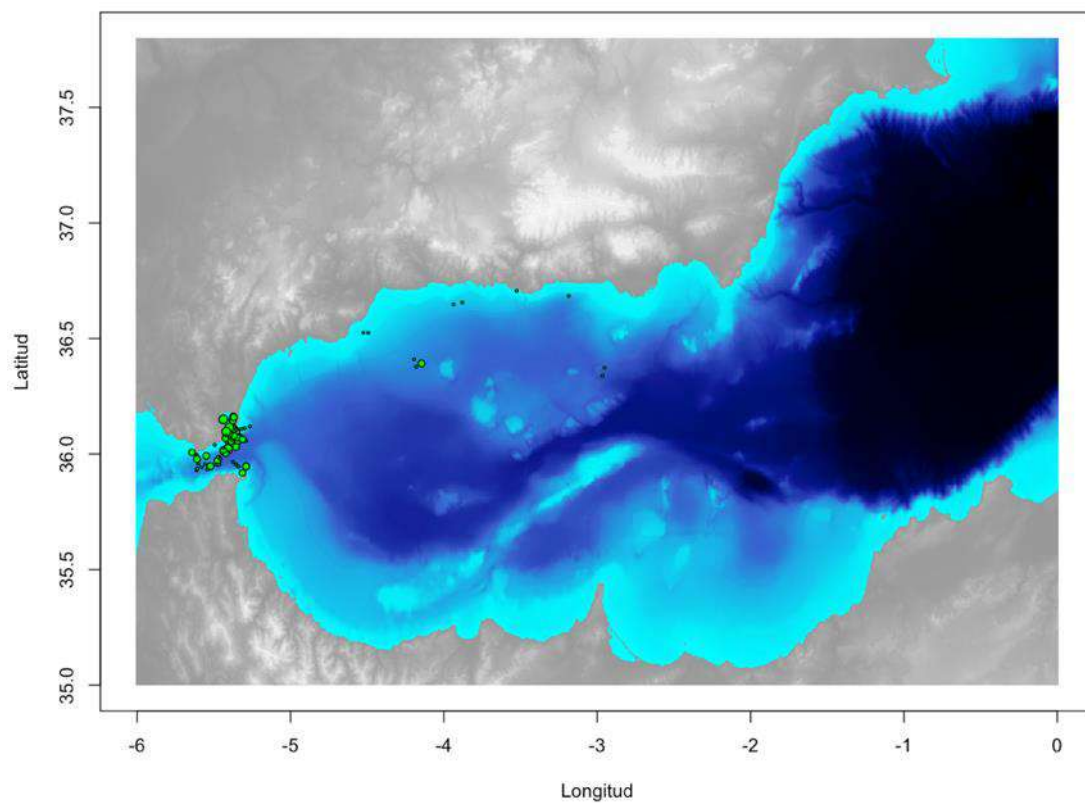
Mapa de: 3.Militar (M): Embarcación militar



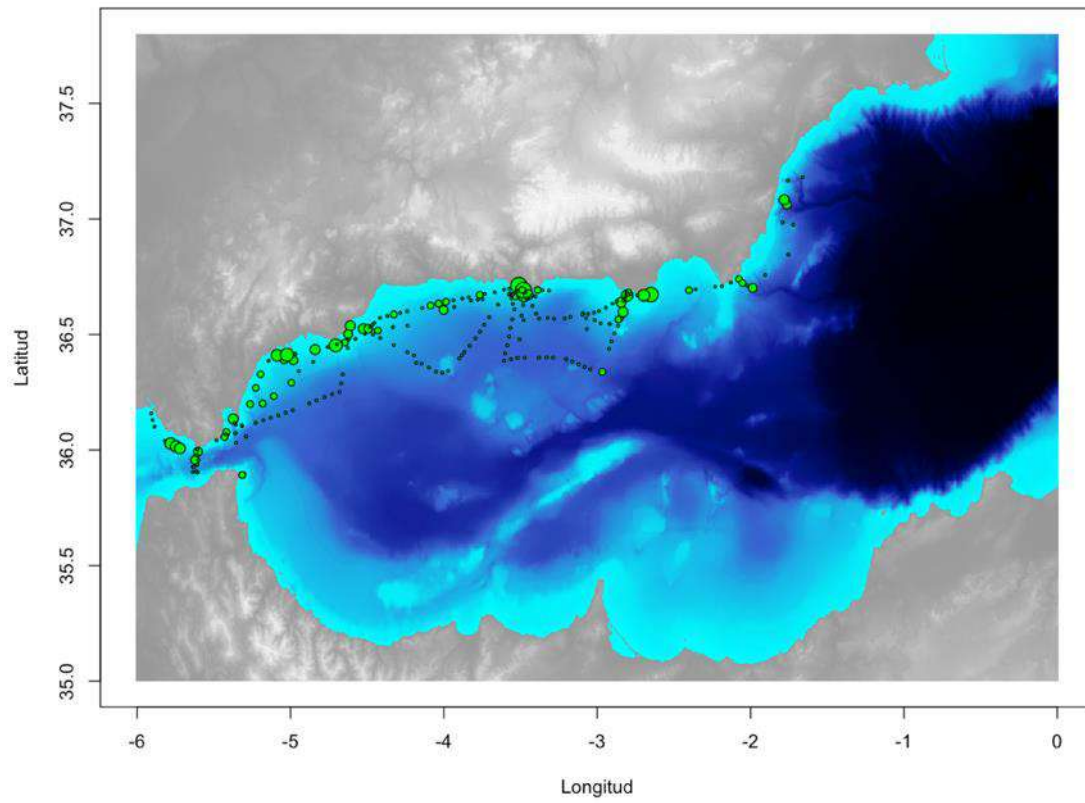
Mapa de: 4.Ferry (F): Ferri



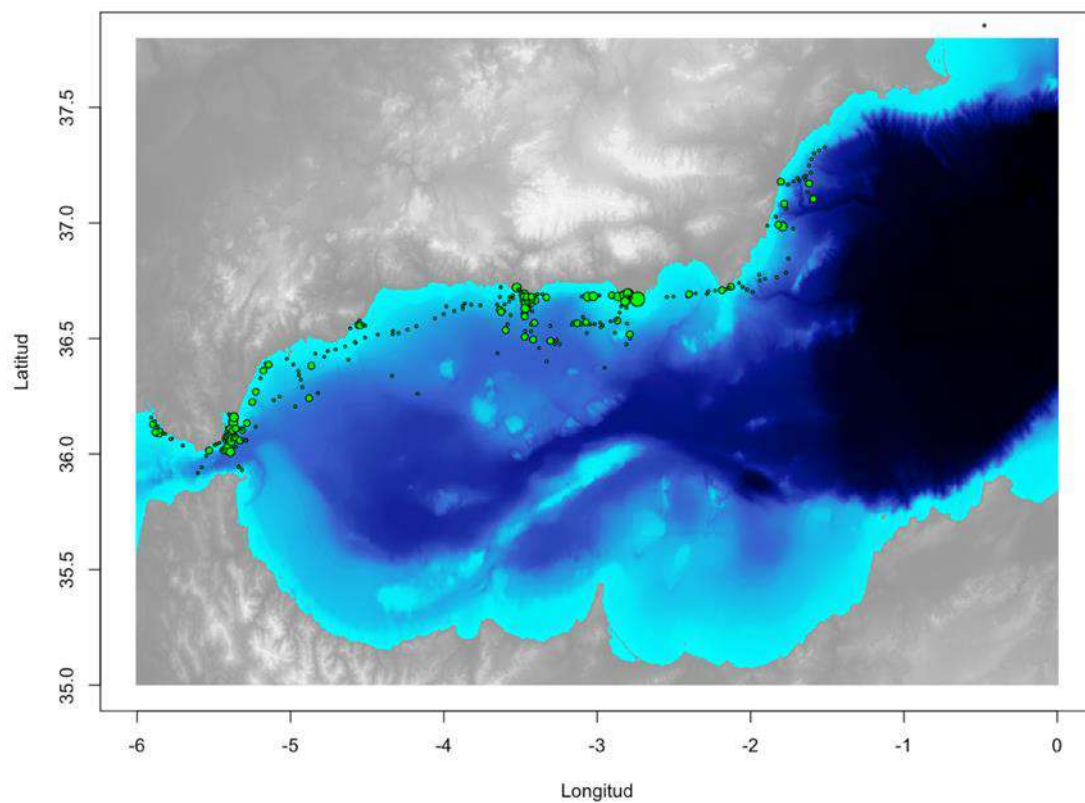
Mapa de: 4.Ferry (Ff): Fast Ferri



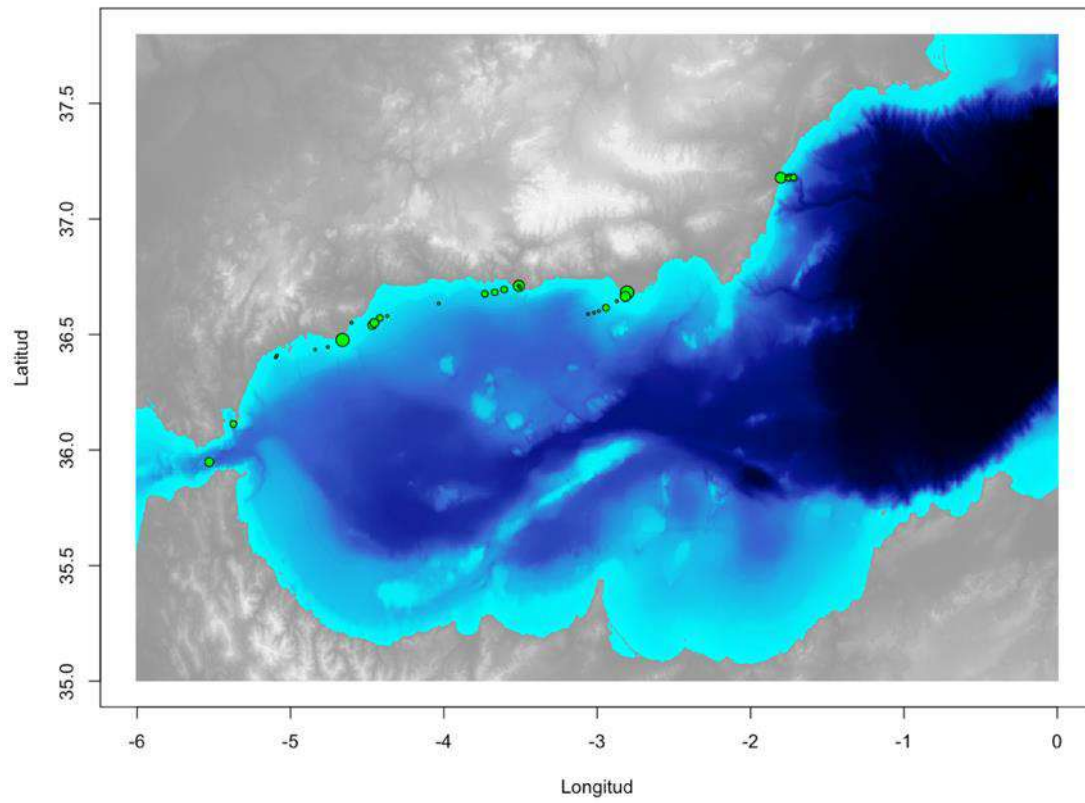
Mapa de: 6.Motor boat (Mb): Embarcación a motor



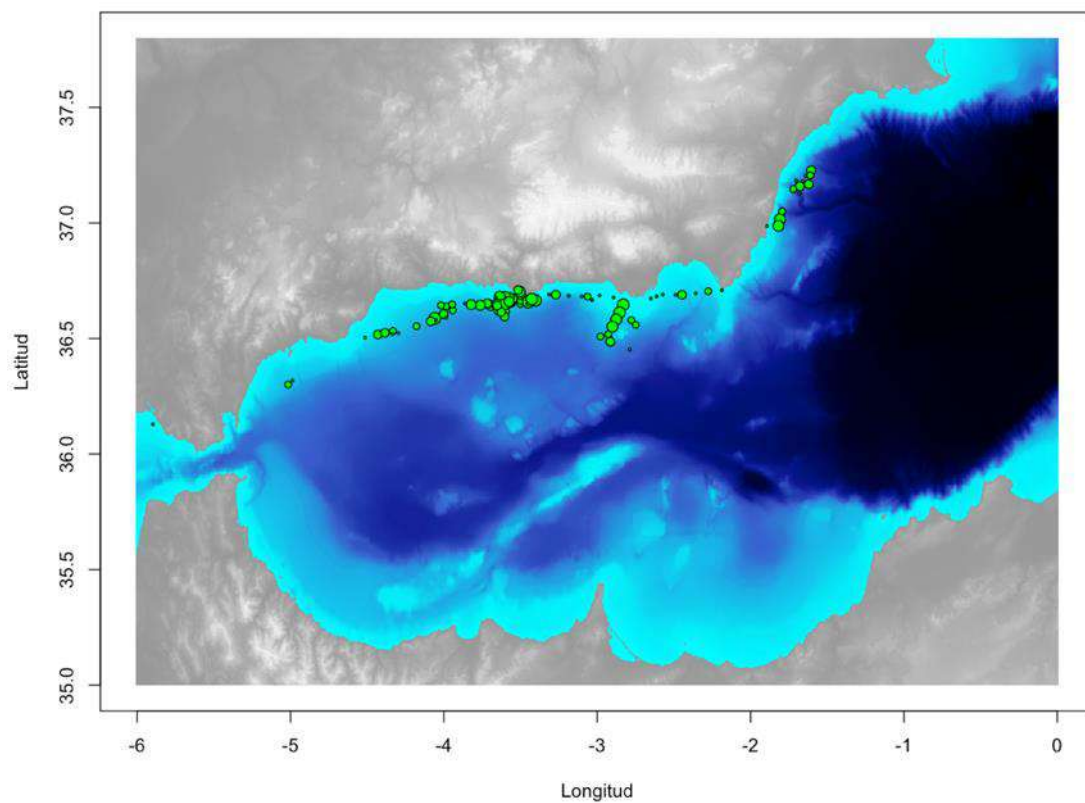
Mapa de: 7.Sailingboat (Sb): Embarcación a vela



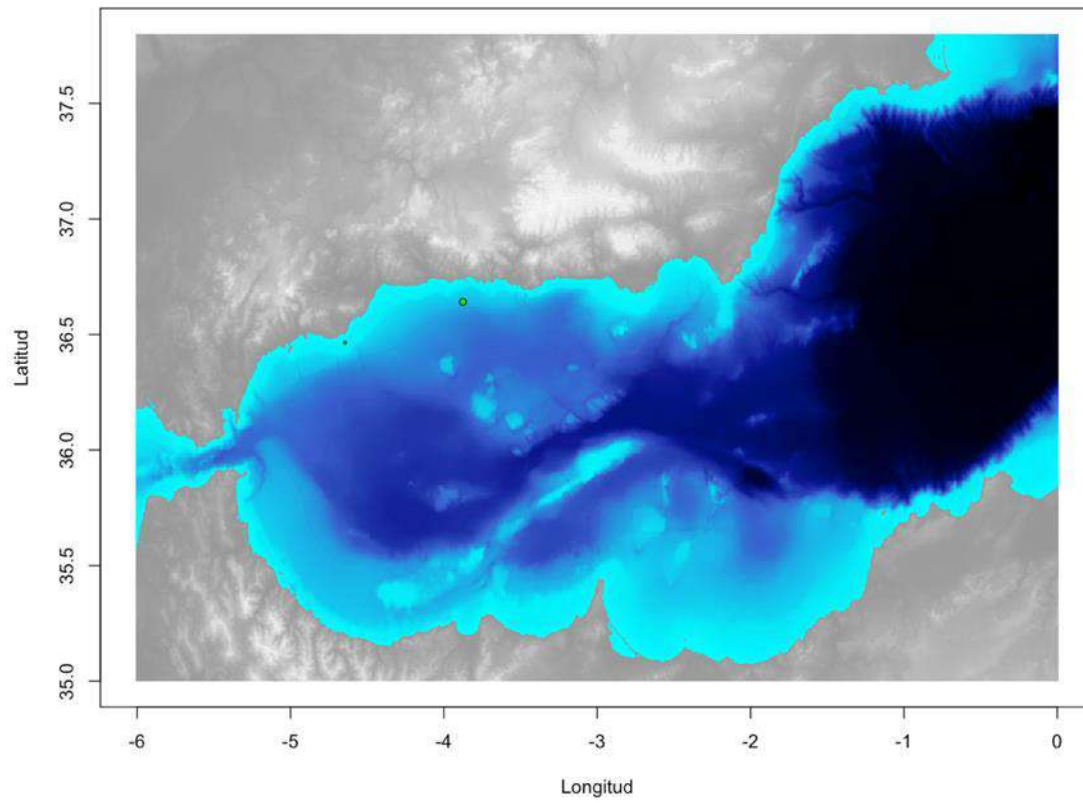
Mapa de: 9.Fishing boat sailing (Fb): Embarcación de pesca navegando



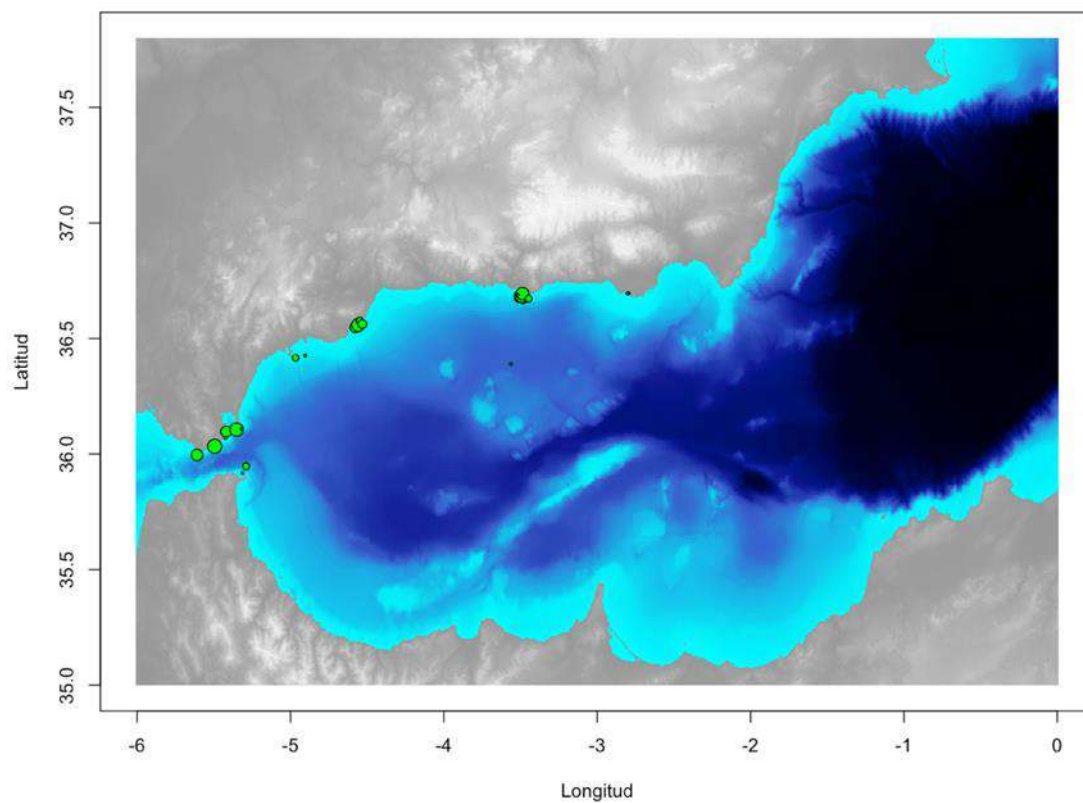
Mapa de: 10.Trawler (Tr): Arrastrero



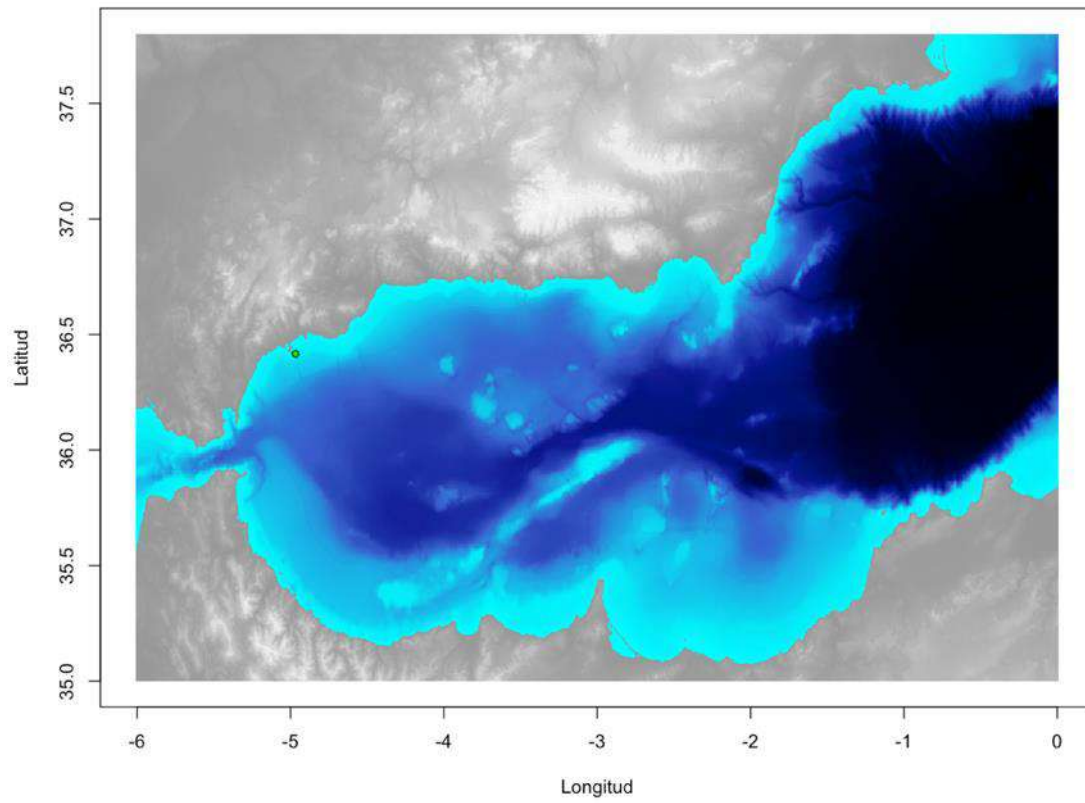
Mapa de: 11.Long-liner (LI): Palangre



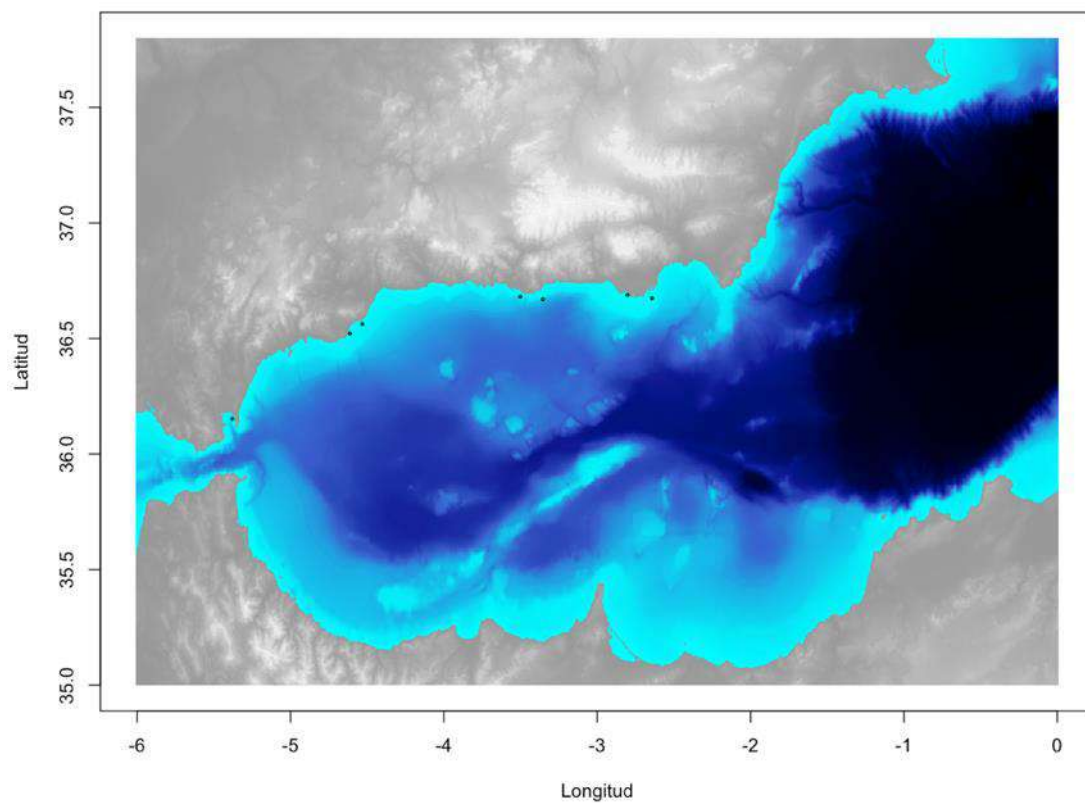
Mapa de: 13.Sport fishing boat (Sf): Pesquero recreativo



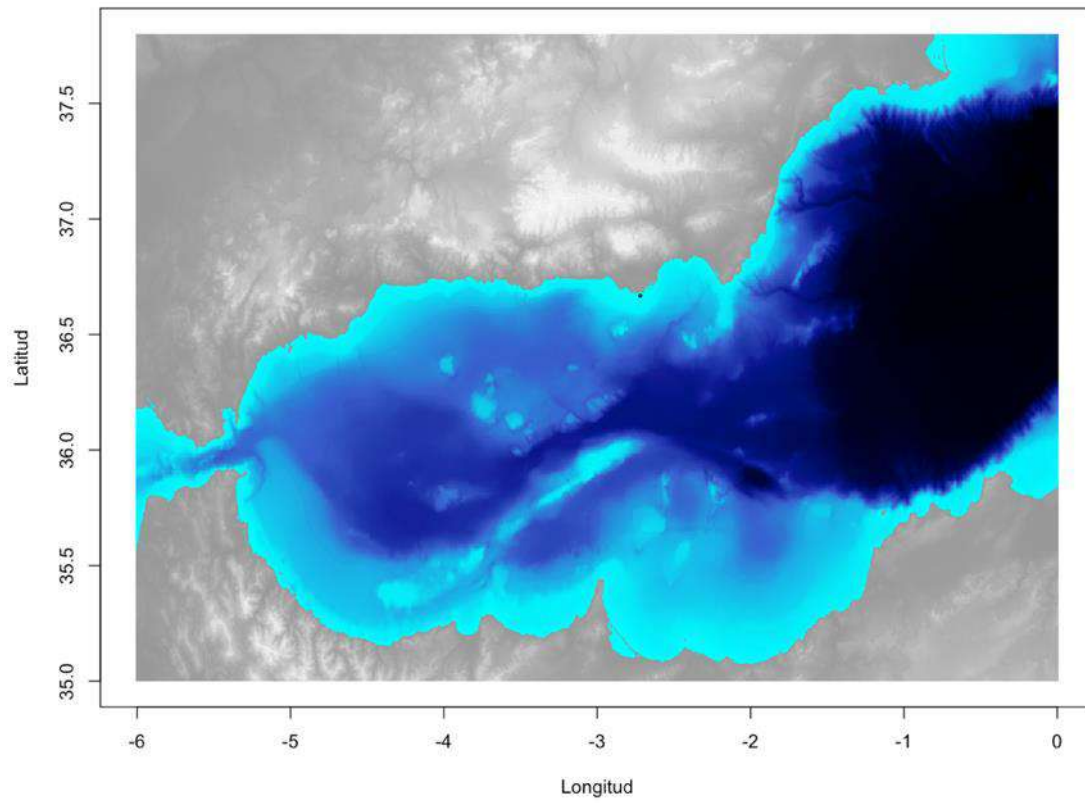
Mapa de: 14.Purse seiner (Ps): Cerquero



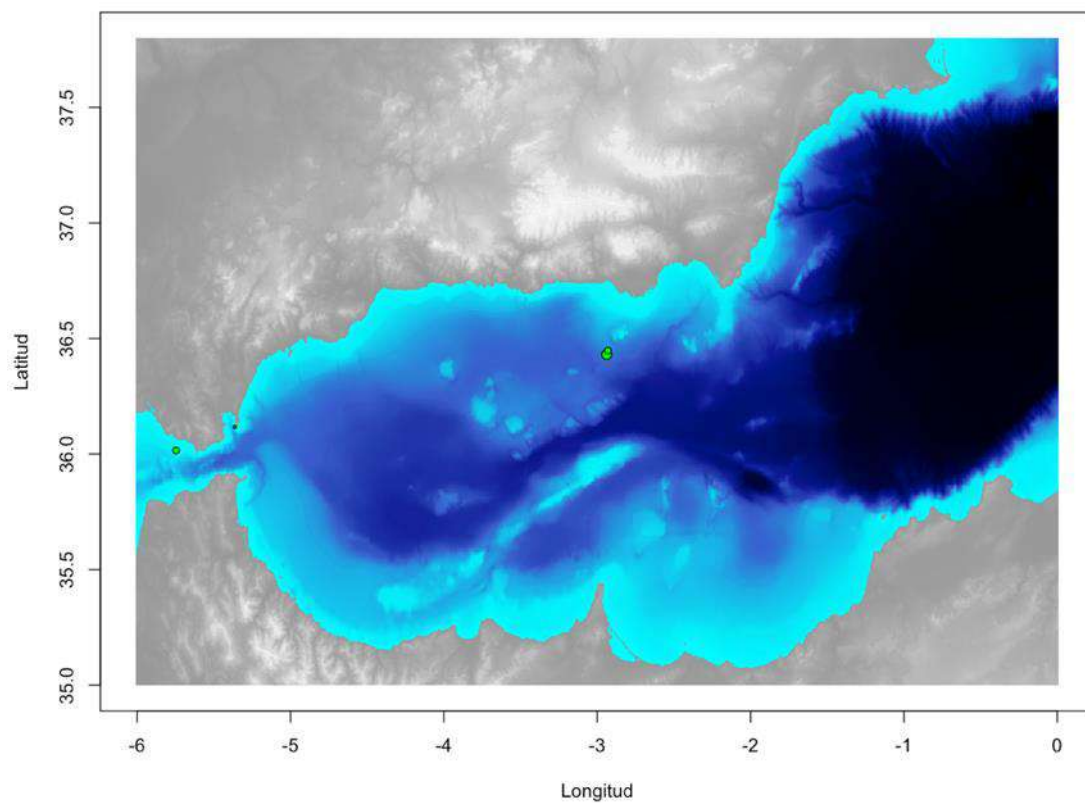
Mapa de: 19.Guardia Civil (Gc): Patrulleras española o marroquí



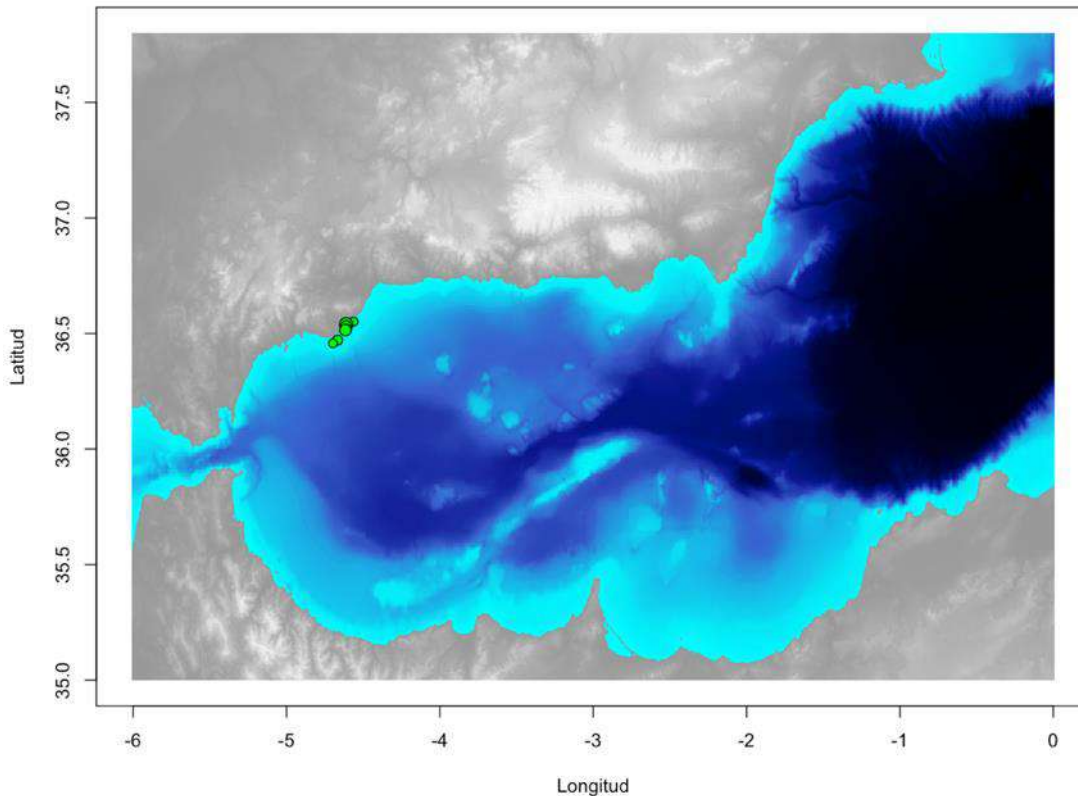
Mapa de: 20.Aquaculture (Aq): Instalaciones de acuicultura, Almadrabas



Mapa de: 22.Unidentified boat (Ub): Embarcación no identificada



Mapa de: 24.Gear (G): Aparejos de pesca



3.5 Despliegue de marcas satélite

En total se han desplegado 14 marcas, tal como se puede ver en la tabla. Una de ellas no llegó a funcionar correctamente. Como se ha mencionado anteriormente, se hizo un despliegue inicial de las 12 primeras marcas en un periodo de 10 días entre los meses de octubre y noviembre tras el acuerdo de esta estrategia con la dirección de los trabajos, y posteriormente, se decidió postergar el despliegue de las dos marcas que faltaban por desplegar. Se desplegaron 12 marcas de tipo SPOT365, y como mejora se pudo desplegar dos marcas más del tipo Splash10, que dan además información de buceos.

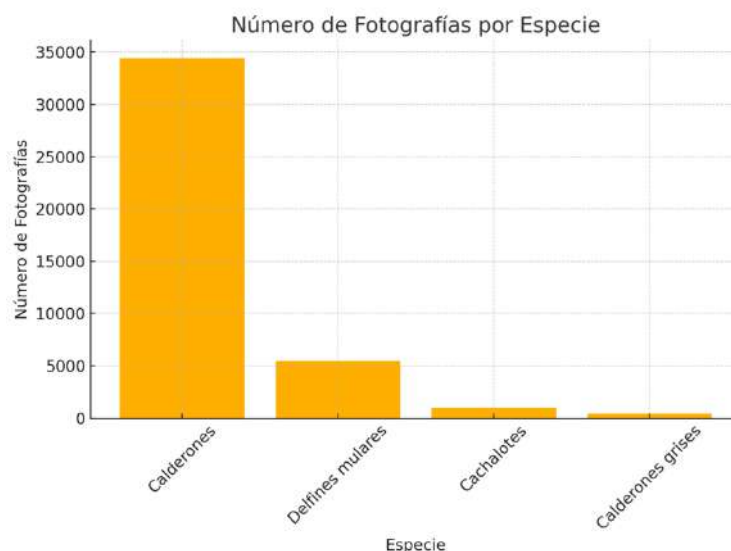
Marca	PTT	Fecha de despliegue	Ultimo mensaje	Status 9/12/2024	Embarcación	Lugar del despliegue	Tipo marca
1	235521	10/11/2024	29/11/2024	POJ	Osprey	Estrecho	Splash 10
2	260672	08/10/2024	Malfunction	POJ	Osprey	Estrecho	Spot 365
3	235526	25/10/2024	12/11/2024	POJ	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
4	260641	25/10/2024	07/12/2024	OK	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
5	260642	25/10/2024	21/11/2024	POJ	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
6	260640	05/11/2024	07/12/2024	OK	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
7	260643	05/11/2024	07/12/2024	OK	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
8	260644	05/11/2024	07/12/2024	OK	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
9	260654	05/11/2024	07/12/2024	OK	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
10	260653	08/11/2024	04/12/2024	POJ	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
11	235520	10/11/2024	07/12/2024	OK	Osprey	Estrecho	Splash 10
12	260650	16/11/2024	16/11/2024	POJ	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
13	304444	23/12/2024	23/12/2024	OK	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365
14	304445	23/12/2024	23/12/2024	OK	Osprey	Mar de Alborán	Spot 365



Ejemplos de marcas desplegadas en los calderones comunes del Mar de Alborán

3.6 Foto identificación de calderones y otras 2 especies

Durante el período de estudio, además de los muestreos de embarcaciones, se realizaron esfuerzos significativos en la toma de fotografías para la fotoidentificación de especies marinas. En total, se capturaron **34,445 fotografías** enfocadas en **calderones**, siendo esta la especie principal de interés. Adicionalmente, como especies secundarias, se obtuvieron **5,447 fotografías** de **delfines mulares**, **982 fotografías** de **cachalotes**, y **443 fotografías** de **calderones grises**.



Estos datos son fundamentales para identificar y rastrear individuos, así como para evaluar las dinámicas poblacionales y los patrones de comportamiento de estas especies. En los informes finales, se presentarán los resultados del análisis detallado de todas las especies, los cuales están siendo actualmente evaluados por el equipo de CIRCE. Este trabajo contribuirá a mejorar nuestra comprensión de estas especies y sus estructuras poblacionales en el área de estudio y proporcionará información clave para su conservación.

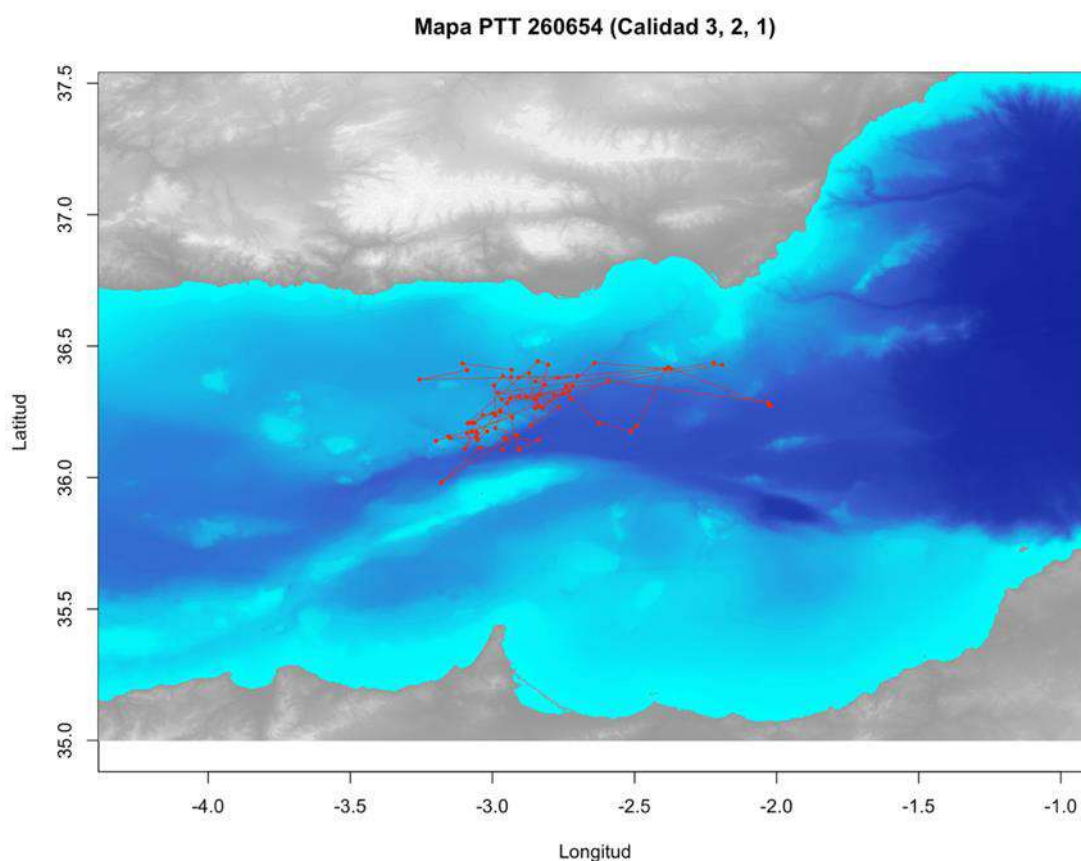
4 Primeros resultados obtenidos marcajes satélite

En total se han desplegado 14 marcas. Se presentan una primera pasada de datos obtenidos por el despliegue, así como un ejemplo de análisis de mantenimiento de las marcas.

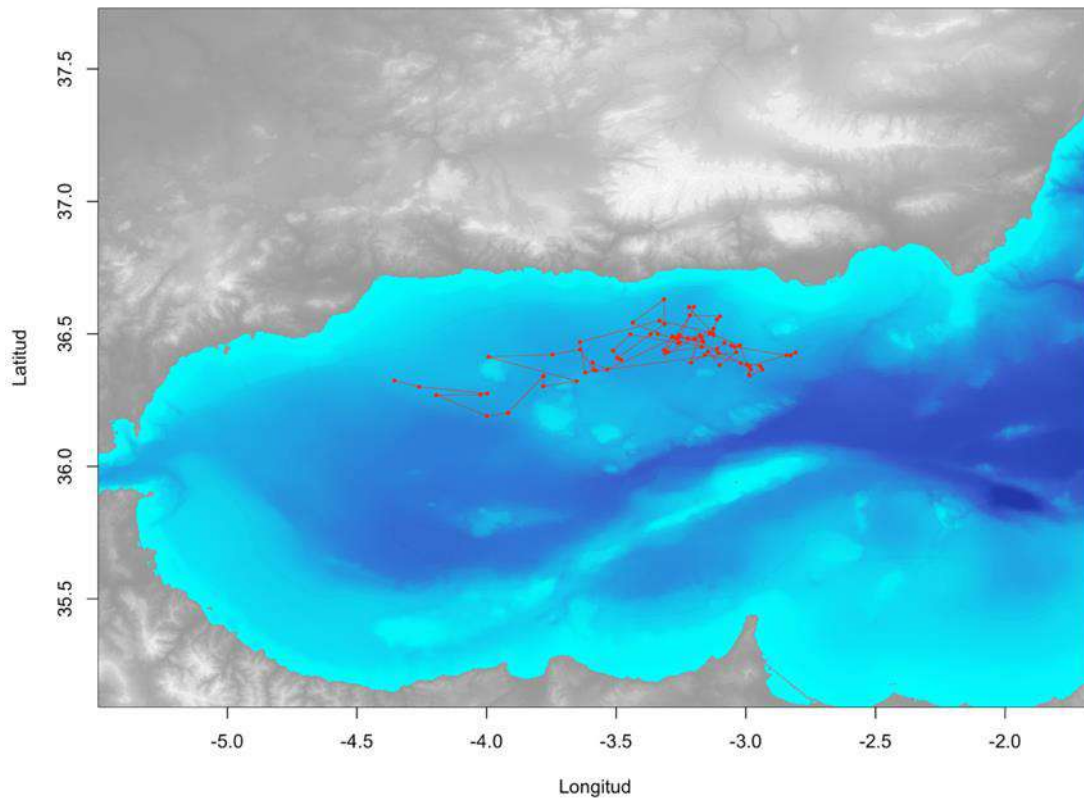
Marca	PTT	Deploy Date	Last Message Date	Status 9/12/2024	Total Messages	Days Emitted	Total positions	Type 3	Type 2	Type 1	Type 0	Type A	Type B
1	235521	10/11/2024	29/11/2024	POJ	1964	21	410	49	79	95	30	52	105
2	260672	08/10/2024	Malfunction	POJ	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	235526	25/10/2024	12/11/2024	POJ	709	19	231	13	28	24	10	28	128
4	260641	25/10/2024	07/12/2024	OK	1944	44	477	27	42	73	65	54	216
5	260642	25/10/2024	21/11/2024	POJ	1285	28	303	17	31	49	38	34	134
6	260640	05/11/2024	07/12/2024	OK	974	33	271	20	26	35	30	18	142
7	260643	05/11/2024	07/12/2024	OK	849	33	262	15	11	34	33	24	145
8	260644	05/11/2024	07/12/2024	OK	1454	33	366	15	31	49	55	24	192
9	260654	05/11/2024	07/12/2024	OK	1405	33	365	14	25	38	64	40	184
10	260653	08/11/2024	04/12/2024	POJ	986	27	247	12	29	34	31	20	121
11	235520	10/11/2024	07/12/2024	OK	2790	28	504	96	80	117	57	56	98
12	260650	16/11/2024	16/11/2024	POJ	1	1	0	0	0	0	0	0	0
13	304444	23/12/2024	23/12/2024	OK	12	1	0	0	0	0	0	0	0
14	304445	23/12/2024	23/12/2024	OK	22	1	0	0	0	0	0	0	0

4.1 Primeros resultados de marcaje

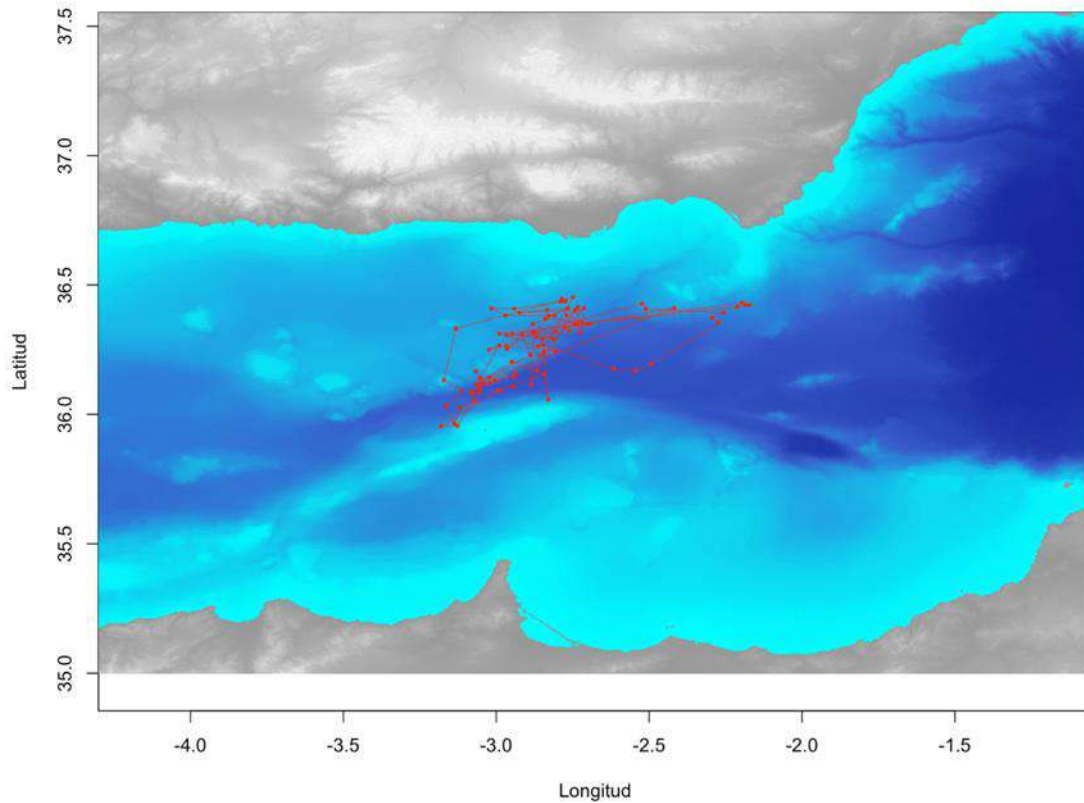
A continuación, se presentan los resultados obtenidos en espacial sobre las marcas.



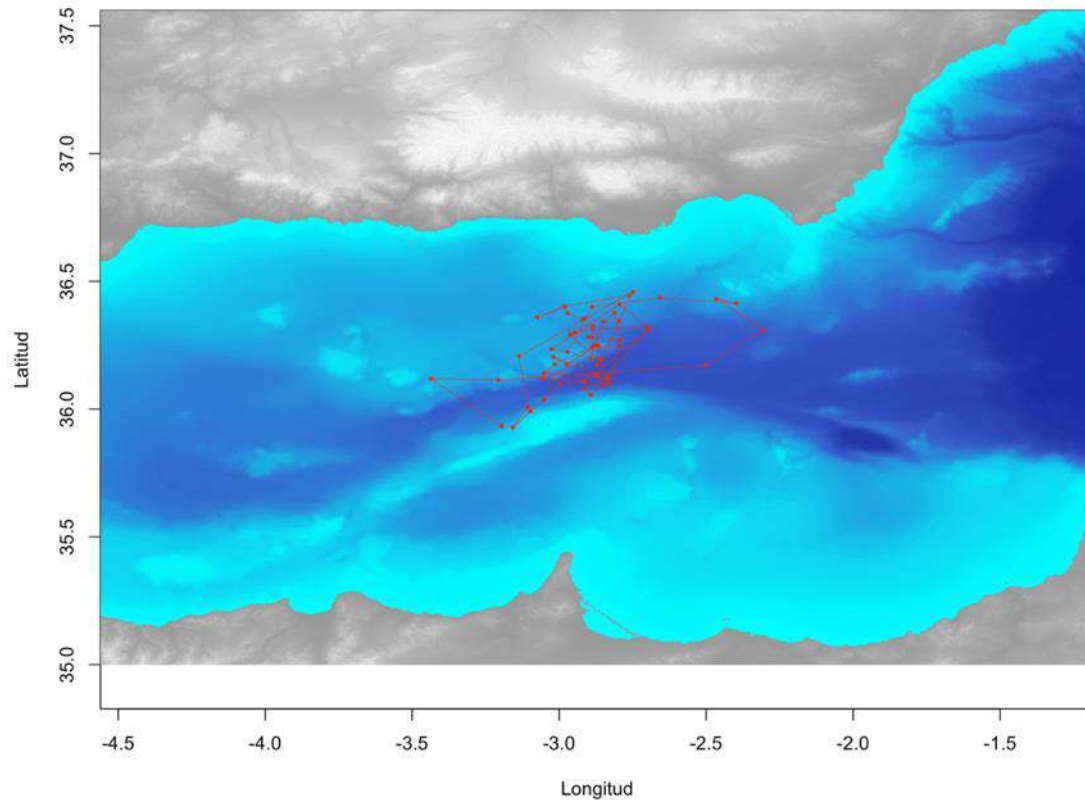
Mapa PTT 260653 (Calidad 3, 2, 1)



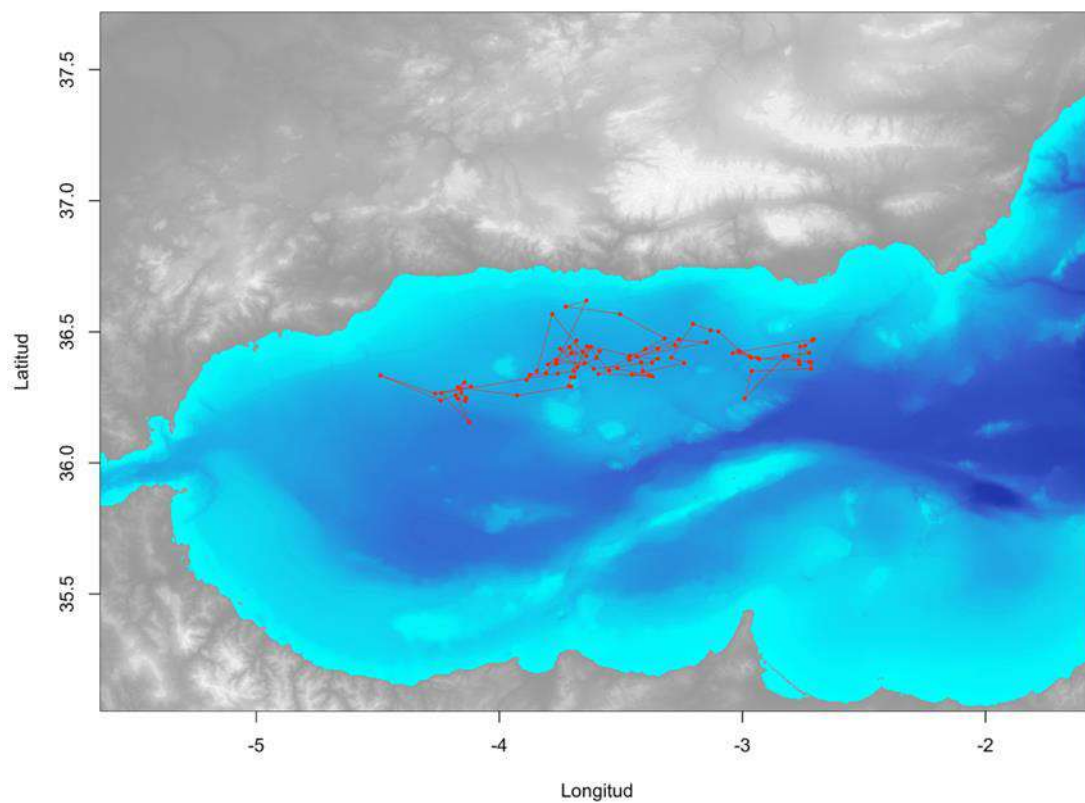
Mapa PTT 260644 (Calidad 3, 2, 1)



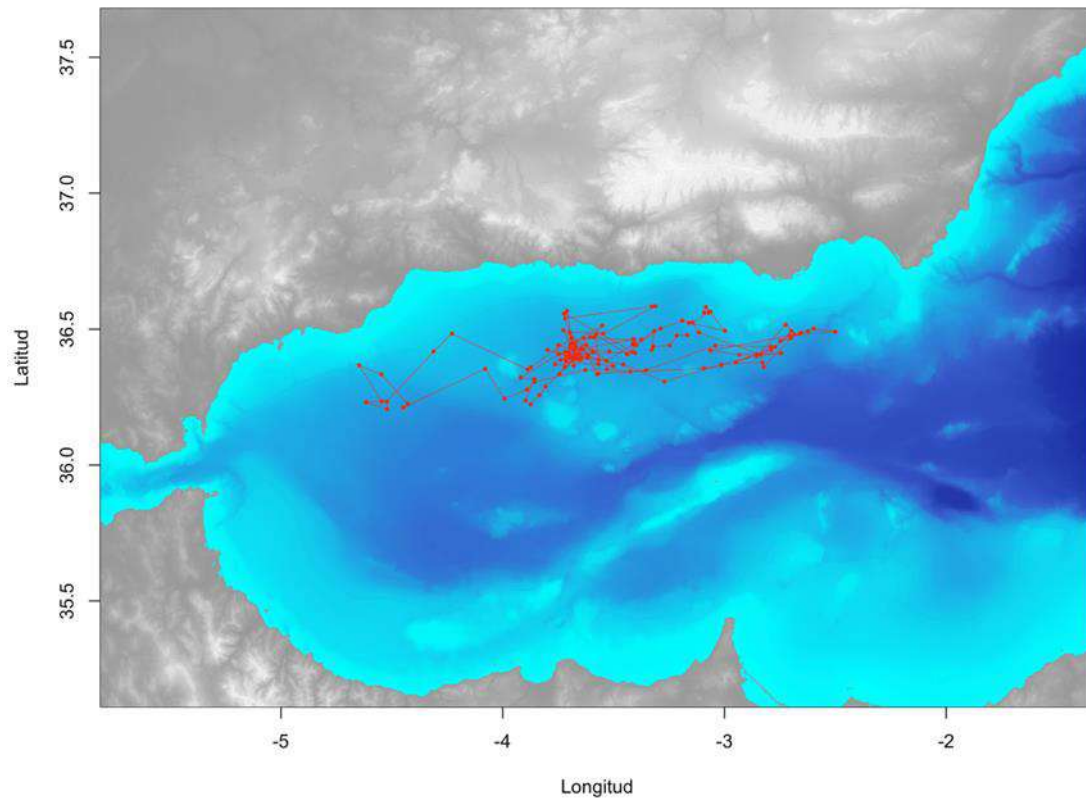
Mapa PTT 260643 (Calidad 3, 2, 1)



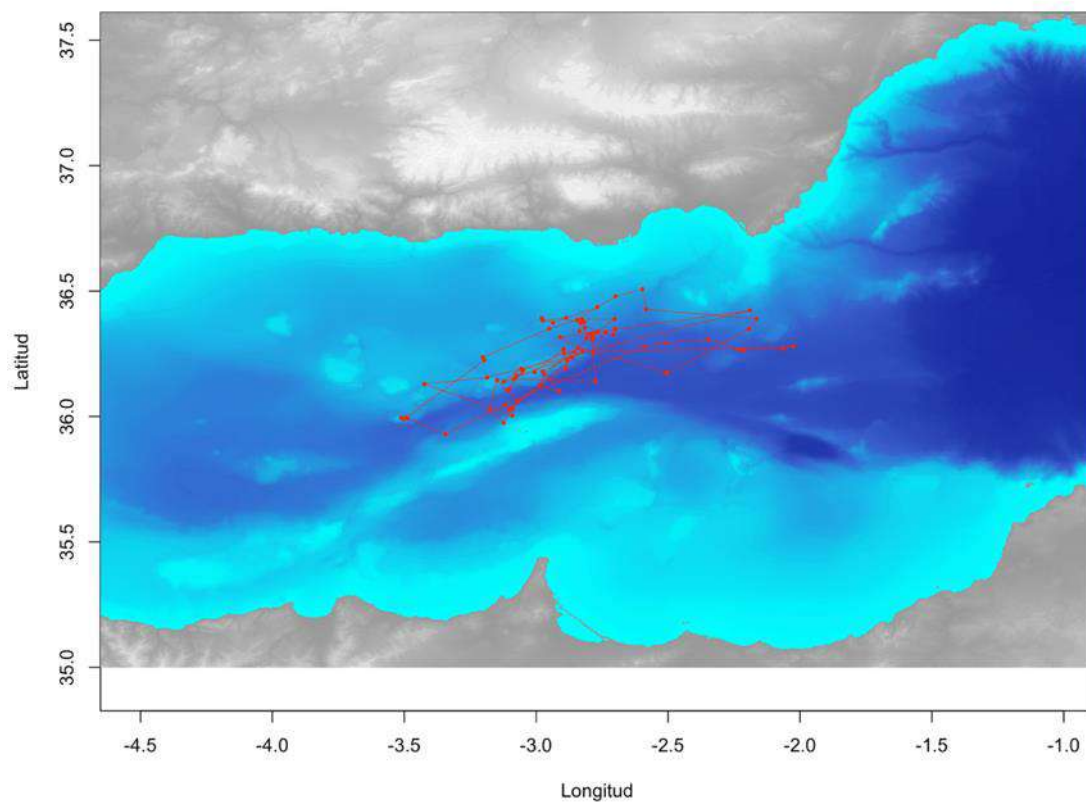
Mapa PTT 260642 (Calidad 3, 2, 1)



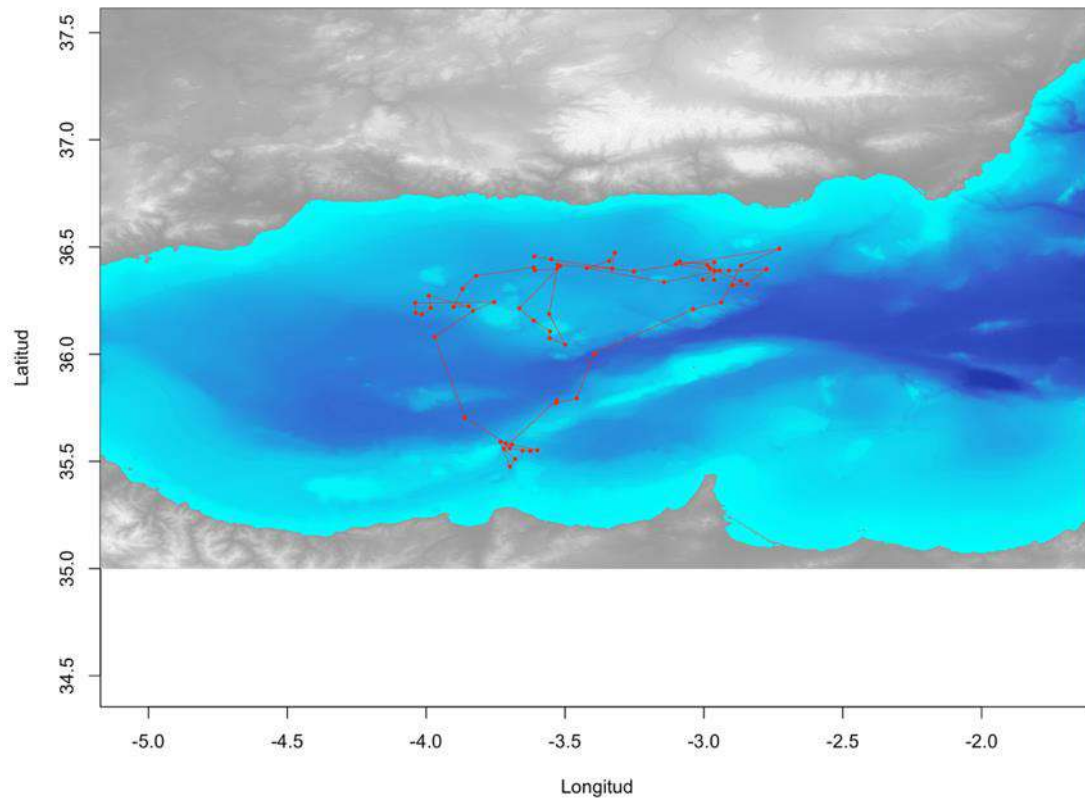
Mapa PTT 260641 (Calidad 3, 2, 1)



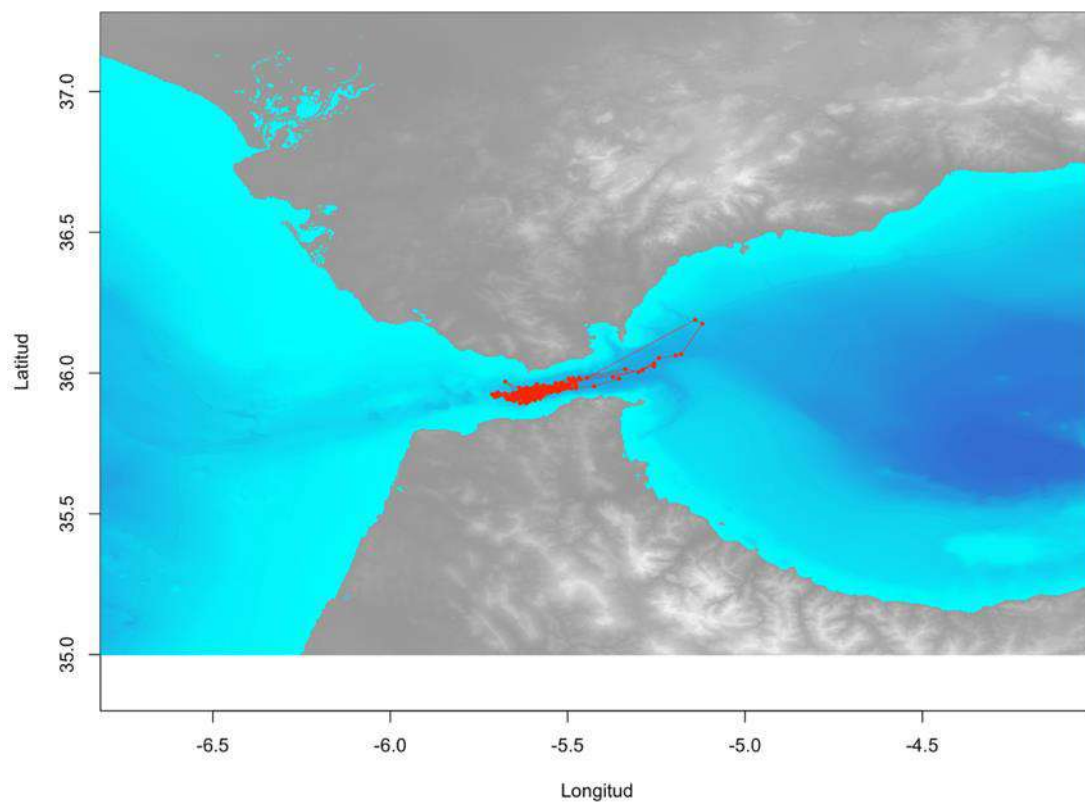
Mapa PTT 260640 (Calidad 3, 2, 1)



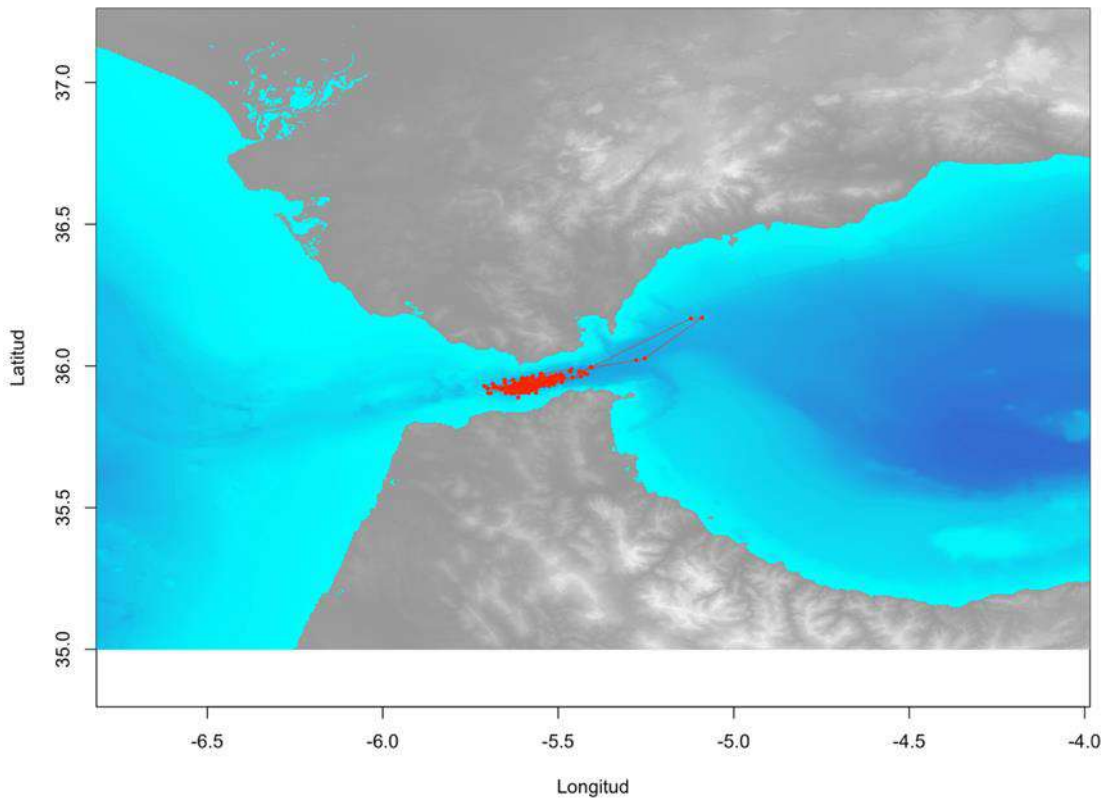
Mapa PTT 235526 (Calidad 3, 2, 1)



Mapa PTT 235521 (Calidad 3, 2, 1)



Mapa PTT 235520 (Calidad 3, 2, 1)

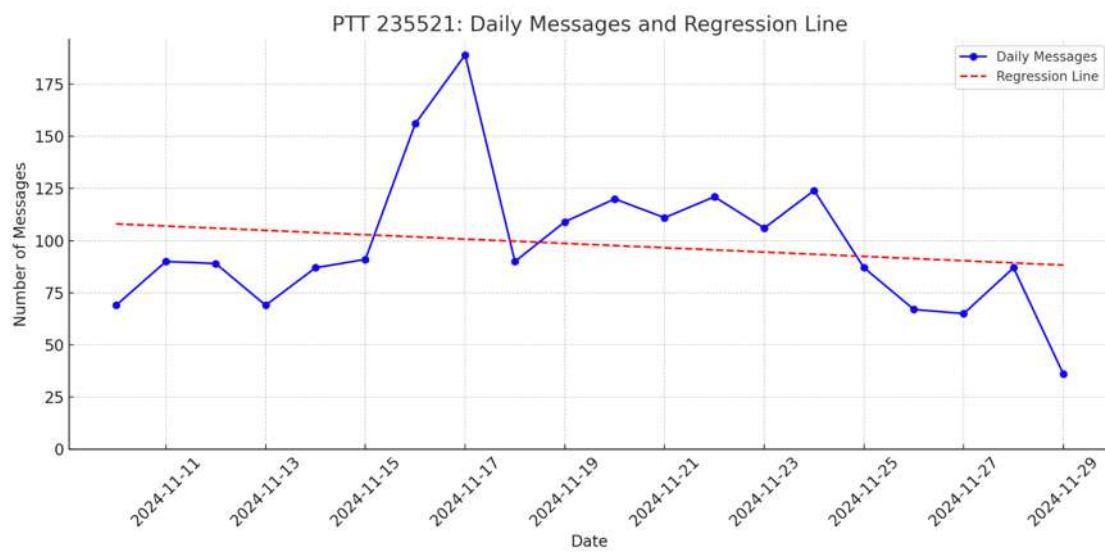
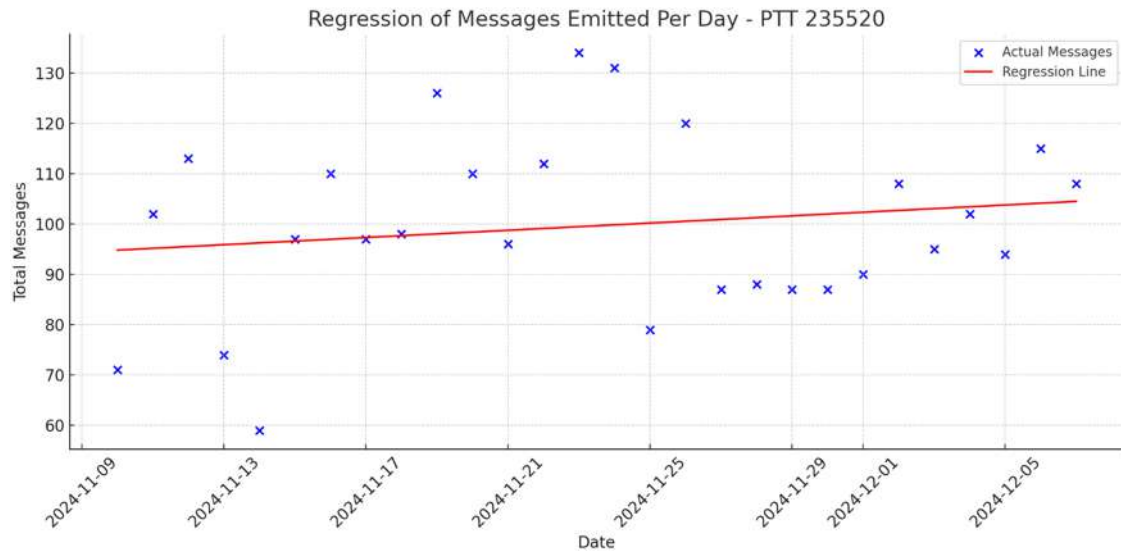


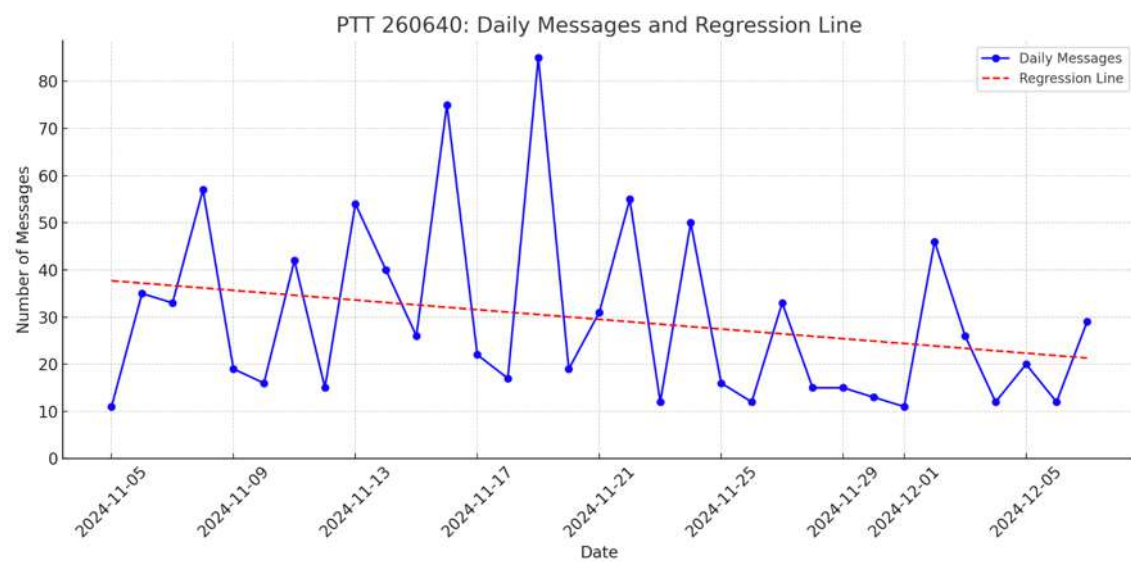
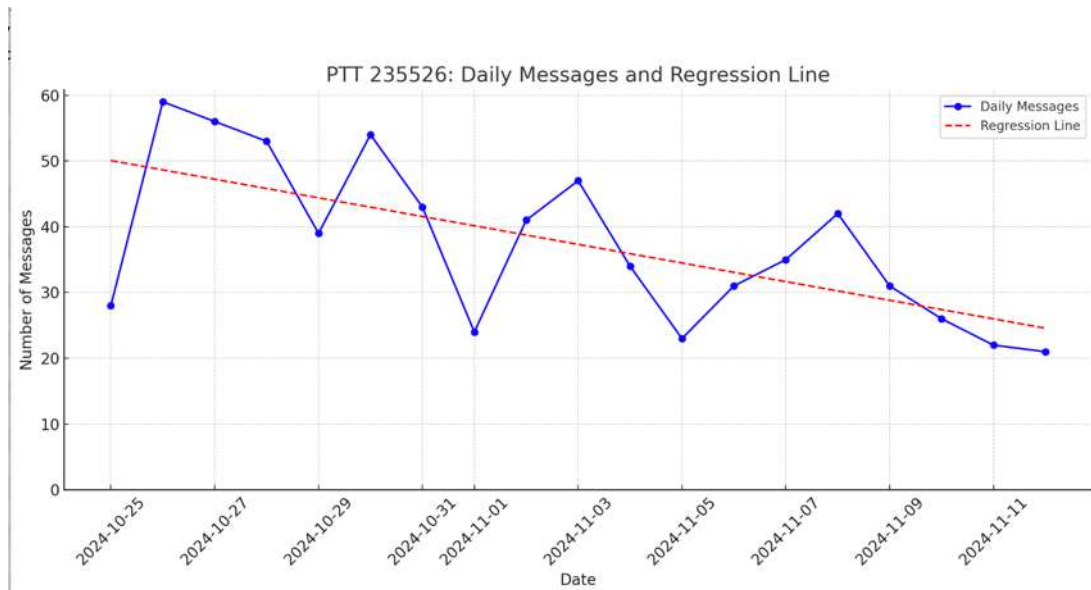
4.2 Primera evaluación de las marcas.

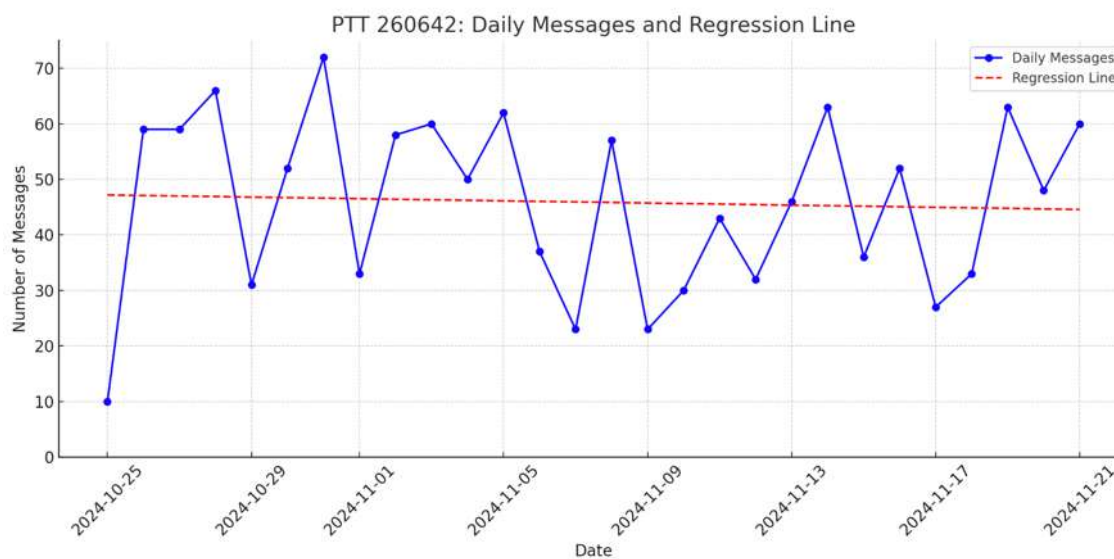
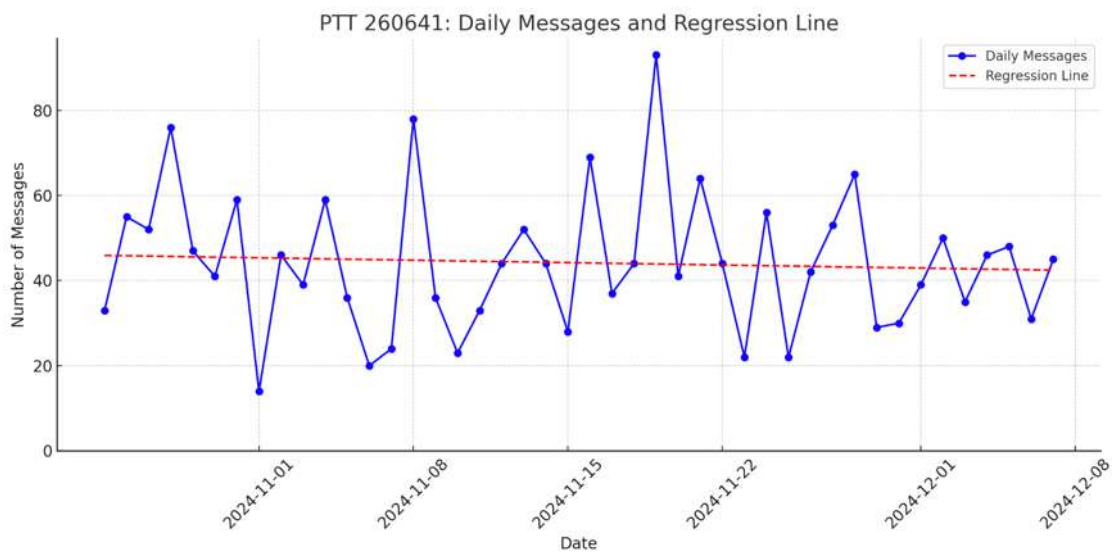
Un componente clave de este trabajo ha sido la evaluación de la funcionalidad de las marcas, para lo cual realizamos análisis específicos, incluyendo el ajuste de **rectas de regresión** que nos permitieron estimar la tendencia en la cantidad de mensajes recibidos por día. Este análisis es fundamental para identificar el momento en que las marcas comienzan a perder funcionalidad o a apagarse, y para comprender los factores que pueden influir en la calidad y cantidad de datos transmitidos. Además, estos modelos ayudan a optimizar futuras implementaciones de esta tecnología al prever su rendimiento en condiciones similares.

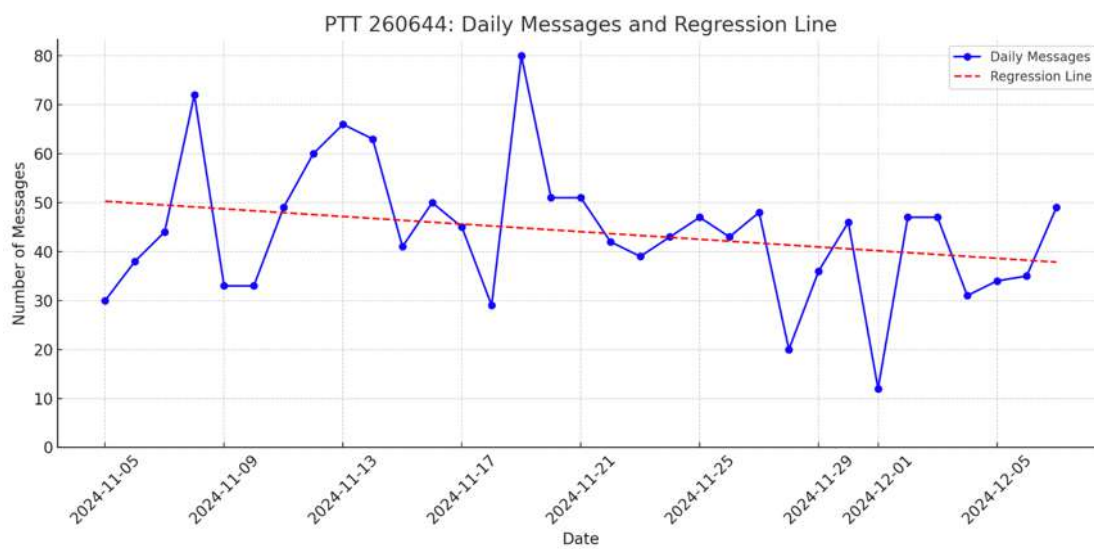
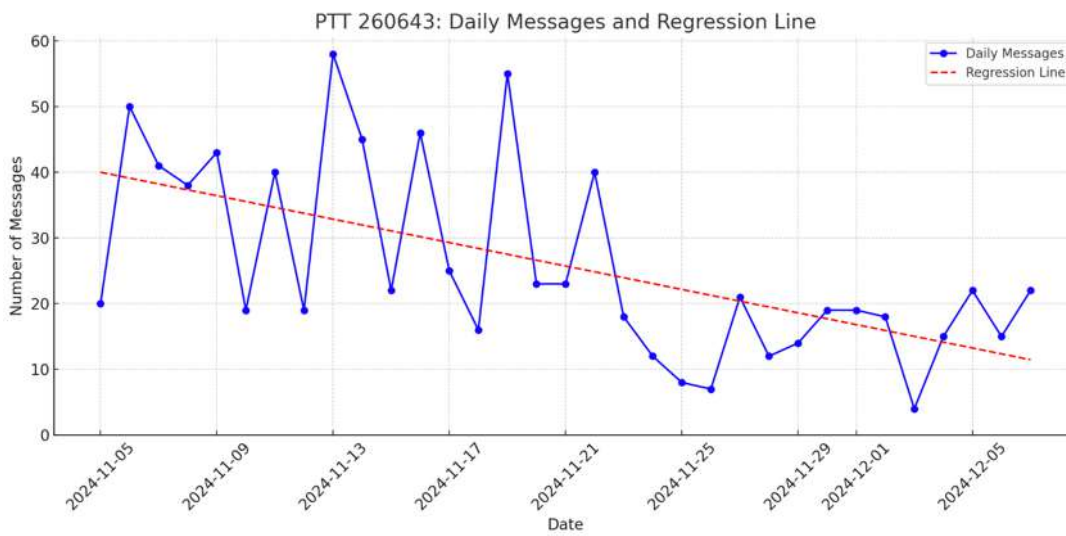
Asimismo, hemos analizado la distribución diaria de mensajes recibidos, la duración funcional de las marcas y la calidad de los datos generados. Estos resultados proporcionan información crítica para mejorar la precisión y eficiencia de los estudios de telemetría en cetáceos, garantizando un uso más efectivo de los recursos tecnológicos en futuros despliegues, ya que nos permitirá adaptar el programa de la marca (que se incluye en cada Tag antes del despliegue, y que es la clave para que duren más o menos las marcas).

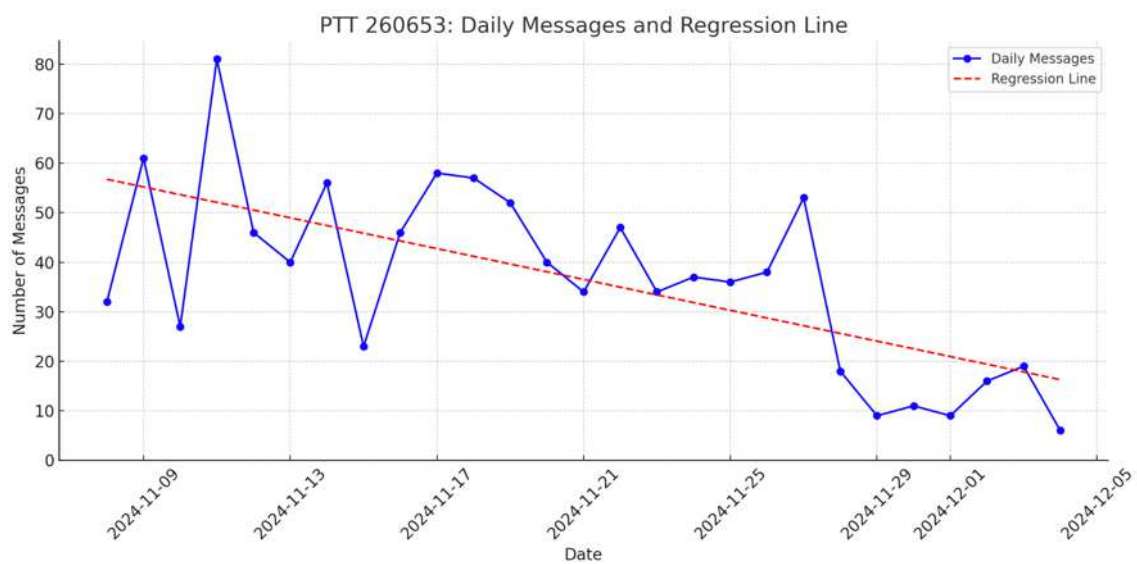
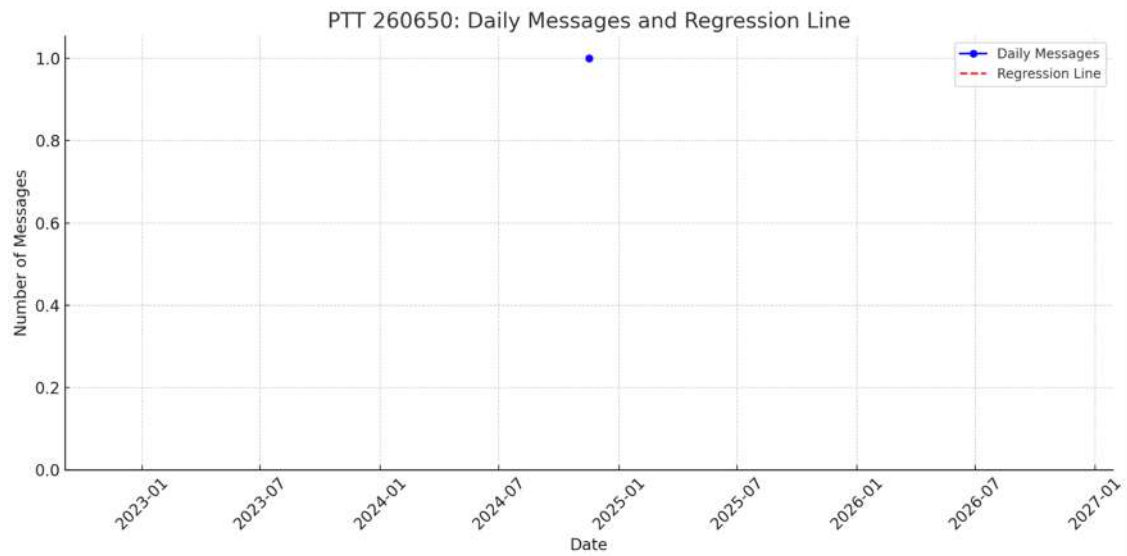
Los datos obtenidos a través de estas metodologías no solo contribuyen al entendimiento de la biología de los calderones, sino que también son esenciales para evaluar su interacción con actividades humanas, como el tráfico marítimo y el turismo de avistamiento. Este enfoque permite identificar áreas críticas para su conservación y desarrollar estrategias de manejo que equilibren la protección de la biodiversidad con el uso sostenible de los ecosistemas marinos.

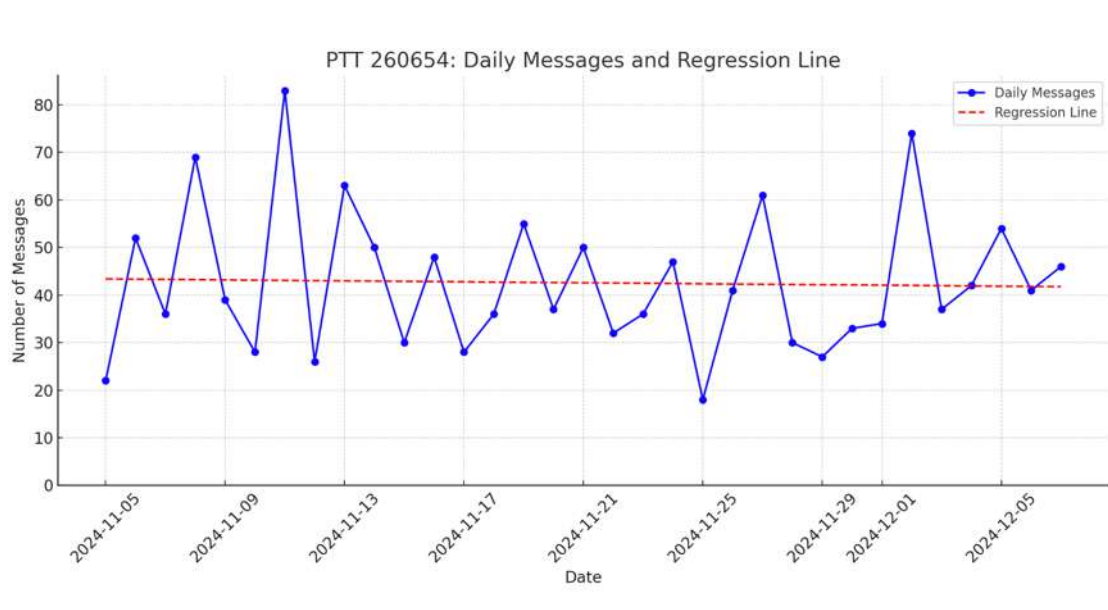












4.3 Primeros resultados de perfiles de inmersión

4.3.1 Introducción

En este estudio, se han utilizado 2 marcas satelitales MK10 SPLASH de Wildlife Computers, diseñadas específicamente para rastrear los movimientos y el comportamiento de cetáceos. Estas marcas combinan tecnología GPS y sensores ambientales, lo que permite obtener datos de ubicación junto con información detallada sobre el entorno y las actividades de los animales.

Una característica clave de las MK10 SPLASH es su capacidad para registrar la profundidad de inmersión con una resolución temporal de 2,5 minutos, proporcionando un panorama detallado de los patrones de buceo de los individuos. Esta frecuencia de muestreo es ideal para analizar comportamientos como la búsqueda de alimento, el uso del hábitat en profundidad y las interacciones con actividades humanas, como el tráfico marítimo y el turismo de avistamiento.

Además de la profundidad, las marcas también miden variables como la duración de las inmersiones y las pausas en superficie, lo que permite evaluar la dinámica de los movimientos verticales y horizontales de los calderones.

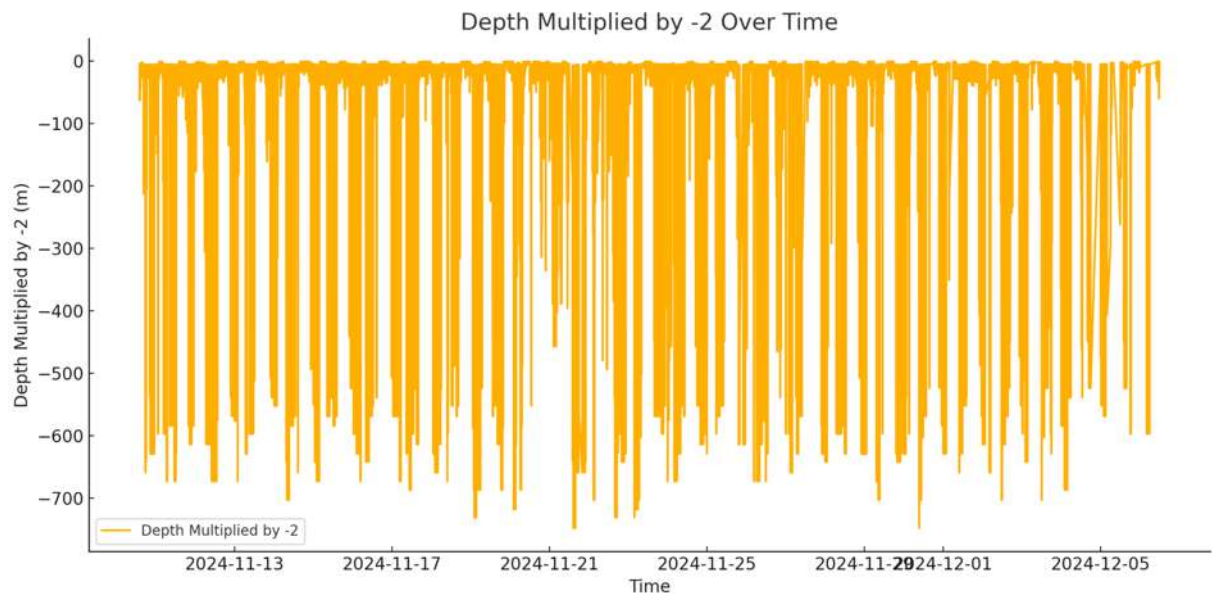
Durante este lapso, se obtuvieron datos precisos en intervalos regulares, garantizando la continuidad y la calidad de las mediciones. La disponibilidad de un rango temporal amplio y constante facilita identificar tendencias diarias y posibles factores externos que puedan influir en las conductas observadas, como las condiciones oceanográficas o la interacción con embarcaciones.

Un análisis de las profundidades registradas muestra que estas varían significativamente a lo largo del tiempo, reflejando probablemente cambios en el comportamiento de inmersión asociados a alimentación, descanso o desplazamiento. Este tipo de información resulta clave para entender cómo los cetáceos utilizan su entorno y cómo responden a distintos estímulos.

El período analizado también es adecuado para estudiar variaciones rítmicas o periódicas en los perfiles de inmersión, como los patrones diurnos o posibles influencias de las mareas. Aunque este enfoque podría ser interesante, en esta ocasión se ha decidido priorizar otros aspectos del análisis de datos.

La extensión temporal de 26 días permite además vincular estos datos con otras fuentes, como mediciones ambientales o datos de tráfico marítimo, abriendo la posibilidad de realizar análisis más

integrados. Este enfoque holístico es crucial para desarrollar estrategias de conservación basadas en información sólida y representativa del hábitat y las interacciones de estas especies.



El conjunto de datos analizado (se han analizado para poder automatizar el proceso por medio de IA, ver anexo 8). En este caso comprende 26 días consecutivos de registros, proporcionando una visión detallada y consistente sobre las profundidades alcanzadas a lo largo de este período. Este intervalo temporal permite evaluar patrones y dinámicas relevantes tanto para estudios de comportamiento como para análisis ambientales en el contexto del hábitat de los calderones comunes.

4.3.2 Metodología

El análisis de Fourier se utilizó para descomponer la señal de profundidad en frecuencias dominantes. Este enfoque permite identificar patrones periódicos asociados, por ejemplo, a los ciclos de mareas. Matemáticamente, la Transformada de Fourier se define como:

$$F(f) = \int x(t) * e^{(-2\pi ift)} dt$$

En el caso de datos discretos, se utiliza la Transformada de Fourier Discreta (DFT):

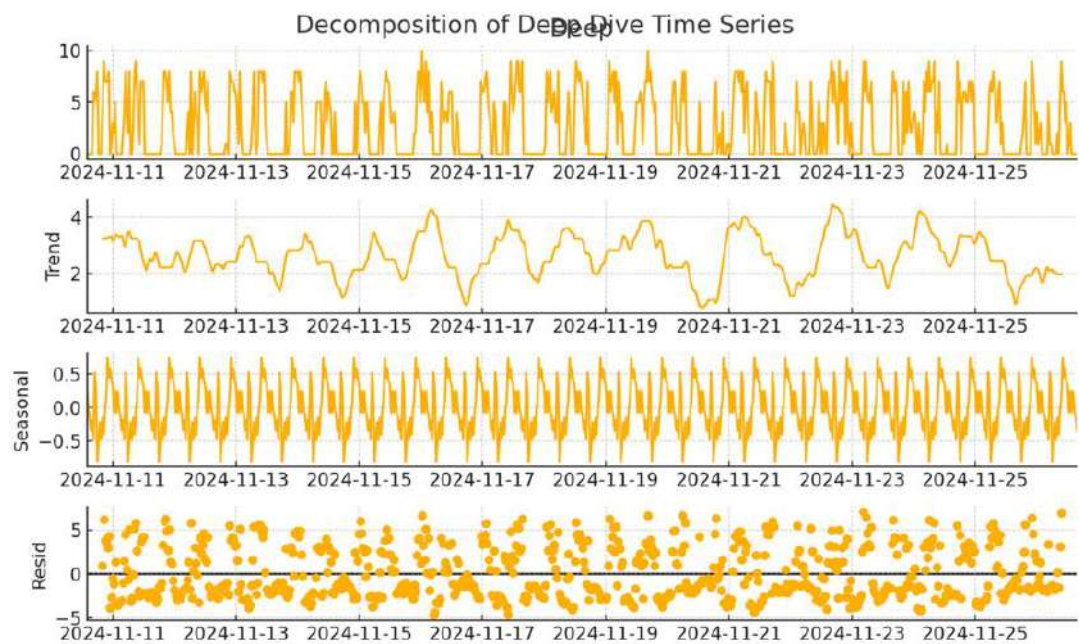
$$X[k] = \sum x[n] * e^{(-2\pi i kn/N)}$$

La DFT se calcula usando el algoritmo rápido de Fourier (FFT). El espectro de amplitud resultante permite visualizar la contribución de cada frecuencia detectar patrones cíclicos dominantes.

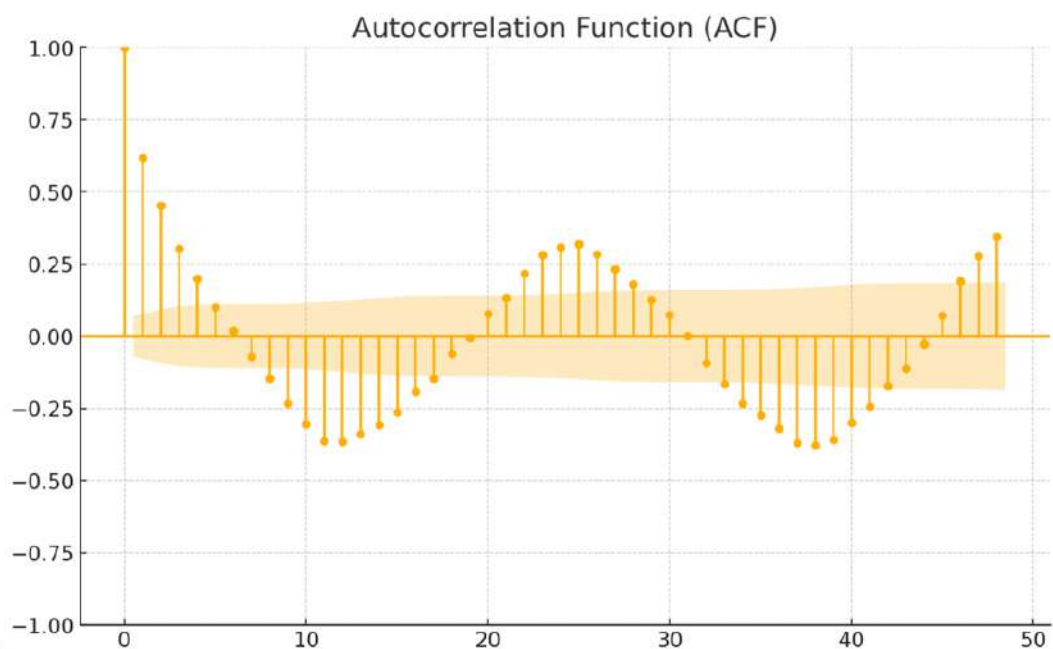
4.3.3 Resultados

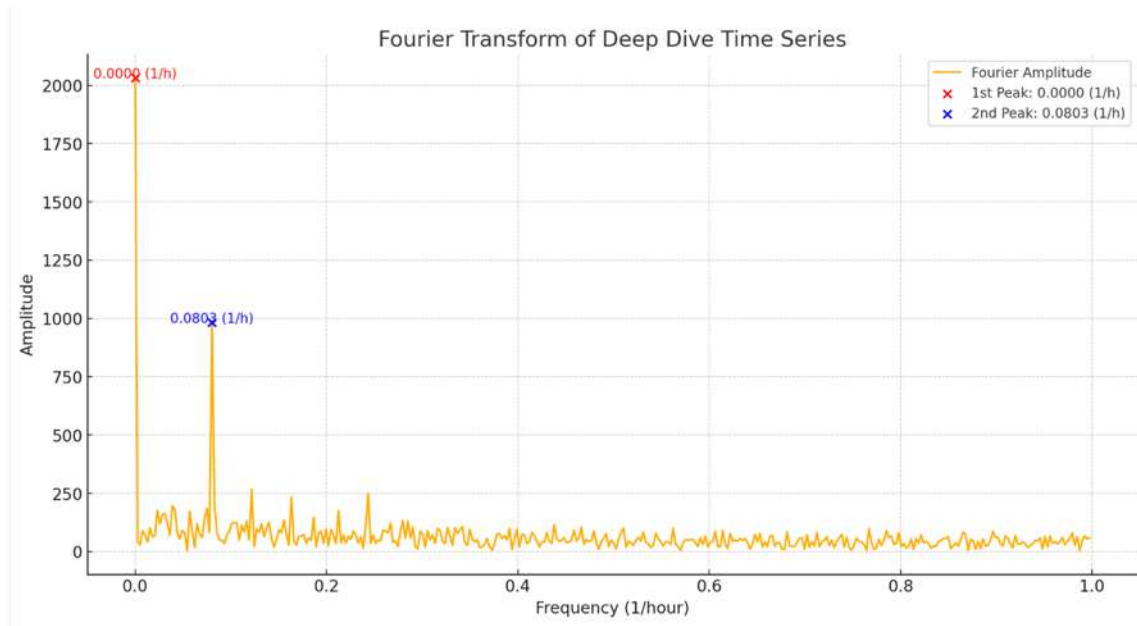
El análisis de Fourier muestra que las inmersiones profundas presentan un ciclo dominante con una frecuencia de aproximadamente 12 horas y 27 minutos, lo que coincide con los ciclos de marea

semidiurna. Esto sugiere una fuerte influencia ambiental en el comportamiento de los calderones comunes.



Autocorrelation Function (ACF)





4.3.4 Conclusión

El análisis realizado confirma la importancia de los ritmos ambientales en las conductas de inmersión de los calderones comunes. Mediante el uso de transformadas de Fourier, se han identificado frecuencias dominantes relacionadas con los ciclos de marea, lo que proporciona una base sólida para futuras investigaciones y estrategias de conservación.

Adicionalmente, el proceso de análisis bayesiano basado en modelos de movimiento en estado espacio (State-Space Models) ha sido automatizado, permitiendo un estudio más detallado y eficiente de los patrones de desplazamiento. Este tipo de modelo es particularmente útil para inferir trayectorias de movimiento de los calderones a partir de datos satelitales ruidosos, separando las posiciones observadas en componentes relacionadas con el movimiento activo y el ruido de observación. A través de este enfoque, es posible estimar tanto el comportamiento puntual de los individuos como los patrones generales de uso del hábitat.

La integración de estas herramientas analíticas avanzadas proporciona una comprensión más completa de la ecología espacial y conductual de los calderones, sirviendo como base para desarrollar medidas de manejo y conservación adaptativas y basadas en evidencia científica.

5 Sigüientes pasos.

A partir de los datos obtenidos en las sesiones de marcaje realizadas, así como de los impactos registrados en la zona, se presenta una oportunidad invaluable para comprender en profundidad el comportamiento y las dinámicas de los calderones comunes en su entorno natural. Este conjunto de datos, combinado con el análisis de patrones de movimiento e interacciones, permitirá extraer conclusiones fundamentadas sobre su uso del hábitat y las posibles influencias externas.

El registro continuo de posiciones, profundidades y otros parámetros clave proporcionará una base sólida para evaluar tanto el comportamiento diario como los efectos de factores ambientales o actividades humanas, como el tráfico marítimo y las embarcaciones de observación. Estos datos permitirán identificar áreas críticas y posibles amenazas para la especie en la zona de estudio.

Todos los resultados obtenidos serán analizados y presentados en un informe final, que integrará los datos de marcaje con el análisis de impactos y otras observaciones relevantes. Este informe ofrecerá una visión integral, destacando tanto las conclusiones más relevantes como propuestas prácticas para la gestión y conservación de los calderones comunes en la región.

El informe final no solo proporcionará herramientas para el diseño de estrategias de conservación efectivas, sino que también servirá como un recurso fundamental para futuras investigaciones. Además, ayudará a promover una mejor coexistencia entre las actividades humanas y la conservación de esta especie clave para la biodiversidad marina.

En resumen, el análisis de los datos de marcaje y de impactos en la zona será esencial para comprender y proteger a los calderones comunes, asegurando que las medidas adoptadas se basen en información sólida y representativa.

En anexos (punto 7 del presente informe) se ha implementado también el proceso de automatización mediante IA (incorporada a Gollum en estos meses), sobre distribución espacial, que ha sido mandada a revisión por medio de pares como medidas de calidad de las mismas.

6 Referencias consultadas

- ACCOBAMS, 2018. Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys. By Panigada S., Boisseau O., Canadas A., Lambert C., Laran S., McLanaghan R., Moscrop A. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative Project, Monaco, 177 pp.
- M Pons, R De Stephanis, P Verborgh, M Genovart, 2022, Sharp decreases in survival probabilities in the long-finned pilot whales in Strait of Gibraltar, *Marine Biology* 169 (4), 1-9.
- Verborgh, P., Gauffier, P., Brévar, C., Giménez, J., Esteban, R., Carbou, M., Debons, E., & de Stephanis, R. (2019). Epizootic effect and aftermath in a pilot whale population. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 29(5), 820-828. IF: NA Q NA.
- Verborgh, P., Gauffier, P., Esteban, R., Giménez, J., Cañadas, A., Salazar, J.M., De Stephanis, R. (2016) Conservation Status of Long-Finned Pilot Whales, *Globicephala melas*, in the Mediterranean Sea. In *Advances in marine biology* (Vol. 75, pp. 173-203). Academic Press. IF: 2.286 Q1.
- Abend, A. G., & Smith, T. D. (1997). Differences in stable isotope ratios of carbon and nitrogen between long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) and their primary prey in the western north Atlantic. *ICES Journal of Marine Science*, 54(3), 500-503.
- Agler, B. A, *et al.* 1990. Fin whale (*Balaenoptera physalis*) photographic identification: methodology and preliminary results from the western North Atlantic. Report of the International Whaling Commission, Special Issue, 12:349-356.
- Aguilar, A. (1985). Biología y dinámica poblacional del rorcual común ("*Balaenoptera physalus*") en las aguas atlánticas ibéricas. Universitat de Barcelona.
- Aguilar, A., & Lockyer, C. H. (1987). Growth, physical maturity, and mortality of fin whales (*Balaenoptera physalus*) inhabiting the temperate waters of the northeast Atlantic. *Canadian Journal of Zoology*, 65(2), 253-264.
- Aguilar, A., & Raga, J. A. (1993). The striped dolphin epizootic in the Mediterranean Sea. *Ambio*, 524-528.

- Aguilar, A., Borrell, A., Reijnders, P.J.H. (2005). Geographical and temporal variation in levels of organochlorine contaminants in marine mammals. *Marine Environmental Research*, 53, 425-452.
- Aguilar, À. (2012). Chamán. La pesca ballenera moderna en la península Ibérica. Edicions Universitat Barcelona.
- Aguilar, A., & García-Vernet, R. (2018). Fin whale: *Balaenoptera physalus*. In *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 368-371). Academic Press.
- Aïssi, M., Celona, A., Comparetto, G., Mangano, R., Würtz, M., & Moulins, A. (2008). Large-scale seasonal distribution of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the central Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(6), 1253-1261.
- Alonso, B., Ercilla, G. (2002) Small turbidite systems in a complex tectonic setting (SW Mediterranean Sea): Morphology and growth patterns. *Marine and Petroleum Geology*, 19 (10), pp. 1225-1240.
- Andréu, E., Gauffier, P., Gallego, P., Verborgh, P., Medina, B., Esteban, R., & de Stephanis, R. (2009, October). Individual migration of fin whales (*Balaenoptera physalus*) through the Strait of Gibraltar. In 18th Biennial Conference on the Biology of Marine Mammals, Québec City, Canada.
- Arcangeli, A., Marini, L., & Crosti, R. (2013). Changes in cetacean presence, relative abundance and distribution over 20 years along a trans-regional fixed line transect in the Central Tyrrhenian Sea. *Marine Ecology*, 34(1), 112-121.
- Archer, F. I., Brownell Jr, R. L., Hancock-Hanser, B. L., Morin, P. A., Robertson, K. M., Sherman, K. K., ... & Taylor, B. L. (2019). Revision of fin whale *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) subspecies using genetics. *Journal of Mammalogy*, 100(5), 1653-1670.
- Argano, R., & Baldari, F. (1983). Status of western Mediterranean sea turtles. *Rapp. Comm. int. Mer Medit*, 28(5), 233-235.
- Astruc, G. and Beaubrun, P.: Do Mediterranean cetaceans diets overlap for the same resources?, *Eur. Res. Cet.*, 19, p. 81, 2005.
- Auzende, J.M., Reahult, J.P., Pastouret, L., Szep, B. y Olivet, J.L. (1975): Les Bassins Sedimentaires de la Mer d'Alboran. *Bull. Soc. Géol. France*, 7, 17, pp. 98-107.
- Aznar-Alemany, O., Sala, B., Plön, S., Bouwman, H., Barceló, D., & Eljarrat, E. (2019). Halogenated and organophosphorus flame retardants in cetaceans from the southwestern Indian Ocean. *Chemosphere*, 226, 791-799.
- Azzellino, A., Airoidi, S., Lanfredi, C., Podestà, M., & Zanardelli, M. (2017). Cetacean response to environmental and anthropogenic drivers of change: results of a 25-year distribution study in the northwestern Mediterranean Sea. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 146, 104-117.
- Azzellino, A., Gaspari, S., Airoidi, S., & Nani, B. (2008). Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55(3), 296-323.
- Baker, C. S., Palumbi, S. R., Lambertsen, R. H., Weinrich, M. T., Calambokidis, J., & O'Brien, S. J. (1990). Influence of seasonal migration on geographic distribution of mitochondrial DNA haplotypes in humpback whales. *Nature*, 344(6263), 238-240.



- Banner, P.J. and Hyatt, M. (1973) Effects of noise on eggs and larvae of two estuarine fishes. *Transactions of the American Fisheries Society* 108: 134-6.
- Baran, I. & Kasparek, M. 1989: Marine turtles in Turkey: status survey 1988 and recommendations for conservation and management. — World Wide Fund for Nature, Heidelberg.
- Bárcenas, P., Vázquez, J.T., Díaz del Río, V., Fernández-Salas, L.M. (2004) Geomorfología del Banco de la Isla de Alborán. *Geotemas* 6 (2), 209-212.
- Basso, M. R., Schefft, B. K., Ris, M. D., & Dember, W. N. (1996). Mood and global-local visual processing. *Journal of the international neuropsychological society*, 2(3), 249-255.
- Basso, R., & Cocco, M. (1986). Il progetto nazionale tartarughe marine. *Thalassia Salentina*, 16, 65-72.
- Battaglia, P., Romeo, T., Consoli, P., Scotti, G., & Andaloro, F. (2010). Characterization of the artisanal fishery and its socio-economic aspects in the central Mediterranean Sea (Aeolian Islands, Italy). *Fisheries Research*, 102(1-2), 87-97.
- Bearse, L. 1985. Loggerheads mate off Cape Hatteras. *Mar. Turtle Newsl.*
- Bearzi, G., Politi, E., Agazzi, S., & Azzellino, A. (2006). Prey depletion caused by overfishing and the decline of marine megafauna in eastern Ionian Sea coastal waters (central Mediterranean). *Biological Conservation*, 127(4), 373-382.
- Bearzi, G., Reeves, R. R., NOTARBARTOLO-DI-SCIARA, G. I. U. S. E. P. P. E., Politi, E., Canadas, A. N. A., Frantzis, A., & Mussi, B. (2003). Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*, 33(3-4), 224-252.
- Bearzi, G., Reeves, R. R., Remonato, E., Pierantonio, N., & Airoidi, S. (2011). Risso's dolphin *Grampus griseus* in the Mediterranean Sea. *Mammalian Biology*, 76(4), 385-400.
- Becerra, A. T., & Bravo, X. L. (2010). La agricultura intensiva del poniente almeriense: Diagnóstico e instrumentos de gestión ambiental. *M+ A Revista Electrónica de Medioambiente*, (8).
- Bellido JJ, Torreblanca E, Báez JC & Camiñas JA. 2018. Sea turtles in the eastern margin of the North Atlantic: the northern Ibero-Moroccan Gulf as an important neritic area for sea turtles. *Mediterranean Marine Science* 19(3): 662-672.
- Bentaleb, I., Guinet C., Mate B., Mayzaud P., Moussa I, De Stephanis R., 2011 The foraging ecology of mediterranean fin whales in a changing environment elucidated by satellite tracking and stable isotopes, *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 438: 285–302.
- Bérubé, M., Aguilar, A., Dendanto, D., Larsen, F., Notarbartolo Di Sciara, G., Sears, R., ... & Palsbøll, P. J. (1998). Population genetic structure of North Atlantic, Mediterranean Sea and Sea of Cortez fin whales, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus 1758): analysis of mitochondrial and nuclear loci. *Molecular ecology*, 7(5), 585-599.
- Best. P.B. and Underhill, L.G. (1990) Estimating population size in southern right whales (*Eubalaena australis*) using naturally marked animals. *Report of the International Whaling Commission* 12: 183-190.
- Bjørke, H. (2001). Predators of the squid *Gonatus fabricii* (Lichtenstein) in the Norwegian Sea. *Fisheries Research*, 52(1-2), 113-120.
- Bjorndal KA, Bolten AB, Gordon J & Camiñas JA 1994. *Caretta Caretta* (Loggerhead): Growth and Pelagic Movements. *Herpetological Review* 25(1): 23-24.

- Boisseau, O., Lacey, C., Lewis, T., Moscrop, A., Danbolt, M., & McLanaghan, R. (2010). Encounter rates of cetaceans in the Mediterranean Sea and contiguous Atlantic area. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 90(8), 1589-1599.
- Bolten, A. B., & Bjorndal, K. A. (1992). Blood profiles for a wild population of green turtles (*Chelonia mydas*) in the southern Bahamas: size-specific and sex-specific relationships. *Journal of Wildlife Diseases*, 28(3), 407-413.
- Borrell, A., & Aguilar, A. (2007). Organochlorine concentrations declined during 1987–2002 in western Mediterranean bottlenose dolphins, a coastal top predator. *Chemosphere*, 66(2), 347-352.
- Borrell, A., Sant, P., Víkingsson, G., Aguilar, A., & García-Vernet, R. (2018). An evaluation of whale skin differences and its suitability as a tissue for stable isotope analysis. *Journal of Sea Research*, 140, 59-62.
- Bost, C. A., Cotté, C., Bailleul, F., Cherel, Y., Charrassin, J. B., Guinet, C., ... & Weimerskirch, H. (2009). The importance of oceanographic fronts to marine birds and mammals of the southern oceans. *Journal of Marine Systems*, 78(3), 363-376.
- Bourret, V. J., Macé, M. R., & Crouau-Roy, B. (2007). Genetic variation and population structure of western Mediterranean and northern Atlantic *Stenella coeruleoalba* populations inferred from microsatellite data. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 265-269.
- Boutiba, Z., & Abdelghani, F. (1995). Food of the common dolphin (*Delphinus delphis*, L.) in Algerian waters. *European research on cetaceans*, 9, 182.
- Bowen, B., Avise, J. C., Richardson, J. I., Meylan, A. B., Margaritoulis, D., & Hopkins-Murphy, S. R. (1993). Population structure of loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the northwestern Atlantic Ocean and Mediterranean Sea. *Conservation Biology*, 834-844.
- Bradai, M. N. 1995 La nidification de la tortue marine *Caretta caretta* dans le Sud-Est de la Tunisie. *Rapp. Comm. int. Mer Medit.* 34: 237 - 237.
- Braulik, G., Natoli, A., Kiszka, J., Parra, G., Plön, S., & Smith, B. D. (2019). *Tursiops aduncus*. The IUCN Red List of Threatened Species, 2019-3.
- Broderick, A., & Goodley, A. (1996). *Chelonia mydas* (South Atlantic subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened Species*, 2019-2.
- Broderick, A. C., Glen, F., Godley, B. J. & Hays, G. C. 2002:
- Brongersma, L. D. (1972). European atlantic turtles. *Zoologische Verhandelingen*, 121(1), 1-318.
- Brophy, J., Murphy, S., & Rogan, E. (2006). Records from the Irish Whale and Dolphin Group for 2003. *The Irish Naturalists' Journal*, 28(5), 214-219.
- Calambokidis, J., Falcone, E. A., Quinn, T. J., Burdin, A. M., Clapham, P. J., Ford, J. K., ... & Wade, P. R. (2008). SPLASH: Structure of populations, levels of abundance and status of humpback whales in the North Pacific. *Final report for Contract AB133F-03-RP-00078*, 57.
- Calzada, N., Aguilar, A., Grau, E., & Lockyer, C. (1997). Patterns of growth and physical maturity in the western Mediterranean striped dolphin, *Stenella coeruleoalba* (Cetacea: Odontoceti). *Canadian Journal of Zoology*, 75(4), 632-637.

- Camiñas JA, de la Serna JM & Alot E. 1992. Loggerhead (*Caretta caretta*) frequency observed in the Spanish surface long-line fishery in the Western Mediterranean Sea during 1989. Rapport du Congrès de la Commission Internationale Pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée 33.
- Camiñas JA & De la Serna JM. 1995. The loggerhead distribution in the western Mediterranean Sea as deduced from captures by the Spanish longline fishery. En *Scientia herpetologica* (Llorente GA, Montori A, Santos X & Carretero MA Eds.). Barcelona: Asociación Herpetológica Española. Pp. 316–323.
- Camiñas JA. 1995. The loggerhead *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) pelagic movements through the Gibraltar Strait. Rapport du Congrès de la Commission Internationale Pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée 34: 238.
- Camiñas JA. 1998. Is the leatherback (*Dermochelys coriacea* Vandelli, 1761) a permanent species in the Mediterranean Sea? Rapport du Congrès de la Commission Internationale Pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée 35: 388-389.
- Camiñas, J. A., & Valeiras, X. (2000). 2001. Proyecto europeo para la evaluación de las capturas accidentales de tortugas marinas en las pesquerías de palangre de superficie y arrastre en el Mediterráneo (EMPT). Primeros resultados. 1ª Simposium de la Sociedad Española de Cetáceos, Ceuta, 23-27.
- Camiñas, J. A., Domínguez, J. B., & Abad, R. (2004). La pesca en el Mediterráneo andaluz. Servicio de publicaciones de la Fundación Unicaja.
- Camiñas, J. A. (2005). Interacciones entre las tortugas marinas y las flotas españolas en el Mediterráneo Occidental y el Golfo de Cádiz. *Taller de Coordinación de actuación os relacionadas con la captura accidental de tortuga boba (Caretta caretta) por flotas espartólas en el Mediterráneo* Secretaría General de Pesca Marítima. Ministerio De Agricultura, Pesca Y Alimentación. Madrid, 4.
- Camiñas JA. 2020. ¿Hay tortugas en el mar de Alborán? Boletín de la Academia Malagueña de Ciencias 22(VII época): 75-91.
- Camiñas, J. A., Báez, J. C., Ayllón, E., Marco, A., Hernández-Sastre, L., López, M. I., ... & Barcelona, S. G. (2021, December). Estado de conservación de las tortugas marinas en España (revisión del periodo 2013-2018). In *Anales de Biología* (No. 43, pp. 175-198). Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia.
- Canese, S., Cardinali, A., Fortuna, C. M., Giusti, M., Lauriano, G., Salvati, E., & Greco, S. (2006). The first identified winter feeding ground of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 86(4), 903-907.
- Cañadas, A., & Sagarminaga, R. (1996). A long-term survey of distribution and dynamics of cetaceans along the south-eastern coast of Spain: fourth year of research 1992–1995. *European Research on Cetaceans*, 10, 125-129.
- Cañadas, A., & Sagarminaga, R. (2000). The northeastern Alboran Sea, an important breeding and feeding ground for the long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) in the Mediterranean Sea. *Marine mammal science*, 16(3), 513-529.
- Cañadas A, Fernández Casado M, De Stephanis R, Sagarminaga R (2000) Sperm whales (*Physeter macrocephalus*) at the gates of the Mediterranean Sea. In: Evans PGH, Pitt-Aiken R, Rogan E (eds) *European Research on Cetaceans 14: Fourteenth annual conference of the European Cetacean Society*, Cork, Ireland, p 320-322.

- Cañadas, A., Sagarminaga, R., & Garcia-Tiscar, S. (2002). Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 49(11), 2053-2073.
- Cañadas, A., R. Sagarminaga, R. de Stephanis, E. Urquiola, P.S. Hammond (2003) Habitat selection models as a conservation tool: Proposal of marine protected areas for cetaceans in southern Spain, *Biological Conservation*.
- Cañadas, A., Sagarminaga, R., De Stephanis, R. Urquiola, E. and Hammond, P.S. (2005) Habitat preference modeling a conservation tool: proposals for marine protected areas for cetaceans in southern Spanish waters. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 15: 495–521.
- Cañadas, A., & Hammond, P. S. (2008). Abundance and habitat preferences of the short-beaked common dolphin *Delphinus delphis* in the southwestern Mediterranean: implications for conservation. *Endangered species research*, 4(3), 309-331.
- Cañadas, A., & Vázquez, J. A. (2014). Conserving Cuvier's beaked whales in the Alboran Sea (SW Mediterranean): Identification of high areas to be avoided by intense man-made sound. *Biological Conservation*, 178, 155-162.
- Cañadas, A., & Vázquez, J. A. (2016). Atlantic-wide research programme on bluefin tuna (iccat gbyb–phase 5-2015) elaboration of data from the aerial surveys on spawning aggregations
- Canadas, A., Fortuna, C., Pulcini, M., Lauriano, G., Bearzi, B., Cotte, C., ... & Mussi, B. (2011, June). Accobams collaborative effort to map high-use areas by beaked whales in the Mediterranean. In *63 Scientific committee meeting of the international whaling commission. International Whaling Commission, Tromso, Norway*.
- Capelli R., De Pellegrini R., Minganti V., Poggi R., 1989. Preliminary results on the presence of inorganic, organic mercury and selenium in striped dolphins *Stenella coeruleoalba* from the Ligurian Sea. *European Research on Cetaceans*, 3: 19-24
- Cardona L, De Quevedo IÁ, Borrell A & Aguilar, A. 2012. Massive consumption of gelatinous plankton by Mediterranean apex predators. *PloS One* 7(3): e31329.
- Carpinelli, E., Pauline Gauffier, Philippe Verborgh, Sabina Airoidi, Lèa David, Nathalie Di-Méglio, Ana Cañadas, Alexandros Frantzis, Luke Rendell, Tim Lewis, Barbara Mussi, Daniela Silvia Pace, Renaud de Stephanis, Assessing sperm whale (*Physeter macrocephalus*) movements within the Mediterranean Sea through photo-identification, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* (special issue), 24 (S1), 23-30.
- Carr, A. F., Carr, M. H., & Meylan, A. B. (1978). The ecology and migrations of sea turtles. 7, The West Caribbean green turtle colony. *Bulletin of the AMNH*; v. 162, article 1.
- Carreras C, Pascual M, Tomás J, Marco A, Hochscheid S, Castillo J.J, . . . Cardona L. 2018. Sporadic nest- ing reveals long distance colonisation in the philopatric loggerhead sea turtle (*Caretta caretta*). *Scientific Reports* 8(1): 1435.
- Casinos A., Vericard J.-R., 1976 - The cetaceans of the Spanish coasts: a survey. *Mammalia*, 40: 267-289.
- Castellote, M., Clark, C. W., & Lammers, M. O. (2012). Acoustic and behavioural changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and airgun noise. *Biological Conservation*, 147(1), 115-122.

- Cavallo, G., Metrangolo, P., Milani, R., Pilati, T., Priimagi, A., Resnati, G., & Terraneo, G. (2016). The halogen bond. *Chemical reviews*, 116(4), 2478-2601.
- Christensen, I., Haug, T., & Øien, N. (1992). A review of feeding and reproduction in large baleen whales (Mysticeti) and sperm whales *Physeter macrocephalus* in Norwegian and adjacent waters. *Fauna Norvegica Series A*, 13, 39-48.
- CIRCE (2021). Proyecto MarxanCETALBORÁN: Reevaluación y adecuación de la Red Natura 2000 en las Demarcaciones del Estrecho-Alborán para cetáceos, a través de un estudio ecosistémico y de costes. Programa Pleamar, Fundación Biodiversidad.
- Clarke, M., A. C. Campbell, W. S. Hameid, and S. Ghoneim. 2000. Preliminary report on the status of marine turtle nesting populations on the Mediterranean coast of Egypt. *Biological Conservation* 94:363–371.
- Cocco, M., and G. Gerosa. 1990. Progetto tartarughe marine. Rapporto attività 1990. WWF–Italy. Rome: Dipartimento di Biologia Animale e dell’Uomo, Università “La Sapienza”.
- Coll, M., Piroddi, C., Steenbeek, J., Kaschner, K., Ben Rais Lasram, F., Aguzzi, J., ... & Voultsiadou, E. (2010). The biodiversity of the Mediterranean Sea: estimates, patterns, and threats. *PloS one*, 5(8), e11842.
- Comas, M.C., García-Dueñas, V. y Jurado, M.J., (1992): Neogene Tectonic Evolution of the Alboran basin from MCS data, in Alboran Sea. *Geo-Marine Lett.*, 12, pp. 157-164.
- Cotté, C., d'Ovidio, F., Chaigneau, A., Lévy, M., Taupier-Letage, I., Mate, B., & Guinet, C. (2011). Scale-dependent interactions of Mediterranean whales with marine dynamics. *Limnology and Oceanography*, 56(1), 219-232.
- Cózar A, Echevarría F, González-Gordillo JI, Irigoien X, Úbeda B, Hernández-León S, . . . Duarte CM. 2014. Plastic debris in the open ocean. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA* 111(28): 10239- 10244.
- Crespo J & Camiñas JA & Rey JC. 1988. Considérations sur la présence de Tortues Luth *Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761) dans la Méditerranée occi- dentale. Rapport du Congrès de la Commission In- ternationale Pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée 31: 2.
- D'amico, D., Usai, S., Grazzi, L., Rigamonti, A., Solari, A., Leone, M., & Bussone, G. (2003). Quality of life and disability in primary chronic daily headaches. *Neurological Sciences*, 24(2), s97-s100.
- Dalebout, M. L., Robertson, K. M., Frantzis, A., Engelhaupt, D. A. N., Mignucci-Giannoni, A. A., Rosario-Delestre, R. J., & Baker, C. S. (2005). Worldwide structure of mtDNA diversity among Cuvier's beaked whales (*Ziphius cavirostris*): implications for threatened populations. *Molecular Ecology*, 14(11), 3353-3371.
- De la Torriente, Ana; Aguilar, Ricardo; Serrano, Alberto; García, Silvia; Fernández, Luis Miguel; García Muñoz, Miguel; Punzón, Antonio; Arcos, Jose Manuel y Sagarminaga, Ricardo, Sur de Almería - Seco de los Olivos. Proyecto LIFE+ INDEMARES. Ed. Fundación Biodiversidad del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. 2014. 102 pp.
- De Segura, A. G., Hammond, P. S., & Raga, J. A. (2008). Influence of environmental factors on small cetacean distribution in the Spanish Mediterranean. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(6), 1185-1192.

- De Stephanis R, Fernández Casado M, Gonzalbez Aparicio P, Ocaña O, Salazar Sierra JM, Perez Gimeno N, De los Ríos y los Huertos A (2001a) Consultoría y asistencia técnica relativa al estudio de las poblaciones de cetáceos y de tortugas marinas de las aguas adyacentes al litoral de la ciudad autónoma de Ceuta, Biosfera XXI . Estudios Ambientales, S.L.
- De Stephanis, Cañadas, Villalba, Perez-Gimeno, Sagarminaga, Segura, Fernández-Casado, Guinet, (2001b) "Fin whale (*Balaenoptera physalus*) migration through the strait of Gibraltar?", In European Research on Cetaceans 15. Proc. 15 th Ann. Meeting European Cetacean Society, Roma, Italia 6-10 May 2001.
- De Stephanis R, Perez Gimeno N, Salazar Sierra J, Poncelet E, Guinet C (2002) Interactions between killer whales (*Orcinus orca*) and red tuna (*Thunnus thynnus*) fishery in the Strait of Gibraltar Fourth International Orca Symposium and Workshop, France, p 138-142.
- De Stephanis R., Perez Gimeno N., Salazar Sierra J.M., Fernández Casado M., Guinet C., (2003) Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to oceanographic context, Marine Ecology Progress Series.
- de Stephanis, R., Cornulier, T., Verborgh, P., Sierra, J. S., Gimeno, N. P., & Guinet, C. (2008). Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. *Marine Ecology Progress Series*, 353, 275-288.
- De Stephanis, R., García-Tíscar S, Verborgh, P., Esteban-Pavo, R., Pérez, S., Minvielle-Sebastia, Guinet, C. 2008 diet of the social groups of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) in the strait of gibraltar., 2008, Marine Biology 154(4): 603-612.
- De Stephanis, R., Giménez, J., Carpinelli, E., Gutierrez-Expósito, C., Cañadas, A. (2013) As main meal for Sperm whales: plastic deris. Marine Pollution Bulletin 69: 206–214.
- De Stephanis, R., Giménez, J., Esteban, R., Gauffier, P., García-Tíscar S., Sinding, M-H. S., Verborgh, P., Mobbing-like behavior by pilot whales towards killer whales: a response to resource competition or perceived predation risk? 2015, Acta ethologica, 1-10.
- De Stephanis, R., Verborgh, P., Gauffier, P., Esteban Pavo, R., Giménez, J., Salazar Sierra, J., ... & Sánchez Morillas, V. (2010). Informe sobre posibles impactos producibles por la ampliación del Puerto de Tarifa en las poblaciones de cetáceos del Estrecho de Gibraltar. CIRCE, Informe técnico. Descargable en www.circe.info.
- De Stephanis, R., Verborgh, P., Gauffier, P., Esteban Pavo, R., Giménez, J., Salazar Sierra, J., ... & Sánchez Morillas, V. (2010). Informe sobre posibles impactos producibles por la ampliación del Puerto de Tarifa en las poblaciones de cetáceos del Estrecho de Gibraltar. CIRCE, Informe técnico. Descargable en www.circe.info.
- De Stephanis, R., Verborgh, P., Pérez, S., Esteban R, Minvielle-Sebastia, Guinet, C., 2008 social structure of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) in the Strait of Gibraltar, Acta Ethologica, 11, 81-94.
- De Stephanis, Renaud, Ruth Esteban Pavo, Maria Moreno de Pintos, Juan Manuel Salazar Sierra, Joan Giménez, David Alarcón, Philippe Verborgh, Pauline Gauffier, Orden APM/427/2017, de 4 de mayo, por la que se aprueban las medidas de protección, y el Plan de Conservación de las orcas del Estrecho y Golfo de Cádiz, Boletín Oficial del Estado, 117, 40585-40608.
- De Stephanis, T. Cornulier, P. Verborgh, J. Salazar Sierra, N. Pérez Gimeno, C. Guinet, 2008 summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context, Marine Ecology Progress Series, 353: 272-288.

- Dede, A., Salman, A., & Tonay, A. M. (2016). Stomach contents of by-caught striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) in the eastern Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 96(4), 869-875.
- Demetropoulos, A., & Hadjichristophorou, M. (1989). Sea turtle conservation in Cyprus. *Marine Turtle Newsletter*, 44, 4-6.
- Desportes, G. (1985). La nutrition des odontocetes an Atlantique Nord-est (Cotes francaises-Iles Faroe). PhD thesis, University of Poitiers.
- Desportes, G., & Mouritsen, R. (1988). Diet of the pilot whale, *Globicephala melas*, around the Faroe Islands. *ICES CM*, (12).
- Desportes, G., & Mouritsen, R. (1993). Preliminary results on the diet of long-finned pilot whales off the Faroe Islands. *Report of the International Whaling Commission*, 14(Special Issue), 305-324.
- Di-Méglio N David, L., & Monestiez, P. A. S. C. A. L. (2018). Sperm whale ship strikes in the Pelagos Sanctuary and adjacent waters: assessing and mapping collision risks in summer. *Journal of Cetacean Research and Management*, 18, 135-147
- Di Palma, M. G., & Massa, B. (1978). Contributo metodologico per lo studio dell'alimentazione dei rapaci. *Atti I Convegno Italiano di Ornitologia*, 69-76.
- Di Sciara, G. N., & Birkun, A. (2010). Conserving whales, dolphins and porpoises in the Mediterranean and Black Seas. An ACCOBAMS status report-ACCOBAMS.
- di Sciara, G. N., Castellote, M., Druon, J. N., & Panigada, S. (2016). Fin whales, *Balaenoptera physalus*: at home in a changing Mediterranean Sea?. *Advances in Marine Biology*, 75, 75-101.
- Diercks, K.J. (1972). Biological sonar systems: A bionics survey. Applied Research Laboratories, ARL-TR-72-34. University of Texas, Austin, Texas.
- Dodd Jr, C. K. (1988). Synopsis of the biological data on the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). Florida cooperative fish and wildlife research unit Gainesville.
- Dowling, T. E., & Brown, W. M. (1993). Population structure of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) as determined by restriction endonuclease analysis of mitochondrial DNA. *Marine Mammal Science*, 9(2), 138-155.
- Druon, J. N., Panigada, S., David, L., Gannier, A., Mayol, P., Arcangeli, A., ... & Gauffier, P. (2012). Potential feeding habitat of fin whales in the western Mediterranean Sea: an environmental niche model. *Marine Ecology Progress Series*, 464, 289-306.
- Duguy, R., Casinos, A., Di Natale, A., Filella, S., Ktari-Chakroun, F., Lloze, R., & Marchessaux, D. (1983). Répartition et fréquence des mammifères marins en Méditerranée. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit*, 28, 223-230.
- Duguy, R. (1988). Observations de tortues marines. *Ann. Soc. Sci. nat. Char.-Mar*, 7(6), 727-728.
- EDMAKTUB 2018. Proyecto Rorcual.
- Ercilla G, Juan C, Hernández-Molina FJ, Bruno M, Estrada F, Alonso B, Casas D, Farran M, Llave E, García M, Vázquez JT, d'Acremont E, Gorini C, Palomino D, Valencia J, El Mounni B, Ammar A (2016) Significance of bottom currents in deep-sea morphodynamics: An example from the Alboran Sea. *Mar Geol* 378:157–170.

- Erk'akan, F. (1993). Nesting biology of loggerhead turtles *Caretta caretta* L. on Dalyan beach, Mugla-Turkey. *Biological Conservation*, 66(1), 1-4.
- Estrada, F., Ercilla, G., Alonso, B. (1997) Pliocene-Quaternary tectonic-sedimentary evolution of the NE Alboran Sea (SW Mediterranean Sea) *Tectonophysics*, 282 (1-4), pp. 423-442.
- Estrada, F., Ercilla, G., Gorini, C., Alonso, B., Vázquez, J.T., García-Castellanos, D., Juan, C., Maldonado, A., Ammar, A., Elabbassi, M. (2011) Impact of pulsed Atlantic water inflow into the Alboran Basin at the time of the Zanclean flooding. *Geo-Marine Letters*, 31 (5-6), pp. 361-376.
- Evans, W.E. 1973. Echolocation by marine delphinids and one species of freshwater dolphin. *Journal of the Acoustical Society of America* 54: 191-199.
- Evans, W.E. and Prescott, J.H. (1962) Observations of the sound production capabilities of the bottlenose porpoise: a study of whistles and clicks. *Zoologica* 47: 121-128.
- Fernandez, A., Esperon, F., Herraez, P., Espinosa, A., Clavel, C., Bernabe, A., Sanchez-Vizcaino, J., Verborgh, P., De Stephanis, R., Toledano, F., Bayon, A., 2008 Pilot whales (*Globicephala melas*) mortality due to morbillivirus in the Mediterranean Sea, *Emerging Infectious Diseases*. 14 (5): 792-794.
- Fernández-Puga, M.C.; Vázquez, J.T.; Hernández-Molina, F.J.; y Somoza, L. (2000) El Paleocañón de Estepona como un rasgo morfosedimentario Plioceno-Cuaternario del Margen Septentrional del Mar de Alborán. *Geogaceta*, 27, pp. 211-214.
- Fertl, D., Schiro, A. J., Collier, S., & Worthy, G. A. J. (1997). Stranding of a Cuvier's Beaked Whale (*Ziphius cavirostris*) in southern Texas, with comments on stomach contents. *Gulf of Mexico Science*, 15(2), 5.
- Fisher, W., Schneider, M., & Bauchot, M. L. (1987). Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. Méditerranée et Mer Noire (Zone de pêche 37). II Vertébrés.
- Forcada, J., Aguilar, A., Hammond, P., Pastor, X., & Aguilar, R. (1996). Distribution and abundance of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the western Mediterranean sea during the summer. *Journal of Zoology*, 238(1), 23-34.
- Forcada, J., Gazo, M., Aguilar, A., Gonzalvo, J., & Fernández-Contreras, M. (2004). Bottlenose dolphin abundance in the NW Mediterranean: addressing heterogeneity in distribution. *Marine Ecology Progress Series*, 275, 275-287.
- Freggi, P., Abbate, G., Freggi, D., Conte, N., Oliverio, M., & Argano, R. (2008). Foraging ecology of loggerhead sea turtles *Caretta caretta* in the central Mediterranean Sea: evidence for a relaxed life history model. *Marine Ecology Progress Series*, 372, 265-276.
- Fullard, K. J., Early, G., Heide-Jørgensen, M. P., Bloch, D., Rosing-Asvid, A., & Amos, W. (2000). Population structure of long-finned pilot whales in the North Atlantic: a correlation with sea surface temperature?. *Molecular Ecology*, 9(7), 949-958.
- Gannier, A. (1999). Diel variations of the striped dolphin distribution off the French Riviera (Northwestern Mediterranean Sea). *Aquatic Mammals*, 25(3), 123-134.
- Gannier, A., Drouot, V., & Goold, J. C. (2002). Distribution and relative abundance of sperm whales in the Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 243, 281-293

- Gannon, D. P., Read, A. J., Craddock, J. E., Fristrup, K. M., & Nicolas, J. R. (1997). Feeding ecology of long-finned pilot whales *Globicephala melas* in the western North Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 148, 1-10.
- García P & Chamorro S. 1984. Embarrancamiento masivo de ejemplares de tortuga laúd (*Dermochelys coriacea* L.) en las costas de Ceuta (España, Norte de África). *Doñana, Acta Vertebrata* 11: 312-320.
- García, M., Alonso, B., Ercilla, G., Gràcia, E. (2006) The tributary valley systems of the Almeria Canyon (Alboran Sea, SW Mediterranean): Sedimentary architecture. *Marine Geology*, 226 (3-4), pp. 207-223.
- García-Lafuente J., Cano N., Vargas M., Rubín J.P., Guerra A. (1998). Evolution of the Alboran Sea hydrographic structures during July 1993. *Deep-Sea Research* 45, 39- 65.
- García-Martínez J, Barrio E, Raga JA, Latorre A (1995) Mitochondrial DNA variability of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) in Mediterranean Spanish waters. *Marine Mammal Science*, 11, 183 –199.
- Garcia-Martinez, J., Moya, A., Raga, J. A., & Latorre, A. (1999). Genetic differentiation in the striped dolphin *Stenella coeruleoalba* from European waters according to mitochondrial DNA (mtDNA) restriction analysis. *Molecular Ecology*, 8(6), 1069-1073.
- García-Martínez, M.C. (2007). *Ecología del fitoplancton del mar de Alborán*. Univ. de Málaga. ISBN: 84-690-3169-4.
- Gaspari, A. A. (2006). Innate and adaptive immunity and the pathophysiology of psoriasis. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 54(3), S67-S80.
- Gaspari, F. J., Senisterra, G. E., & Marlats, R. M. (2007). Relación precipitación-escorrentía y número de curva bajo diferentes condiciones de uso del suelo. Cuenca modal del Sistema Serrano de La Ventana, Argentina. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 39(1), 21-28.
- Gaspari, F., Ferrari, S., Stucchi, N., Centemeri, E., Carrara, F., Pellegrino, M., ... & the MY. SS study investigators. (2004). Performance of different prediction equations for estimating renal function in kidney transplantation. *American Journal of Transplantation*, 4(11), 1826-1835
- Gauffier Pauline, Asunción Borrell, Mónica A Silva, Gísli Víkingsson, Alfredo López, Joan Giménez, Ana Colaço, Sverrir Daníel Halldórsson, Morgana Vighi, Rui Prieto, Renaud de Stephanis, Alex Aguilar, (2020). Wait your turn, North Atlantic fin whales share a common feeding ground sequentially. *Marine Environmental Research*, 155, 104884.
- Gauffier, A., David, J. P., Gilard, O., Nuns, T., Inguimbert, C., & Balocchi, A. (2009). Experimental methods for defect introduction rates determination in multijunction solar cells. *IEEE Transactions on Nuclear Science*, 56(4), 2237-2241.
- Gauffier, P., Borrell, A., Silva, M. A., Víkingsson, G. A., López, A., Giménez, J., ... & Aguilar, A. (2020). Wait your turn, North Atlantic fin whales share a common feeding ground sequentially. *Marine Environmental Research*, Mar; 155:104884.
- Geldiay, R., Koray, T., & Balik, S. (1982). Status of sea turtle populations (*Caretta c. caretta* and *Chelonia m. mydas*) in the northern Mediterranean Sea, Turkey. *Biology and Conservation of Sea Turtles*, Smithsonian Institution Press, Washington, DC, 425, 434.

- Georges, A., Limpus, C., & Stoutjesdijk, R. (1994). Hatchling sex in the marine turtle *Caretta caretta* is determined by proportion of development at a temperature, not daily duration of exposure. *Journal of Experimental Zoology*, 270(5), 432-444.
- Giménez, J., Gómez-Campos, E., Borrell, A., Cardona, L., & Aguilar, A. (2013). Isotopic evidence of limited exchange between Mediterranean and eastern North Atlantic fin whales. *Rapid Communications in Mass Spectrometry*, 27(15), 1801-1806.
- Giménez, J., Authier, M., Valeiras, J., Abad, E., Marçalo, A., Coll, M., ... & de Stephanis, R. (2021). Consumption rates and interaction with fisheries of Mediterranean common dolphins in the Alboran Sea. *Regional Studies in Marine Science*, 101826.
- Giménez, J., Authier, M., Valeiras, J., Abad, E., Marçalo, A., Coll, M., ... & de Stephanis, R. (2021). Consumption rates and interaction with fisheries of Mediterranean common dolphins in the Alboran Sea. *Regional Studies in Marine Science*, 45, 101826.
- Giménez, J., Cañadas, A., de Stephanis, R., & Ramirez, F. (2021). Expanding protected areas to encompass the conservation of the endangered common dolphin (*Delphinus delphis*) in the Alboran Sea. *Marine Environmental Research*, 105305.
- Giménez, J., Cañadas, A., Ramírez, F., Afán, I., García-Tiscar, S., Fernández-Maldonado, C., Castillo, J.J. & de Stephanis, R. (2018). Living apart together: Niche partitioning among Alboran Sea cetaceans. *Ecological Indicators*, 95, 32-40.
- Giménez, J., Cañadas, A., Ramírez, F., Afán, I., García-Tiscar, S., Fernández-Maldonado, C., Castillo, J.J. & de Stephanis, R. (2017). Intra-and interspecific niche partitioning in striped and common dolphins inhabiting the southwestern Mediterranean Sea. *Marine Ecology Progress Series*, 567, 199-210.
- Giménez, J., de Stephanis, R., Gauffier, P., Esteban, R., Verborgh, P. (2011) Biopsy wound healing in long-finned pilot-whales (*Globicephala melas*). *Veterinary records* 168(4), 101.
- Giménez, J., Louis, M., Barón, E., Ramírez, F., Verborgh, P., Gauffier, P., Esteban, R., Eljarrat, E., Barceló, D., Forero, M.G., and de Stephanis, R. (2017) Towards the identification of ecological management units: A multidisciplinary approach for the effective management of bottlenose dolphins in the southern Iberian Peninsula. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 28(1), 205-215.
- Giménez, J., Louis, M., Barón, E., Ramírez, F., Verborgh, P., Gauffier, P., ... & de Stephanis, R. (2018). Towards the identification of ecological management units: a multidisciplinary approach for the effective management of bottlenose dolphins in the southern Iberian Peninsula. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 28(1), 205-215.
- Giménez, J., Marçalo, A., García-Polo, M., García-Barón, I., Castillo, J. J., Fernández-Maldonado, C., Saavedra, C., Santos, M.B., and de Stephanis, R. (2017). Feeding ecology of Mediterranean common dolphins: The importance of mesopelagic fish in the diet of an endangered subpopulation. *Marine Mammal Science* 34(1), 136-154.
- Giménez, J., Marçalo, A., Ramírez, F., Verborgh, P., Gauffier, P., Esteban, R., Nicolau, L., González-Ortegón, E., Baldó, F., Vilas, C., Vingada, J., Forero, M.G. and de Stephanis, R. (2017). Diet of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from the Gulf of Cadiz: Insights from stomach content and stable isotope analyses. *PloS One*, 12(9), e0184673.
- Giménez, J., Ramírez, F., Almunia, J., Forero, M. G., & de Stephanis, R. (2016). From the pool to the sea: Applicable isotope turnover rates and diet to skin discrimination factors for bottlenose

dolphins (*Tursiops truncatus*). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 475, 54-61.

Giménez, J., Ramírez, F., Almunia, J., Forero, M.G., de Stephanis, R. (2016) From the pool to the sea: Applicable isotope turnover rates and diet to skin discrimination factors for bottlenose dolphins. *Journal of experimental Marine Biology and Ecology* 475:50-61.

Giménez, J., Ramírez, F., Forero, M. G., Almunia, J., de Stephanis, R., Navarro, J. (2017). Lipid effects on isotopic values in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) and their prey with implications for diet assessment. *Marine Biology* 164:122.

Godley, B. J., Broderick, A. C. & Hays, G. C. 2001: Nesting of green turtles (*Chelonia mydas*) at Ascension Island, South Atlantic. — *Biol. Conserv.* 97: 151-158.

Gómez de Segura, A., Crespo, E. A., Pedraza, S. N., Hammond, P. S., & Raga, J. A. (2006). Abundance of small cetaceans in waters of the central Spanish Mediterranean. *Marine Biology*, 150(1), 149-160.

Gómez de Segura, A., Crespo, E. A., Pedraza, S. N., Hammond, P. S., & Raga, J. A. (2006). Abundance of small cetaceans in waters of the central Spanish Mediterranean. *Marine Biology*, 150(1), 149-160.

Gómez-Campos, E., Borrell, A., Cardona, L., Forcada, J., & Aguilar, A. (2011). Overfishing of small pelagic fishes increases trophic overlap between immature and mature striped dolphins in the Mediterranean Sea. *PloS one*, 6(9), e24554.

Haddoud, D.A. and El Gomati, H. (in press). The coast survey of marine turtle activity along the coast of Libya. Phase 2: between Sirte and Misratah. Deuxièmes Journées Maghrébines des Science de la Mer. INSTM

Hammond, P.S (1990) Heterogeneity in the Gulf of Maine? Estimating humpback whale population size when capture probabilities are not equal. *Report of the International Whaling Commission* 12: 135-140.

Hernández-Molina, F.J. (1993): Dinámica sedimentaria y evolución durante el Pleistoceno terminal-Holoceno del margen noroccidental del Mar de Alborán. Modelo de estratigrafía secuencial de muy alta resolución en plataformas continentales. Tesis Doctoral, Univ. Granada, Granada, 617 p.

Hirth, H. F., & Hollingworth, S. L. (1973). Report to the Government of the People's Democratic Republic of Yemen on marine turtle management.

Hobson, R. P. (1990). On acquiring knowledge about people and the capacity to pretend: Response to Leslie (1987). *Psychological Review*, 97(1), 114–121. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.97.1.114>

Hobson, K. A., & Welch, H. E. (1992). Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ analysis. *Marine Ecology Progress Series*, 9-18.

Hobson, K. A., Piatt, J. F., & Pitocchelli, J. (1994). Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *Journal of animal ecology*, 786-798.

Hobson, K. A., Piatt, J. F., & Pitocchelli, J. (1994). Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. *Journal of animal ecology*, 786-798.

Hobson, K. A., Schell, D. M., Renouf, D., & Noseworthy, E. (1996). Stable carbon and nitrogen isotopic fractionation between diet and tissues of captive seals: implications for dietary

reconstructions involving marine mammals. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53(3), 528-533.

Hobson, K. A., Sease, J. L., Merrick, R. L., & Piatt, J. F. (1997). Investigating trophic relationships of pinnipeds in Alaska and Washington using stable isotope ratios of nitrogen and carbon. *Marine Mammal Science*, 13(1), 114-132.

Hochscheid S, Kaska Y & Panagopoulou, A. (Eds.) 2018. Sea Turtles in the Mediterranean Region: MTSG Annual Regional Report 2018. Report of the IUCN-SSC Marine Turtle Specialist Group, 2018.

Hoelzel, A. R., Dorsey, E. M., & Stern, S. J. (1989). The foraging specializations of individual minke whales. *Animal Behavior*, 38(5), 786-794.

Hooker, S. K., Cañadas, A., Hyrenbach, K. D., Corrigan, C., Polovina, J. J., & Reeves, R. R. (2011). Making protected area networks effective for marine top predators. *Endangered Species Research*, 13(3), 203-218.

Hsich, G., Kenney, K., Gibbs Jr, C. J., Lee, K. H., & Harrington, M. G. (1996). The 14-3-3 brain protein in cerebrospinal fluid as a marker for transmissible spongiform encephalopathies. *New England Journal of Medicine*, 335(13), 924-930.

Hulley, P. A., & Prosch, R. M. (1987). Mesopelagic fish derivatives in the southern Benguela upwelling region. *South African Journal of Marine Science*, 5(1), 597-611.

Jusufovski, D., Saavedra, C., & Kuparinen, A. (2019). Competition between marine mammals and fisheries in contemporary harvested marine ecosystems. *Marine Ecology Progress Series*, 627, 207-232.

Kasperek, M. (1993). Survey of the Mediterranean coast between Alexandria and El-Salum, Egypt. *Marine Turtle Newsletter*, 63, 8-9.

Kasperek, M. (1995). The nesting of marine turtles on the coast of Syria. *Zoology in the Middle East*, 11(1), 51-62.

Kastak D, Schusterman RJ (1999) Underwater temporary threshold shift induced by octave-band noise in three species of pinniped. *J Acoust Soc Am* 106:1142-1148.

Kastak, D. and Schusterman, R.J. (1998) Low-frequency amphibious hearing in pinnipeds: methods, Katsanevakis, S. (2008). Marine Debris, a Growing Problem: Sources. *Distribution, Composition, and Impacts in: Hofer, Tobias N.(Hg.), Marine Pollution New Research*, New York, 53-100.

Kawakami, T. (1980). A review of sperm whale food. *Sci. Rep. Whales Res. Inst*, 32, 199-218.

Keck, N., Kwiatek, O., Dhermain, F., Dupraz, F., Boulet, H., Danés, C., ... & Libeau, G. (2010). Resurgence of Morbillivirus infection in Mediterranean dolphins off the French coast. *The Veterinary record*, 166(21), 654.

Kirsch, P. E., Iverson, S. J., & Bowen, W. D. (2000). Effect of a low-fat diet on body composition and blubber fatty acids of captive juvenile harp seals (*Phoca groenlandica*). *Physiological and Biochemical Zoology*, 73(1), 45-59.

Kowalczyk, A. P., Bornslaeger, E. A., Borgwardt, J. E., Palka, H. L., Dhaliwal, A. S., Corcoran, C. M., ... & Green, K. J. (1997). The amino-terminal domain of desmoplakin binds to plakoglobin and clusters desmosomal cadherin-plakoglobin complexes. *The Journal of cell biology*, 139(3), 773-784

- Krakauer, D. A., Talaga, R. L., Allen, R. C., Chen, H. H., Hausammann, R., Lee, W. P., ... & Sandberg, V. D. (1992). Experimental study of neutrino absorption on carbon. *Physical Review C*, 45(5), 2450.
- Kuller, Z. (1999). Current status and conservation of marine turtles on the Mediterranean coast of Israel. *Marine Turtle Newsletter*, 86, 3-5.
- L. Orsi Relini; A. Mannini; F. Fiorentino; G. Palandri; G. Relini (2006). Biology and fishery of *Eledone cirrhosa* in the Ligurian Sea. 78(1), 0–88. DOI: 10.1016/j.fishres.2005.12.008
- Lacombe, H., & Richez, C. (1982). The regime of the Strait of Gibraltar. In Elsevier oceanography series (Vol. 34, pp. 13-73). Elsevier.
- Laran, S., & Drouot-Dulau, V. (2007). Seasonal variation of striped dolphins, fin-and sperm whales' abundance in the Ligurian Sea (Mediterranean Sea). *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 345-352.
- Laran, S., & Gannier, A. (2008). Spatial and temporal prediction of fin whale distribution in the northwestern Mediterranean Sea. *ICES Journal of Marine Science*, 65(7), 1260-1269.
- Laran, S., Pettex, E., Authier, M., Blanck, A., David, L., Dorémus, G., ... & Ridoux, V. (2017). Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters-Part I: The North-Western Mediterranean, including the Pelagos sanctuary. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 141, 20-30.
- Laurent, L., Lescure, J., Excoffier, L., Bowen, B., Domingo, M., Hadjichristophorou, M., Kornaraki, L., Andrabuchet, G. 1993. Genetic studies of relationships between Mediterranean and Atlantic populations of loggerhead turtle *Caretta Caretta* with a mitochondrial marker. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 316:1233-1239
- Laurent, L., Casale, P., Bradai, M. N., Godley, B. J., Broderick, G. G. A. A., Schroth, W., ... & Gautier, C. H. (1998). Molecular resolution of marine turtle stock composition in fishery bycatch: a case study in the Mediterranean. *Molecular Ecology*, 7(11), 1529-1542.
- Lauriano, E. R., Aragona, M., Alesci, A., Cascio, P. L., & Pergolizzi, S. (2021). Toll-like receptor 2 and α -smooth muscle actin expressed in the tunica of a urochordate, *Styela plicata*. *Tissue and Cell*, 71, 101584.
- Leaper, R., & Lavigne, D. (2002). Scaling prey consumption to body mass in cetaceans. In Paper SC/J02/FW2 (pp. 1-12). International Whaling Commission, Modelling Workshop on Cetacean-Fishery Competition La Jolla.
- Limpus, C. J., Owens, D. W., Lutz, P. L., Musick, J. A., & Wyneken, J. (2003). Reproductive cycles of males and females. *The Biology of Sea Turtles; Lutz, PL, Musick, JA, Wyneken, J., Eds*, 135-161.
- Littaye, A., Gannier, A., Laran, S., & Wilson, J. P. (2004). The relationship between summer aggregation of fin whales and satellite-derived environmental conditions in the northwestern Mediterranean Sea. *Remote Sensing of Environment*, 90(1), 44-52.
- Llabrés, M., & Martorell, J.M., 1984. La pesquería de artes menores. Comunidad Autónoma de las Islas Baleares. 270 pp
- Lohrenz, S. E., Wiesenburg, D. A., DePalma, I. P., Johnson, K. S., & Gustafson Jr, D. E. (1988). Interrelationships among primary production, chlorophyll, and environmental conditions in frontal regions of

the western Mediterranean Sea. Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers, 35(5), 793-810.

- López Jurado LF & Andreu A. 1997. *Chelonia mydas*. En Distribución y biogeografía de los anfibios y reptiles en España y Portugal (Pleguezuelos JM Ed.). Monografías de Herpetología, 3. A.H.E.-Universidad de Granada.
- Lotina, R. (1985). Anatomía, fisiología y nutrición de la sardina. La sardina, un tesoro de nuestro mar. Fondo de Regulación y Organización del Mercado de los Productos de la Pesca y Cultivos Marinos, Ministerio de Agricultura y Pesca, Lunwerger Editores, Madrid.
- MacLeod, P.J. (1986) Observations during the stranding of one individual from a pod of pilot whales, *Globicephala melaena*, in Newfoundland. *Canadian Field Naturalist* 100: 137-139.
- MacLeod, C. D., Perrin, W. F., Pitman, R., Barlow, J., Ballance, L., D Amico, A. N. G. E. L. A., ... & Waring, G. T. (2005). Known and inferred distributions of beaked whale species (Cetacea: Ziphiidae). *Journal of Cetacean Research and Management*, 7(3), 271.
- Maldonado, A., Campillo, A.C., Mauffret, A., Alonso, B., Woodside, J., ms, J. (1992): Alboran Sea Late Cenozoic Tectonic and Stratigraphic Evolution. *Geo-Marine Lett.*, 12, pp. 179-186.
- Mann, J., Connor, R. C., Tyack, P. L., & Whitehead, H. (Eds.). (2000). *Cetacean societies: field studies of dolphins and whales*. University of Chicago Press.
- Manzella, S. A., Caillouet, C. W., Fontaine, C. T., Williams, T. D., Indelicato, K. L., Duronslet, M. J., ... & Stabenau, E. K. (1988). Kemp's Ridley head start and sea turtle research at the Galveston Laboratory: annual report-fiscal year 1987.
- Marcelo, A., Koppenol, R., de Almeida, L. P., Matos, C. A., & Nóbrega, C. (2021). Stress granules, RNA-binding proteins and polyglutamine diseases: too much aggregation? *Cell Death & Disease*, 12(6), 1-17.
- Marchessaux, D. (1980). A review of the current knowledge of the cetaceans in the Eastern Mediterranean Sea. *Vie Marine (Six-Fours-les-Plages)*.
- Marchessaux, D., & Duguy, R. (1978). Note préliminaire sur les cétacés de la Méditerranée orientale. *Com. Vert. Mar. Cepha*, 26, 1-4
- Marcovaldo, M. A., & Laurent, A. (1996). A six season study of marine turtle nesting at Praia do Forte, Bahia, Brazil, with implications for conservation and management. *Chelonian Conservation and Biology*, 2(1-1996).
- Margaritoulis, D. (1983). The inter-nesting interval of Zakynthos loggerheads. In *Adaptations to terrestrial environments* (pp. 135-144). Springer, Boston, MA.
- MARGARITOULIS, D. 1982. Observations on loggerhead sea turtle *Caretta caretta* activity during three nesting seasons (1977-1979) in Zakynthos, Greece. *Biological Conservation* 24:193-204.
- MARGARITOULIS, D. 1988a. Nesting of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* on the shores of Kyparissia Bay, Greece, in 1987. *Mesogee* 48:59-65.
- MARGARITOULIS, D. 1988b. Post-nesting movements of loggerhead sea turtles tagged in Greece. *Rapports et Procès-verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploration Scientifique de la Mer Méditerranée* 31:284



- Margaritoulis, D., & Arapis, T. (1990). Monitoring and conservation of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in Greece. *Final report to WWF on project*, 3825.
- Margaritoulis, D., Dimopoulos, D., & Katselidis, K. (1993). The loggerhead sea turtle on Zakynthos. *Population status and conservation efforts during*.
- Margaritoulis D, Argano R, Baran I, Bentivegna F, Bradai MN, Camiñas JA, . . . Lazar B. 2003. Loggerhead Turtles in the Mediterranean Sea: Present Knowledge and Conservation Perspectives. En *Loggerhead Sea Turtles* (Bolten AB & Witherington BE Eds.). Washington DC: Smithsonian Books, pp. 175- 198.
- Marques, M., Machado, A. M., Barbosa, S., Fonseca, M. M., Ruivo, R., & Castro, L. F. C. (2005). Cetacea are natural knockouts for IL20. *Immunogenetics*, 70(10), 681-687.
- Márquez, R. M. (1990). Sea turtles of the world. *FAO Fisheries Synopsis*, 11(125), I.
- Martin, A. R., & Clarke, M. R. (1986). The diet of sperm whales (*Physeter macrocephalus*) captured between Iceland and Greenland. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 66(4), 779-790.
- Meininger, L., Wolf, P.A., Haddoud, D.A., Essghaier, M.F. (1994b) Rediscovery of lesser crested terns breeding in Libya Brit. 87: pp.160-170
- Smith, Z. D., Chan, M. M., Mikkelsen, T. S., Gu, H., Gnirke, A., Regev, A., & Meissner, A. (2012). A unique regulatory phase of DNA methylation in the early mammalian embryo. *Nature*, 484(7394), 339-344.
- Meylan, A. B., & Donnelly, M. (1999). Status justification for listing the hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) as critically endangered on the 1996 IUCN Red List of Threatened Animals. *Chelonian conservation and Biology*, 3(2), 200-224.
- Michener, R. H., Schell, D. M., Lajtha, K., & Michener, R. H. (1994). Stable isotopes in ecology and environmental science. Black-well.
- Milaja Nykänen, Marie Louis, Eileen Dillane, Eric Alfonsi, Simon Berrow, Joanne O'Brien, Andrew Brownlow, Pablo Covelo, Willy Dabin, Rob Deaville, Renaud de Stephanis, François Gally, Pauline Gauffier, Simon N Ingram, Tamara Lucas, Luca Mirimin, Rod Penrose, Emer Rogan, Mónica A Silva, Benoit Simon-Bouhet, Oscar E Gaggiotti (2019), Fine-scale population structure and connectivity of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in European waters and implications for conservation, *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, Volume 29, Issue 1.
- Miller, J.D. 1997. Reproduction in sea turtles. In: Lutz, P.L. and Musick, J.A. (Eds.). *The Biology of Sea Turtles*. Boca Raton, Florida: CRC Press, pp. 51-81.
- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente 2012. Estrategia Marina Demarcación Canarias. Parte IV. Descriptores del buen estado ambiental. Descriptor 1: Biodiversidad, Evaluación Inicial y Buen Estado Ambiental. Ed. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.
- MITECO 2010. Listado estandarizado de la Comisión Europea. Disponible en https://www.miteco.gob.es/es/biodiversidad/temas/conservacion-de-especies/doc_directricesvigilancia_evaluacion_v10_tcm30-198875.pdf (accedido el 17-XI-2021).

- MITECO 2021. Estrategias Marinas. Disponible en <https://www.miteco.gob.es/es/costas/temas/proteccion-medio-marino/estrategias-marinas/default.aspx> (accedido el 17-XI-2021).
- Miyazaki, N., Kusaka, T., & Nishiwaki, M. (1973). Food of *Stenella coeruleoalba*. *Scientific Reports of the Whales Research Institute*, 25, 265-275.
- Mizroch, S. A., Rice, D. W., & Breiwick, J. M. (1984). The fin whale, *Balaenoptera physalus*. *Marine Fisheries Review*, 46(4), 20-24.
- Mouillot, D., & Viale, D. (2001). Satellite tracking of a fin whale (*Balaenoptera physalus*) in the north-western Mediterranean Sea and fractal analysis of its trajectory. *Hydrobiologia*, 452(1), 163-171.
- Aïssi, M., Celona, A., Comparetto, G., Mangano, R., Würtz, M., & Moulins, A. (2008). Large-scale seasonal distribution of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the central Mediterranean Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 88(6), 1253-1261.
- Muñoz M., Reul A., Plaza F., Gómez-Moreno M.L., Vargas-Yáñez M., Radríguez V., Rodríguez J. (2015). Implication of regionalization and connectivity analysis for marine spatial planning and coastal management in the Gulf of Cadiz and Alboran Sea. *Ocean and Coastal Management*, 1-15.
- MUSICK, J.A. & C. J. LIMPUS. 1996. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtles. In: P. L. Lutz & J. A. Musick (Eds). *The Biology of Sea Turtles*. CRC Press, Boca Raton. pp. 137-163
- Natoli, A., Peddemors, V. M., & Hoelzel, A. R. (2007). Population structure of bottlenose dolphins impacted by bycatch along the east coast of South Africa. *Molecular ecology of Bottlenose (Tursiops sp.) and common (Delphinus sp.) Dolphins*, 59.
- Natoli, A., Birkun, A., Aguilar, A., López, A., & Hoelzel, A. R. (2005). Habitat structure and the dispersal of male and female bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 272(1569), 1217-1226.
- Natoli, A., Cañadas, A., Vaquero, C., Politi, E., Fernández-Navarro, P., & Hoelzel, A. R. (2008). Conservation genetics of the short-beaked common dolphin (*Delphinus delphis*) in the Mediterranean Sea and in the eastern North Atlantic Ocean. *Conservation genetics*, 9(6), 1479-1487.
- Neumann, D. R. (2001). Seasonal movements of short-beaked common dolphins (*Delphinus delphis*) in the north-western Bay of Plenty, New Zealand: Influence of sea surface temperature and El Niño/La Niña.
- di Sciara, G. N., Castellote, M., Druon, J. N., & Panigada, S. (2016). Fin whales, *Balaenoptera physalus*: at home in a changing Mediterranean Sea? *Advances in Marine Biology*, 75, 75-101.
- Bearzi, G., Reeves, R. R., Notabartolo-Di-Sciara, G., Politi, E., Cañadas, A., Frantzis, A., & Mussi, B. (2003). Ecology, status and conservation of short-beaked common dolphins *Delphinus delphis* in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*, 33(3-4), 224-252.
- Notarbartolo-Di-Sciara, G. (2012). Sperm whales, *Physeter macrocephalus*, in the Mediterranean Sea: a summary of status, threats, and conservation recommendations. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 24(S1), 4-10
- Olivet, J.L., Auzende, J.M. y Bonnin, J. (1973 a): Structure et Evolution Tectonique du Bassin d' Alboran. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 7, 15, pp. 108-111.
- ORSI RELINI L. and GARIBALDI F., 1992. Feeding of the pilot whale, *Globicephala melas*, in the Ligurian Sea: a preliminary note. Pp. 142-145. In: *European Research on Cetaceans - 6. Proc. 6th Ann. Conf.*

ECS, San Remo, Italy, 20-22 February, 1992. (Ed. P. G. H. Evans). European Cetacean Society, Cambridge, England. 254 pp

- Öztürk, B., Salman, A., Öztürk, A. A., & Tonay, A. (2007). Cephalopod remains in the diet of striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*) and Risso's dolphins (*Grampus griseus*) in the eastern Mediterranean Sea. *Vie et Milieu*, 57(1/2), 53-59.
- Kowalczyk, A. P., Bornslaeger, E. A., Borgwardt, J. E., Palka, H. L., Dhaliwal, A. S., Corcoran, C. M., ... & Green, K. J. (1997). The amino-terminal domain of desmoplakin binds to plakoglobin and clusters desmosomal cadherin-plakoglobin complexes. *The Journal of cell biology*, 139(3), 773-784
- Palsbøll, P. J., Bérubé, M., Aguilar, A., Notarbartolo-Di-Sciara, G., & Nielsen, R. (2004). Discerning between recurrent gene flow and recent divergence under a finite-site mutation model applied to North Atlantic and Mediterranean Sea fin whale (*Balaenoptera physalus*) populations. *Evolution*, 58(3), 670-675.
- Archer, F. I., Brownell Jr, R. L., Hancock-Hanser, B. L., Morin, P. A., Robertson, K. M., Sherman, K. K., ... & Taylor, B. L. (2019). Revision of fin whale *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758) subspecies using genetics. *Journal of Mammalogy*, 100(5), 1653-1670
- Panigada, S., Donovan, G. P., Druon, J. N., Lauriano, G., Pierantonio, N., Pirotta, E., ... & di Sciara, G. N. (2017). Satellite tagging of Mediterranean fin whales: working towards the identification of critical habitats and the focussing of mitigation measures. *Scientific reports*, 7(1), 1-12.
- Panigada, S., Zanardelli, M., MacKenzie, M., Donovan, C., Mélin, F., & Hammond, P. S. (2008). Modeling habitat preferences for fin whales and striped dolphins in the Pelagos Sanctuary (Western Mediterranean Sea) with physiographic and remote sensing variables. *Remote Sensing of Environment*, 112(8), 3400-3412.
- Patarnello, T., Volckaert, F. A., & Castilho, R. (2007). Pillars of Hercules: is the Atlantic-Mediterranean transition a phylogeographical break? *Molecular ecology*, 16(21), 4426-4444.
- Payne R, Webb D (1971) Orientation by means of long range acoustic signaling in baleen whales. *Ann NY Acad Sci* 188:110-141.
- Pereira, A., Harris, D., Tyack, P., & Matias, L. (2020). Fin whale acoustic presence and song characteristics in seas to the southwest of Portugal. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 147(4), 2235-2249.
- Sears, R., & Perrin, W. F. (2018). Blue whale: *Balaenoptera musculus*. In *Encyclopedia of marine mammals* (pp. 120-124). Academic Press.
- PERRIN, W. F. 1988. Dolphins, porpoises and whales-n action plan for the conversion of biological diversity: 1988-1992. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland. 30 pp.
- Perrin, W. F., Donovan, G. P., & Barlow, J. (1994). *Gillnets and cetaceans*. International Whaling Commission.
- Pierantonio, N., Pavan, G., Airoidi, S., & Panigada, S. (2008, March). Presence of socializing sperm whales in the Ligurian Sea assessed through acoustic, behavioral and photo-identification data. In *22nd Annual Conference of the European Cetacean Society*. Egmond aan Zee, The Netherlands (pp. 10-12).
- Pierce, G. J., Santos, M. B., & Cervino, S. (2007). Assessing sources of variation underlying estimates of cetacean diet composition: a simulation study on analysis of harbour porpoise diet in Scottish

(UK) waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 213-221.

Podestà, M., D'Amico, A., Pavan, G., Drouga, A., Komnenos, A., & Portunato, N. (2006). A review of Ziphius cavirostris strandings in the Mediterranean Sea. *Journal of Cetacean Research and Management*, 7(3), 251-261.

Pollock, K.H., Nichols, J.D., Brownie, C. and Hines, J.E. (1990) Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs* 107: 1-97.

Praca, E., & Gannier, A. (2008). Ecological niches of three teuthophagous odontocetes in the northwestern Mediterranean Sea. *Ocean Science*, 4(1), 49-59.

Praca, E., Laran, S., Le Point, G., Thomé, J. P., Quetglas, A., Belcari, P., ... & Das, K. (2011). Toothed whales in the northwestern Mediterranean: Insight into their feeding ecology using chemical tracers. *Marine Pollution Bulletin*, 62(5), 1058-1065.

Pritchard, P. C. (1989). Evolutionary relationships, osteology, morphology and zoogeography of Kemp's ridley sea turtle. In *First international symposium on Kemp's Ridley sea turtle biology, conservation and management*. Texas A&M University (pp. 1-4).

Raga, J. A., & Pantoja, J. (2004). Proyecto mediterráneo. Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo Español. Ministerio de Medio Ambiente.

Raga, J. A., Banyard, A., Domingo, M., Corteyn, M., Van Bressem, M. F., Fernández, M., ... & Barrett, T. (2008). Dolphin morbillivirus epizootic resurgence, Mediterranean Sea. *Emerging infectious diseases*, 14(3), 471.

Ragonese, S., & Jereb, P. (1992). On a nesting of the loggerhead turtle (*Caretta caretta* L., 1758) along the southern coast of Sicily (Mediterranean Sea). *Rapports et Proces verbaux des reunions de la Commission Internationale pour l'exploration Scientifique de la Mer Méditerranée*, 33, 305.

Reeves, P. J., Kim, J. M., & Khorana, H. G. (2002). Structure and function in rhodopsin: a tetracycline-inducible system in stable mammalian cell lines for high-level expression of opsin mutants. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(21), 13413-13418.

Reeves R., Notarbartolo di Sciara G. (2006) The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain. 137 pp. Obtenible http://www.iucn.org/places/medoffice/documentos/status_distr_cet_blac_med.pdf

Orsi Relini, L., & Garibaldi, F. (1992). Feeding of the pilot whale, *Globicephala melas*, in the Ligurian Sea: a preliminary note. *European Research on Cetaceans*, 6, 142-145

Roberts, S. M. (2003). Examination of the stomach contents from a Mediterranean sperm whale found south of Crete, Greece. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83(3), 667-670.

Rogan, E., & Mackey, M. (2007). Megafauna bycatch in drift nets for albacore tuna (*Thunnus alalunga*) in the NE Atlantic. *Fisheries Research*, 86(1), 6-14.

Ruchonnet, D., Boutoute, M., Guinet, C., & Mayzaud, P. (2006). Fatty acid composition of Mediterranean fin whale *Balaenoptera physalus* blubber with respect to body heterogeneity and trophic interaction. *Marine Ecology Progress Series*, 311, 165-174.

- Ryan, C., Berrow, S. D., McHugh, B., O'Donnell, C., Trueman, C. N., & O'Connor, I. (2014). Prey preferences of sympatric fin (Balaenoptera physalus) and humpback (Megaptera novaeangliae) whales revealed by stable isotope mixing models. *Marine Mammal Science*, 30(1), 242-258.
- Saavedra, C., García-Polo, M., Giménez, J., Mons, J. L., Castillo, J. J., Fernández-Maldonado, C., ... & Santos, M. B. (2022). Diet of striped dolphins (Stenella coeruleoalba) in southern Spanish IACOMATERS. *Marine Mammal Science*.
- Sanpera C, Aguilar A, (1992) Modern Whaling off the Iberian Peninsula during the 20th Century. *Report of the International Whaling Commission* 42: 723-730
- López, A., Pierce, G. J., Valeiras, X., Santos, M. B., & Guerra, A. (2004). Distribution patterns of small cetaceans in Galician waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 84(1), 283-294.
- Pierce, G. J., Santos, M. B., & Cervino, S. (2007). Assessing sources of variation underlying estimates of cetacean diet composition: a simulation study on analysis of harbour porpoise diet in Scottish (UK) waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 87(1), 213-221.
- Santos, M. B., Pita, C., & Pierce, G. J. (2013). Cetacean–fishery interactions in Galicia (NW Spain): results and management implications of a face-to-face interview survey of local fishers. *ICES Journal of Marine Science*, 71(3), 604-617.
- Santos, M. B., Pierce, G. J., Reid, R. J., Patterson, I. A. P., Ross, H. M., & Mente, E. (2001). Stomach contents of bottlenose dolphins (Tursiops truncatus) in Scottish waters. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 81(5), 873-878.
- SCHAEFF, C. M., S. D. KRAUS, M. W. BROWN, J. PERKINS, R. PAYNE, D. GASKIN, P. BOAG AND B. N. WHITE. 1991. Preliminary analysis of mtDNA variation in and between right whale species Eubalaena glacialis and Eubalaena australis. Report of the International Whaling Commission (Special Issue 13): 2 17-224
- Schlundt, C.E., Finneran, J.J., Carder, D.A. and Ridgway, S.H. (2000) Temporary shift in masked hearing thresholds of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, and white whales, *Delphinapterus leucas*, after exposure to intense tones. *J. Acoust. Soc. Am.* 107, 3496-3505.
- Schultz, K.W. and Corkeron, P.J. (1994) Interspecific differences in whistles produced in inshore dolphins in Moreton Bay, Queensland, Australia. *Canadian Journal of Zoology* 72: 1061-1068.
- Schultz, K.W., Cato, D.H., Corkeron, P.J. and Bryden, M.M. (1995) Low frequency narrow-band sounds produced by bottlenose dolphins. *Marine Mammal Science* 11: 503-509.
- Sella, I. (1982). Sea turtles in the eastern Mediterranean and northern Red Sea. *Biology and conservation of sea turtles*, 4(1), 7-423.
- Seyle, H. (1973) The evolution of the stress concept. *American Scientist* 61: 692-699.
- Shane, S. H. (1994) Occurrence and habitat use of marine mammals at Santa Catalina Island, California from 1983–91. *Bull. S. Cal. Acad. Sci.* 93, 13–29.
- Siemann, L. A. (1994). Mitochondrial DNA sequence variation in North Atlantic long-finned pilot whales, *Globicephala melas* (Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology).
- Silva, M. (1999) Diet of common dolphins, *Delphinus delphis*, off the Portuguese continental coast. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, 79: 531-540.

- Silvani, L., M. Gazo and A Aguilar. (1999) Spanish driftnet fishing and incidental catches in the western Mediterranean. *Biological Conservation* 90: 79-85.
- Simmonds, M. P., Johnston, P. A., & Troisi, G. M. (2001, July). A note concerning “novel” pollutants and cetaceans. In the Scientific Committee at the 53rd Meeting of the International Whaling Commission (pp. 3-16).
- Smith, S. C., & Whitehead, H. (2000). The diet of Galapagos sperm whales *Physeter macrocephalus* as indicated by fecal sample analysis. *Marine Mammal Science*, 16(2), 315-325.
- Spitz, J., Mouroucq, E., Leauté, J. P., Quéro, J. C., & Ridoux, V. (2010). Prey selection by the common dolphin: Fulfilling high energy requirements with high quality food. *Journal of experimental Marine Biology and ecology*, 390(2), 73-77.
- Spitz, J., Rousseau, Y., & Ridoux, V. (2006). Diet overlap between harbor porpoise and bottlenose dolphin: an argument in favor of interference competition for food?. *Estuarine, Coastal and shelf science*, 70(1-2), 259-270.
- Stoneburner, D. L., & Richardson, J. I. (1981). Observations on the role of temperature in loggerhead turtle nest site selection. *Copeia*, 1981(1), 238-241.
- Szymanski, M.D., Bain, D.E., Kiehl, K., Pennington, S., Wong, S. and Henry, K.R. (1999) Killer whale (*Orcinus orca*) hearing: Auditory brainstem response and behavioral audiograms. *J. Acoust. Soc. Am.* 106, 1134-1141.
- Tamura, T. (2003). Regional assessments of prey consumption and competition by marine cetaceans in the world (pp. 143-170). Rome.
- Tintoré J., LaViolette P.E., Blade I., Cruzado A. (1988). A study of an intense density front in the eastern Alboran Sea: the Almeria-Oran front. *Journal of Physical Oceanography* 18, 1348-1397.
- Tomás J, Abella E, Abalo-Morla S, Revuelta O, Belda EJ, Marco A. 2018. They keep coming: conservation strategies in response to the increasing number of loggerhead sea turtle nesting events in the Spanish Mediterranean. Proceedings of the 38th Annual Symposium on Sea Turtle Biology and Conservation, 18-23 February 2018, Kobe, Japón.
- Tomas J, Mons JL, Martin JJ, Bellido JJ & Castillo JJ. 2002. Study of the first reported nest of loggerhead sea turtles the Spanish coast within the regular nest- ing range of the Mediterranean loggerhead sea tur- tle, *Caretta caretta*, in the Spanish Mediterranean coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 82: 1005-1007.
- Tomas, J., Mons, J. L., Martin, J. J., Bellido, J. J., & Castillo, J. J. (2002). Study of the first reported nest of loggerhead sea turtle, *Caretta caretta*, in the Spanish Mediterranean coast. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 82(6), 1005-1007.
- Trites, A. W., Christensen, V., & Pauly, D. (1997). Competition between fisheries and marine mammals for prey and primary production in the Pacific Ocean. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 22, 173-187.
- Türkozan, O., & Baran, İ. (1996). Research on the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, of Fethiye Beach. *Turkish Journal of Zoology*, 20(2), 183-188.

- Turner, W., 1903. The occurrence of sperm whale or cachalot in the Shetland Seas, with notes on the tympanopetrous bones of *Physeter*, *Kogia* and other *Odontoceti*. In: *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh* XXIV, pp. 423– 436.
- Uchida, S., & Teruya, H. (1988). Transpacific migration of a tagged loggerhead *Caretta caretta*. In *International Symposium on Sea Turtles*.
- Van Waerebeek, K., & Reyes, J. C. (1990). Catch of small cetaceans at Pucusana port, central Peru, during 1987. *Biological Conservation*, 51(1), 15-22.
- Vargas-Yáñez M., Plaza F., García-Lafuente J., Sarhan T., Vargas J.M., Vélez-Belchi P. (2002). About the seasonal variability of the Alboran Sea circulation. *Journal of Marine Systems* 35, 229-248.
- Vázquez JT, Ercilla G, Alonso B, Juan C, Rueda JL, Palomino D, Fernandez-Salas LM, Barcenas P, Casas D, Díaz-del-Río V, Estrada F, Farran M, Garcia M, Gonzalez E, López González N, El Moumni B, Contouriber, Montera, Mower (2015a). Submarine Canyons and related features in the Alboran Sea: continental margins and major isolated reliefs. In: Briand F (ed) *Submarine Canyon dynamics in the Mediterranean and Tributary Seas – An integrated geological, oceanographic and biological perspective*. CIESM Monographs, vol 47, pp 183–196.
- Vázquez, J.T., Alonso, B., Fernández-Puga, M.C., Gómez-Ballesteros, M., Iglesias, J., Palomino, D., Roque, C., Ercilla, G. and Díaz-del-Río, V. (2015b). Seamounts along the Iberian Continental Margins. *Boletín Geológico y Minero*, 126 (2), 483-514.
- Verborgh, P., de Stephanis, R., Pérez, S., Jaget, Y., Barbraud C., Guinet C. (2009). Survival rate, abundance, and residency of long-finned pilot whales between 1999 and 2005 in the strait of gibraltar. *Marine Mammal Science*. ,25(3): 523–536. 1,787.
- Viale, A. M., Kobayashi, H., & Akazawa, T. (1977). Distinct properties of *Escherichia coli* products of plant-type ribulose-1, 5-bisphosphate carboxylase/oxygenase directed by two sets of genes from the photosynthetic bacterium *Chromatium vinosum*. *Journal of Biological Chemistry*, 265(30), 18386-18392
- Viale, G., Dell'Orto, P., Moro, E., Cozzaglio, L., & Coggi, G. (1985). Vasoactive intestinal polypeptide-, somatostatin-, and calcitonin-producing adrenal pheochromocytoma associated with the watery diarrhea (WDHH) syndrome. First case report with immunohistochemical findings. *Cancer*, 55(5), 1099-1106.
- Wheeler, J. L., & Corbett, J. L. (1989). Criteria for breeding forages of improved feeding value: results of a Delphi survey. *Grass and forage science*, 44(1), 77-83.
- Whitehead, H., & Weilgart, L. (1991). Patterns of visually observable behavior and vocalizations in groups of female sperm whales. *Behavior*, 118(3-4), 275-296.
- Whitehead, H. (2002). Estimates of the current global population size and historical trajectory for sperm whales. *Marine Ecology Progress Series*, 242, 295-304.
- Whitehead, H. (2003). *Sperm whales: social evolution in the ocean*. University of Chicago press.
- Whitehead, H., & Weilgart, L. (1991). Patterns of visually observable behavior and vocalizations in groups of female sperm whales. *Behavior*, 118(3-4), 275-296.
- Whitehead, H., McGill, B., & Worm, B. (2008). Diversity of deep-water cetaceans in relation to temperature: implications for ocean warming. *Ecology Letters*, 11(11), 1198-1207.



- Williams, R., Gero, S., Bejder, L., Calambokidis, J., Kraus, S. D., Lusseau, D., ... & Robbins, J. (2011). Underestimating the damage: interpreting cetacean carcass recoveries in the context of the Deepwater Horizon/BP incident. *Conservation Letters*, 4(3), 228-233.
- Würtz, M., & Marrale, D. (1993). Food of striped dolphin, *Stenella coeruleoalba*, in the Ligurian Sea. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 73(3), 571-578.

7 ANEX: AUTOMATIZACION ANASISI ARTICLE

LONG-FINNED PILOT WHALE DISTRIBUTION IN SOUTHERN IBERIAN PENINSULA INFERED THROUGH TRACKING DATA

Jazel Ouled- Cheikh^{1,2}, Edgard Ballesta Edo³, Renaud de Stephanis³, Joan Giménez⁴

¹ Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), Barcelona, Spain.

² Departament de Biologia Evolutiva, Ecologia i Ciències Ambientals, Universitat de Barcelona, Av. Diagonal 643, 08029, Barcelona, Spain.

³ Conservation, Information, and Research on Cetaceans (CIRCE), C/Cabeza de Manzaneda 3, Algeciras-Pelayo, 11390 Cadiz, Spain.

⁴ Centro Oceanográfico de Málaga, Instituto Español de Oceanografía (IEO-CSIC), Málaga, Spain.

Abstract

The Southern Iberian Peninsula is renowned for the high occurrence rate and its significance as a conservation area for the long-finned pilot whale (*Globicephala melas*), which inhabits these waters, particularly in the pelagic regions of the Strait of Gibraltar, Alboran Sea, and Gulf of Vera. This study aims to assess the habitat suitability of the long-finned pilot whale using satellite tracking data and to identify the environmental factors influencing their distribution through boosted regression tree (BRT) models. Six pilot whales were tagged with satellite transmitters, providing insights into their movements and habitat preferences. The BRT models, incorporating both fixed and dynamic variables, performed well during cross-validation, explaining 59% of the deviance and achieving an area under the curve (AUC) of 0.94, indicating good predictive performance. Results indicate that bathymetry and distance to the coast greatly influence habitat suitability. In detail, pilot whales exhibit a preference for waters between 500 and 1,500 meters deep and tend to stay closer to the coast, beyond the continental shelf. While most dynamic variables had limited influence on habitat suitability, eastward currents were associated with higher suitability. Overall, these findings enhance understanding of cetacean habitat use and provide critical insights for conservation planning in this ecologically important region. Future studies should include data from additional individuals and further explore the role of dynamic variables in shaping habitat suitability.

Introduction

The Southern Iberian Peninsula is a hotspot of cetacean diversity and an important cetacean conservation area (Cañadas et al., 2005). In these waters, up to nine different cetacean species are present, including the long-finned pilot whale (*Globicephala melas*), a widely studied and frequent species in the area. This cetacean is distributed throughout the Mediterranean, but it is precisely in the Southern Iberian Peninsula where highest encounter rates are found (XX individuals/km) year-long, especially in the pelagic waters of the Strait of Gibraltar, the Alboran Sea, and the Gulf of Vera (Cañadas et al., 2005; De Stephanis et al., 2008; Figure 1).

From a social and behavioral point of view, the population inhabiting these waters exhibits a pronounced social structure. In detail, the Southern Iberian Peninsula population is composed of X different clans, which in turn are organised in different pods. These pods are comprised of matrilineal units such as those described in killer whales (*Orcinus orca*; De Stephanis et al., 2008; Verborgh et al., 2009).

Previous work has identified the environmental preferences of this population, which includes waters between 500 and 2500 metres deep, which can be found in the Alboran Sea and in the deepest, main central channel of the Strait of Gibraltar (De Stephanis et al., 2008; Giménez et al., 2018; Verborgh et al., 2009). This preference is primarily driven by their foraging needs, as they feed on deep water species, particularly cephalopods. In the study area, cephalopods, are typically found at depths ranging from 100 to 1000 meters (REF), which is within the reach of long-finned pilot whales, which can dive to a maximum depth of XX (REF). Additionally, cephalopods undergo vertical diel migrations at night, making them more accessible to pilot whales (Baird et al., 2002; Desportes & Mouritsen, 1993; Gannon et al., 1997). Stable isotope studies conducted in the Alboran Sea and Gulf of Vera further confirm their reliance on cephalopods, since they have shown that the species has a narrow trophic niche, indicating a more specialized diet compared to other opportunistic species coexisting in the same area such as XX and XX, which have a more generalist diet, including XX (Giménez et al., 2018).

Although the spatial distribution and habitat preference of the long-finned pilot whale have been extensively studied in the Southern Iberian Peninsula, all previous studies have relied on traditional methods such as linear and random transect surveys (Cañadas et al., 2005; De Stephanis et al., 2008; Giménez et al., 2018). These types of surveys can provide very valuable information but have certain logistical and sampling limitations such as the dependence of good weather conditions or the unequal sampling of inshore and offshore areas. Recent methodological advances, such as satellite tagging, offer new opportunities to enhance our understanding of cetacean habitat use by providing continuous data on the geographical positioning of the tagged animals over a specified period. This methodology does have some limitations, such as the high cost of equipment and deployment, potential impacts on the animals' behavior, and the limited sample sizes due to logistical constraints. However, it can provide key information to better understand fine-scale movement patterns, habitat preferences, and areas of ecological importance.

When combined with environmental variables, satellite tagging data allows for the development of robust habitat suitability models, offering insights into the factors influencing cetacean distribution. Such insights are invaluable for conservation planning, as they help identify critical habitats, assess potential threats, and inform management strategies tailored to the species' ecological needs. Despite its challenges,

satellite tagging represents a significant advancement in marine ecological research, bridging gaps left by traditional survey methods.

The objective of the study is to determine the habitat suitability of the long-finned pilot whale in the Southern Iberian Peninsula using satellite tracking data and to identify the environmental factors that drive the habitat suitability of this population through boosted regression trees (BRT) models. Additionally, we aim to compare the obtained data with existing results from boat-based surveys in the area to gain a better understanding of the species' ecological requirements.

The provided information is highly important for informing the design of protection and conservation areas and providing valuable guidance to policymakers in implementing effective measures for the conservation of these ecologically significant regions for this population of long-finned pilot whales.

Methods

Study area

The study area spans the waters of the Southern Iberian Peninsula, from the Gulf of Vera across the Alboran Sea to the Strait of Gibraltar, between 6°W and 1°E (Figure 1). This region serves as a dynamic transition zone between the Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea, characterized by a unique interplay of oceanographic and topographic features. The Strait of Gibraltar facilitates the exchange of water masses, with nutrient-rich Atlantic surface currents entering the Mediterranean and denser, nutrient-depleted Mediterranean waters flowing out. This exchange generates strong hydrodynamic activity, including anticyclonic gyres in the Alboran Sea, which create fronts and drive localized upwellings that enhance primary production. Additionally, the deep waters and submarine canyons prevalent throughout the region provide structurally complex habitats. These oceanographic conditions contribute to high biodiversity, supporting the presence of cetaceans, including long-finned pilot whales. The nutrient availability and productivity fostered by these processes make the area one of the most significant hotspots for encountering pilot whales in the Iberian Peninsula, as these deep-diving cetaceans are often associated with regions of high prey abundance and dynamic oceanographic features (Cañadas et al., 2005; De Stephanis et al., 2008; Baird et al., 2002; Notarbartolo Di Sciara et al., 1993).

Animal tagging

Six long finned pilot whales were tagged from March 31st to October 10th of 2011 in the Strait of Gibraltar, Alboran Sea and Gulf of Vera (see tagging locations in Figure 1). Low Impact Minimally Percutaneous External-electronics Transmitters (LIMPET) were used, with specific tag models including SPOT5 (n = X; individual XX and XX) and Mk10-A SPLASH (n = X; individual XX and XX; Wildlife Computers, Inc., Redmond, WA). Tags were deployed by using a 25-bar compressed-air rifle (model JP. SP, Dan-Inject, Børkop, Denmark). Each tag includes three titanium darts designed to penetrate about 6.5 cm into the connective tissue of the dorsal fin. Tagging operations took place when the animals were at distance of 2 to 5 meters from the vessel.

The tags used in this study were ARGOS satellite tags (www.argos-system.org), programmed with specific duty cycles to optimize battery life while ensuring data collection. Transmissions were restricted to occur only when the animals surfaced, with a maximum frequency of one transmission every 30 seconds. Additionally, daily transmissions were capped at 450 and scheduled during specific periods—01:00–05:00, 07:00–10:00, and 12:00–22:00 GMT—to align with the passage of ARGOS satellites over the study area. For the first 21 days after deployment, the tags emitted signals daily, followed by transmissions every

three days thereafter. ARGOS location data are categorized into seven quality classes (3, 2, 1, 0, A, B, and Z), where class 3 represents the highest location accuracy and class Z the lowest. However, the accuracy of these locations is often limited for marine animal tracking studies (Costa et al., 2010), needing careful data processing prior to analysis.

Filtering of location data

ARGOS data processing involved multiple steps to ensure data quality and reliability. First, a quality filter was applied to remove outliers, such as locations far outside the study area, and positions with a Z quality label, which indicates the highest level of uncertainty. Additionally, positions associated with unrealistic speeds or turning angles were excluded. Specifically, any locations implying speeds greater than 4 m/s (the maximum realistic speed for long-finned pilot whales) were removed. Similarly, turning angles were filtered out if they exceeded 15° or 25° between consecutive locations separated by distances of 2.5 km or 5 km, respectively.

A state-space model (SSM) was then employed to further refine the data and estimate locations at fixed intervals (every 4 hours). The SSM addressed measurement errors in the original ARGOS observations and was implemented using the “aniMotum” R package. A correlated random walk model was used for the SSM, leveraging a Template Model Building (TMB) approach for efficient estimation. Once the model’s convergence was confirmed, all six tracks were retained for further analysis (De Stephanis et al., 2015; Freitas et al., 2008; March et al., 2021).

Generation of presence-absence data

Tracks represent presence-only data; therefore, to fit statistical models based on a binomial presence-absence response, we generated pseudo-absences by simulating new tracks based on the presence data. This was done by fitting a vector autoregressive model to the real data. For each real track, 50 simulations were generated starting at the same point, the first location of the real track and restricted the following locations to the sea by defining a custom land mask of the study area using the GEBCO bathymetry (www.gebco.net) within a region defined by the minimum convex polygon around satellite tracks. New tracks exhibit autocorrelation with the real ones, while remaining independent both from each other and from the environment which makes them a biologically informed null model. This method ensures that the simulated tracks reflect realistic movement dynamics, such as trajectory continuity, velocity variability, and temporal dependencies. However, simulated tracks can generate replication at the same locations of the real track, hence leading to contradictory information in binomial models (i.e., same location and date defined as either presence or absence), and potentially reducing model performance. To reduce the amount of pseudo- replication and prevent overlap between real and simulated tracks, we gridded all presence and pseudo-absence locations per individual at 1° degree for each day and filtered out pseudo-absences that were adjacent to any presence grid cell (i.e., all individuals considered) within a temporal window of 2 days (March et al., 2021). This reduces the probability that presences and pseudo-absences at adjacent grid cells have similar environmental conditions on similar dates, to maximize model performance, although other temporal windows could also be useful.

Environmental predictors

Eighteen environmental variables were first proposed to model the habitat suitability of long-finned pilot whales in the Southern Iberian Peninsula (Table 2). These variables were selected based on the species' biology and ecology and other similar studies (Cañadas et al., 2002; Baird et al., 2002; De Stephanis et al., 2008; Gannier, 2005; Notarbartolo Di Sciara et al., 1993). These variables were extracted from both the

observed and simulated tracks by using a buffer of 15 km around the presence and pseudo-absence locations. We used both, spatiotemporally static and dynamic environmental predictors. The static ones included bathymetry, slope, and distance to the coast. In detail, bathymetry was downloaded from GEBCO (<https://www.gebco.net>), and slope and distance to the coast were calculated based on the bathymetry data. These variables are commonly used in cetacean distribution models as they set the topographic margins of the species' distribution, and in the case of deep-diving species may represent the habitat of their prey, as may happen for long-finned pilot whales. Dynamic variables were downloaded from Copernicus Marine Environment Monitoring Service, <https://marine.copernicus.eu/> by using the python-based command-line tool *Motu client* (currently deprecated). They included variables such as sea surface temperature (SST), salinity (SAL) and phytoplankton carbon biomass (PHYC), which are linked to the characteristics of water masses and may be linked to prey presence. Moreover, they have been described as relevant for the prediction of cetacean group size and abundance (Maglietta et al., 2023). The spatial gradients of these two variables (SST_gr and SAL_gr) were derived to provide information about transition zones between water masses of different density due to temperature and salinity variations (March et al., 2021). Chlorophyll-a concentration (CHL) was also used as a precursor to primary production. Net primary production (NPP) and its associated gradient (NPP_gr) were included to detect upwelling zones and as potential indicators of prey abundance. Lastly, variables indicating the intensity of mesoscale activity were also used, including as sea surface height (SSH) and eddy kinetic energy (EKE) (the latter is derived from eastward (UO) and northward (VO) current velocity variables, also included in the models). See Table 2 for the complete information on environmental predictors.

Since we used a large numbers of environmental predictors, it is expected that correlations arise amongst them. To assess this, we ran a Spearman correlation test to determine any existing correlations among environmental variables. Boosted regression trees (BRT) models used for prediction (see in modeling spatial distribution) are not particularly affected by high correlations between variables (Dormann et al., 2013); however, such correlations could introduce uncertainty during the interpretation of the results. The only variables exhibiting significant correlation (Spearman > 0.7) were SST with oxygen concentration (O₂) and CHL with PHYC. Consequently, oxygen concentration and phytoplankton carbon biomass were excluded from the model to reduce redundancy and ensure that predictors requiring minimal processing from satellite raw readings were prioritized.

Modeling spatial distribution

Using the presence-absence data along with the corresponding environmental variables, boosted regression trees (BRT) models were fitted to explain and predict long-finned pilot whales' habitat suitability. This technique enhances predictive performance by leveraging an ensemble of weak learners, typically decision trees. It iteratively builds these weak models in a sequential boosting framework, where each learner focuses on correcting the errors of its predecessors. By combining their outputs, the algorithm creates a robust and accurate predictive model that outperforms any single learner (Elith et al., 2008).

We used the "dismo" package in R (Hijmans et al., 2020) to fit the BRT model with a Bernoulli family, appropriate for the binary response variable of presence (1) and absence (0). Four parameters were optimized for the model: the number of trees (boosting iterations), learning rate (shrinkage), tree complexity, and bag fraction (proportion of data randomly selected at each iteration). To identify the best combination, we tested the following ranges: number of trees = 50–10,000 (in increments of 50), learning rate = 0.001, 0.005, 0.01, 0.05, tree complexity = 1, 3, 5, and bag fraction = 0.5, 0.6, 0.7. The optimal parameters were selected based on models with more than 1,000 trees and the combination that

minimized the area under the receiver operating characteristic curve (AUC) during cross-validation (Elith et al., 2008).

To account for the repeated-measures structure derived from telemetry data, we incorporated a block factor in the cross-validation process (March et al., 2021; Reisinger et al., 2018; Roberts et al., 2017). Individual long-finned pilot whales were used as folds in a leave-one-out cross-validation framework, meaning that all data from a given pilot whale (both observed and pseudo-absence locations) were excluded from the training dataset and used solely to validate the model.

After running the parameter optimization, we selected the following configuration for the final model: number of trees = 3,300, learning rate = 0.01, tree complexity = 5, and bag fraction = 0.7. Variable selection in BRT is achieved inherently, as the model largely ignores non-informative predictors during the fitting process (Elith et al., 2008). To confirm the importance of variables, a random variable (random numbers between 1 and 100) was included as a baseline indicator (Scales et al., 2017). All retained variables showed greater influence than the random variable and were included in the final model.

Using the fitted model, we generated daily predictions of habitat suitability for long-finned pilot whales within the study area for 2011. To account for stochasticity and estimate uncertainty associated with the predictions, we applied a bootstrap approach, similar to methods used in other studies with satellite telemetry data for marine animals (Hindell et al., 2020; March et al., 2021). This involved running the model 50 times, each time using half of the data (with replacement) for model fitting. The mean predictions were calculated across all bootstrap iterations, and the 95% confidence interval range was derived to quantify prediction uncertainty.

Once the daily spatial distribution predictions were generated for 2011, the mean suitability was calculated for the temporal range of the tracking data (March to October). This provided a comprehensive view of habitat suitability patterns during the primary period of habitat use by the species in the study area.

Results

Tracking data

Six long-finned pilot whales were tagged across the study area, with five individuals tagged in August 2011 and one (#104204) at the end of March 2011. The tracking duration varied among individuals: three whales had tracks lasting 19 days, while the others were tracked for 31, 43, and 53 days, respectively. The number of recorded locations per individual ranged from 192 to 302, providing detailed movement data from March to October 2011 (Table 2).

The movements of the pilot whales revealed three distinct groups based on their spatial ranges (Figure 1). The first group included individuals #104206 and #104210, tagged in the Strait of Gibraltar. Both remained within the strait and adjacent Alboran Sea. Whale #104206, tagged on August 8, 2011, in the central Strait of Gibraltar, moved westward to approximately 3.5°W, remaining between 36.5°N and 35.5°N over a period of 31 days, with its signal ceasing on September 8, 2011. Similarly, #104210 was tagged on August 15, 2011, in the same area but exhibited a narrower latitudinal range and stayed east of 4.5°W for 19 days.

The second group comprised individuals #101195 and #104207, which primarily moved within the Alboran Sea. Whale #101195 was tagged on August 3, 2011, in the central northern Alboran Sea and remained close to the Spanish coast between 4°W and 2.5°W during 19 days of tracking. Whale #104207, tagged on August 18, 2011, in the same area, moved within a similar range for the subsequent 53 days.

The third group included individuals #101196 and #104204, tagged in the easternmost part of the study area, specifically in the Gulf of Vera and adjacent waters. Whale #101196 was tagged on August 5, 2011, at 37°N in the Gulf of Vera and initially moved southward to around 35.5°N near the African coast. Subsequently, it reversed direction, returning northward to the Gulf of Vera, maintaining a primarily latitudinal pattern between 3°W and 1°W for 19 days. Whale #104204, tagged on March 31, 2011, in the central Gulf of Vera, was tracked for 43 days until mid-May. It moved extensively along the coastal zone of the Gulf of Vera, spanning longitudes between 2°W and 1.5°W.

Environmental predictors response

Among the various environmental predictors considered for explaining the species' habitat suitability in the study area, two stood out due to their relatively higher influence (Figure 2). Bathymetry (BAT) was the environmental predictor presenting the highest weight in explaining the habitat suitability for long-finned pilot whale in the southern Iberian Peninsula. The median relative influence was 27.9% (95% CI: 21.5% - 34.2%), with its associated confidence interval surpassing all other variables except for distance to coast (SDIST). Furthermore, examining the functional response for bathymetry, (Figure 3), it suggests that the highest habitat suitability occurs between 500 and 2,000 meters depth in the study area, with a peak at around 1,000 meters.

The second variable that stands out in terms of relative influence is SDIST. The median relative influence is at 17.4% (95% CI: 12.9% - 22.5%), with the confidence interval not only slightly overlapping that of bathymetry but also partially overlapping with slope (SLP) and eastward ocean current velocity (UO; Figure 2). The probability of pilot whale presence is highest near the coast and declines with increasing distance, reaching its lowest point approximately 60 km offshore (Figure 3).

In addition to the two most explicative variables, a second group emerges with relatively higher influence: slope (SLP), eastward current velocity (UO), and sea surface temperature (SST), contributing 10.5% (95% CI: 6.69%–14.0%), 8.97% (95% CI: 4.7%–17.7%), and 6.03% (95% CI: 4.17%–8.42%), respectively. Regarding their influence on species distribution (Figure 3), pilot whales are more likely to occur in areas with moderate to steep slopes ranging from 2.5° to 8°, relatively elevated eastern current velocities (0.5 m/s – 1 m/s), and sea surface temperatures between 16°C and 27°C. All remaining variables showed lower relative influence, contributing less than 5% (Figure 2), with response curves that did not exhibit clear trends or patterns (Figure 3).

Spatial distribution prediction

The cross-validation of the BRT model suggests a good fit to the observed data, with the model explaining 59% of the cross-validated deviance and achieving an AUC of 0.94, indicating robust predictive capability. In terms of prediction, our fitted model found a high habitat suitability along the southern coast of Spain, extending from the Strait of Gibraltar to the Gulf of Vera. Additionally, it predicted a suitable habitat patch near the Algerian coast in the southeastern part of the study area, and with lower probability, in waters close to Morocco. The location with the lowest habitat suitability is in the central area of the Alboran Sea, precisely in between the Spanish and African coasts (Figure 4).

Discussion

For the first time, tracking data was used to model the habitat suitability of long-finned pilot whales in this region. The dataset we obtained and used in this study has provided insights into areas exploited by long-finned pilot whales that would have been difficult to assess by traditional methods such as boat-based visual surveys. Understanding the spatial distribution of this species and its environmental requirements in the southern Iberian Peninsula is particularly relevant for its conservation, since this area holds one of the highest occurrence rates across the Mediterranean Sea (Cañadas & Sagarminaga, 2000; Mangion & Gannier, 2002; Notarbartolo di Sciara, 2002). The present study provides new information about the species' spatial distribution and adds up to previous studies that made insights into this by using other methods. While previous studies by Cañadas et al. (2005) and Giménez et al. (2018) predicted the suitable habitat of long-finned pilot whales only in the northern part of the Alboran Sea, the current study expands this understanding by also predicting the species' distribution in the central and southern areas, including the African coast. Additionally, our model incorporates a broader range of environmental variables, combining fixed variables with new dynamic variables that were not included in earlier studies (Cañadas et al., 2005; Giménez et al., 2018).

The spatial distribution of the long-finned pilot whale, as modeled in this study, suggests that the species can find suitable habitat along the coast of the Strait of Gibraltar, Alboran Sea, and Gulf of Vera off the Spanish coast. This prediction aligns with that described by Cañadas et al., (2005) and Giménez et al., (2018) which also predicts a high probability of occurrence along the Spanish coast. A slight difference is that the current study predicts the area around Málaga (Figure 1) to have a similar habitat suitability to the rest of the coast, whereas previous studies suggested a lower likelihood of abundance in this region. Additionally, for the northern African coast, the model indicates that virtually the entire Algerian coastline is suitable for the species' presence. Looking at the Moroccan coast of the Alboran Sea, there are some areas relatively distant from the coast where the species could potentially be found, but to a lesser extent. Finally, the central strip of the Alboran Sea between the Spanish and African coasts, at a latitude of 36 degrees, exhibits a very low habitat suitability. However, all predictions along the North African coast should be interpreted with caution, as very few or no data points were recorded in this area, resulting in predictions based largely on interpolation.

The results obtained in the present study suggest that pilot whales are strongly associated with topographic, fixed features in this region. Bathymetry and distance to the coast were the two most explicative variables showing an overall higher relative influence than the rest of predictors. Our results on bathymetry suggest that this species finds suitable habitat within the depth range of 500 to 1,500 meters. These results, obtained through satellite telemetry, align with those described in other studies for the same species in the same area based on traditional boat surveys (Cañadas & Sagarminaga, 2000; Cañadas et al., 2005, De Stephanis et al., 2008, Giménez et al., 2018). Simultaneously, the obtained results align with those of other studies conducted on the same species in other areas of the Mediterranean Sea and North Atlantic, which suggest that the long-finned pilot whale inhabits deep waters located at the margins of the continental shelf, although it is rarely associated with the continental shelf (Azzellino et al., 2008; Weir et al., 2000). It is suggested that the strong association of this species with deeper areas is likely due to the presence of its prey. Various studies suggest that the long-finned pilot whale primarily feeds on neritic and oceanic squids, with occasional ingestion of fish (Relini and Garibaldi, 1992; Spitz et al., 2011). In other Mediterranean areas, the analysis of stomach contents of the species suggests that its diet is based on *Todarodes sagittatus*, species from the Histioteuthidae family and other squids and octopuses (Desportes & Mouritsen, 1993; Praca et al., 2011). These squids exhibit diel vertical migrations,

which would enable the pilot whales to feed on them at shallower depths (Baird et al., 2002; Cañadas & Sagarminaga, 2000; De Stephanis et al., 2008; Giorli et al., 2016).

Distance to the coast is the second most influential variable, with the functional response indicating a decline in suitable habitat for the species as the distance from the coast increases. The distribution of pilot whales closer to the coast, particularly in the northern Alboran Sea and the Strait of Gibraltar, is attributed to its narrow continental shelf (Siokou-Frangou et al., 2010). This submarine topography allows the deeper areas where the species' prey resides to be closer to the coast compared to other regions. Additionally, this area is characterized by steep slopes that can give rise to underwater canyons where pilot whales' prey concentrate. Also, variables such as SLP, UO and SST could also be considered as important predictors. The higher habitat suitability of pilot whales in areas with strong eastward currents could be attributed to the presence of anticyclonic eddies in the Alboran Sea, which are formed due to the influx of Atlantic waters and promote the upwelling of nutrient-rich deep waters (Estrada, 1996; D'Ortenzio & Ribera d'Alcalà, 2009). The presence of pilot whales in the northern Alboran Sea coincides with the area of the two eddies where the current flows eastward. Furthermore, the influence of northward current velocity (VO) is quite low (2.7%, CI95%: 1.6-4.2), as the presence of pilot whales is virtually absent in the eddy areas where this current is prevalent. Regarding slope, the species is associated with moderate to strong slopes, aligning with studies conducted in the study area (Cañadas & Sagarminaga, 2000; De Stephanis et al., 2008) and other areas in the Mediterranean and Atlantic Ocean (Abend & Smith, 1999). Dynamic variables, except for UO, generally did not show a high relative influence (Figure 2). This suggests that dynamic variables do not impose substantial limitations on the presence and distribution of the species in the Alboran Sea, Strait of Gibraltar and Gulf of Vera.

In detail, the dynamic variables used to fit the model are closely linked to productivity within the study area. On one hand, sea surface height (SSH) and eddy kinetic energy (EKE) are associated with mesoscale intensity, which encompasses the movement of water masses and the formation of medium-scale eddies. On the other hand, mixed layer depth (MLD) serves as a proxy for primary production, subsequently affecting net primary production (NPP) and chlorophyll-a concentration (CHL), which in turn is also linked to EKE (March et al., 2021). The values of these variables result from the unique oceanographic and geographic characteristics of the Alboran Sea and the Strait of Gibraltar, rendering it a highly productive area that experiences episodes of nutrient-rich deep-water upwelling. This productivity can support not only the studied species but also various other cetacean species (Boero, 2016; Notarbartolo di Sciara, 2016; Kinder and Parrilla, 1987; Tintoré et al., 1988; Rubín, 1992). Although in the present study the dynamic variables may not have a significant influence compared to the fixed ones, a possible explanation could be attributed to the consideration of dynamic variables only at the surface. Virgili et al., (2022) suggests that for deep-diving species, it is important to also consider dynamic variables at various depth layers within the water column, not just at the surface. As the long-finned pilot whale is a species that distributes itself in depth, possibly for feeding purposes, gaining a better understanding of both habitat suitability and the potential foraging strategies of this species would be of significant interest. However, such variables are commonly used in studies to model the distribution and habitat suitability of cetaceans. For example, in the Madeira archipelago, suitable areas for the short-finned pilot whale (*Globicephala macrorhynchus*) are those with sea surface temperatures (SST) between 18 and 24°C and low concentrations of chlorophyll-a (Fernández et al., 2021). Furthermore, species like *Globicephala sp.* are associated with positive anomalies in sea level, and the sperm whale (*Physeter macrocephalus*) with areas exhibiting higher chlorophyll-a concentrations in the eastern North Atlantic (Correia et al., 2021).

Despite all the aspects, the study also presents a series of limitations that are important to consider for the purpose of future improvement. Firstly, the model used to predict the spatial distribution of the

species in the study area only uses data from six individual tracks. It would be of great value to tag a larger number of animals, thereby obtaining a more robust prediction model, and potentially reducing the amount of interpolation in the predictions. Also, although our tagged individuals moved across the Strait of Gibraltar, Alboran Sea, and Gulf of Vera, all were tagged and remained primarily within the northern basin of the study area. Despite this, the model predicts suitable habitat in the southern basin, as some individuals exhibited movements toward southern regions. To improve the accuracy and representativeness of future predictions, it would be highly valuable to include individuals tagged closer to the African coasts. This would provide a more comprehensive understanding of the species' distribution and habitat use across the entire study area.

. Finally, it could be beneficial to incorporate dynamic variables into the model with a certain lag concerning the presence of the individuals (e.g., Pirodda et al. 2011). This could contribute different information to the prediction and help determine whether the limited influence of dynamic variables on predicting species habitat suitability is due to the absence of accounting for this lag.

Future studies could explore how the habitat suitability of long-finned pilot whales may shift in response to a changing climate. For instance, Cañadas & Vázquez (2017) suggest that rising sea temperatures could significantly reduce habitat suitability for common dolphins (*Delphinus delphis*) in the Alboran Sea. Building on this idea, it would be valuable to predict how climate change might impact the habitat suitability of long-finned pilot whales in this region, which represents their highest occurrence in the Mediterranean. Projected hydrodynamic changes, including the compression of the Western Alboran Gyre (WAG) due to stronger easterly winds, are expected to alter the spatial dynamics of key ecological features such as upwelling zones and prey availability. Although models suggest minimal changes in overall biological productivity (chlorophyll concentration), the enhanced stratification and compressed gyre could result in localized prey scarcity, impacting the feeding habitats of these cetaceans. These combined effects highlight the need for future studies to investigate how long-finned pilot whales, as apex predators, may adapt to or shift their distribution in response to these changing environmental conditions in the Alboran Sea.

Additionally, further research could examine the interplay between habitat suitability and anthropogenic factors such as marine debris and increasing maritime traffic. These stressors may compound the challenges faced by the species, particularly in coastal areas where debris accumulation and vessel activity are most pronounced. Incorporating these variables into predictive models would not only enhance our understanding of the species' ecological requirements but also provide a basis for more effective and targeted conservation strategies to mitigate the impacts of climate change and human activities.

Conclusions

In conclusion, this study has provided valuable insights into the habitat suitability and environmental preferences of the long-finned pilot whale in the Southern Iberian Peninsula. The utilization of satellite tracking data, combined with an extensive set of environmental predictors, has enhanced our understanding of the species' distribution patterns. The findings suggest that the long-finned pilot whale exhibits a strong preference for deep waters, particularly in the range of 500 to 1,500 meters, likely due to the distribution of its primary prey, including neritic and oceanic cephalopods and other fish. The proximity to the coast also plays a significant role in their distribution, with higher occurrence probabilities in the margin of the continental shelf, particularly in the northern Alboran Sea. Dynamic variables, while considered in the analysis, exhibited lower relative influence, indicating that the species is less constrained by factors related to oceanographic productivity in this area. However, eastward ocean current velocity

(UO) exhibits a greater influence on habitat suitability and species distribution than the other dynamic variables. The study's results contribute to our knowledge of the ecological requirements of the long-finned pilot whale, particularly in a region known for its high cetacean diversity. The findings can inform conservation efforts and management strategies to protect these ecologically important areas for pilot whales. Overall, this study underscores the importance of interdisciplinary approaches and advanced tracking technologies in advancing our understanding of marine species and their conservation needs.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was funded by Fundación Biodiversidad, Fundación Loro Parque, and LIFE + Intemares. Moreover, this work would not have been possible without the collaboration of all the volunteers and research technicians from CIRCE who helped in the deployment of satellite tags.

REFERENCES

- Abend, A. G., & Smith, T. D. (1999). Review of distribution of the long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) in the North Atlantic and Mediterranean.
- Azzellino, A., Gaspari, S., Airolidi, S., & Nani, B. (2008). Habitat use and preferences of cetaceans along the continental slope and the adjacent pelagic waters in the western Ligurian Sea. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 55(3), 296-323.
- Baird, R. W., Stacey, P. J., Duffus, D. A., & Langelier, K. M. (2002). An evaluation of gray whale (*Eschrichtius robustus*) mortality incidental to fishing operations in British Columbia, Canada. *J. Cetacean Res. Manage.*, 4(3), 289-296.
- Boero, F., Fogliini, F., Frascchetti, S., Goriup, P., Macpherson, E., Planes, S., ... & Guarnieri, G. (2016). CoCoNet: towards coast to coast networks of marine protected areas (from the shore to the high and deep sea), coupled with sea-based wind energy potential.
- Cañadas, A., & Vázquez, J. A. (2017). Common dolphins in the Alboran Sea: Facing a reduction in their suitable habitat due to an increase in Sea surface temperature. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography*, 141, 306-318.
- Cañadas, A., Sagarminaga, R., De Stephanis, R., Urquiola, E., & Hammond, P. S. (2005). Habitat Preference Modelling As A Conservation Tool: Proposals For Marine Protected Areas For Cetaceans In Southern Spanish Waters. *Aquatic Conservation: Marine And Freshwater Ecosystems*, 15(5), 495-521.
- Cañadas, A., Sagarminaga, R., & Garcia-Tiscar, S. (2002). Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 49(11), 2053-2073.
- Cañadas, A., & Sagarminaga, R. (2000). The northeastern Alboran Sea, an important breeding and feeding ground for the long-finned pilot whale (*Globicephala melas*) in the Mediterranean Sea. *Marine mammal science*, 16(3), 513-529.
- Correia, A. M., Sousa-Guedes, D., Gil, Á., Valente, R., Rosso, M., Sousa-Pinto, I., ... & Pierce, G. J. (2021). Predicting cetacean distributions in the eastern North Atlantic to support marine management. *Frontiers in Marine Science*, 8, 643569.
- Costa, D. P., Robinson, P. W., Arnould, J. P., Harrison, A. L., Simmons, S. E., Hassrick, J. L., ... & Crocker, D. E. (2010). Accuracy of ARGOS locations of pinnipeds at-sea estimated using Fastloc GPS. *PloS one*, 5(1), e8677.
- De Stephanis, R., Cornulier, T., Verborgh, P., Sierra, J. S., Gimeno, N. P., & Guinet, C. (2008). Summer spatial distribution of cetaceans in the Strait of Gibraltar in relation to the oceanographic context. *Marine Ecology Progress Series*, 353, 275-288.

- De Stephanis, R., Verborgh, P., Pérez, S., Esteban, R., Minvielle-Sebastia, L., & Guinet, C. (2008). Long-term social structure of long-finned pilot whales (*Globicephala melas*) in the Strait of Gibraltar. *Acta Ethologica*, 11, 81-94.
- De Stephanis, R., Giménez, J., Esteban, R., Gauffier, P., García-Tiscar, S., Sinding, M. S., & Verborgh, P. (2015). Mobbing-like behavior by pilot whales towards killer whales: a response to resource competition or perceived predation risk?. *acta ethologica*, 18, 69-78.
- Desportes, B. and Mouritsen, R. 1993. Preliminary results on the diet of long-finned pilot whales off the Faroe Islands. Ed. by G. P. Donovan, C. H. Lockyer, and A. R. Martin, pp. 305–324. Report of the International Whaling Commission, Special Issue 14.
- Di Sciara, G. N., Hoyt, E., Reeves, R., Ardrón, J., Marsh, H., Vongraven, D., & Barr, B. (2016). Place-based approaches to marine mammal conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26, 85-100.
- Di Sciara, G. N., Venturino, M. C., Zanardelli, M., Bearzi, G., Borsani, F. J., & Cavalloni, B. (1993). Cetaceans in the central Mediterranean Sea: distribution and sighting frequencies. *Italian Journal of Zoology*, 60(1), 131-138.
- Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G., ... & Lautenbach, S. (2013). Collinearity: a review of methods to deal with it and a simulation study evaluating their performance. *Ecography*, 36(1), 27-46.
- D'Ortenzio, F., & Ribera d'Alcalà, M. (2009). On the trophic regimes of the Mediterranean Sea: a satellite analysis. *Biogeosciences*, 6(2), 139-148.
- Elith, J., Leathwick, J. R., & Hastie, T. (2008). A working guide to boosted regression trees. *Journal of animal ecology*, 77(4), 802-813.
- Estrada, E. L. (1996). *Teoría general de sistemas aplicada a la solución integral de problemas*. Universidad del Valle.
- Fernandez, M., Alves, F., Ferreira, R., Fischer, J. C., Thake, P., Nunes, N., ...& Dinis, A. (2021). Modeling fine-scale cetaceans' distributions in oceanic islands: Madeira archipelago as a case study. *Frontiers in Marine Science*, 8, 688248.
- Freitas, C., Lydersen, C., Fedak, M. A., & Kovacs, K. M. (2008). A simple new algorithm to filter marine mammal Argos locations. *Marine Mammal Science*, 24(2), 315-325.
- Gannon, D. P., Read, A. J., Craddock, J. E., Fristrup, K. M., & Nicolas, J. R. (1997). Feeding ecology of long-finned pilot whales *Globicephala melas* in the western North Atlantic. *Marine Ecology Progress Series*, 148, 1-10.
- Giannoulaki, M., Markoglou, E., Valavanis, V. D., Alexiadou, P., Cucknell, A., & Frantzis, A. (2017). Linking small pelagic fish and cetacean distribution to model suitable habitat for coastal dolphin species, *Delphinus delphis* and *Tursiops truncatus*, in the Greek Seas (Eastern Mediterranean). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27(2), 436-451.
- Giménez, J., Cañadas, A., Ramírez, F., Afán, I., García-Tiscar, S., Fernández-Maldonado, C., ... & de Stephanis, R. (2018). Living apart together: Niche partitioning among Alboran Sea cetaceans. *Ecological Indicators*, 95, 32-40.
- Giorli, G., Au, W. W., & Neuheimer, A. (2016). Differences in foraging activity of deep sea diving odontocetes in the Ligurian Sea as determined by passive acoustic recorders. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 107, 1-8.
- Gnone, G., Bellingeri, M., Airolti, S., Gonzalvo, J., David, L., Di-Méglio, N., ... & Azzellino, A. (2023). Cetaceans in the Mediterranean Sea: Encounter Rate, Dominant Species, and Diversity Hotspots. *Diversity*, 15(3), 321.
- Godley, B. J., Richardson, S., Broderick, A. C., Coyne, M. S., Glen, F., & Hays, G. C. (2002). Long-term satellite telemetry of the movements and habitat utilisation by green turtles in the Mediterranean. *Ecography*, 25(3), 352-362.
- Hindell, M. A., Reisinger, R. R., Ropert-Coudert, Y., Hückstädt, L. A., Trathan, P. N., Bornemann, H., ... & Raymond, B. (2020). Tracking of marine predators to protect Southern Ocean ecosystems. *Nature*, 580(7801), 87-92.
- Kinder, T. H., & Parrilla, G. (1987). Yes, some of the Mediterranean outflow does come from great depth. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 92(C3), 2901-2906.

- Maglietta, R., Saccotelli, L., Fanizza, C., Telesca, V., Dimauro, G., Causio, S., ... & Carlucci, R. (2023). Environmental variables and machine learning models to predict cetacean abundance in the Central-eastern Mediterranean Sea. *Scientific Reports*, 13(1), 2600.
- March, D., Drago, M., Gazo, M., Parga, M., Rita, D., & Cardona, L. (2021). Winter distribution of juvenile and sub-adult male Antarctic fur seals (*Arctocephalus gazella*) along the western Antarctic Peninsula. *Scientific Reports*, 11(1), 22234.
- Mangion, P., & Gannier, A. (2002). Improving the comparative distribution picture for Risso's dolphin and long-finned pilot whale in the Mediterranean Sea. *Eur. Res. Cet*, 16, 68.
- McClellan, C. M., Read, A. J., Price, B. A., Cluse, W. M., & Godfrey, M. H. (2009). Using telemetry to mitigate the bycatch of long-lived marine vertebrates. *Ecological Applications*, 19(6), 1660-1671.
- Pirotta, E., Matthiopoulos, J., MacKenzie, M., Scott-Hayward, L., & Rendell, L. (2011). Modelling sperm whale habitat preference: a novel approach combining transect and follow data. *Marine Ecology Progress Series*, 436, 257-272.
- Praca, E., Laran, S., Lepoint, G., Thomé, J. P., Quetglas, A., Belcari, P., ... & Das, K. (2011). Toothed whales in the northwestern Mediterranean: Insight into their feeding ecology using chemical tracers. *Marine Pollution Bulletin*, 62(5), 1058-1065.
- Relini, L., & Garibaldi, F. (1992). Feeding of the pilot whale, *Globicephala melas*, in the Ligurian Sea: a preliminary note. *European Research on Cetaceans*, 6, 142-145.
- Roberts, D. R., Bahn, V., Ciuti, S., Boyce, M. S., Elith, J., Guillera-Arroita, G., ... & Dormann, C. F. (2017). Cross-validation strategies for data with temporal, spatial, hierarchical, or phylogenetic structure. *Ecography*, 40(8), 913-929.
- Rubín, J. P. Y SUR DEL MAR DE ALBORAN, EN JULIO DE 1992.
- Siokou-Frangou, I., & Mazzocchi, M. G. (2010, February). 13. Overview of epipelagic mesozooplankton in the open Mediterranean Sea. In *Workshop to Compare Zooplankton Ecology and Methodologies between the Mediterranean and the North Atlantic (WKZEM)* (p. 65).
- Spitz, J., Cherel, Y., Bertin, S., Kiszka, J., Dewez, A., & Ridoux, V. (2011). Prey preferences among the community of deep-diving odontocetes from the Bay of Biscay, Northeast Atlantic. *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, 58(3), 273-282.
- Tintore, J., La Violette, P. E., Blade, I., & Cruzado, A. (1988). A study of an intense density front in the eastern Alboran Sea: the Almería–Oran front. *Journal of Physical Oceanography*, 18(10), 1384-1397.
- Verborgh, P., De Stephanis, R., Pérez, S., Jaquet, Y., Barbraud, C., & Guinet, C. (2009). Survival rate, abundance, and residency of long-finned pilot whales in the Strait of Gibraltar. *Marine Mammal Science*, 25(3), 523-536.
- Virgili, A., Teillard, V., Dorémus, G., Dunn, T. E., Laran, S., Lewis, M., ... & Ridoux, V. (2022). Deep ocean drivers better explain habitat preferences of sperm whales *Physeter macrocephalus* than beaked whales in the Bay of Biscay. *Scientific Reports*, 12(1), 9620.

Figures

Figure 1: Study area and individual tracks of the six tagged long-finned pilot whales

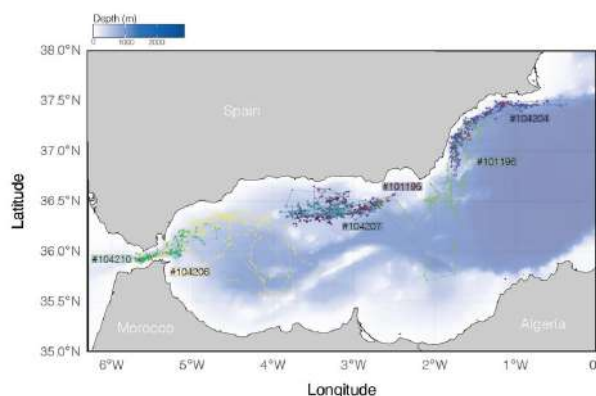


Figure 2: Relative influence of the environmental predictors used to model the habitat suitability of long-finned pilot whales. Dots represent medians and lines represent the 95% confidence interval range of the 50 bootstrap predictions.

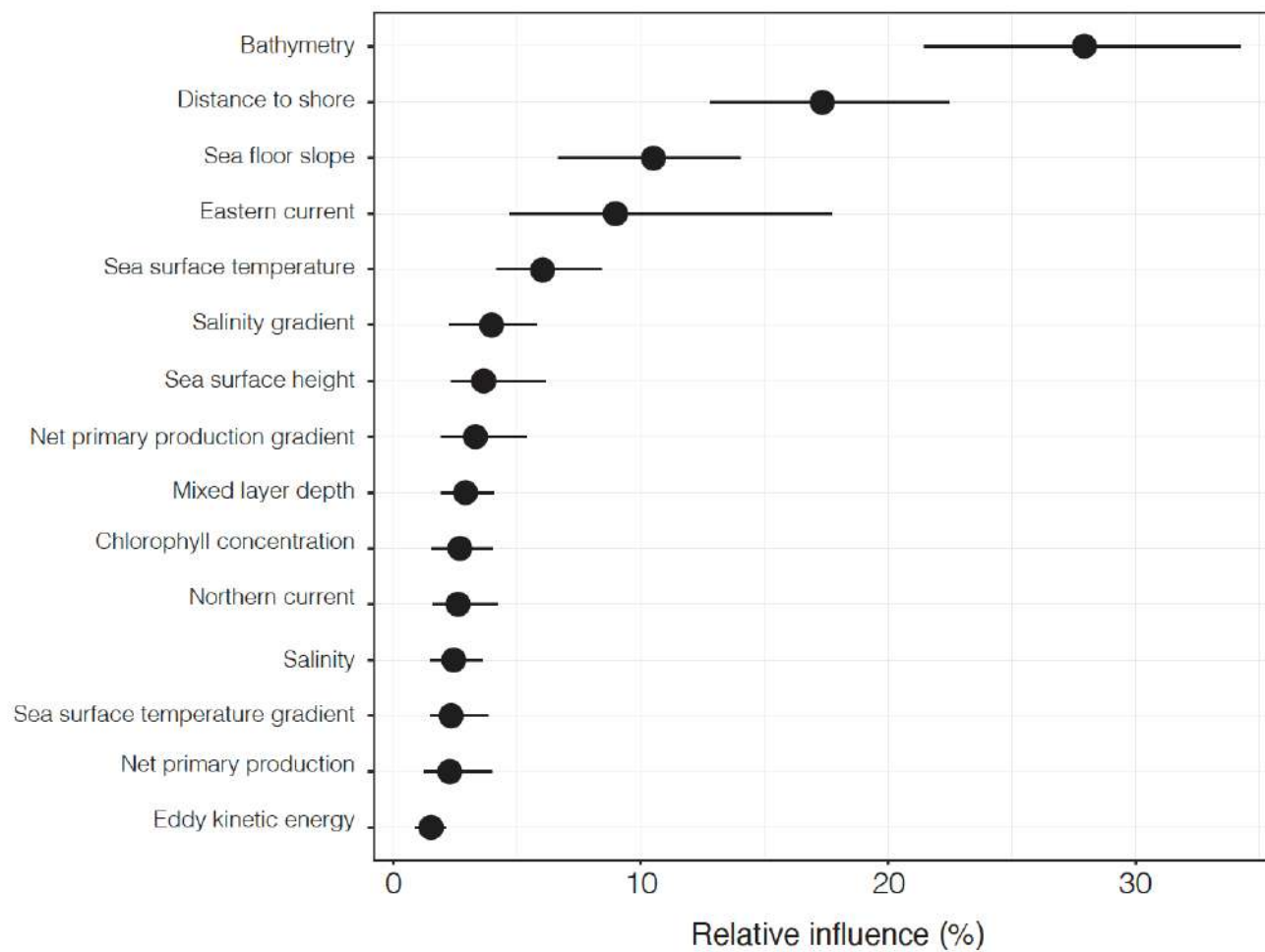


Figure 3: Environmental predictors response from the BRT model. The relative influence of each variable is expressed as a percentage (within parentheses). The blue shading indicates the 95% confidence interval derived from the 50 bootstrap predictions.

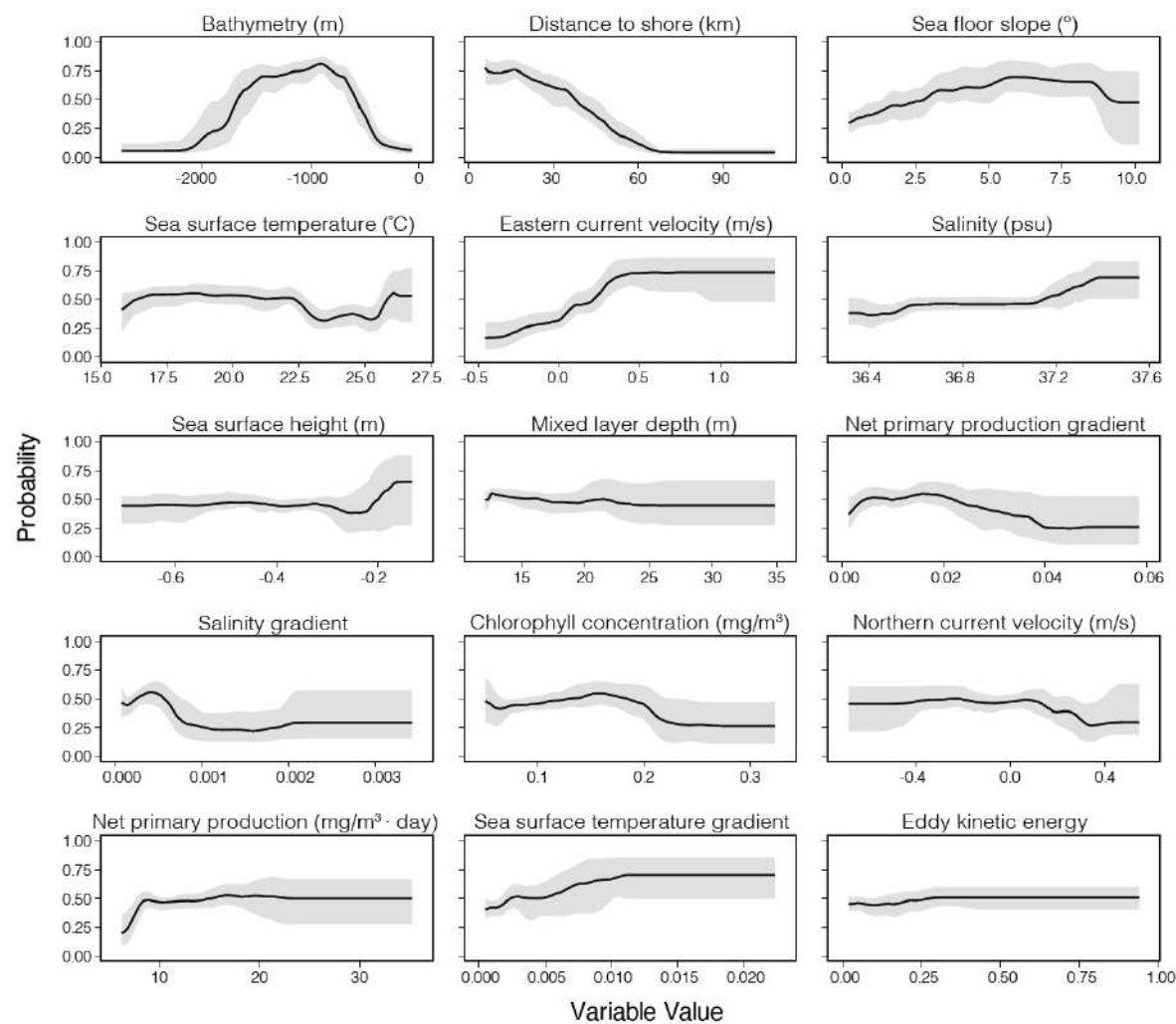


Figure 4: Prediction of the habitat suitability of the long-finned pilot whale for the months of March to October 2011. (a) Mean of the daily prediction means. (b) Mean of the daily prediction standard deviations.

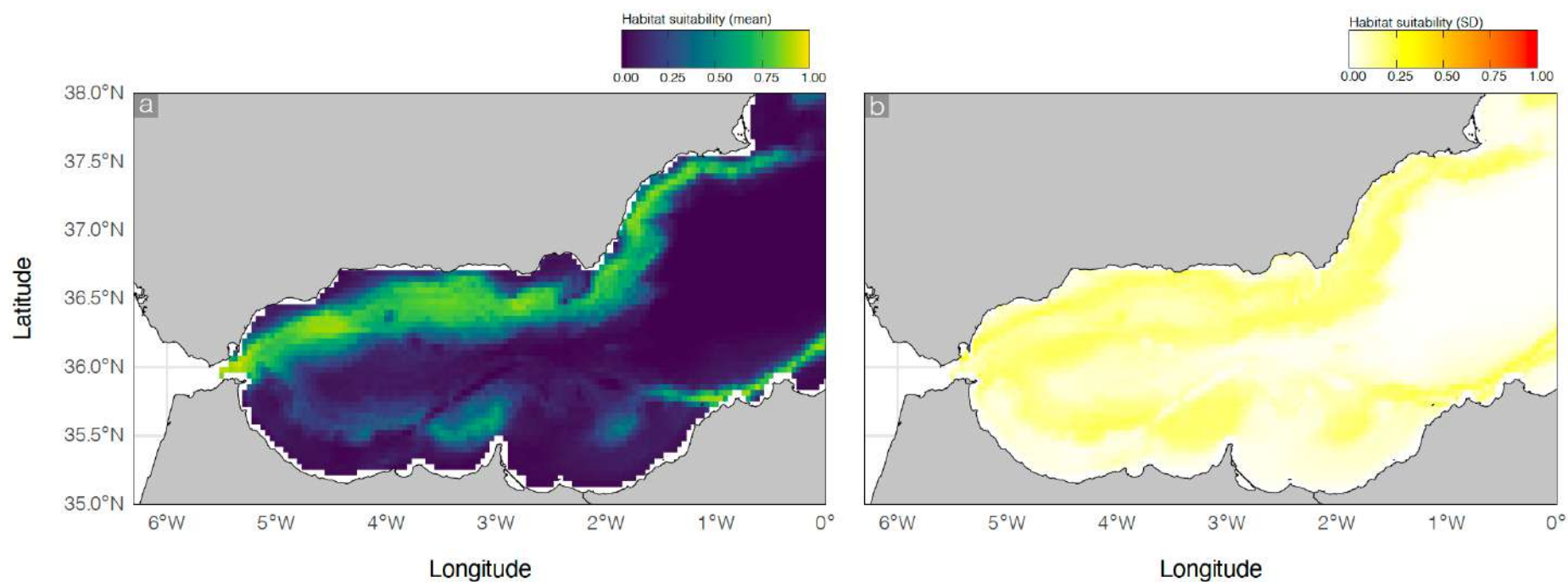


Table 1: Environmental variables included and excluded (because of correlation) to model the spatial distribution of long-finned pilot whale.

				
Variable	Unit	Spatial resolution	Temporal Resolution	Data Source
Bathymetry	m	0.042 °	Static	Extracted from GEBCO, https://www.gebco.net
Slope		0.042 °	Static	Derived from BAT using the “raster” R package
Distance to coast	km	0.042 °	Static	Derived from BAT using the “raster” R package
Eddy kinetic energy	m ² s ⁻²	0.042 °	Daily	Derived from sea water velocity from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Eastward ocean current velocity	m/s	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Northward ocean current velocity	m/s	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Mixedlayerthickness	m	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Salinity	psu	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Salinity gradient	°	0.042 °	Daily	Derived from SAL using the ‘raster’ R package
Sea surface temperature	°C	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Sea surface temperature gradient	°	0.042 °	Daily	Derived from SST using the ‘raster’ R package
Sea surface height	m	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Chlorophyll a	mg m ⁻³	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Net primary production	mg m ⁻³	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Net primary production gradient	°	0.042 °	Daily	Derived from NPP using the ‘raster’ R package
Dissolved molecular oxygen in sea water	mmol/m ³	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/
Phytoplankton expressed as carbon in sea water	mmol/m ³	0.042 °	Daily	Extracted from Mediterranean Sea Biogeochemistry Reanalysis https://marine.copernicus.eu/

Table 2: Summary information about the six animals tagged.

ID	Deployment date	Deployment Longitude	Deployment Latitude	End of track	Minimum interval time (min)	Number of locations	Track duration (days)
101195	2011-08-03 21:10	-2.862	36.444	2011-08-22 10:31	64	192	19
101196	2011-08-05 11:24	-1.583	37.155	2011-08-24 09:07	78	221	19
104204	2011-03-31 15:37	-1.169	37.469	2011-05-13 07:49	74	302	43
104206	2011-08-08 15:13	-5.515	35.950	2011-09-08 07:55	86	231	31
104207	2011-08-18 09:00	-2.674	36.492	2011-10-10 08:38	72	300	53
104210	2011-08-15 11:16	-5.658	35.917	2011-09-03 07:46	76	231	19

