

Informe de conocimientos sobre cetáceos y tortugas marinas en el Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar en el periodo 1996-2022

Abril 2022

LIFE IP INTEMARES

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

LIFE15 IP ES012 – INTEMARES

A2.3 Campañas oceanográficas para la declaración de espacios Red Natura 2000 por su importancia para la conservación de especies de interés comunitario

Licitación FB 16/2021 – Lote 2 - Diseño y realización de campañas oceánicas para el seguimiento de cetáceos y tortugas marinas en el área marina al oeste del Estrecho de Gibraltar

Autoría: Dr Renaud de Stephanis, Juan Manuel Salazar Sierra y Dr. Joan Giménez (CIRCE – Conservación, Información y Estudio sobre Cetáceos).



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 activa 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 Agricultura, Ganadería, Pesca y Desarrollo Sostenible, 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

Abril 2022

ÍNDICE

RESUMEN EJECUTIVO	3
EXECUTIVE SUMMARY	3
1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA DE TRABAJO	5
2.1. MORFOLOGÍA DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR SUS ZONAS COLINDANTES	5
2.2. CARACTERÍSTICAS OCEANOGRÁFICAS DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR Y SUS ZONAS COLINDANTES	6
2.3. LOS CETÁCEOS ANTES DE LA ÉPOCA MODERNA	7
2.4. LOS CETÁCEOS DEL CAMPO DE GIBRALTAR Y EL GOLFO DE CÁDIZ EN LA ERA MODERNA	8
2.4.1. La caza ballenera	8
2.4.2. El inicio del whale watching o avistamiento de cetáceos comercial	8
2.4.3. Los primeros estudios sobre cetáceos en aguas del Estrecho de Gibraltar	9
2.5. LAS TORTUGAS EN EL GOLFO DE CÁDIZ Y ESTRECHO DE GIBRALTAR	9
3. CONOCIMIENTOS SOBRE LOS CETÁCEOS EN AGUAS DEL GOLFO DE CÁDIZ	10
3.1 INTRODUCCIÓN	10
3.2. METODOLOGÍA.....	10
3.2.1. Área de estudio.....	10
3.2.2. Datos puestos a disposición para este estudio.....	10
3.2.3. Modelos ambientales explicativos y predictivos	11
3.2.4. Separación de variables respuesta	12
3.2.5. Foto-identificación y modelos de marcaje recaptura	12
3.3. RESULTADOS.....	13
3.3.1. Observaciones.....	13
3.3.2 Modelos explicativos	16
3.3.3 Modelos predictivos.....	18
3.3.4 Estimaciones de abundancia	23
3.4 CONCLUSIONES	24
4. CONOCIMIENTOS SOBRE CETÁCEOS EN AGUAS DEL ESTRECHO DE GIBRALTAR	25
4.1 INTRODUCCIÓN	25
4.2. ESPECIES DE CETÁCEOS.....	27
4.2.1. Delfines comunes (<i>Delphinus delphis</i>)	27
4.2.2. Delfines listados (<i>Stenella coeruleoalba</i>).....	30
4.2.3. Delfines mulares (<i>Tursiops truncatus</i>)	32
4.2.4. Calderones comunes (<i>Globicephala melas</i>).....	34
4.2.5. Cachalotes (<i>Physeter macrocephalus</i>).....	39
4.2.6. Orcas (<i>Orcinus orca</i>).....	40
4.2.7. Rorcual común (<i>Balaenoptera physalus</i>).....	43
4.2.8. Otras especies de cetáceos.....	45
4.3. CONCLUSIONES	46
5. CONOCIMIENTOS SOBRE TORTUGAS EN GOLFO DE CÁDIZ Y ESTRECHO DE GIBRALTAR	48
5.1. INTRODUCCIÓN.....	48
5.2. TORTUGA BOBA (<i>CARETTA CARETTA</i>).....	50
5.3. TORTUGA LAÚD (<i>DERMOCHELYS CORIÁCEA</i>).....	52
5.4. TORTUGA VERDE (<i>CHELONIA MYDAS</i>).....	53
5.5. CONCLUSIONES	54
6. CONCLUSIONES.....	54
7. BIBLIOGRAFÍA.....	55

Resumen ejecutivo

Este informe muestra los conocimientos iniciales disponibles sobre las especies de cetáceos y tortugas marinas presentes en el Estrecho de Gibraltar y Golfo de Cádiz como parte de la acción A2.3 del proyecto LIFE IP INTEMARES “Campañas oceanográficas para la declaración de espacios Red Natura 2000 por su importancia para la conservación de especies de interés comunitario”.

En esta área al oeste de Estrecho de Gibraltar se ha propuesto una zona de unos 1.968 km² como LIC denominada “Estrecho occidental”. Está situada entre Punta Carnero y el Cabo de Trafalgar, su zona colindante en el golfo de Cádiz hasta la altura de San Fernando y hasta las 12 millas de costa aproximadamente.

Este informe es el primer paso para, tras una serie de campañas oceanográficas, diseñar un plan de gestión para el futuro LIC. La información de partida comprende datos sin procesar de cetáceos y tortugas en el Golfo de Cádiz, publicaciones científicas sobre cetáceos y tortugas en el Estrecho de Gibraltar y datos sin procesar sobre tortugas en el Estrecho de Gibraltar.

Se ha realizado el análisis de los datos sin procesar de cetáceos en el Golfo de Cádiz para obtener modelos de distribución y abundancia (predicción espacial de presencia de delfín mular, marsopa y delfín común, distribución de nicho espacial de especies de cetáceos y estimas abundancia de delfines mulares), gracias a la revisión de publicaciones científicas sobre cetáceos del Estrecho de Gibraltar se ha obtenido información sobre: distribución, abundancia, tendencia poblacional y estructura social de las especies presentes.

Referente a las tortugas marinas, tanto los datos como las publicaciones científicas revisadas, permiten obtener información sobre presencia.

7 especies de cetáceos: delfín mular (*Tursiops truncatus*) delfín común (*Delphinus delphis*), delfines listados (*Stenella coeruleoalba*), calderón gris (*Grampus griseus*), calderón común (*Globicephala melas*) (tanto costeros como oceánicos), rorcual común (*Balaenoptera physalus*) y orcas (*Orcinus orca*) y 1 de tortuga marina (tortuga boba - *Caretta caretta*) tendrán cabida en el futuro LIC del Estrecho occidental. En el caso de delfines mulares, incluidos en el Anexo II de la Directiva Hábitat, el LIC protegerá dos ecotipos de la especie. Los delfines mulares costeros del golfo de Cádiz, actualmente carentes de cualquier figura de protección, y los delfines mulares de aguas profundas del Estrecho de Gibraltar, que también carecen de cualquier tipo de protección. De la misma forma, protegerá el posible canal de migración de tortugas bobas, especie prioritaria en la Red Natura 2000. A lo largo del proyecto actual, se procederá a recabar información sobre posibles presiones, y problemáticas que puedan poner en entredicho la presencia de estas especies, y se procederá a desarrollar medidas de gestión que permitan disminuir esas presiones. De la misma forma, se procederá a afinar los conocimientos que ya existen sobre estas especies, lo que permitirá aplicar estas medidas de forma espacio-temporal.

Executive summary

This report shows the initial knowledge available on the species of cetaceans and sea turtles present in the Strait of Gibraltar and the Gulf of Cadiz as part of action A2.3 of the LIFE IP INTEMARES project "Oceanographic campaigns for the declaration of Red Natura spaces 2000 for its importance for the conservation of species of community interest".

In this area to the west of the Strait of Gibraltar, an area of about 1,968 km² has been proposed as SCI called "Western Strait". It is located between Punta Carnero and Cape Trafalgar, its adjoining area in the Gulf of Cadiz up to San Fernando and up to approximately 12 miles of coastline.

This report is the first step, after a series of oceanographic campaigns, to design a management plan for the future SCI. The source information includes raw data on cetaceans and turtles in the Gulf of Cadiz, scientific publications on cetaceans and turtles in the Strait of Gibraltar, and raw data on turtles in the Strait of Gibraltar.

Analysis of the raw data of cetaceans in the Gulf of Cádiz has been carried out to obtain distribution and abundance models (spatial prediction of the presence of bottlenose dolphins, porpoises and common dolphins, spatial niche distribution of cetacean species and abundance estimates). bottlenose dolphins), thanks to the review of scientific publications on cetaceans from the Strait of Gibraltar, information has been obtained on: distribution, abundance, population trend and social structure of the species present.

Regarding sea turtles, both the data and the reviewed scientific publications allow obtaining information on their presence.

Seven species of cetaceans: bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) common dolphin (*Delphinus delphis*), striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*), gray pilot whale (*Grampus griseus*), pilot whale (*Globicephala melas*) (both coastal and oceanic), fin whale (*Balaenoptera physalus*) and killer whales (*Orcinus orca*) and 1 sea turtle (loggerhead turtle - *Caretta caretta*) will have a place in the future Western Strait SCI. In the case of bottlenose dolphins, included in Annex II of the Habitat Directive, the SCI will protect two ecotypes of the species. The coastal bottlenose dolphins of the Gulf of Cadiz, currently lacking any type of protection, and the deepwater bottlenose dolphins of the Strait of Gibraltar, which also lack any type of protection. In the same way, it will protect the possible migration channel for loggerhead turtles, a priority species in the Natura 2000 Network. Throughout the current project, information will be collected on possible pressures and problems that may call into question the presence of these species, and management measures will be developed to reduce these pressures. In the same way, the knowledge that already exists about these species will be refined, which will allow these measures to be applied in a space-time manner.

1. Introducción

El proyecto LIFE IP INTEMARES “Gestión integrada, innovadora y participativa de la Red Natura 2000 en el medio marino español” es el mayor proyecto de conservación marina en Europa. Pretende gestionar de manera eficaz los espacios marinos de la Red Natura 2000 con la participación activa de los sectores implicados y con la investigación como herramientas básicas.

Uno de los objetivos del proyecto es completar la Red Natura 2000 marina de nuestro país, así como superficie marina protegida total. Actualmente esta cifra representa ya el 12% y en los próximos años se llegará al 25% gracias a la declaración de 7 zonas que ya han sido estudiadas científicamente en el marco del proyecto. Estas áreas son los montes submarinos del sur de Mallorca, el cañón del Tiñoso y seco de Palos, el sistema de cañones de Cap Bretón, bancos y gargantas del mar de Alborán, la extensión hacia el este del actual LIC Espacio marino del oriente y sur de Lanzarote-Fuerteventura, el Estrecho de Gibraltar y el Espacio Marino norte de Barcelona.

El área propuesta en el Estrecho de Gibraltar se extiende a su oeste, desde Punta Carnero hasta el Cabo de Trafalgar, su zona colindante en el golfo de Cádiz hasta la altura de San Fernando y hasta las 12 millas de costa aproximadamente. Ha sido ya propuesta como LIC con la denominación “Estrecho occidental” y su declaración sumaría unos 1.968 Km² a la superficie marina ya protegida.

Tanto el Estrecho de Gibraltar como el golfo de Cádiz han sido ampliamente estudiados en los últimos 30 años, quedando patente su importancia para cetáceos, aves y tortugas marinas. Sin embargo, analizando en profundidad la información disponible, se puede observar que existe un desequilibrio importante en cuanto a su tipología: por una parte, se dispone de información no procesada (y por tanto, no publicada) en aguas del golfo de Cádiz y por otra, existe una ingente producción científica sobre los cetáceos presentes en aguas del Estrecho y mar de Alborán.

Este informe resume los conocimientos adquiridos a lo largo de las 3 últimas décadas en aguas del futuro LIC Estrecho occidental sobre cetáceos y tortugas y sus zonas colindantes. Dada la disparidad de la información disponible se plantea un doble objetivo en función del área:

1. En el golfo de Cádiz: analizar los datos obtenidos por diferentes proyectos de investigación aplicando modelos de distribución y de abundancia.
2. En el Estrecho de Gibraltar y mar de Alborán cercano: analizar la información publicada sobre distribución espacial, abundancia, tendencia poblacional y estructura social de las especies presentes.
3. Finalmente, se realizará una revisión sobre conocimientos sobre tortugas marinas, y se plasmarán los datos que se pondrán a disposición sobre tortugas marinas, incluidas en la base de datos Gollum.

Las conclusiones de estos análisis serán el punto de partida para el diseño de 4 campañas oceanográficas dirigidas a recopilar la información necesaria con objeto de diseñar las medidas de conservación, gestión y seguimiento que formen parte del futuro plan de gestión del área. Estos trabajos forman parte de la acción A2.3 del proyecto LIFE IP INTEMARES “Campañas oceanográficas para la declaración de espacios Red Natura 2000 por su importancia para la conservación de especies de interés comunitario”.

2. Características de la zona de trabajo

2.1. Morfología del Estrecho de Gibraltar sus zonas colindantes

El Estrecho de Gibraltar tiene una longitud de cerca de 60 Km y conecta el mar Mediterráneo con la parte norte del océano Atlántico. Su entrada occidental, situada entre los cabos Trafalgar y Espartel, tiene una anchura de unos 44 Km, y se estrecha progresivamente hacia el este, alcanzando una anchura mínima de unos 14 Km. entre Tarifa y Punta Cires. Su límite oriental está en la sección entre Punta Europa y Punta Almina, con unos 23 Km de anchura (Parrilla et al. 1988). Aunque el relieve submarino del Estrecho de Gibraltar es muy complejo, se puede decir que la profundidad aumenta hacia el Mediterráneo siguiendo un canal paralelo a la costa. En la parte oriental del canal se obtienen las mayores profundidades del Estrecho, con profundidades al norte de Ceuta de casi 1000 metros. Al este de Punta Almina (Ceuta), se observa un cañón submarino que remonta hasta unos 10 Km al sureste de dicha Punta.

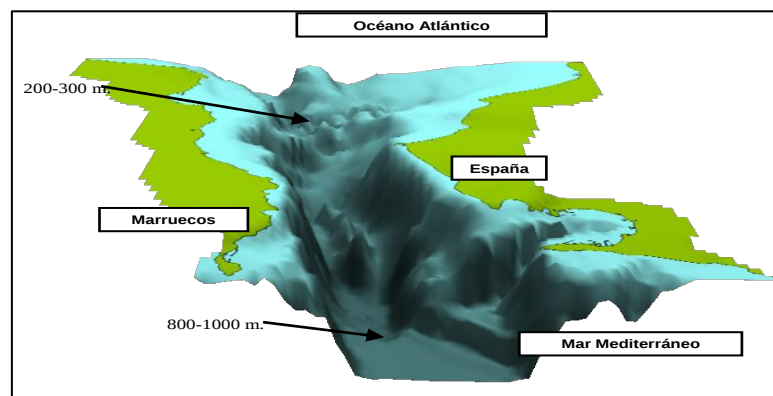


Fig 1. Representación en tres dimensiones de la batimetría del Estrecho. Fuente: Sanz et al. (1988).

La bahía de Algeciras es un puerto natural cuyo límite meridional es la línea que une Punta Carnero y Punta Europa. Su eje mayor tiene 10 km en dirección N-S, su eje transversal 8 km y su superficie es 75 km². Está surcada por un cañón submarino que alcanza 500m de profundidad donde la bahía de Algeciras se une con el Estrecho de Gibraltar del cual es parte inseparable. Su volumen de agua ronda los 15 km³, de los que un 25% tendría características de agua Atlántica y el resto de agua Mediterránea, aunque no hay información contrastada que avale estos porcentajes. La proporción cambia en función de las fuerzas que actúan, marea y forzamiento meteorológico fundamentalmente.

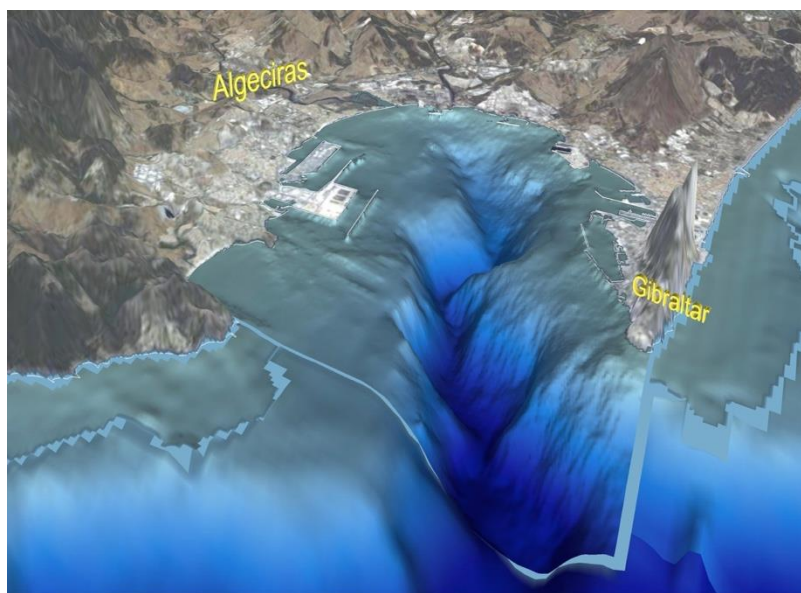


Fig 2. Vista aérea (Google) de la bahía de Algeciras en su configuración actual y su batimetría (proyecto ENCIBA).

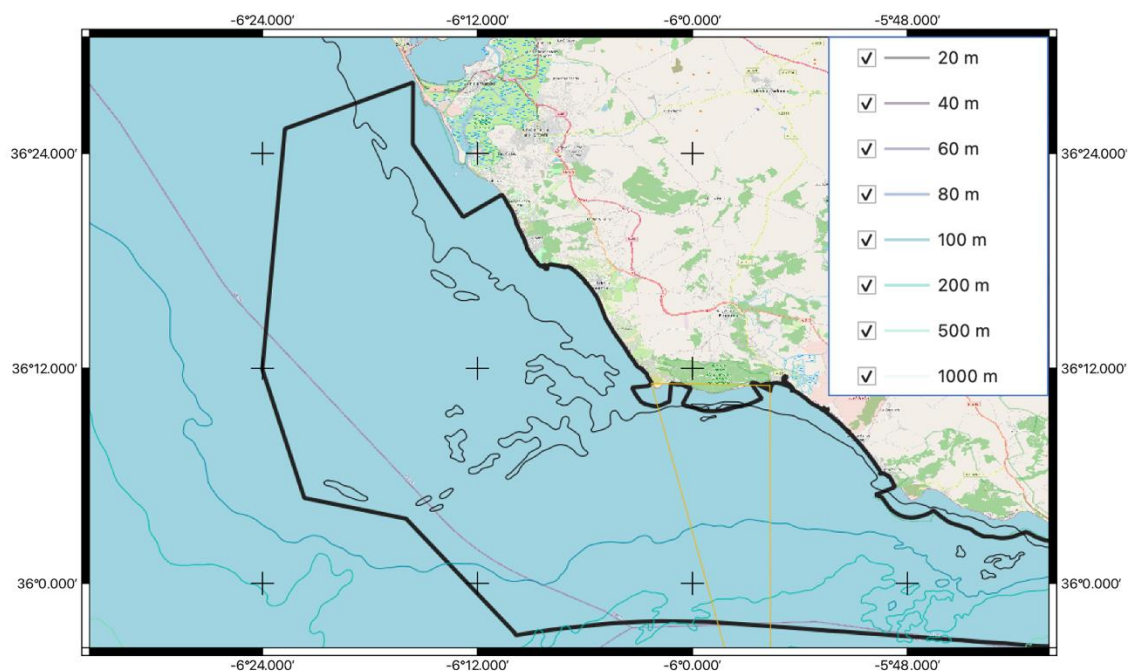


Fig 3. Batimetría Occidental del LIC.

2.2. Características oceanográficas del Estrecho de Gibraltar y sus zonas colindantes

El Estrecho de Gibraltar y sus zonas colindantes son la única conexión natural existente entre el mar Mediterráneo y el océano Atlántico. La circulación de las masas de agua en el Estrecho está caracterizada por un sistema de corrientes Este-Oeste. El mar Mediterráneo presenta un balance hídrico negativo debido a que las elevadas pérdidas por evaporación exceden a las ganancias debidas a precipitaciones y pocos aportes

fluviales, siendo por tanto el flujo de corrientes el responsable de que exista un equilibrio hídrico-salino en las cuencas mediterráneas, estando formado por:

- Un flujo superficial de aguas atlánticas entrando al Mediterráneo.
- Una contracorriente profunda de aguas mediterráneas saliendo hacia el Atlántico, cada una con salinidades y caudales diferentes (Lacombe y Richez 1982).

El Estrecho está también caracterizado por procesos de mezcla a través de afloramientos pulsados inducidos por las mareas y constreñidos por la batimetría (Echevarria et al. 2002). La interfase entre las aguas superficiales atlánticas y las aguas profundas mediterráneas, generalmente se sitúa a profundidades comprendidas entre 50 y 200 metros, dependiendo de la localización y los flujos de marea. A medida que nos acercamos a la costa marroquí desde la costa española la frontera entre las aguas atlánticas y mediterráneas es cada vez más profunda, (Garrett 1996, Reul et al. 2002). Asimismo, se vuelve cada vez más profunda a medida que vamos del este al oeste. Está situada a aproximadamente 100 metros en 5°20 W y baja a 300 metros a 6° W en la parte central del Estrecho (Kinder et al. 1988). La mayor parte de la biomasa de plancton es transportada al mar Mediterráneo por las aguas atlánticas. Reul et al (2002) estimó que 5570 toneladas de carbono por día, dominadas por nanoplancton autotrófico (42%) y bacterias heterotróficas (37%), eran transportadas hacia el mar Mediterráneo, mientras que 1140 toneladas de carbono de organismos heterotróficos (89%) eran exportados diariamente hacia el Atlántico a través del flujo mediterráneo profundo. Las concentraciones más altas eran observadas en la parte norte del Estrecho, donde circulan aguas atlánticas superficiales enriquecidas (Van Geen y Boyle 1988) pero debido a las altas velocidades de las corrientes, la mayor parte de la importación de biomasa tenía lugar en la parte central y sur del Estrecho.

La dinámica de mareas en la bahía de Algeciras es la dinámica dominante y tiene una estructura claramente baroclínica con un intercambio en la vertical de modo que cuando la marea sube, la parte superior de la columna de agua, fundamentalmente agua atlántica, se desplaza hacia el interior de la bahía en tanto que la capa inferior mediterránea lo hace en sentido opuesto. El movimiento se invierte en la fase de vaciante entre la pleamar y la bajamar. Esta es la forma en que se acopla la marea en la bahía a la marea en el Estrecho de Gibraltar, desde donde se fuerza la primera.

2.3. Los cetáceos antes de la época moderna

Es indudable la extraordinaria fascinación que desde siempre ha causado el mar en los seres humanos. No se trata de una moda actual, sino de una atracción que se remonta a culturas pasadas, y que ha quedado plasmada en numerosas ocasiones en diferentes aspectos artísticos. Nuestro milenario arte mediterráneo es testigo de la importante influencia que el mar ha ejercido en la cultura de nuestras más antiguas civilizaciones.

En este contexto, la región del Estrecho de Gibraltar no es una excepción. Recientemente, investigadores de Gibraltar han descrito cómo en las cuevas del este del Peñón, se han encontrado restos de delfines mulares, delfines comunes y focas monje. Estos restos se han asociado a la alimentación de uno de nuestros congéneres, el hombre de Neandertal, que se extinguió hace miles de años en las costas del sur peninsular (Stringera et al. 2008). Estos hallazgos resultan muy interesantes, ya que constituyen los primeros registros de estas especies en nuestra región.

Asimismo, autores griegos describían la presencia de “marsopas” y delfines mulares en el Estrecho de Gibraltar. Si bien la identificación de las especies puede resultar poco clara según los textos consultados, lo que es innegable, es el registro de la presencia de cetáceos en la zona hace más de dos mil años.

Otra especie comúnmente citada, y asociada siempre a la migración gamética del atún rojo, es la orca (*Orcinus orca*). Aparte de haber llamado a un cabo del Estrecho con su nombre, el Cabo Espartel, nombre vulgar con el que comúnmente se conocía a la orca en la antigüedad “Esparte”, por su gran aleta dorsal similar a una gran espada (conocida como espadarte en la antigüedad), situado en la orilla africana atlántica del Estrecho, se ha asociado a la pesca del atún desde hace por lo menos 500 años. Esta especie se cita en los libros de cuentas de las almadrabas que el Duque de Medina Sidonia gestionaba en aguas de Barbate, Conil de la Frontera y Zahara de los Atunes, asociada a la migración de estos túnidos.

2.4. Los cetáceos del campo de Gibraltar y el Golfo de Cádiz en la era moderna

2.4.1. La caza ballenera

Gracias al registro histórico es posible saber que la presencia de grandes cetáceos ha sido constante en toda la región del Estrecho. A finales del siglo XIX, fueron embarcaciones americanas las que se dedicaron a explotar las aguas cercanas al Estrecho, en particular las aguas del Golfo de Cádiz (Aguilar y Borrel 2007).

De hecho, durante varias décadas fue uno de los recursos económicos más importantes de toda la zona, al constituir la base de una sólida industria dedicada a la caza ballenera. Buena prueba de aquella importancia son los datos de Sanpera y Aguilar (1992), quienes aseguran que desde 1920 hasta 1930 se cazaron en aguas cercanas al Estrecho una media de 659 animales por año, siendo principalmente dos especies de cetáceos las más perseguidas: el rorcual común (*Balaenoptera physalus*) y el cachalote (*Physeter macrocephalus*).

Hay que señalar que durante el siglo XX dos factorías operaban en esta región, una en la costa africana y otra en la española. La primera de ellas tuvo una repercusión corta pero intensa, funcionando desde 1946 hasta 1954 en la costa de Beliones, o Benzou, en aquel entonces dentro del protectorado español en Marruecos. Pocos datos se tienen de las capturas producidas en esta factoría, pero sí se sabe que la especie más apreciada y, por tanto, más perseguida por los balleneros de la zona era el cachalote, ya que del espermaceti, órgano que el animal tiene en el interior de su cabeza, se extraían grandes cantidades de fino aceite.

La segunda de las factorías estaba situada en la ensenada de Getares (Algeciras), y fue quizás la más importante que existió en esta región. Esta factoría empezó a operar en 1921, y tras un paréntesis de inactividad en la década de los 50, fue reabierta de nuevo hasta su cierre definitivo en 1964. Se calcula que 826 cachalotes, 4516 rorcuales comunes y 189 rorcuales boreales (*Balaenoptera borealis*) fueron capturados durante este período (Aloncle 1964, Aguilar y Lens 1981, Bayed y Beaubrun 1987, Sanpera y Aguilar 1992). Sin embargo, estas capturas no se realizaban en el mismo Estrecho de Gibraltar, sino que se realizaban en las aguas del golfo de Cádiz, como así lo describen Vargas (2005) y Aguilar (2006).

2.4.2. El inicio del whale watching o avistamiento de cetáceos comercial

Después de la moratoria internacional que prohibió temporalmente la caza de cetáceos, en nuestras costas surge la actividad de whale watching o avistamiento comercial de cetáceos en el Estrecho de Gibraltar, correspondiéndose con la llegada de personas provenientes de Madrid, Argentina y Suiza, que se plantearon en la década de los noventa la explotación de esta actividad. Tras ver la importancia que tiene la presencia de poblaciones de cetáceos en la zona, vislumbraron la posibilidad de hacer viable en Tarifa, desde el punto de vista turístico, una actividad que ya tenía éxito en su país. Sin embargo, esta actividad ya tenía un antecedente en el territorio, más concretamente en la colonia británica de Gibraltar, donde existían embarcaciones que realizaban excursiones marinas en la bahía de Algeciras con el fin de observar delfines.

La creación de la primera organización dedicada a esta actividad en el Estrecho surge en Tarifa en 1996: Whale Watch España. La nueva actividad empresarial parte de personas con un perfil claramente ambientalista, “enamoradas” (en palabras de un entrevistado) de lo que hacen, y así las empresas surgen con la intención de compaginar al mismo tiempo la actividad económica y la divulgativa, pretendiendo involucrar a las personas en temas medioambientales mediante el acercamiento a los cetáceos en su hábitat natural (Salazar et al. 2008).

Son cuatro las organizaciones que realizan la actividad de avistamiento de cetáceos en el Estrecho de Gibraltar. La primera de ellas, Whale Watch España, se crea en 1996, mientras que la última, Aventura Marina, surge apenas hace cuatro años, en 2018. Respecto a la otras dos, Fundación FIRMM se crea en 1998 y Turmares SL lo hace en el año 2000, lo que muestra claramente que nos encontramos ante un sector bastante desarrollado.

2.4.3. Los primeros estudios sobre cetáceos en aguas del Estrecho de Gibraltar

La distribución de cetáceos tanto temporal como espacialmente y sus poblaciones en el Estrecho de Gibraltar están pobremente descritas y se limita a unas pocas fuentes hasta finales del siglo pasado. Aparte de los conocimientos obtenidos a través de la caza ballenera, a mediados del siglo XX, Aloncle (1964), describió también la presencia de orcas, calderones comunes (*Globicephala melas*), delfines mulares (*Tursiops truncatus*) y delfines comunes (*Delphinus delphis*) en el Estrecho. Un estudio llevado a cabo desde los ferris que unían la península y Ceuta, desde marzo a mayo de 1999, demostró que la mayor parte de las especies encontradas en el sector este del Estrecho eran delfines listados (*Stenella coeruleoalba*), delfines comunes y, ocasionalmente, delfines mulares, calderones comunes y cachalotes (Roussel 1999). Anteriormente Hashmi y Adolff (1993) describieron posibles migraciones de calderones comunes hacia el Atlántico durante los meses primaverales (periodo del estudio), también desde ferris que unían España con Marruecos. Asimismo, Silvani et al. (1999), en un estudio sobre capturas accidentales de redes a la deriva en el mediterráneo occidental, pone de relevancia la abundante presencia de delfines comunes y delfines listados en el Estrecho. Sin embargo, ninguno de estos estudios hace referencia a la densidad relativa, abundancia absoluta y a la distribución espaciotemporal de las especies de cetáceos que se encuentran a lo largo del Estrecho de Gibraltar. En aguas del golfo de Cádiz no se ha llevado a cabo ningún estudio que se haya publicado en revistas científicas.

2.5. Las tortugas en el Golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar

De acuerdo con la lista patrón de las especies marinas presentes en territorio español (Resolución de 17 de febrero de 2021, de la Secretaría de Estado de Medio Ambiente), las especies de tortugas marinas presentes son seis, de las siete especies existentes. En orden de importancia son: tortuga boba (*Caretta caretta* (L., 1758)), tortuga laúd (*Dermochelys coriacea* (Vandelli, 1761)), tortuga verde (*Chelonia mydas* (L., 1758)), tortuga carey (*Eretmochelys imbricata* (L., 1766)), tortuga lora (*Lepidochelys kempii* (Garman, 1880)) y tortuga olivácea (*Lepidochelys olivacea* (Eschscholtz, 1829)). En base a los estudios y revisiones realizados por Camiñas et al 2021, y Bellido et al 2020, y una lectura en profundidad del borrador de la Estrategia para la conservación de la tortuga común (*Caretta caretta*) y otras especies de tortugas marinas en España, realizada por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, las especies que podríamos esperar observar en la zona de estudio serían las 3 primeras, la tortuga boba, la tortuga laúd y la tortuga verde. Desgraciadamente ninguno de estos estudios tiene en cuenta muestreos que no sean procedentes de varamientos, o de capturas incidentales por pesquerías. Por ello, en este documento describiremos los resultados obtenidos principalmente por los dos primeros estudios, así como las observaciones realizadas a lo largo de los últimos 20 años en el Estrecho de Gibraltar y Golfo de Cádiz por la organización CIRCE por medio de muestreos dedicados.

3. Conocimientos sobre los cetáceos en aguas del golfo de Cádiz

3.1 Introducción

Tal y como se ha comentado en la introducción de este informe, no existen publicaciones científicas referidas a los cetáceos del golfo de Cádiz. Sin embargo, sí existen datos no procesados provenientes de diversas fuentes cuyo análisis se presenta a continuación.

Para el mejor entendimiento de los resultados, se presentan también las metodologías aplicadas para obtener los mapas. Además, se ha integrado en los modelos el LIC Volcanes de fango del golfo de Cádiz (declarado en 2014), para un mejor entendimiento también respecto a la posible cobertura de presencia de especies objetivo (Anexo II Directiva Hábitat), y su conectividad.

Se presentan los resultados de los siguientes análisis:

- Mapas de predicción espacial de presencia de delfín mular en el golfo de Cádiz
- Mapas de predicción espacial de presencia de marsopa en el Golfo de Cádiz.
- Mapas de predicción espacial de presencia de delfín común en el Golfo de Cádiz.
- Mapas de distribución de nicho espacial de especies de cetáceos en el Golfo de Cádiz.
- Estimaciones de abundancia de delfines mulares en el Golfo de Cádiz.

3.2. Metodología

3.2.1. Área de estudio

Este análisis se desarrolla en el Golfo de Cádiz, entre el Cabo de Trafalgar y el Cabo San Vicente (Portugal), en aguas de entre 1000 m de profundidad y la costa.

3.2.2. Datos puestos a disposición para este estudio

Se obtuvieron observaciones de cetáceos entre 1999 y 2012 en aguas del Golfo de Cádiz. Las observaciones de cetáceos provienen del programa CETAPROT¹ (aportados por la Estación Biológica de Doñana-CSIC y CIRCE), Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía, Instituto Español de Oceanografía (IEO) y Alnitak (datos obtenidos por medio de la asistencia externa de CIRCE, y por lo que el autor principal agradece la cesión de los mismos). De la misma forma, se utilizaron datos obtenidos en el marco del proyecto LIFE Indemares, así como de otros proyectos financiados por la Fundación Biodiversidad². En total se realizaron 321 observaciones de cetáceos, de los cuales 97 fueron de delfín mular y 22 de marsopas.

Cabe destacar que, dado que la información recopilada para la elaboración de este estudio proviene de distintas fuentes y, por tanto, no es homogénea, ha sido necesario desarrollar diferentes tipologías de modelos que no pueden integrar datos de esfuerzo clásicos. Por tanto, habrá que desarrollar más adelante de nuevo los modelos con acercamiento clásico, cuestión que se realizará a lo largo del proyecto.

¹ CETAPROT es un proyecto de CIRCE cofinanciado por la Fundación Biodiversidad. Ofrece una base de datos sobre cetáceos online y de acceso libre. Cualquier investigador o gestor puede aportar datos a esta base y/o descargar los disponibles.

² Agradecemos su colaboración a las siguientes entidades: ANSE, CEPESCA, CROEM, FECOPESCA, OCEANA España, Océano Alfa, Universidad de Alicante, Universidad de Cádiz, WWF España.

3.2.3. Modelos ambientales explicativos y predictivos

Las relaciones entre la presencia de delfines mulares y variables ambientales fueron estudiadas usando Modelos Generales Aditivos (GAMs). Debido a que los datos provenían de diferentes fuentes, y para normalizar tasas de esfuerzo, se utilizó el concepto de modelo de presencia vs pseudo-ausencias. Se utilizaron modelos con una distribución tweedie y una función logit. Se usó una $\gamma=1.4$, para evitar sobre dispersión. Todas las observaciones de cetáceos fueron utilizadas como estaciones de muestreo, dando un valor de 1 como variable respuesta en caso de que la observación fuera de la especie analizada y de 0 en caso de que fuera de otra especie, asociándolos a pseudo-ausencias. Se ajustó la cantidad de grados de libertad utilizados por el modelo a menos de 25% de las observaciones positivas en cada caso. La estructura general del modelo fue:

$$E(p_i) = \exp \left[\theta_0 + \sum_k f_k(z_{ik}) \right] .$$

En donde p_i es la probabilidad de encontrar delfines mulares, en la i^{th} estación de muestreo, θ_0 es el intercepto, f_k son funciones suavizadas de la covariables explicativas, y z_{ik} es el valor de la k^{th} covariable explicativa en la i^{th} estación de muestreo. Se utilizaron las siguientes covariables ambientales:

- Batimetría.
- Pendiente de fondo.
- Orientación de cañones.
- Distancias a isóbatas 1000m, 500m, 200m, 0m.
- Distancia al LIC Volcanes de Fango del Golfo de Cádiz (estos datos han sido obtenidos en el Proyecto LIFE+ INDEMARES/Chimeneas de Cádiz LIFE+ 07/NAT/E/000732).
- Distancia a Volcanes de fango norte del Golfo de Cádiz (estos datos han sido obtenidos por el IEO en el marco del Proyecto LIFE+ INDEMARES/Chimeneas de Cádiz LIFE+ 07/NAT/E/000732).
- Distancia a Volcanes de fango sur del Golfo de Cádiz (estos datos han sido obtenidos por el IEO en el marco del Proyecto LIFE+ INDEMARES/Chimeneas de Cádiz LIFE+ 07/NAT/E/000732).
- Temperatura superficial del mar.
- Concentración en clorofila.
- Productividad marina (Ocean Productivity).

Las distancias a los campos de volcanes se han tomado simplemente como parte de la Red Natura 2000 para delimitar si existe presencia de cetáceos en el polígono propuesto como LIC, no por significancia biológica.

El mejor modelo fue usado posteriormente para calcular la probabilidad de presencia de delfines mulares en una grida de 2x2km en base a las covariables seleccionadas por el modelo.

Para validar los modelos, se realizaron 800 repeticiones de las predicciones, en base a una remuestreo de los datos, obteniendo así un coeficiente de variación para cada celda en donde se realizaron las predicciones. Tan solo se seleccionaron las celdas con menos de 0.30 como coeficiente de variación. Previamente se realizó una serie de pruebas de correlación entre las covariables para evitar utilizar aquellas que pudieran introducir ruido a los modelos. Para ello se calcularon los estadísticos sobre un muestreo de 100 valores de nuestra zona de estudio.

3.2.4. Separación de variables respuesta

Debido a la presencia de una bimodalidad en las variables respuesta respecto a las observaciones de delfín mular, cuando se realizó la exploración gráfica de los datos, se decidió separarlos en base a la distancia a la isobata 1000 de profundidad. Esta separación coincide con resultados sobre estructura social, así como recientes resultados genéticos sobre la especie en el Atlántico Noreste y separan los delfines mulares oceánicos de los costeros. Se realizó por tanto un modelo para cada juego de datos, y la resultante predictiva se obtuvo a través de la media de los dos modelos.

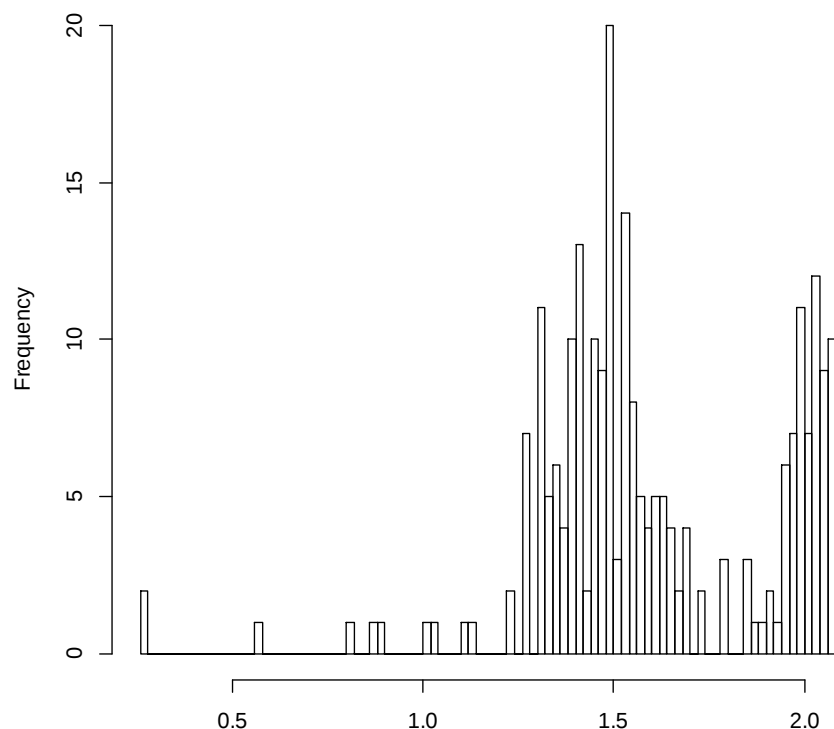


Fig 4. Histograma de frecuencia del logaritmo de la distancia a la isóbata 1000m de profundidad de delfines mulares en el Golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia.

3.2.5. Foto-identificación y modelos de marcaje recaptura

Modelos de marcaje-recaptura para poblaciones cerradas fueron usados para estimar el número de delfines en las dos zonas de estudio (costera y oceánica). Estos modelos derivan de los modelos M_0 que se basan en cuatro suposiciones (Otis *et al.* 1978, Pollock *et al.* 1990), y se utilizaron como estrategia de marcado la foto-identificación de aletas dorsales.

- H1: La población está demográficamente y geográficamente cerrada.
- H2: Todos los individuos tienen la misma probabilidad de recaptura en cada ocasión de captura.
- H3: Todas las marcas son claramente visibles y son anotadas en cada ocasión.
- H4: Las marcas de los individuos no se pierden.

Para estimar las abundancias absolutas se han planteado las siguientes hipótesis de partida:

- H1. Asumimos que la población está aproximadamente cerrada, es decir sin mortalidad, nacimientos, emigración e inmigración durante el periodo de estudio. Se usaron todos los avistamientos que se realizaron durante el periodo de estudio que fue de 10 meses, tanto en el periodo 2005-2006 como en el periodo 2009-2010, reduciendo la probabilidad de mortalidad y nacimientos. Las crías no fueron

incluidas en los análisis. Para evitar problemas de grupos inmigrante, solo se usaron los avistamientos que tuvieron individuos que se avistaron otro día.

- H2. La hipótesis de la misma probabilidad de captura puede ser superada por dos tipos de variaciones del M_0 modelo:
 - variación con el tiempo (t)
 - heterogeneidad entre individuos (h)
- H3. Durante los avistamientos todos los individuos son fotografiados independientemente de su nivel de marcas. Se realiza un esfuerzo para asegurar que todos los individuos han sido fotografiados, con la intención de que hay como mínimo una fotografía buena de cada individuo. Las historias de marcaje de cada individuo han sido creadas para poder seguir la evolución de las marcas. Las muescas de la aleta dorsal se conservan durante años, pero pueden evolucionar por ejemplo cuando aparecen nuevas muescas alrededor de las viejas.
- H4. Las muescas no se pierden durante el periodo de estudio como los individuos identificados al principio del periodo de estudio tienen aún las mismas muescas al final del periodo de estudio.

3.3. Resultados

3.3.1. Observaciones

Se realizaron un total de 321 observaciones de cetáceos, que se consideran estaciones de muestreo. En total se observaron 97 grupos de delfín mular en la zona de estudio (73 de delfines mulares costeros y 24 delfines mulares oceánicos), 22 de marsopas, 107 de delfín común, 21 de delfines listados (*Stenella coeruleoalba*) (la mayoría en cercanías del Estrecho de Gibraltar), 8 de calderón gris (*Grampus griseus*), 5 de calderón común (*Globicephala melas*), 1 de yubarta (*Megaptera novaengliae*), 10 de rorcual común (*Balaenoptera physalus*) y 1 de rorcual aliblanco (*Balaenoptera acutorostrata*), 39 de orcas (*Orcinus orca*) y 10 de especies sin identificar. En los siguientes mapas se pueden observar la distribución de los avistamientos de las estaciones de muestreo, así como las observaciones de cada una de las especies para las que se realizaron los modelos. En todas las figuras, los triángulos negros representan los volcanes de fango detectados por el IEO en el marco del Proyecto LIFE+ INDEMARES/Chimeneas de Cádiz LIFE+ 07/NAT/E/000732.

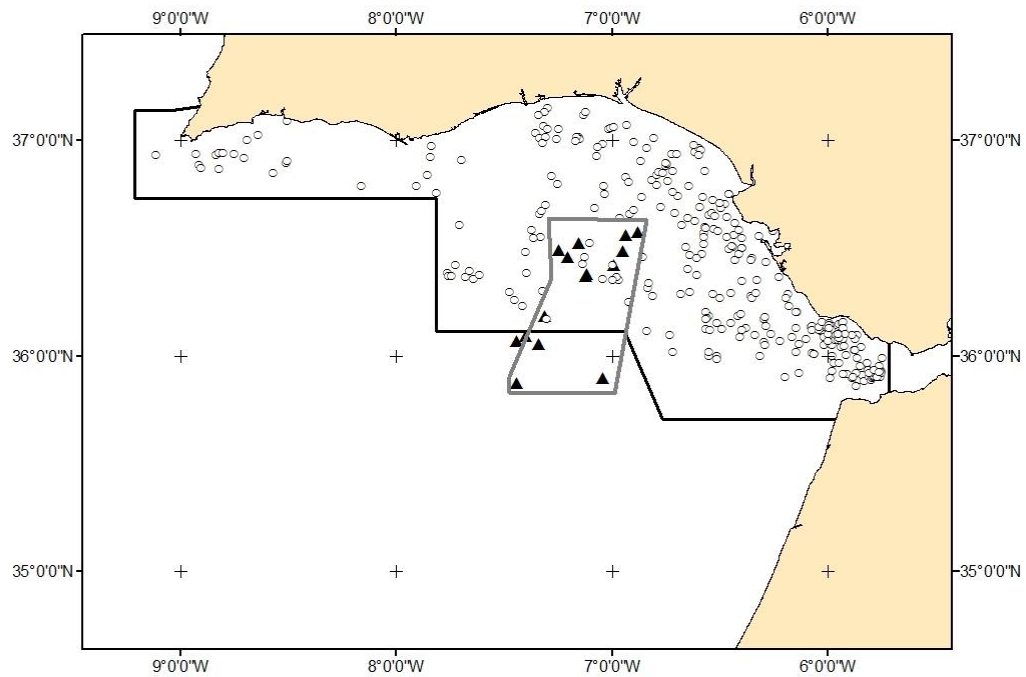


Fig 5. Estaciones de muestreo en el Golfo de Cádiz, localización del LIC de Volcanes de fango del golfo de Cádiz y zona considerada muestreada. Fuente: elaboración propia.

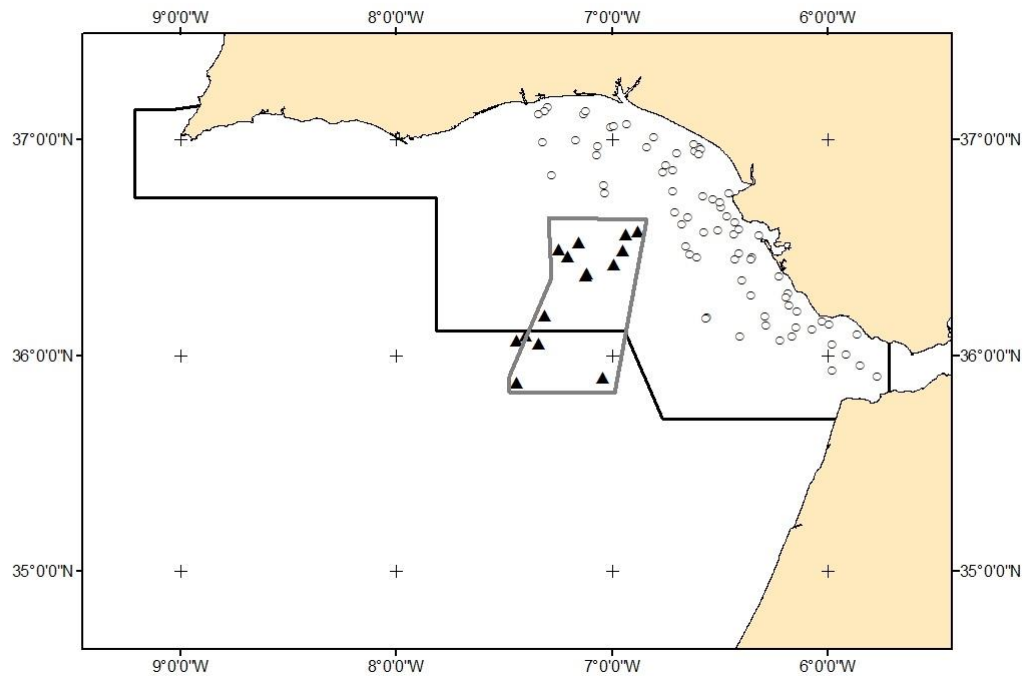


Fig 6. Observaciones de delfín mular costero en el golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia.

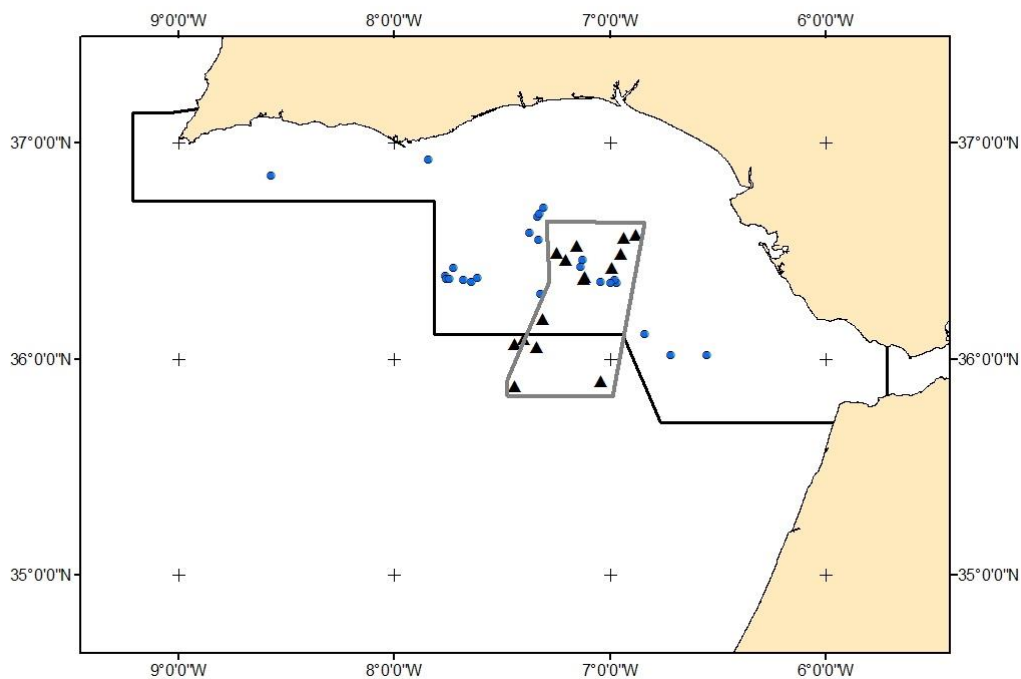


Fig 7. Observaciones de delfín mular oceánico en el golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia.

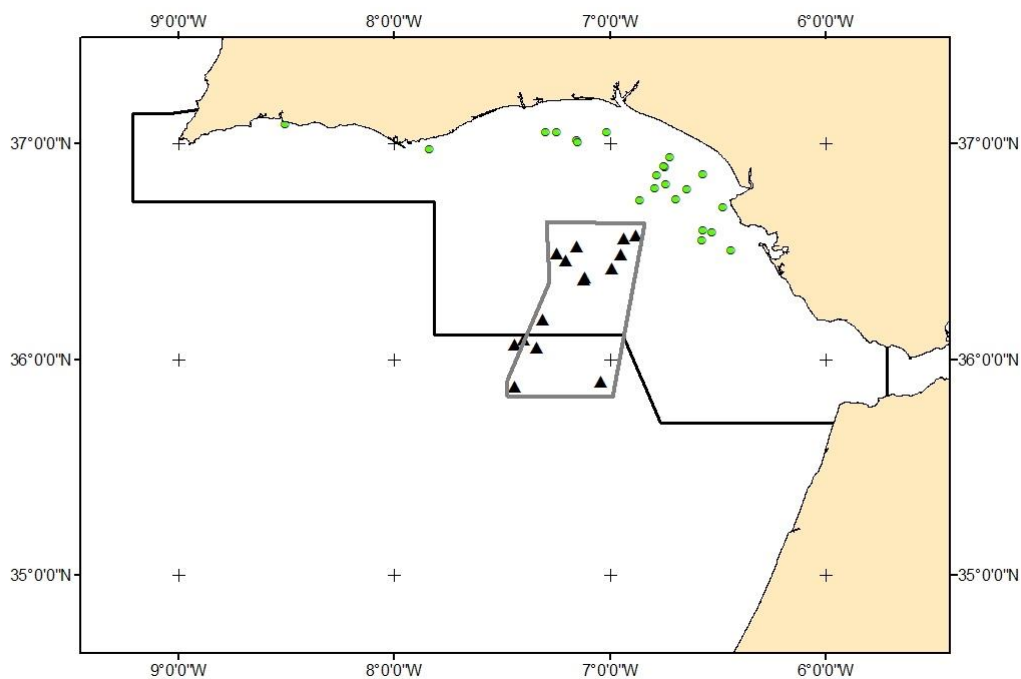


Fig 8. Observaciones de marsopas en el golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia.

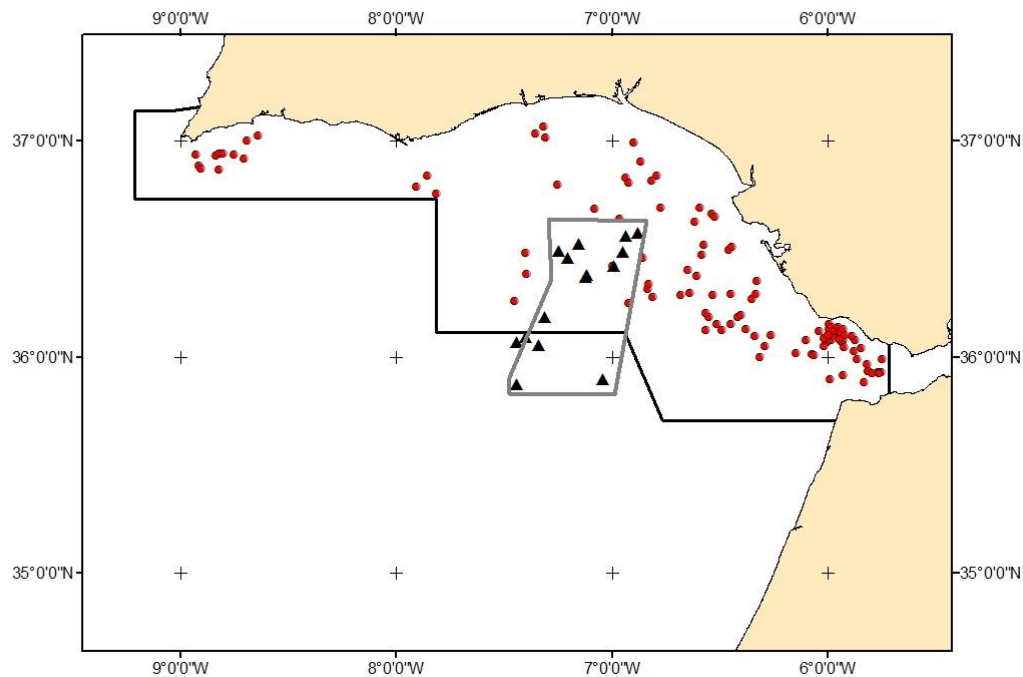


Fig 9. Observaciones de delfín común en el Golfo de Cádiz. Elaboración propia.

3.2.2 Modelos explicativos

Se realizaron dos modelos de presencia de delfín mular, como se ha comentado en el apartado metodológico. En la tabla siguiente se pueden ver las covariables seleccionadas, los grados de libertad absorbidos por cada uno de los modelos (y el porcentaje que representa frente a las observaciones positivas de cada una de las especies), y la devianza explicada por el modelo. A continuación, se puede observar función suavizada de cada uno de los modelos explicativos para cada una de las especies.

Modelos explicativos de las diferentes especies de cetáceos del golfo de Cádiz

Especie	Obs	Modelo	Grados de libertad	Devianza explicada
Delfín mular costero	73	$\text{Prob} \sim s(\text{Pendiente}) + s(\text{LogBatimetría})$	8 (10%)	29 %
Delfín mular oceánico	24	$\text{Prob} \sim s(\text{Batimetría}) + s(\text{distanciavolcnorte})$	5.86 (24%)	59 %
Marsopa	22	$\text{Prob} \sim s(\text{latitud}) + s(\text{LogBatimetría})$	6.01 (24%)	51 %
Delfín común	107	$\text{Prob} \sim s(\text{logdist200m}) + s(\text{LogBatimetría})$	4.78 (5%)	15 %

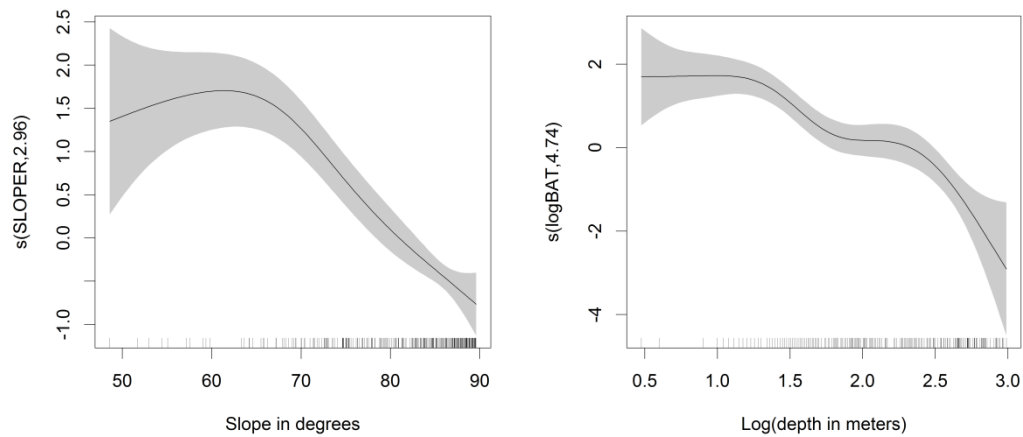


Fig 10. Funciones respuesta del modelo explicativo de presencia de delfines mulares costeros en el Golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia.

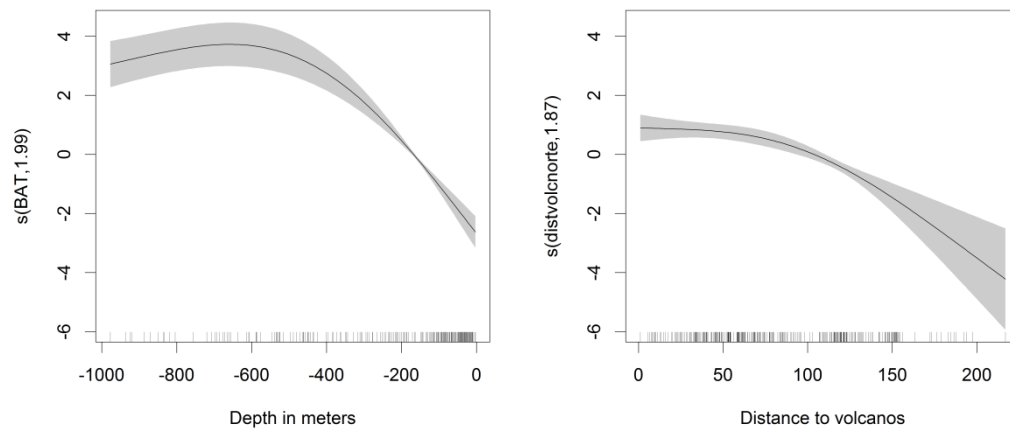


Fig 11. Funciones respuesta del modelo explicativo de presencia de delfines mulares oceánicos en el Golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia.

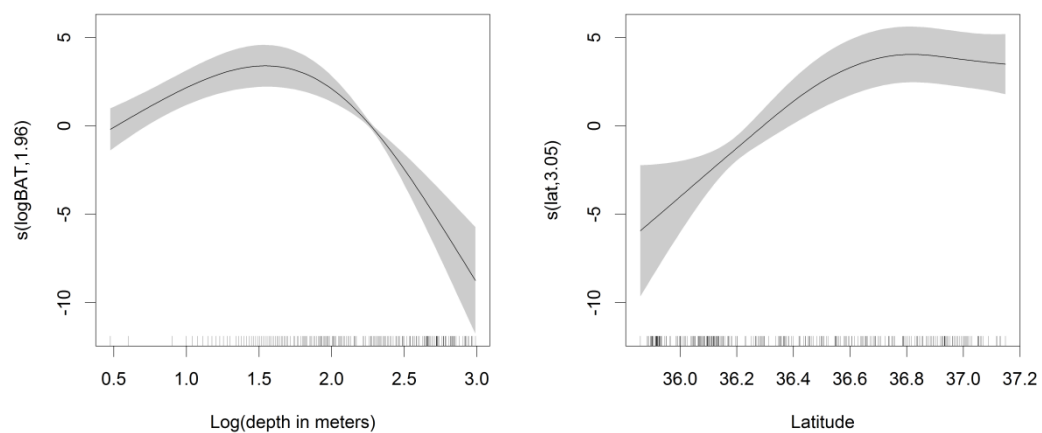


Fig 12. Funciones respuesta del modelo explicativo de presencia de marsopas en el Golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia.

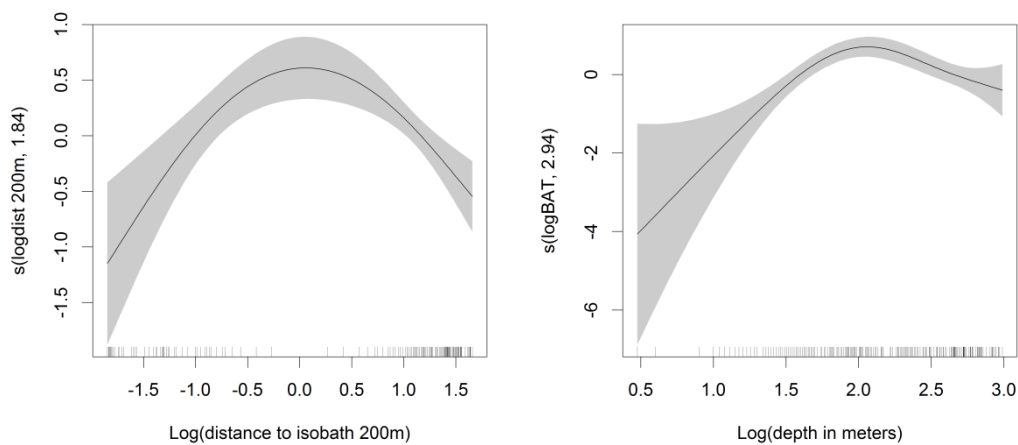


Fig 13. Funciones respuesta del modelo explicativo de presencia de delfines comunes en el Golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia.

Los modelos explicados presentados anteriormente sirven para poder predecir cuándo podremos ver más o menos delfines. Cada gráfico representa la probabilidad de encuentro para cada una de las covariables. Para entender este tipo de modelos tomamos como ejemplo el resultado del modelo explicativo para delfines mulares oceánicos del Golfo de Cádiz. En este gráfico se puede ver como la respuesta explicativa aumenta en profundidades de entre -1000 y -600 metros, y la probabilidad de encuentro disminuye entre -600 y 0 metros.

3.3.3 Modelos predictivos

Para poder realizar una predicción de estos modelos en toda nuestra zona de estudio, y poder así parsimoniar los resultados, aplicamos cada uno de estos modelos (por medio de programación R-Studio) para celdas de predicción de 500 metros por 500 metros en los que está dividido la grida de predicción en el Golfo de Cádiz, y se hace una predicción con la combinación de cada modelo para cada especie. Asimismo, se repite cada modelo 1000 veces, con una selección aleatoria de los datos obtenidos, lo que nos dará 1000 modelos diferentes, con un error correspondiente. En caso de que todos los valores medios de probabilidad obtenidos en una de las cuadrículas tengan una variación de más del 30%, se procederá a eliminar esa cuadrícula de las predicciones. En caso de que tengan una variabilidad de menos del 30% se conoce como que tiene un coeficiente de variación de menos de 0.30.

Se ha optado por presentar en primer lugar mapas de validación de los modelos, en donde se resaltan en amarillo las celdas seleccionadas con menos de 0.30 de coeficiente de variación, para cada uno de los modelos. A continuación, se pueden ver las predicciones para cada una de las especies, y finalmente un mapa de uso de hábitat de todas las especies (celdas con más del 40% de probabilidad de encontrar cada una de las especies de cetáceos).

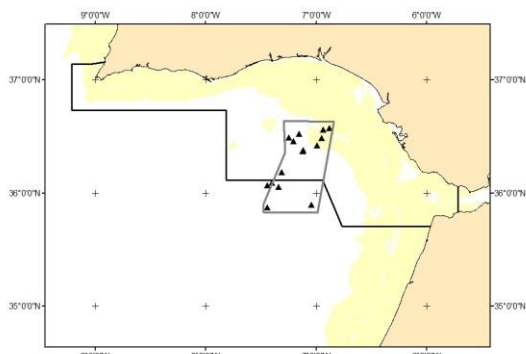


Fig 14. Celdas con un CV menor que 0.30 para delfines mulares costeros

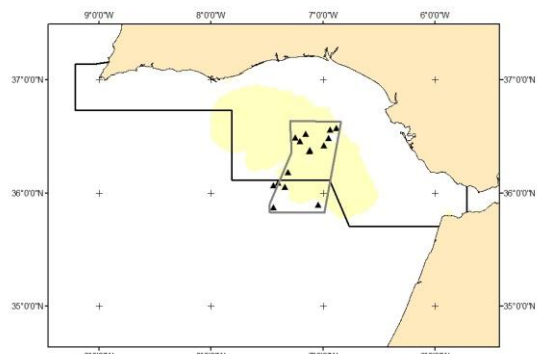


Fig 15. Celdas con un CV menor que 0.30 para delfines mulares oceánicos

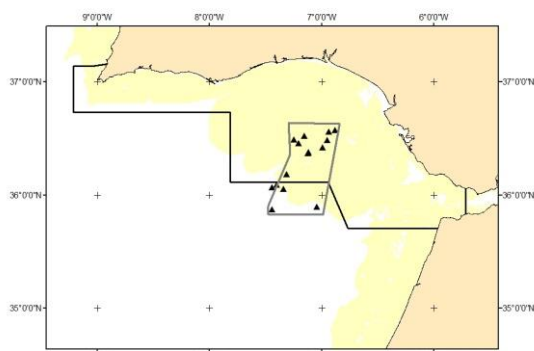


Fig 16. Celdas con un CV menor que 0.30 para delfines mulares.

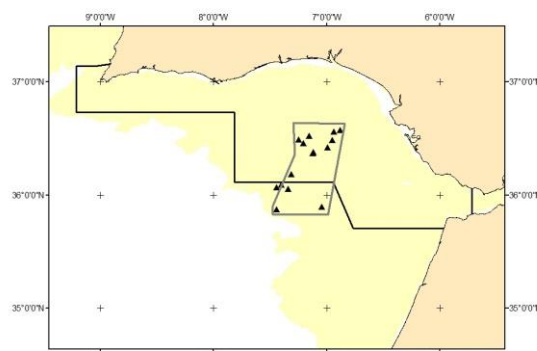


Fig 17. Celdas con un CV menor que 0.30 para delfines comunes.

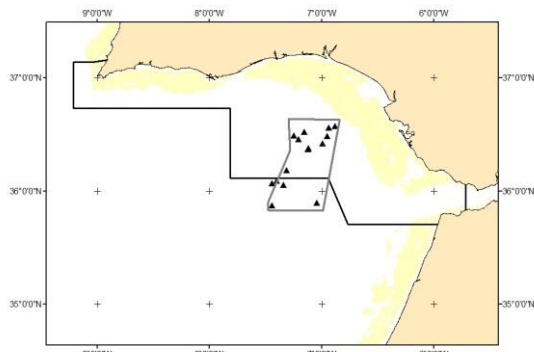


Fig 18. Celdas con un CV menor que 0.30 para marsopas.

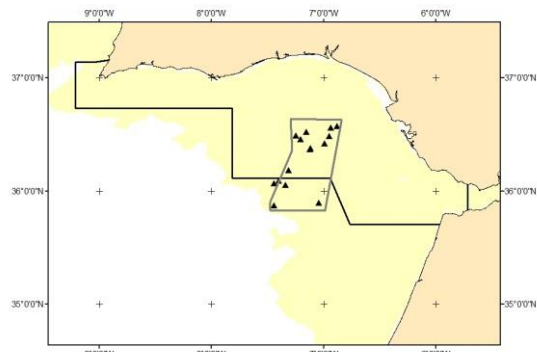


Fig 19. Celdas con un CV menor que 0.30 para todas las especies.

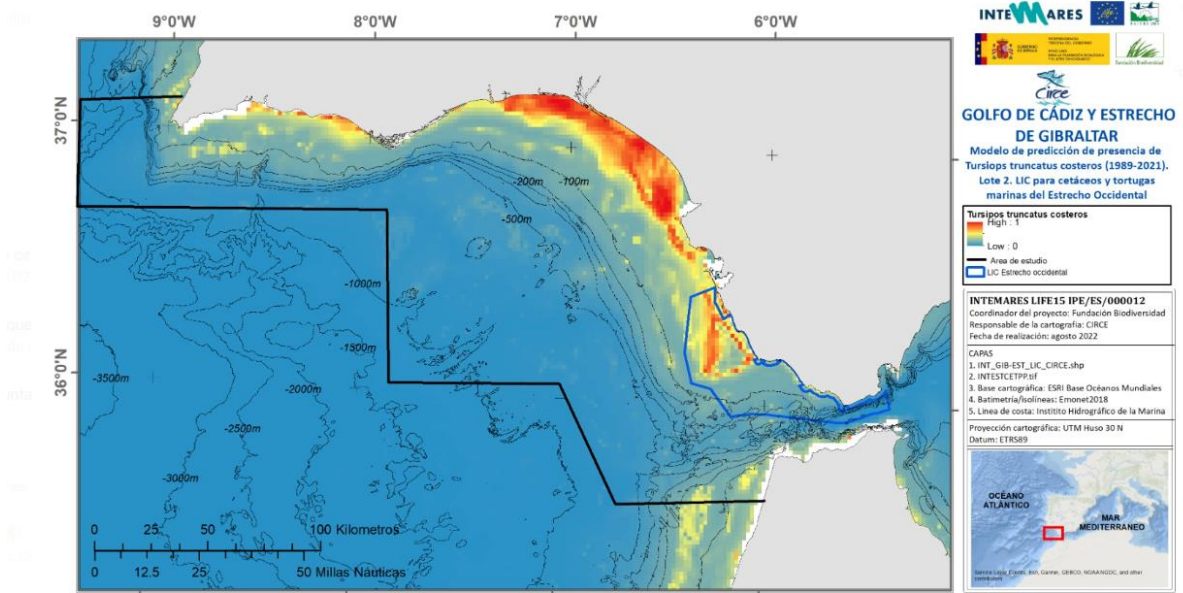


Fig 20. Predicción espacial de delfín mular costero en el Golfo de Cádiz. En gris, zona con coeficientes de variación mayores que 0.30. Fuente: elaboración propia.

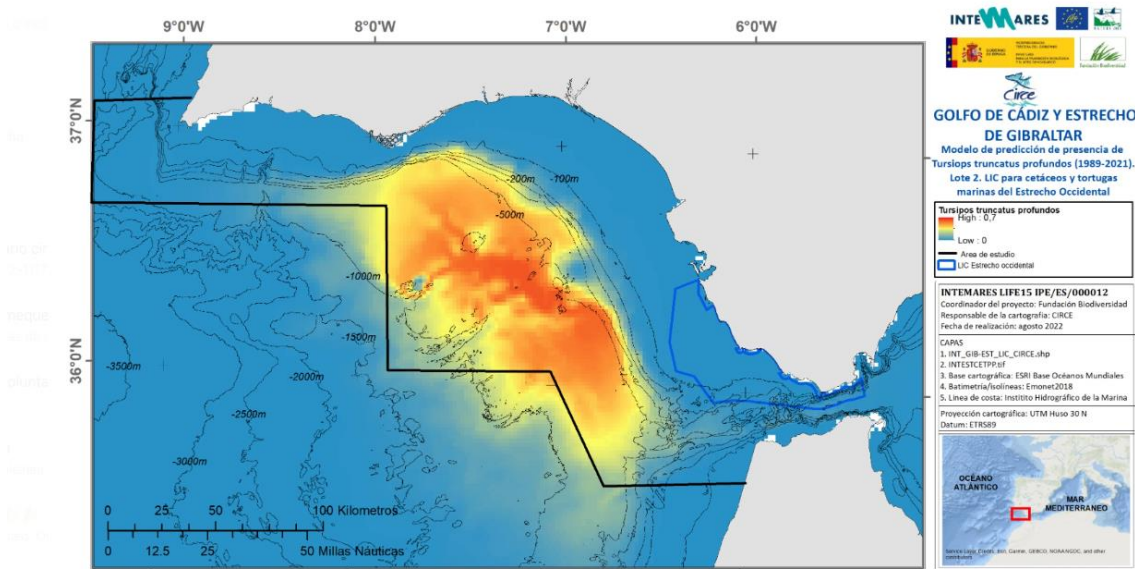


Fig 21. Predicción espacial de delfín mular oceánico en el Golfo de Cádiz. En gris, zona con coeficientes de variación mayores que 0.30. Fuente: elaboración propia.

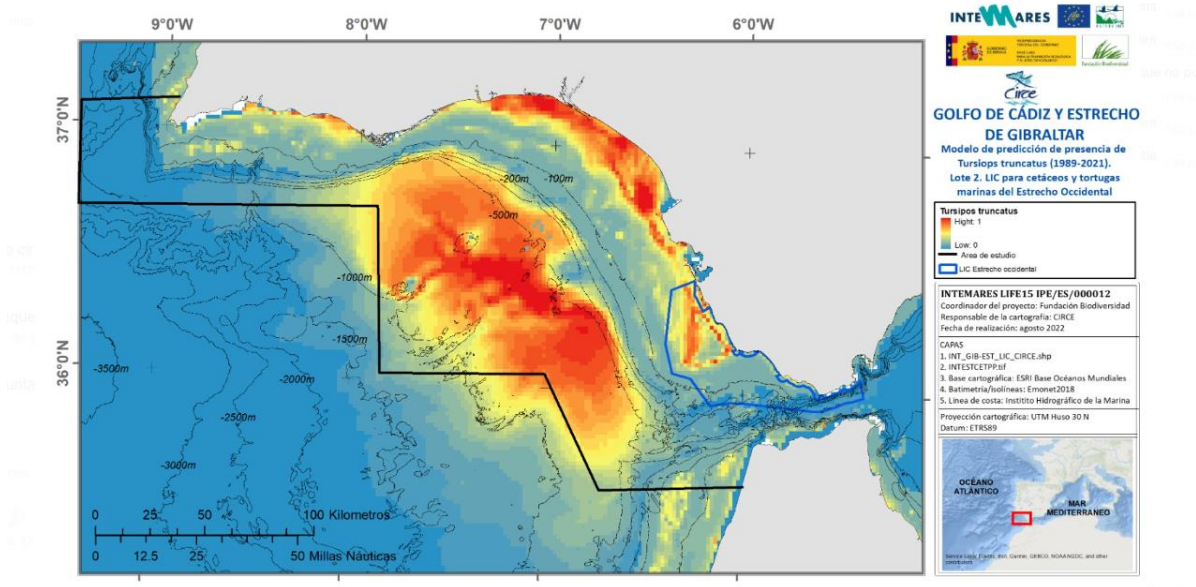


Fig 22. Predicción espacial de delfín mular en el Golfo de Cádiz. En gris zona con coeficientes de variación mayores que 0.30. Fuente: elaboración propia.

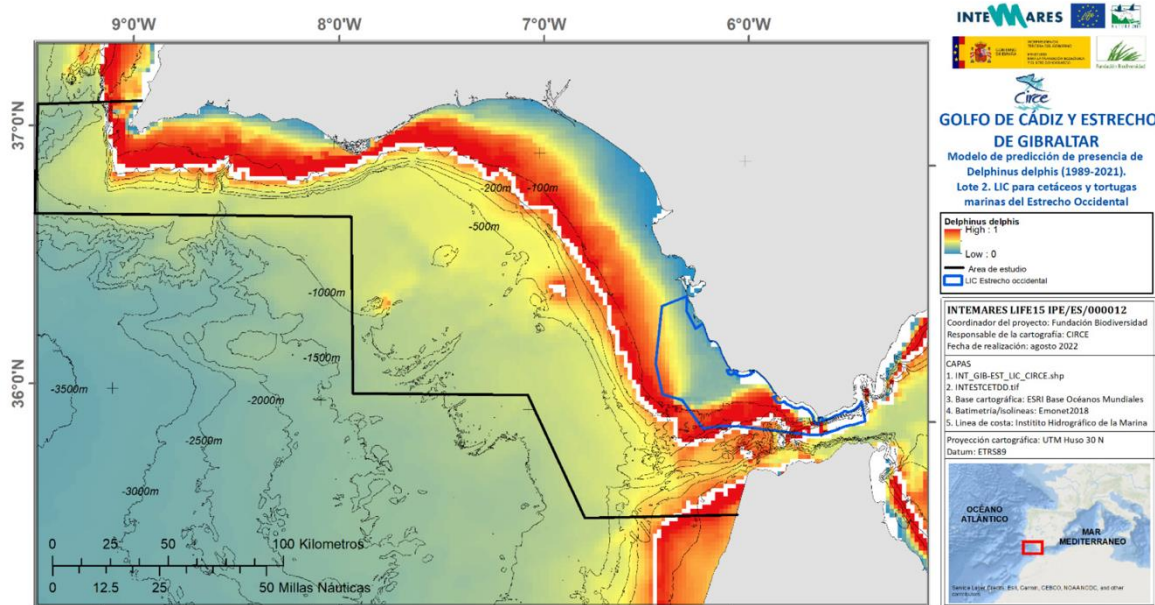


Fig 23. Predicción espacial de delfín común en el Golfo de Cádiz. En gris zona con coeficientes de variación mayores que 0.30. Fuente: elaboración propia.

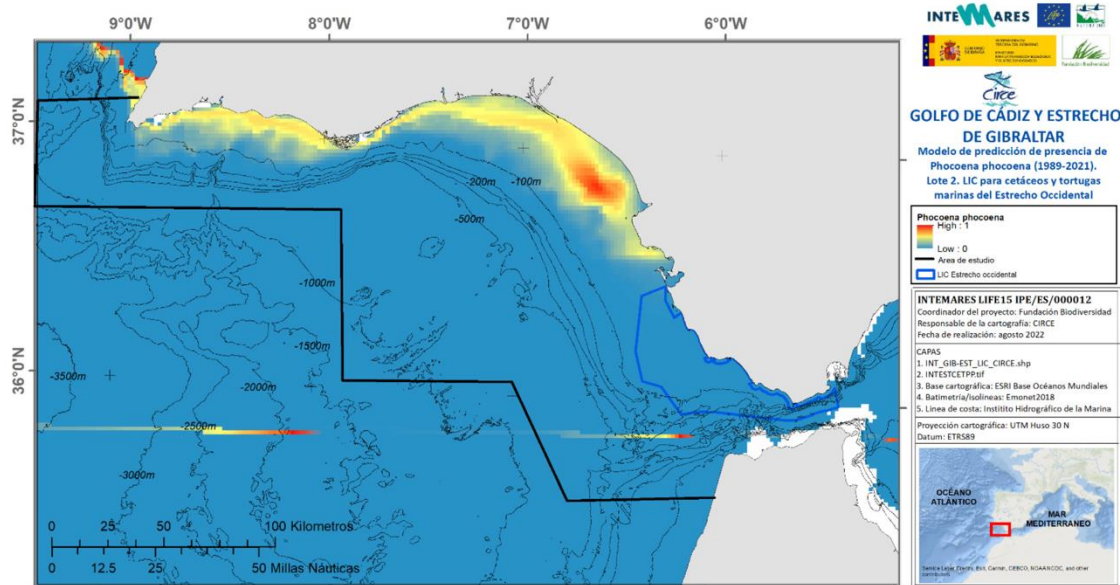


Fig 24. Predicción espacial de marsopas en el Golfo de Cádiz. En gris zona con coeficientes de variación mayores que 0.30. Fuente: elaboración propia.

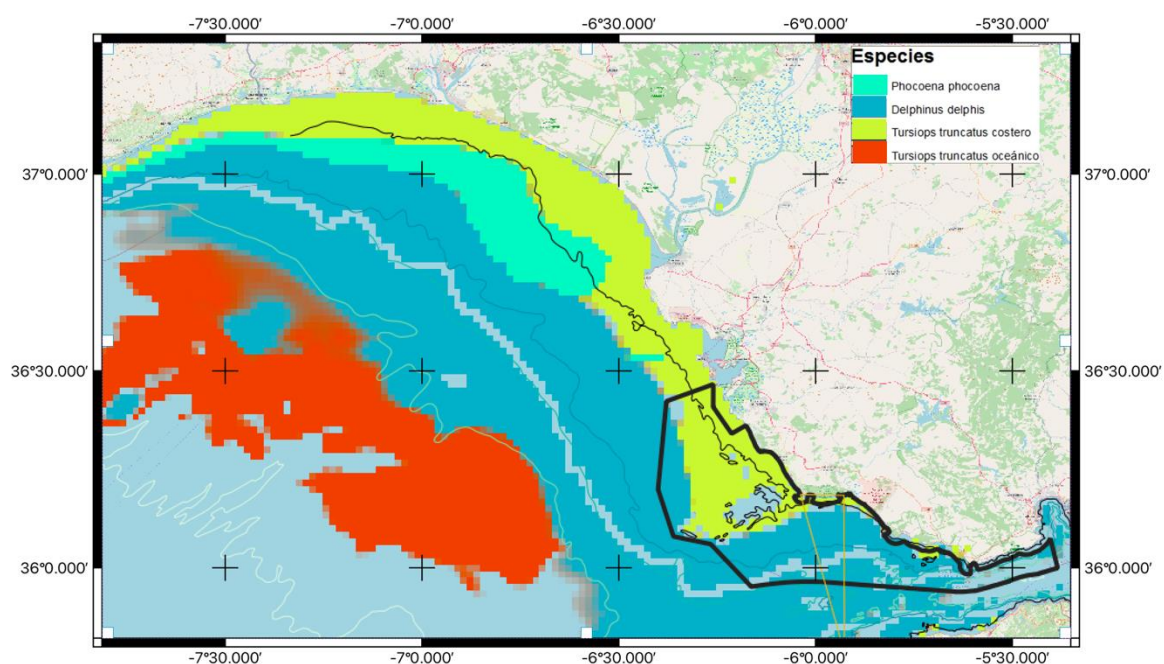


Fig 25. Uso de hábitat de cada una de las especies más representativas de cetáceos del Golfo de Cádiz. El área marcada en negro es la propuesta como LIC Estrecho occidental. Fuente: elaboración propia.

3.3.4 Estimaciones de abundancia

Durante el periodo de mayo a 2005 a abril 2006, se desarrolló un programa de seguimiento de delfines mulares de CIRCE en el golfo de Cádiz. En total, se realizaron 11 avistamientos, en 9 días, donde se tomaron 1053 fotografías representando 1290 aletas dorsales individuales. En total se identificaron 159 individuos, que fueron incluidos en los catálogos, y que posteriormente han sido comparados con el nuevo catálogo obtenido a lo largo de otro seguimiento realizado entre 2009 y 2010, resultando ser individuos procedentes de la población costera del golfo de Cádiz. En este segundo periodo se han conseguido un total de 25.425 fotografías de delfines mulares, de las que un total de 15.795 fueron eliminadas al carecer de calidad suficiente para ser utilizadas, quedando un total de 9.630 fotos útiles para la foto-identificación. Para este segundo periodo, se ha separado en dos grupos los delfines mulares del golfo de Cádiz. Por una parte, tenemos a los delfines costeros definidos a partir de la metodología espacial anteriormente descrita, y que cuentan con 5.392 fotos y los oceánicos u offshore que se encontraron en las aguas profundas del golfo de Cádiz, así como en las cercanías del pico Herminios situado a unas 70 millas náuticas al oeste de Cádiz y 45 millas náuticas al sur de Faro (Portugal) que cuentan con 4.238 fotos. Durante 2009-2010, se identificaron a 281 individuos en el grupo de los oceánicos y 138 individuos en el grupo de los costeros.

En la tabla y figura a continuación, se pueden ver los resultados obtenidos a partir de los modelos de marcaje recaptura para la población costera tanto para el periodo 2005-2006 como para el periodo 2009-2010. Como se puede ver, cuando comparamos los resultados obtenidos en 2005-2006 y en 2009-2010, los intervalos de confianza están incluidos unos dentro de otros, lo que indica que la población parece estable en los últimos 5 años, lo que resulta en **cerca de 397 delfines mulares costeros viviendo de forma permanente y residente en las aguas de entre 10 y 200 metros del golfo de Cádiz**. En las siguientes figuras también se puede apreciar los resultados de los modelos de marcaje recaptura de **delfines mulares oceánicos, cuya población en la zona se estima en unos 1459 individuos**.

Estima de abundancia para el grupo de delfines costeros del Golfo de Cádiz en los periodos 2005-2006 y 2009-2010.

Estudio	Modelo usado	Estima ($\hat{N}$)	CV ($\hat{N}$)	95% IC ($\hat{N}$)
2005-2006	Mth	347	0,17	264 – 503
2009-2010	Mh	397	0,16	300-562

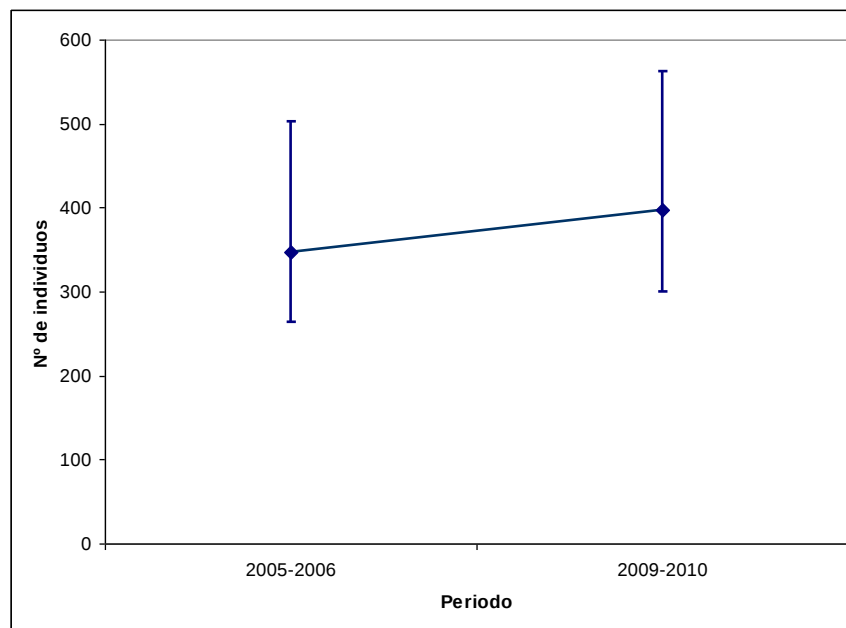


Fig 26. Estima de abundancia para el grupo de delfines costeros del golfo de Cádiz en los periodos 2005-2006 y 2009-2010. Fuente: : elaboración propia.

Debido a las pocas recapturas en los mulares oceánicos, los resultados obtenidos tienen unos coeficientes de variación muy elevados. Sin embargo, se presentan en la tabla siguiente, donde viene reflejado los resultados del modelo M_h .

Estima de abundancia para el grupo de delfines offshore con el Error Estándar (SE), el Coeficiente de Variación (CV) y el Intervalo de Confianza a 95% usando solo el lado Izquierdo (Izq.), solo el lado Derecho (Dcha.) y ambos juntos.

	Estima	SE	CV	95% IC
Izq.	2479	872	0,35	1304-4904
Dcha.	3620	1.364	0,38	1816-7471
Izq. y Dcha.	4391	1.459	0,33	2374-8356

3.4 Conclusiones

El objetivo de este informe no es otro que el de presentar los resultados de diferentes programas de investigación desarrollados a lo largo de 30 años en la zona del Golfo de Cádiz. Con estos resultados queda patente por un lado que la zona es un importante enclave para cetáceos. Esto era de esperar en vistas a la gran productividad de la zona. Como conclusiones principales se puede decir que:

1)- El **golfo de Cádiz cuenta con la presencia de al menos 10 especies de cetáceos**, delfín mular (*Tursiops truncatus*) (tanto costeros como oceánicos), marsopas (*Phocoena phocoena*), delfín común (*Delphinus delphis*), delfines listados (*Stenella coeruleoalba*), calderón gris (*Grampus griseus*), calderón común (*Globicephala melas*), yubarta (*Megaptera novaengliae*), rorcual común (*Balaenoptera physalus*) rorcual aliblanco (*Balaenoptera acutorostrata*) y orcas (*Orcinus orca*). Las más abundantes sería delfines comunes, marsopas y delfines mulares.

2)- Los **delfines mulares costeros contaban en 2009-2010 con 397 individuos** ($cv=0.16$, 95%IC:300-562), y, a pesar de tenerse que refinar la estima, **los delfines mulares oceánicos contaban con cerca de 1459 individuos** ($cv=0.33$, 95%IC:2374-8356).

3)- **La zona denominada como “Volcanes de fango del golfo de Cádiz” declarada como Lugar de Importancia Comunitaria (LIC) cuenta con la presencia de delfines mulares oceánicos.** Sin embargo, la unidad de gestión de mulares costeros no cuenta con ningún tipo de protección en la Red Natura 2000. Por ello, se hace necesario contar con un espacio que garantice su conservación.

4) Es **importante resaltar también el frente de Doñana**, y en particular la zona entre Ayamonte e Isla Cristina (Huelva) como una zona importante para dos especies incluidas en el Anexo II de la Directiva Hábitat, como son el delfín mular costero y la marsopa, altamente impactados por actividades pesqueras.

5)- Existe **una segregación espacial de las diferentes especies más abundantes**, siendo las más costeras los delfines mulares costeros y las marsopas, con una importante presencia en la prolongación de Doñana, estando presentes en el talud los delfines comunes y en aguas profundas, alrededor del campo de volcanes de fango los delfines mulares oceánicos.

4. Conocimientos sobre cetáceos en aguas del Estrecho de Gibraltar

4.1 Introducción

La distribución de cetáceos tanto temporal como espacial y sus poblacionales en el Estrecho de Gibraltar estaba pobremente descrito hasta finales de los 90. Muchas de las incógnitas planteadas empiezan a desvelarse entre los años 2000 y 2009. A continuación, se exponen los resultados de muchos de los trabajos que se llevan realizando con el fin de conocer con más precisión la ecología de los cetáceos que habitan las aguas adyacentes al litoral del Campo de Gibraltar.

En el Estrecho de Gibraltar se pueden observar comúnmente 7 especies de cetáceos al menos durante los meses de verano, el delfín común, el delfín listado, el delfín mular, el calderón común, cachalote, la orca, y el rorcuál común. Aparte de estas especies, es posible observar otras especies, como marsopas (*Phocoena phocoena*), calderones grises (*Grampus griseus*), rorcuales alibancos (*Balaenoptera acutostriata*), ballenas azules (*Balaenoptera musculus*) y yubartas (*Megaptera novaengliae*).

Siete de las nueve especies de cetáceos comúnmente observadas en el Mediterráneo han sido descritas en el Estrecho de Gibraltar (Reeves y Notarbartolo di Sciara 2006). Se podría pensar que esta abundancia relativa y esta alta diversidad a la entrada del Mediterráneo estarían relacionadas con un tránsito dentro y fuera del Mediterráneo. Sin embargo, estudios a largo plazo de identificación fotográfica de aletas dorsales revelan que los cachalotes, delfines mulares, orcas y delfines comunes son residentes en el Estrecho al menos parte del año, y en la tesis doctoral de Renaud de Stephanis se demuestra también que los calderones comunes están presentes en el Estrecho todo el año, mientras que el estatus de los delfines listados debería de ser estudiado más en profundidad.

En estudios realizados sobre distribución espacial, **tres grupos de cetáceos fueron identificados en función de su distribución en el Estrecho**. Por un lado, los delfines comunes y listados se hallaron en gran parte del Estrecho, teniendo preferencias por la parte norte del mismo y en aguas profundas del talud del canal norte

del Estrecho. Por otro lado, los delfines mulares, calderones comunes y cachalotes que comparten sus zonas de alimentación, se encontraron básicamente en las aguas profundas del canal principal del Estrecho. Finalmente, el tercer grupo incluye una sola especie, la orca que se suele observar en aguas del oeste del Estrecho. Las diferencias en la distribución espacial de estas 6 especies deberían de estar ligadas a diferentes estrategias de alimentación.

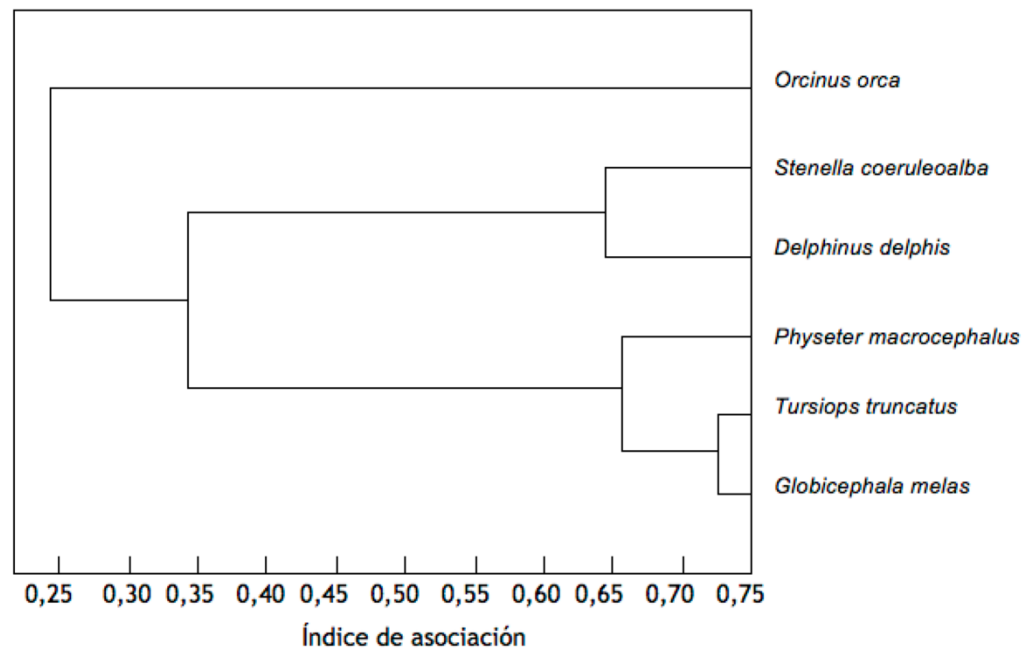


Fig 27. Asociaciones espaciales de las diferentes especies de cetáceos del Estrecho de Gibraltar. Este gráfico ha de leerse así: Hay un 73% de probabilidades de que si encontramos calderones comunes veamos también delfines mulares. Fuente: elaboración propia.

El Estrecho de Gibraltar está caracterizado por procesos de mezcla producidos a través de afloramientos pulsados inducidos por las mareas y constreñidos por la batimetría (Echevarria et al. 2002). Estos fenómenos vienen reflejados por el fenómeno de hervideros de marea que ocurren cerca de Kamara Ridge, y que producen advección vertical y procesos de mezcla (Bruno et al. 2000). El Estrecho es por tanto una zona muy productiva, y la hipótesis más probable para explicar esta alta densidad de cetáceos, debe ser la disponibilidad de presas. Además, como se ha explicado anteriormente, se observan asociaciones estrechas entre los calderones comunes, delfines mulares y cachalotes, compartiendo las aguas profundas y con mayor pendiente del centro del Estrecho. Se cree que podría existir una distribución espacial despótica, con posibles competiciones por los alimentos y/o el espacio siguiendo un gradiente batimétrico con estas tres especies.

Con el fin de conocer mejor la ecología de los cetáceos del Estrecho, expondremos la distribución temporal y espacial, así como los aspectos poblacionales de cada una de las especies que observamos con más frecuencia en el Estrecho. Reseñamos en este apartado que los datos consultados corresponden a las investigaciones llevadas a cabo por la organización CIRCE, extraídos de la Tesis Doctoral de Renaud de Stephanis (2008), y diversas publicaciones científicas publicadas, obtenidos a partir de proyectos financiados por la Fundación Biodiversidad, el MITECO, y los programas de seguimiento de CIRCE. Los resultados que se exponen a continuación corresponden a los meses primaverales a otoñales. Las deducciones invernales, debido a la escasez de datos son tan solo conjeturas. Las especies comúnmente observadas, **en función de la época del año en la que están presentes en la zona, se pueden separar en tres grupos**; por un lado, las especies que están presentes todo el año, que son los delfines comunes, listados, mulares, y los calderones comunes y, por

otro lado, las que solamente se observan durante cierta parte del año, como son cachalotes, orcas y finalmente un grupo formado por rorcuales comunes, que sería la única especie que migraría a través del Estrecho.

Los datos consultados revelan la presencia relativamente común de siete especies en este sector. Estas especies son delfines comunes (*Delphinus delphis*), delfines mulares (*Tursiops truncatus*), delfines listados, (*Stenella coeruleoalba*), calderones comunes (*Globicephala melas*), orcas (*Orcinus orca*) cachalotes (*Physeter macrocephalus*) y rorcuales comunes (*Balaenoptera physalus*). De forma más ocasional podemos ver yubartas (*Megaptera novaengliae*), calderones grises (*Grampus griseus*), rorcuales alibancos (*Balaenoptera acutorostrata*) y ballenas azules (*Balaenoptera musculus*). En documentos legales de la zona tenemos también que resaltar la presencia posible de marsopas (*Phocoena phocoena*), si bien no hay datos de que se hayan visto nunca.

4.2. Especies de cetáceos

4.2.1. Delfines comunes (*Delphinus delphis*)

Los delfines comunes eran abundantes y estaban distribuidos por todo el Mediterráneo hasta finales de los años 60, pero a partir de esta fecha sus poblaciones entraron en declive rápido (Forcada y Hammond 1998). Este estudio puso de manifiesto que sólo eran abundantes en el mar de Alborán con una densidad estimada de 0,16 delfines/km² y 15072 delfines comunes, escasos en el área sur de las islas Baleares y casi ausentes en el noroeste del Mediterráneo.

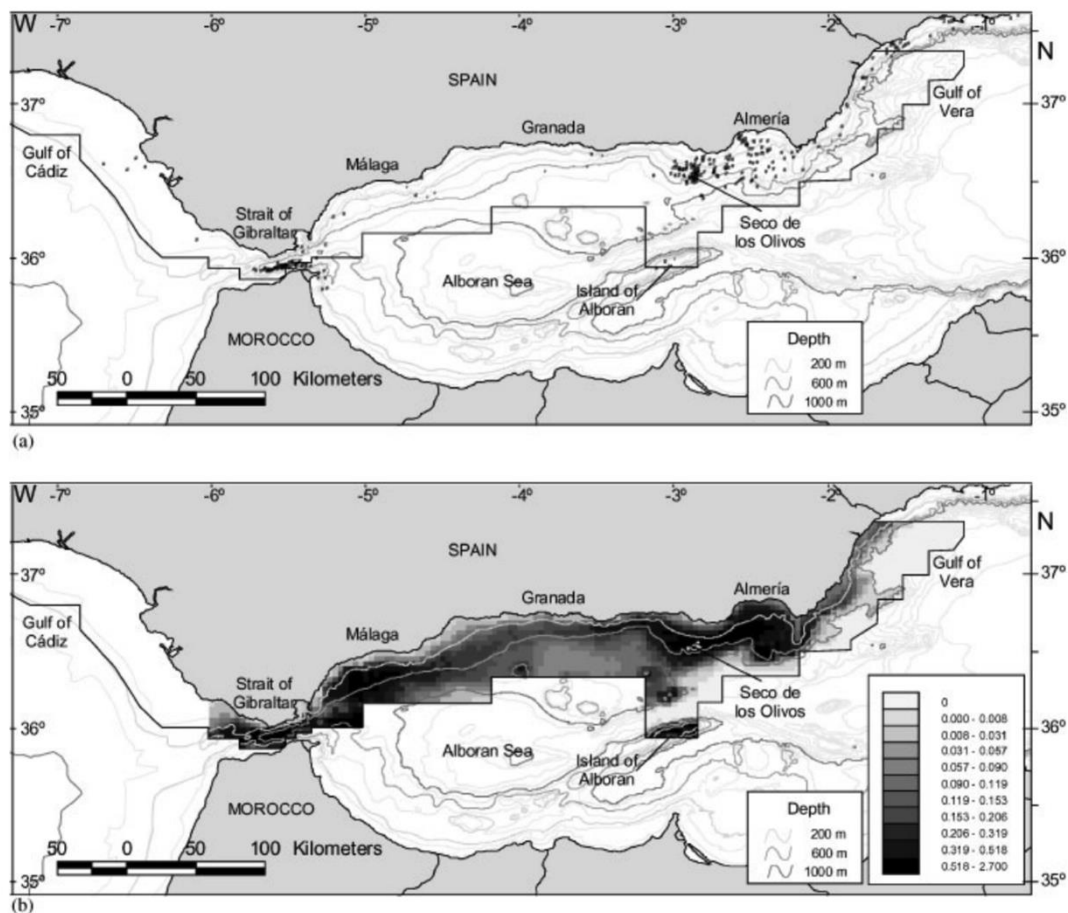


Figure 2. (a) Sightings of common bottlenose dolphins. (b) Prediction of relative density of common bottlenose dolphin in the research area.

*Avistamientos de delfín común y modelo de predicción de densidad relativa en el Estrecho de Gibraltar y mar de Alborán.
Fuente: Cañadas et al 2004.*

Esta importante abundancia de delfines comunes en el mar de Alborán se da sobre todo en aguas cercanas al Estrecho de Gibraltar (Forcada y Hammond, 1998), concluyendo que la presencia de delfines comunes en el Mediterráneo oeste parece estar restringido a las aguas continentales de la cuenca argelina y del mar de Alborán. Por lo tanto, la densidad de esta especie en áreas costeras quizá podría ser superior a los valores medios encontrados por dicho estudio, recomendando realizar estudios específicos para estimar de una forma robusta las densidades de delfines comunes.

En este sentido, Cañadas 2006, en su tesis doctoral, concluye que la abundancia de delfines comunes entre el Estrecho de Gibraltar y el Golfo de Vera entre los años 2000 y 2004 se estima en 19.428 animales. El estudio resalta la importancia del Estrecho de Gibraltar para la especie, sobre todo las áreas más costeras y la bahía de Algeciras.

Cañadas también resalta que en general, en el Mar de Alborán y Estrecho, que los grupos con crías tienden a preferir aguas más costeras y los grupos sin crías aguas más profundas. Por lo tanto, dado que la presencia de zonas con alta presencia de crías y recién nacidos son de gran importancia para la conservación de la especie, una de las conclusiones principales es que se hace necesario desarrollar medidas de conservación para esta especie en zonas más costeras. Para ello, es fundamental realizar estudios en profundidad en los lugares donde la especie esté bien asentada, ya que se desconocen estos aspectos en los límites del futuro LIC del Estrecho occidental.

Distribución temporal: Para el caso de los delfines comunes, se han analizado catálogos de fotografías en profundidad que indican que son residentes durante todo el año.

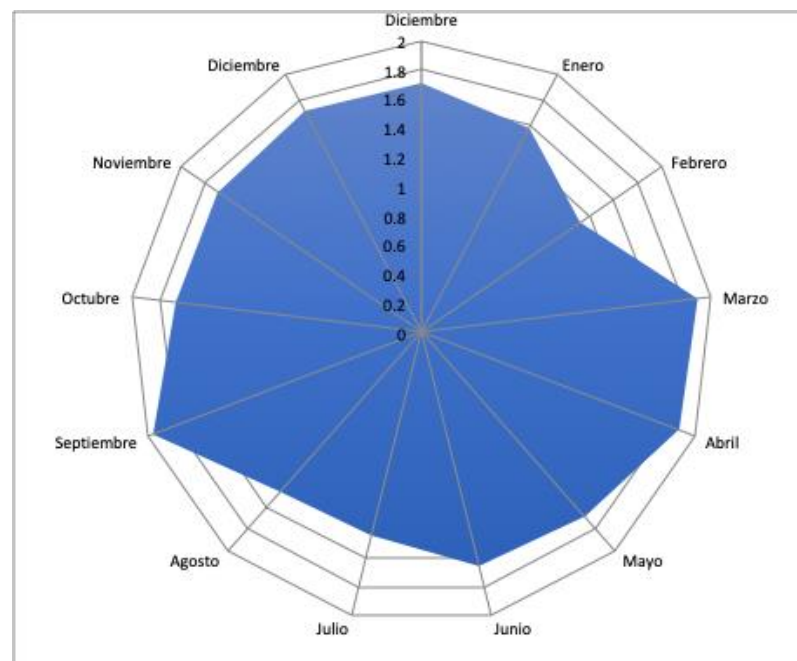


Fig 28. Distribución temporal de ER en delfín común. Fuente: elaboración propia.

Distribución espacial: Tienen una distribución bastante amplia, y se sitúan sobre todo en la parte norte del Estrecho, concentrados sobre todo en las zonas con mucha pendiente y a lo largo del borde norte del canal norte del Estrecho, compartiendo su distribución con los delfines listados

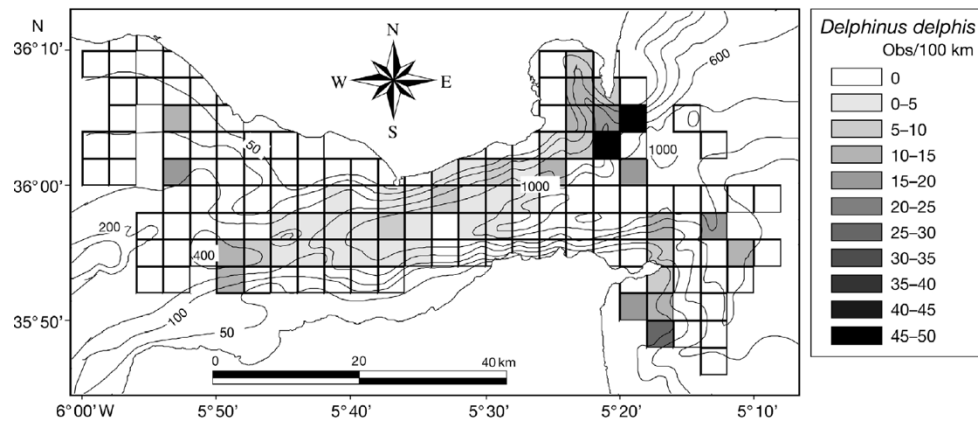


Fig. 5. *Delphinus delphis*. Distribution of encounter rates of common dolphins over the study area during this study

Fig 29. Distribución de delfines comunes en el Estrecho de Gibraltar. Cuanto más oscura sea la cuadrícula, más delfines podremos observar. Fuente: de Stephanis et al 2008.

Abundancia: Se aplicaron modelos de diseño robusto a partir de modelos de marcaje recaptura, y se obtuvo que en la bahía de Algeciras viven de forma permanente alrededor de 150 delfines comunes, y que existe una población abierta que utiliza la bahía y el resto del Estrecho durante todo el año, de alrededor de 1800 individuos.

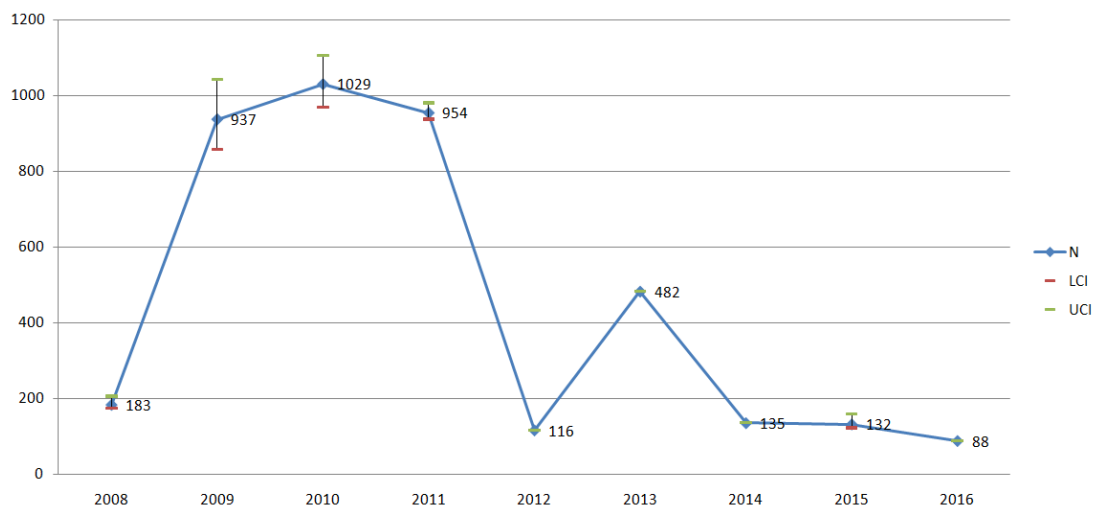


Fig 30. Curva de abundancia anual de delfines comunes en la bahía de Algeciras entre 2008 y 2016. Fuente: elaboración propia.

Genética: De momento no hay estudios sobre los delfines comunes del Estrecho de Gibraltar, pero Natoli et al. (2008) estudiaron la estructura de población en el Mediterráneo y Atlántico norte. Demostraron que la población de delfines comunes del mar de Alborán es significativamente diferente de las poblaciones

Atlánticas. Lo que sugiere que por lo menos las poblaciones del mar de Alborán no migran a través del Estrecho para reproducirse con poblaciones Atlánticas.

Dieta: Hay poca información sobre la dieta de esta especie en la zona de estudio. De acuerdo con otros estudios parece ser una especie bastante oportunista, cazando sobre todo pequeños peces y cefalópodos neríticos (Klinowska 1991, Young y Cockcroft 1994, Gannier 1995). Una cuestión interesante es que los delfines comunes y listados son más abundantes en el sector norte donde circulan aguas atlánticas superficiales enriquecidas (Van Geen y Boyle 1988) y donde la concentración de la biomasa de plancton es mayor y las velocidades de las corrientes son menores en comparación con la parte central y el sector más al sur del Estrecho (Reul et al. 2002). Estas condiciones ecológicas pueden ser más favorables tanto para peces como para pequeños cefalópodos que se alimentan de fitoplancton y de zooplancton. Los delfines comunes no suelen realizar inmersiones de más de 150 metros de profundidad (Evans 1974, Scott et al. 1993, 1995, Davis et al. 1996). Esto sugiere que restringirían la mayoría, o casi todas sus actividades de alimentación a las aguas superficiales atlánticas. Además, la interfase de aguas atlántico-mediterráneas podría actuar como una frontera para sus presas (peces y cefalópodos) y esta interfase se sitúa a menor profundidad en la parte norte del Estrecho, lo que podría aumentar su éxito en sus estrategias de alimentación.

En 2003, Bearzi y coautores revisaron la bibliografía existente respecto al estado de conservación de los delfines comunes en el Mediterráneo, poniendo de manifiesto de nuevo el gran declive que la población ha sufrido en los últimos 30-50 años, lo que permitió la inclusión en la categoría de “**en peligro de extinción**” en la lista roja de especies amenazadas de la IUCN. A partir de esta inclusión, el grupo de trabajo de delfín común de ACCOBAMS (Agreement on the Conservation of Cetaceans in the Black Sea, Mediterranean Sea and Contiguous Atlantic Area), puso en marcha un plan de acción en 2004 (Conservation Plan, 2004). El Plan de acción delimitó 8 áreas de importancia para la conservación, una de ellas el Estrecho de Gibraltar, donde se pone énfasis en los problemas locales, ya que estos pueden tener ramificaciones regionales, por ejemplo, un grupo relictual de delfines comunes puede ser esencial para preservar la variabilidad genética a escala mediterránea. Por lo tanto, es importante conocer la extensión real de los movimientos de los delfines comunes en cada una de las regiones. A la vez también es importante priorizar, según el Plan de conservación (2004), el mantenimiento de las poblaciones en un estado viable cerca de los corredores, como el Canal de Sicilia, el Estrecho de Gibraltar o el Estrecho del Bósforo, para asegurar el flujo genético entre el este y el oeste de la cuenca mediterránea, entre el Mediterráneo y el Atlántico y finalmente entre el Mediterráneo y el mar Negro respectivamente.

Asimismo, el estudio basado en la foto-identificación de delfines comunes, usando marcas naturales en la aleta dorsal de los individuos, está recomendado por diferentes acciones del Plan de conservación, dando a este estudio un carácter prioritario para la conservación de la especie en el Mar Mediterráneo.

Actualmente, uno de los lugares más interesantes para poder observar delfines comunes probablemente sea el Estrecho de Gibraltar, y probablemente la bahía de Algeciras sea un lugar idóneo para su estudio.

4.2.2. Delfines listados (*Stenella coeroleoalba*)

Distribución temporal: Para el caso de los delfines listados, no se ha podido identificar ningún individuo, debido a su gran abundancia (grupos de más de quinientos individuos en algunos casos), por lo que no se puede hablar de grado de residencia para esta especie. Sin embargo, es fácil pensar que una parte de los grupos observados estén presentes a lo largo de todo el año, mientras que existe una población flotante menos sedentaria que ocuparía el Estrecho a finales del verano y durante los meses de otoño, procedente probablemente del mar de Alborán o Atlántico contiguo.

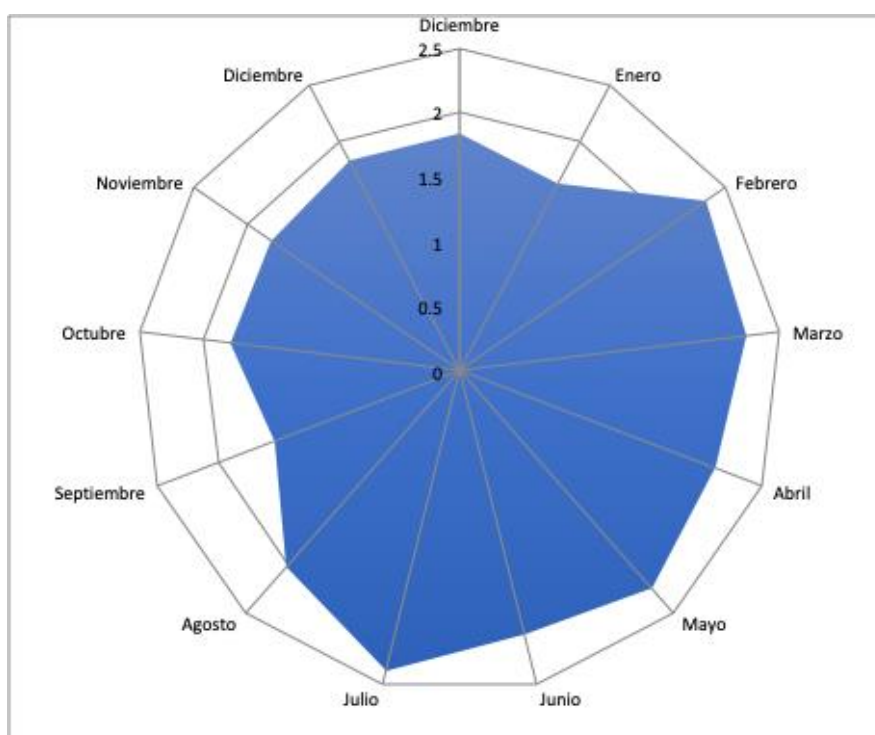


Fig 31. Distribución temporal de ER en delfín listado. Fuente: elaboración propia.

Distribución espacial: Los delfines listados tienen una distribución bastante amplia, y se sitúan sobre todo en la parte norte del Estrecho, concentrados en las zonas de aguas profundas y a lo largo del borde norte del canal norte del Estrecho, compartiendo su distribución con los delfines comunes.

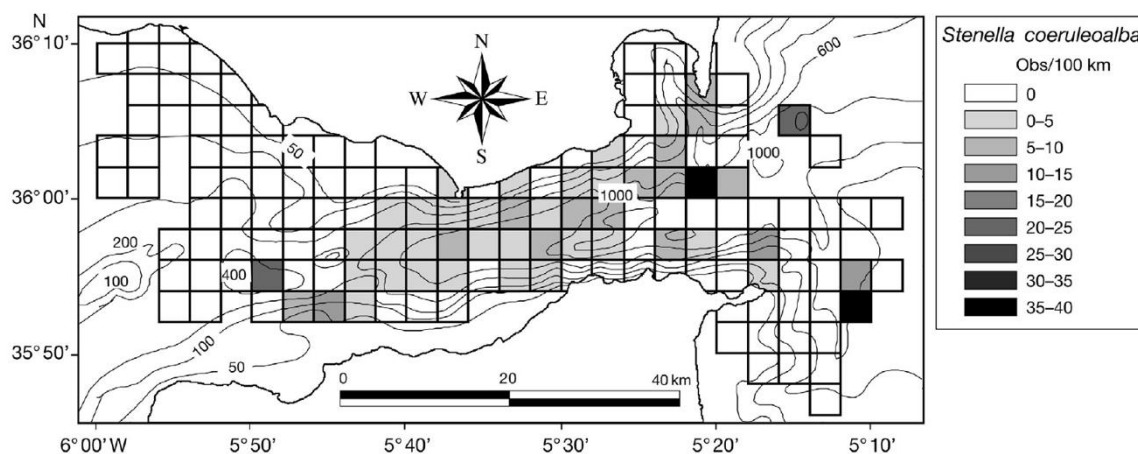


Fig 32. Distribución de tasas de encuentro de delfín listado en el Estrecho de Gibraltar. Fuente: de Stephanis et al 2008.

Estudio de sus características poblacionales: Como se ha comentado anteriormente, es difícil hacer conjeturas sobre las abundancias absolutas de la especie. Los tamaños de grupos de delfines listados rondan los 130 individuos, aunque el tamaño de grupo es muy variable, pudiéndose observar desde individuos solos hasta grupos de más de 2000 individuos a finales del verano.

Genética: No existen estudios detallados sobre los delfines listados del Estrecho de Gibraltar, pero García-Martínez et al. (1999) y Bourret et al. (2007) encontraron diferencias significativas entre los delfines listados

mediterráneos y atlánticos. Lo que sugiere que no hay migración de delfines listados a través del Estrecho de Gibraltar para la reproducción.

Dieta: Los delfines listados tienen una dieta muy parecida a la de los delfines comunes, pero la alimentación de pequeños cefalópodos y peces mesopelágicos de la familia myctophidae parece ser más importantes en listados, (Blanco et al. 1995, Kenney et al. 1995, Santos et al. 1996, Pauly et al. 1998) que en delfines comunes (Young y Cockcroft 1994, Kenney et al. 1995, Cordeiro 1996, Santos et al. 1996) y estas diferencias podrían contribuir y explicar la mayor afinidad por aguas profundas de delfines listados comparado con delfines comunes.

4.2.3. Delfines mulares (*Tursiops truncatus*)

Distribución temporal: Los delfines mulares pueden observarse a lo largo de todo el año en el Estrecho de Gibraltar. Sin embargo, en un estudio realizado por Pérez Gimeno et al 2004, parece que hay una tendencia a observar más grupos de esta especie durante los meses de invierno y primavera. Los tamaños de grupo no parecen variar a lo largo del año. Esto significaría que durante estos meses se podrían observar más individuos que durante el verano y el otoño, si bien estos aspectos no han podido ser demostrados.

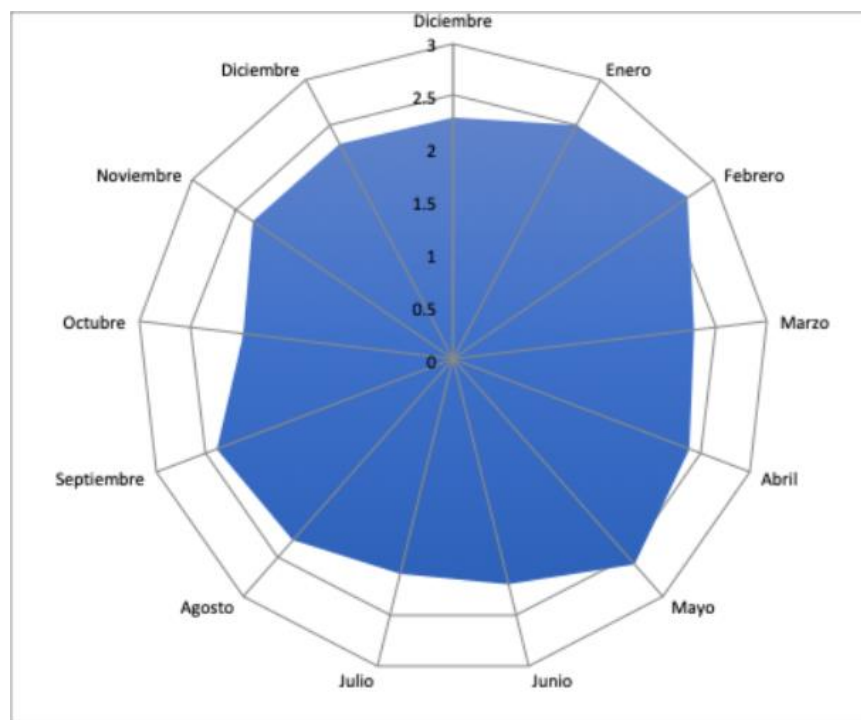


Fig 33. Distribución temporal de ER en delfín mular. Fuente: elaboración propia.

Distribución espacial: Los delfines mulares, calderones comunes y cachalotes comparten una gran parte de su zona de alimentación y estas tres especies fueron encontradas sobre todo en aguas profundas en el canal principal del Estrecho. En base a sus comportamientos de inmersión, se espera que esta especie se sitúe en las aguas atlánticas superficiales del Estrecho, limitando sus inmersiones a aguas de entre 0 y 50 metros de profundidad.

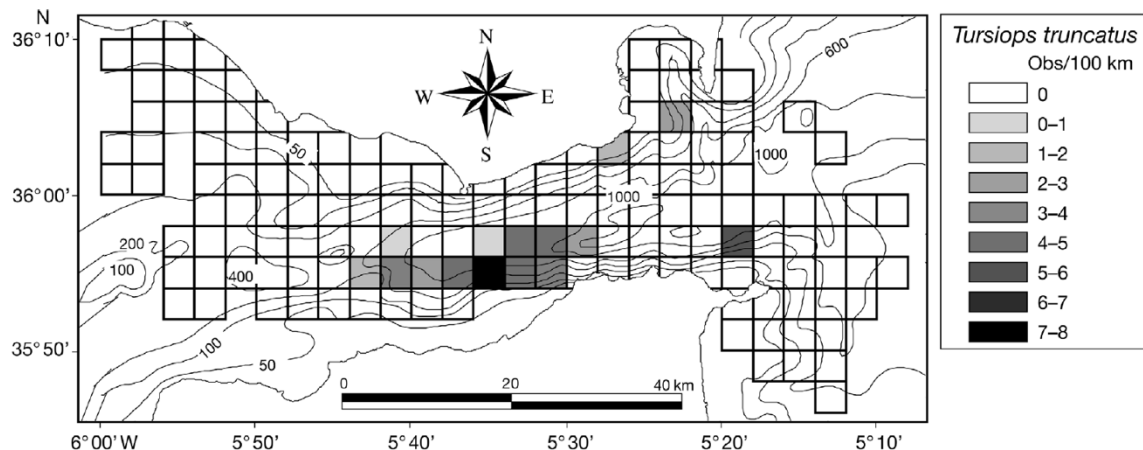


Fig. 7. *Tursiops truncatus*. Distribution of encounter rates of bottlenose dolphins over the study area during this study

Fig 34. Distribución de tasas de encuentro de delfín mular en el Estrecho de Gibraltar. Fuente: de Stephanis et al 2004.

Estudio de sus características poblacionales: Los delfines mulares cuentan con alrededor de 250 individuos. Tan solo se han estudiado hasta el 2009, por medio de modelos de marcaje recaptura, en los que se ha concluido que la reducción de tasas de supervivencia está relacionada con el aumento de tráfico marítimo del Estrecho de Gibraltar.

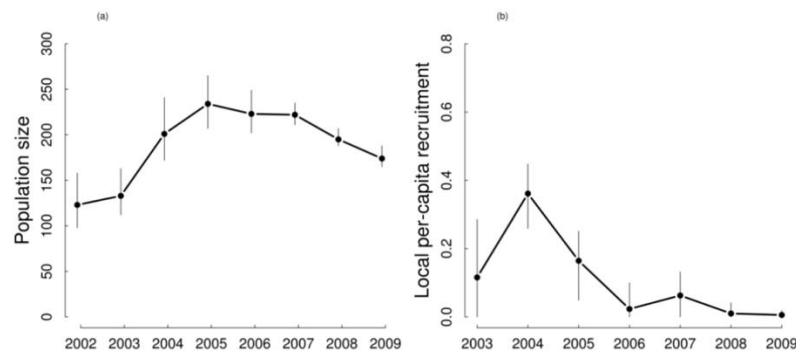


Figure 4. Posterior medians of population size (a) and per-capita recruitment (b) over the study period of the bottlenose dolphin population at Gibraltar Strait. The vertical lines indicate the 95% credible interval for the estimates.

Fig 35. Curva de tamaño de población y reclutamiento en 2002-2009 en el Estrecho de Gibraltar. Fuente: elaboración propia.

Estructura poblacional: Natoli et al. (2008) estudiaron la estructura poblacional de los delfines mulares del golfo de Cádiz, Estrecho de Gibraltar y mar de Alborán. Se encontraron divisiones significativas entre estas tres unidades lo que sugiere que hay una adaptación a los diferentes hábitats de las tres zonas y que no se reproducen entre estos grupos. Sin embargo, estos resultados no demuestran una definición poblacional como tal. De ahí que en los trabajos realizados por Giménez et al 2018, se optara por utilizar diferentes marcadores moleculares (relaciones de isótopos estables, contaminantes, genética) que ayudaron a definir diferentes unidades de ecológicas en base a la resolución temporal de los marcadores. Los marcadores genéticos no permitiendo definir unidades de gestión. Sin embargo, el resto han demostrado una estructura como sigue.

Por un lado, tendremos delfines mulares oceánicos en el Golfo de Cádiz, delfines mulares costeros, y delfines mulares en el estrecho de Gibraltar, que utilizarían aguas profundas del mismo.

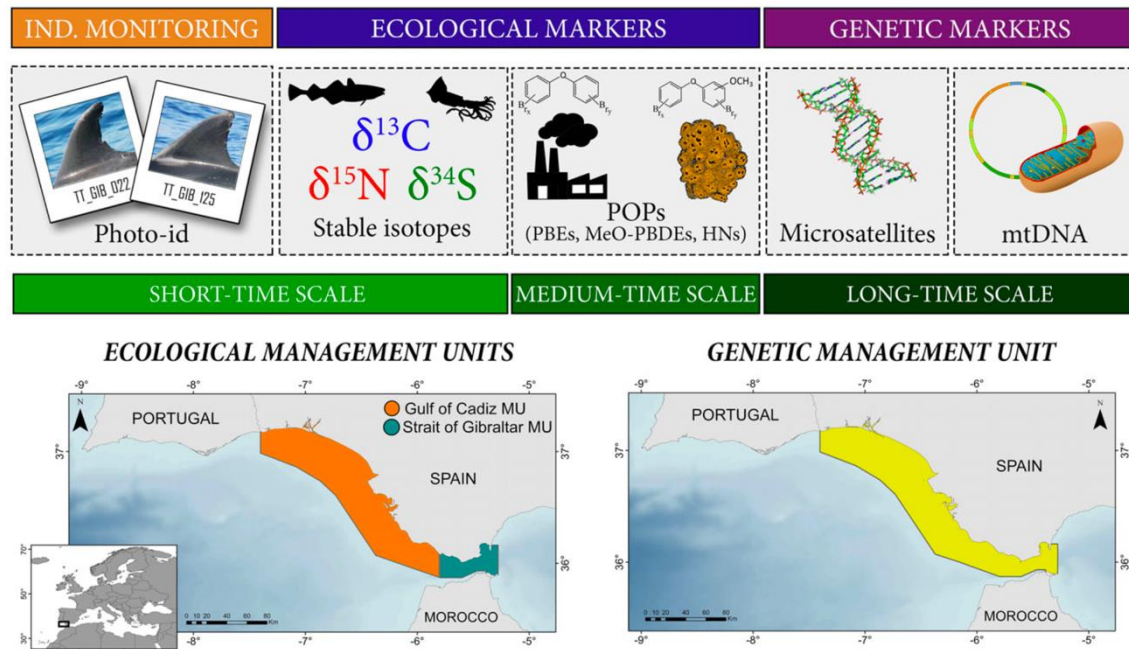


FIGURE 1 Workflow illustrating the sampling procedure and the applied methodology. Main results are also shown

Fig 36. Esquema de trabajo para definir unidades de gestión, por medio de marcadores moleculares y identificación fotográfica. Los marcadores genéticos no permiten definir poblaciones, sin embargo, marcadores como isótopos estables sí que permiten definir unidades de gestión ecológicas. Definiendo marcadores temporales permiten definir unidades a nivel de gestión.

Dieta: No queda claro por qué el delfín mular, cuya dieta se basa sobre todo en peces (Gunter 1942, Tomilin 1957, Evans 1980, Barros y Odell 1990, Gannier 1995) tiende a estar espacialmente asociado con cachalotes y calderones comunes. Sin embargo, como sus habilidades de inmersión son limitadas, deberían de restringir sus procesos de alimentación a las aguas atlánticas superficiales. Los delfines mulares se alimentan de forma oportunista y se considera que tienen una dieta basada principalmente en presas demersales (Barros y Odell 1990, Gannier 1995), lo que es improbable en el Estrecho, en relación con su distribución en las aguas muy profundas del Estrecho de Gibraltar, donde una alimentación pelágica parece ser la única estrategia de alimentación posible. Es interesante que prácticamente no existe entrecruzamiento entre la distribución de delfín mular y delfín común, lo que sugiere algún mecanismo de exclusión entre estas dos especies. Al faltar información sobre la dieta de estas especies en esta zona de estudio, es imposible determinar si se están alimentando básicamente de presas pelágicas asociadas a aguas profundas mediterráneas que migrarían a superficie por la noche, o si se alimentan de presas pelágicas asociadas a las masas de agua atlánticas, o las dos cosas.

4.2.4. Calderones comunes (*Globicephala melas*)

Distribución temporal: Los calderones están presentes prácticamente todo el año en el Estrecho, aunque durante 2 o 3 semanas en mayo y/o junio suelen ausentarse del área. Estos movimientos han sido relacionados

con observaciones de grupos muy grandes en el mar de Alborán en los mismos periodos. Aún no se tienen los resultados para confirmar que los individuos del Estrecho se mueven hacia esta zona del Mediterráneo, pero la correlación entre los eventos es muy fuerte. Como por ejemplo en junio de 2006 cuando todos los individuos del Estrecho desaparecieron durante semanas y volvieron con unas 30 crías. Este “babyboom” ha sido observado exactamente al mismo tiempo en el mar de Alborán lo que sugiere que estos movimientos tienen carácter reproductivo.

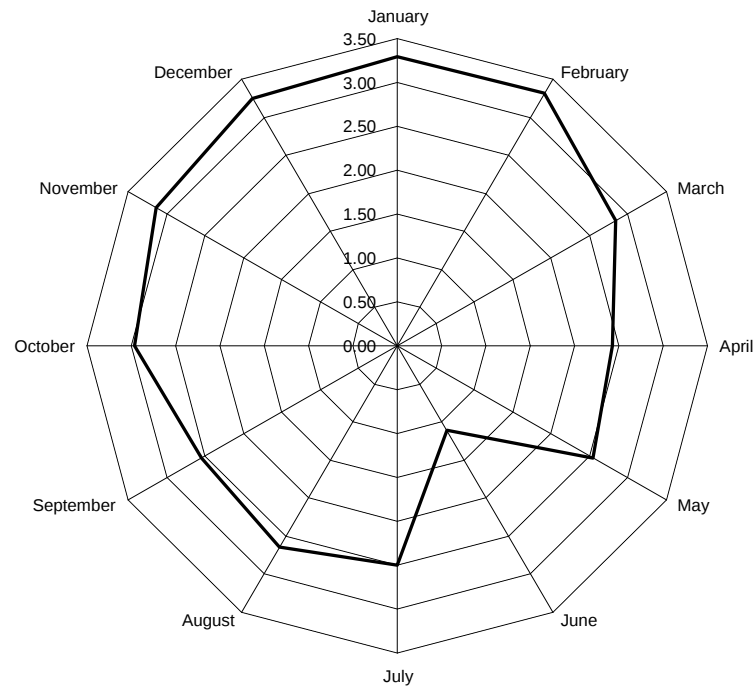


Fig 37. Distribución temporal de la tasa de encuentro de calderones (nº de avistamientos por 100 Km. navegados). Fuente: de Stephanis et al 2008b.

Distribución espacial: Los calderones comunes, los delfines mulares, y cachalotes comparten una amplia área de su zona de alimentación y estas tres especies fueron observadas sobre todo en aguas profundas del canal principal del Estrecho, en verano, mientras que se observa una distribución más amplia en invierno. Este cambio de distribución podría estar relacionado con cambios de dietas teniendo una dieta más oportunista en invierno que en verano, ampliando de esta manera su área de campeo en busca de presas.

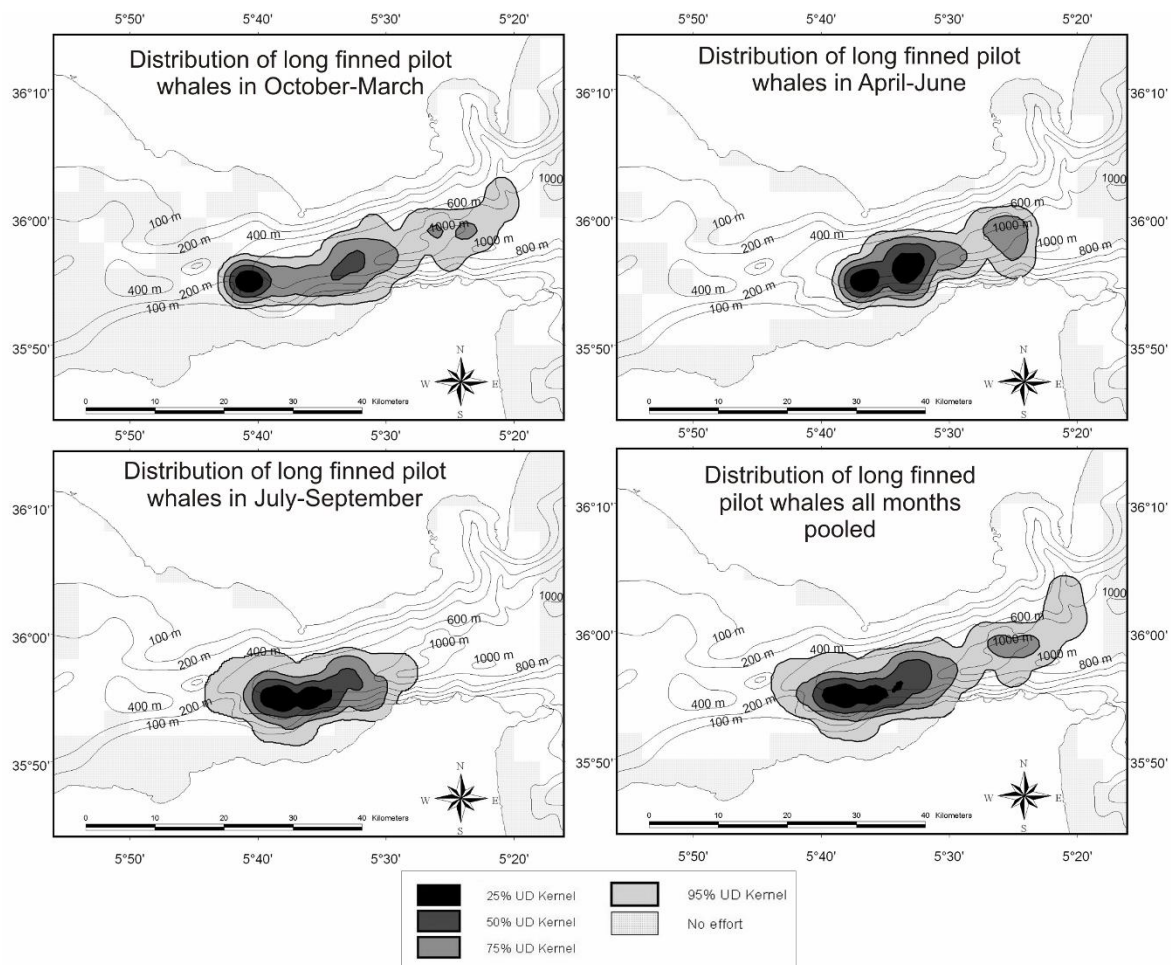


Fig 38. Distribución espacial de los calderones a lo largo del año. Fuente: de Stephanis et al 2008b.

Estudio de sus características poblacionales: Los grupos de calderón común del Estrecho de Gibraltar se estructuran en grupos sociales jerárquicamente organizados, a partir de grupos con una media de 14 individuos (de Stephanis et al. 2008c), y contaban con alrededor de 300 efectivos en 2007 (Gauffier 2008). Los individuos que forman un grupo social se quedan juntos toda la vida. Gracias a los estudios a largo plazo sabemos que la tasa de mortalidad de las crías en su primer año es de 32%, de los juveniles entre 1 y 5 años de 14% y para los adultos (más de 6 años) es de 1,5% (Gauffier 2008). La tasa de crecimiento poblacional anual entre 1999 y 2005 ha sido de 5,5% (Verborgh et al. 2009). También sabemos que las hembras tienen una cría cada 3,6 años pero que el intervalo medio para que sobreviva la cría tiene que ser alrededor de 4,5 años, un intervalo muy largo pero que asegura la supervivencia. En invierno 2006-2007 una epidemia de morbillivirus afectó a la población de calderones del Estrecho de Gibraltar y luego se extendió hasta las islas Baleares en abril de 2007, donde se tiene el último registro de varamiento debido al morbillivirus. Sabemos que en el Estrecho causó la muerte de 51 calderones. Esta epidemia hizo disminuir de 15% la población de calderones del Estrecho entre 2006 y 2007 (Gauffier 2008). Estos números han llegado a casi 70% en 2011, según un estudio recientemente publicado en Aquatic conservation (Verbnrogh et al 2020). Lo que pone a la población de calderón común en la zona al borde de la extinción.

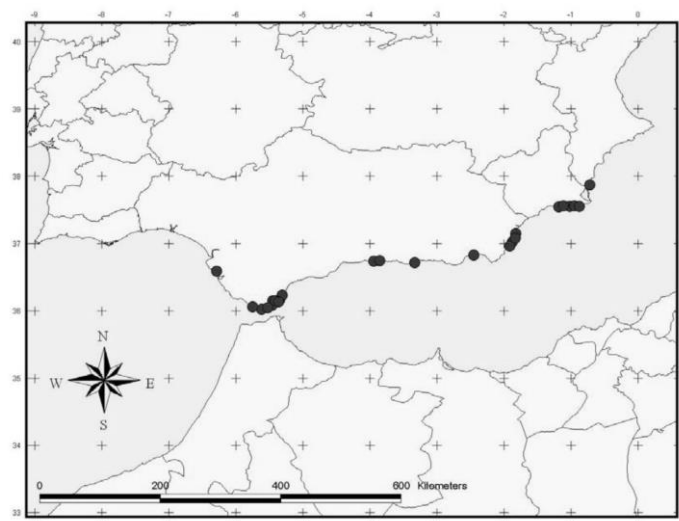


Fig 39. Los puntos representan los sitios donde vararon los calderones durante la epidemia de Morbillivirus. Fuente: Fernandez et al 2004.

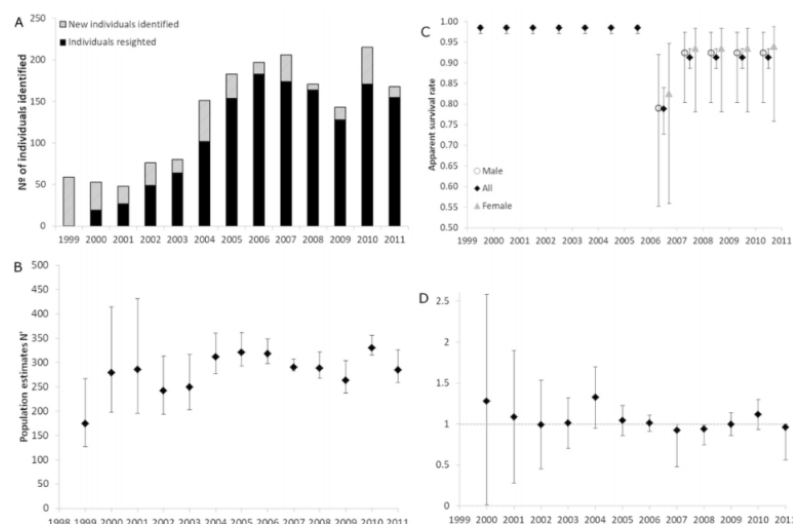


Figure 2. Demographic parameters of long-finned pilot whales in the Strait of Gibraltar between 1999 and 2011. A. Annual number of newly marked individuals identified (lines), resighted individuals (plain color). B. Corrected abundance estimates (N') with 95% confidence interval (CI) bars. C. Survival rate estimates of all individuals, males and females with 95% CI bars. D. Annual population growth rate estimates with 95% CI bars. The dashed line at value 1 means that the number of individuals recruited in the population (births and immigration) is equal to the number of lost individuals (deaths and emigrations).

Fig 40. Parámetros demográficos de calderón común en el Estrecho de Gibraltar entre 1999 y 2011. A. Número anual de individuos marcados identificados. B. Estimaciones de abundancia. C. Estimaciones de supervivencia. D. Tasa de crecimiento anual de la población. Fuente: Verbrogh et al 2020.

Genética: De momento solo se tienen resultados muy preliminares sobre diferencias entre las poblaciones del Estrecho de Gibraltar y mar de Alborán con la población del golfo de Vizcaya. Con los conocimientos actuales parece que existe una población mediterránea diferente de la población atlántica.

Dieta: El calderón común y el cachalote, son considerados como cazadores de calamares y realizan inmersiones de grandes profundidades. Por ello, la distribución espacial en verano de estas dos especies a lo largo del Estrecho podría ser indicativa de una distribución de grandes especies de calamares. Los calderones comunes

suelen realizar inmersiones llegando a profundidades comprendidas entre 200 y 600 metros, con una profundidad máxima de 828 m (Heide-Jørgensen et al. 2002, Baird et al. 2002). Se alimentan básicamente de calamares neríticos y oceánicos y en mayor medida de peces que suelen habitar profundidades comprendidas entre los 100 y los 1000 metros, que realizan movimientos verticales permitiendo al calderón común capturarlos durante la noche cuando están más cerca de la superficie, mientras que durante el día serían inaccesibles (Desportes y Mouritsen 1993, Baird et al. 2002). La distribución espacial en verano de calderones comunes y cachalotes indica que ambas especies se alimentarían de calamares, y posiblemente peces, asociados con el flujo profundo de aguas mediterráneas. Las variaciones detectadas por la técnica de estudio de isótopos estables sugieren que individuos pertenecientes a la misma unidad social tienden a explotar el mismo tipo de presas en el mismo tipo de masas de aguas, mientras que durante el verano al menos, los niveles tróficos no varían entre las unidades sociales. Una posible interpretación de estos resultados podría ser que las unidades sociales tienden a cazar en diferentes lugares sus presas (a lo largo del gradiente batimétrico, por ejemplo) para alimentarse.

Estrategias de reproducción y estructura social: Como se ha comentado anteriormente, según los estudios realizados en el Estrecho, se ha podido detectar una serie de unidades sociales en las poblaciones de calderones comunes. Este hecho nos lleva a proponer un modelo de reproducción que está actualmente siendo evaluado por métodos genéticos. La hipótesis de partida de este estudio plantearía que la población de calderón común tendría como unidad poblacional los calderones comunes presentes en el mar de Alborán. Estos se dividirían socialmente en clanes, de entre 150 y 300 individuos, de los que tendríamos un claro ejemplo en el Estrecho. Estos clanes estarían estructurados a su vez en manadas o pods, que a su vez se estructurarían en unidades lineales, que serían probablemente de tipo matrilineal, y que estarían juntos toda su vida. Estos clanes se reproducirían con otros clanes del mar de Alborán, a finales de la primavera, en aguas cercanas a Almería y la Región de Murcia. Este tipo de estructura se podría resumir en el siguiente esquema.

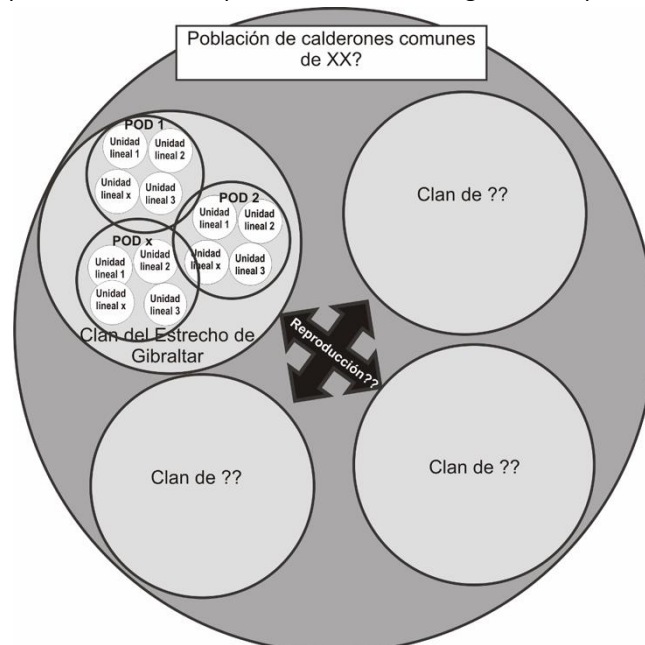


Fig 41. Modelo de estructura social y de estrategias de reproducción de calderones comunes hipotético para el mar de Alborán. Fuente: elaboración propia.

4.2.5. Cachalotes (*Physeter macrocephalus*)

Distribución temporal: Los cachalotes, están presentes en el Estrecho desde finales del invierno hasta mediados del verano, con máximos en primavera. Es posible la existencia de algún fenómeno migratorio de sus presas, que haga que esta población venga al Estrecho durante esa estación del año. Este hecho descarta cualquier proceso migratorio a través del Estrecho por parte de cachalotes, siendo por tanto una especie semi-residente en esta zona. De los 78 individuos (ver catálogos de identificación del programa CETAPROT <https://cetidmed.wordpress.com/cachalote/>) y muestreos recientes, que se pudieron identificar por medio de marcaje recaptura, tan solo 7 presentaban marcas pronunciadas en sus aletas caudales, lo que hace pensar que esta especie está en una zona carente de depredadores naturales hacia ellas, como puedan ser tiburones u orcas depredadoras de mamíferos marinos. Esto podría hacer pensar que esta población de cachalotes proviene del Mediterráneo. El tamaño medio de los individuos es de alrededor de 12 metros, por lo que serían grupos de machos sub-adultos que vienen a alimentarse al Estrecho durante la primavera.

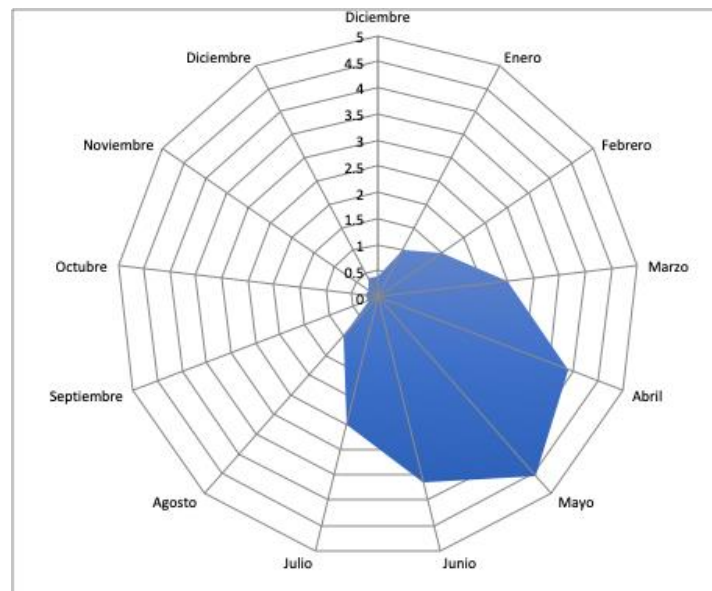


Fig 42. Distribución temporal de ER en cachalotes. Fuente: : elaboración propia.

Distribución espacial: Los cachalotes, calderones comunes, y los delfines mulares, comparten una gran área de su zona de alimentación y estas tres especies fueron encontradas sobre todo en aguas profundas en el canal principal del Estrecho.

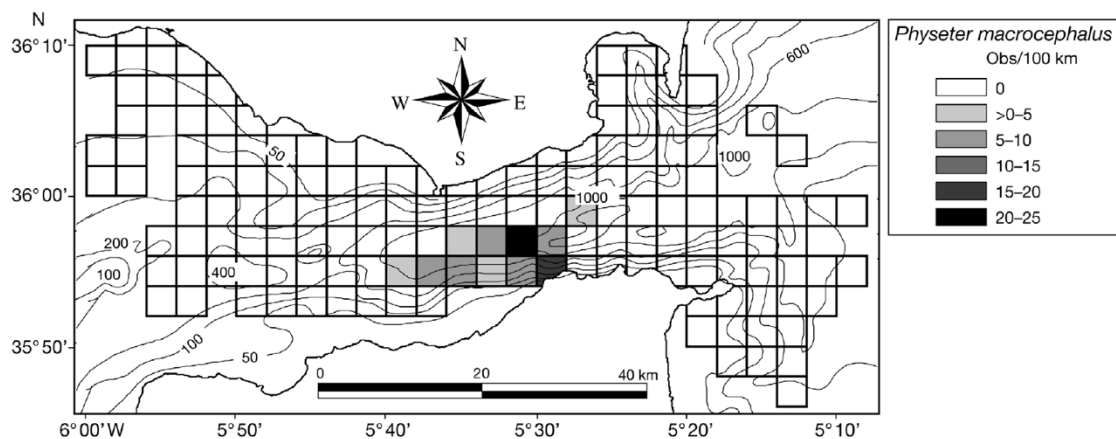


Fig. 9. *Physeter macrocephalus*. Distribution of encounter rates of sperm whales over the study area during this study

Fig 43. Distribución espacial de los cachalotes en primavera-verano. Fuente: de Stephanis et al 2008.

Estudio de sus características poblacionales: En el caso de los cachalotes, se identificaron tan solo 78 individuos. Es importante recalcar que casi el 30% de los individuos ha sido recapturado en aguas del Mediterráneo, por lo que estos individuos representarían el 15% de la población de todo el Mediterráneo.

Genética: Engelhaupt et al. (2008) y Drouot et al. (2004) describen la población de cachalotes en el Mediterráneo significativamente diferente de las poblaciones Atlánticas. Estos resultados corroboran los resultados actuales del Estrecho donde no se observa migraciones a través del Estrecho, sino que acudirían al Estrecho para alimentarse (Observaciones personales).

Dieta: El contenido estomacal de tres cachalotes capturados durante las operaciones balleneras en 1925 en el Estrecho de Gibraltar contenía sobre todo restos de calamar y algunos restos de peces elasmobranquios bentónicos (Cabrera 1925). Sin embargo, tal como exponen Aguilar et al 2007 y Vargas 2006, estas capturas probablemente no venían del Estrecho, sino que venían de aguas del golfo de Cádiz. Varios estudios sobre cachalotes han demostrado que suelen realizar inmersiones regularmente a profundidades mayores de 1000 metros (Watkins et al. 1993) y por lo tanto son capaces de llegar al fondo marino en toda la zona de estudio. Además, en el año 2004, se demostró que los cachalotes del Estrecho solían realizar inmersiones hasta el fondo marino, al menos durante los meses de finales de primavera (Laplanche et al. 2004). Por tanto, lo más probable es que se alimenten de presas del fondo del Estrecho de Gibraltar.

4.2.6. Orcas (*Orcinus orca*)

Distribución temporal y espacial: Las orcas tan solo fueron observadas en las aguas centrales del Estrecho durante los meses de julio y agosto. En el 90% de los casos, fueron observadas asociadas a los pescadores de atún con piedra de Tarifa. Se las observó alimentándose de atunes en todos los casos. En los muestreos realizados por CIRCE en las costas del golfo de Cádiz, se pudieron observar orcas durante los meses de abril a septiembre. Por tanto, las orcas estarán presentes en el centro del Estrecho, asociadas a las pesquerías de atún, durante los meses de julio y agosto, aprovechando el esfuerzo de pesca de los pescadores tarifeños, y el resto del año estarán presentes en las aguas colindantes al Estrecho, como en Barbate y Conil, o incluso el resto del golfo de Cádiz. Durante el invierno, no se ha observado la especie, pero este hecho puede ser debido a la falta de esfuerzo por parte de los estudios realizados en la zona durante esta época del año, y a sus procesos migratorios al norte de la península ibérica.

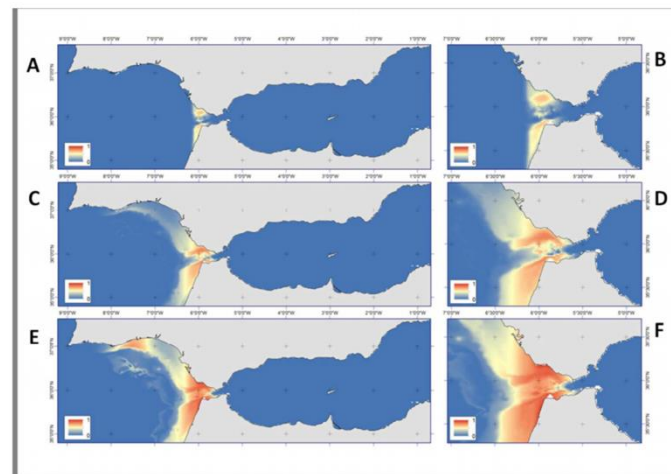


Fig. 4. Predicted density surface map of killer whales in the area from spatial modelling in spring by bootstraps. (A) the inferior 95% C.I. of the predicted model at southern Iberian Peninsula; (B) the inferior 95% C.I. of the predicted model in the Strait of Gibraltar; (C) best predicted model at southern Iberian Peninsula, (D) best predicted model in the Strait of Gibraltar; (E) the superior 95% C.I. of the predicted model at southern Iberian Peninsula and (F) the superior 95% C.I. of the predicted model in the Strait of Gibraltar.

Fig 44. Distribución espacial de orcas en golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar en primavera. Fuente: Esteban et al 2012.

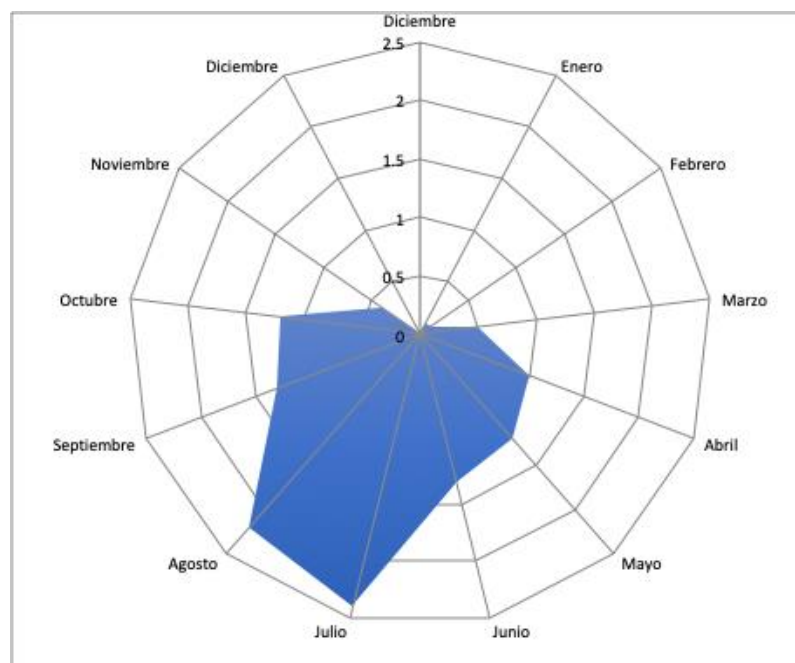


Fig 45. Distribución temporal de ER en orcas. Fuente: elaboración propia.

Estructura social y tamaño poblacional: Hasta ahora se identificaron 42 individuos entre 1999 y 2008. Hasta el 2005 serían alrededor de 54 los animales capturados. Están separados en 5 grupos sociales diferentes. Dos de ellos solo se observaron por la zona del golfo de Cádiz y los otros tres se observaron tanto en el golfo de Cádiz como en la parte central del Estrecho de Gibraltar. La población del Estrecho de Gibraltar tiene una tasa de mortalidad de 1,1% anual. Tienen un intervalo de nacimiento de 4,3 años.

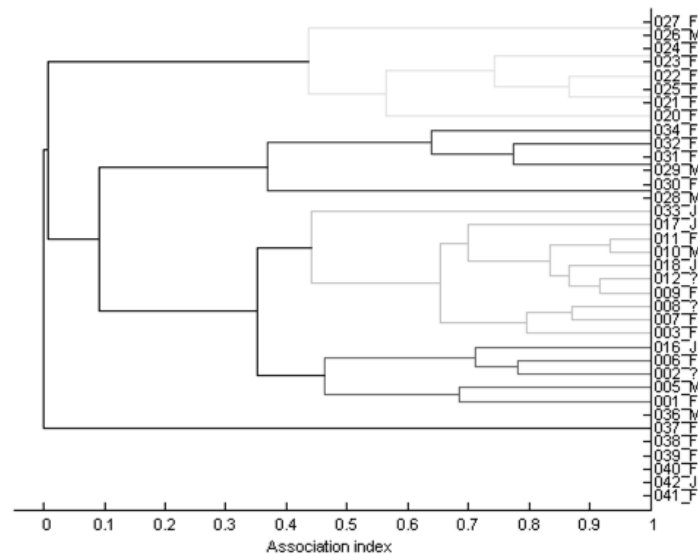


Fig 46. Estructura social de las orcas en el Golfo de Cádiz y el Estrecho de Gibraltar. Fuente: de Stephanis et al 2008.

Genética: Las orcas del Estrecho están estructuradas socialmente en 5 pods (grupos familiares). 3 grupos sociales presentes en el Estrecho y 2 en las aguas de Conil y Barbate. Actualmente las orcas observadas en el área de Barbate provienen de un grupo matrilineal genéticamente diferente al de las orcas del Estrecho. Parece que las orcas del Estrecho de Gibraltar están asociadas genéticamente al resto de orcas del Atlántico. Sin embargo, y debido a la poca diversidad genética de las orcas a nivel mundial, es muy difícil establecer si las orcas del Estrecho son una unidad poblacional aislada del resto del Atlántico. Los resultados actuales parecen indicar que las orcas del Estrecho estarían formadas por mezclas de orcas con orígenes del norte del Atlántico y del sur del Atlántico.

Dieta: Las orcas suelen interactuar con las pesquerías de palangre de atún rojo (*Thunnus thynnus*) (de Stephanis et al. 2008), que migran fuera del Mediterráneo después de completar la puesta. La distribución espacial en verano de las orcas está estrechamente asociada a la localización geográfica de esta pesquería, que se concentra al este de la cresta Kamara para la flota marroquí, y en el paso entre Monte Seco y Monte Tartesos para la flota española. Durante los meses de primavera se las observa en aguas de Barbate, cazando atunes utilizando acústica pasiva. Esta técnica consiste en que grupos de hasta 7 individuos distanciados unos de otros de 100 a 150 metros entre ellas, escuchan la llegada de grupos de atún. Una vez oído un grupo de atunes, las orcas perseguirán a los atunes durante una media de 30 minutos hasta que estos estén agotados y sean por tanto capaces de capturarlos fácilmente.



Fig 47. Atún rojo (*Thunnus thynnus*) después de un ataque de orca. Fuente: CIRCE.

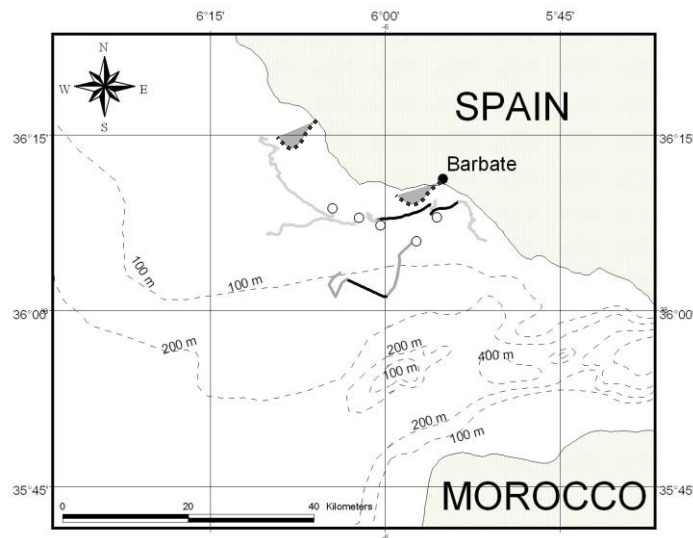


Fig 48. Estrategias de caza de las orcas en aguas de Barbate. Las líneas grises se refieren a patrullaje utilizando acústica pasiva, mientras que las líneas negras representarían persecuciones a grupos de atunes. Fuente: Guinet 2007.

4.2.7. Rorcual común (*Balaenoptera physalus*)

Distribución temporal: El rorcual común se ha confirmado como la única especie que se observa transitando el Estrecho, sin quedarse a alimentarse. En todas las observaciones realizadas entre abril y octubre los animales navegaban a grandes velocidades (entre 5 y 8 nudos) hacia el Atlántico. En los pocos avistamientos realizados durante el invierno se pudo observar a los rorcuales alimentándose lentamente. La escasa tasa de encuentro durante esos meses, hace pensar que este tipo de alimentación es ocasional y podrían ser individuos provenientes del Atlántico contiguo según los datos obtenidos por isótopos estables y de seguimiento por satélite de los mismos. Ocho de los rorcuales cuyas barbas fueron analizadas en el Mediterráneo a lo largo del 2002 demostraron ser residentes (en cuanto a su alimentación al menos) en el Mediterráneo, mientras que tres individuos mostraron grandes variaciones en sus relaciones de $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ que sugieren migraciones regulares hacia el Atlántico. Los datos obtenidos a partir de las balizas ARGOS de rorcuales en el Mediterráneo confirman los resultados mencionados anteriormente, y por tanto corroboran que una parte de los rorcuales comunes del Mediterráneo migra regularmente al Atlántico a través del Estrecho de Gibraltar. Por otra parte, también podría explicar el hecho que exista una diferenciación genética entre las poblaciones de rorcual común del Mediterráneo y Atlántico norte.

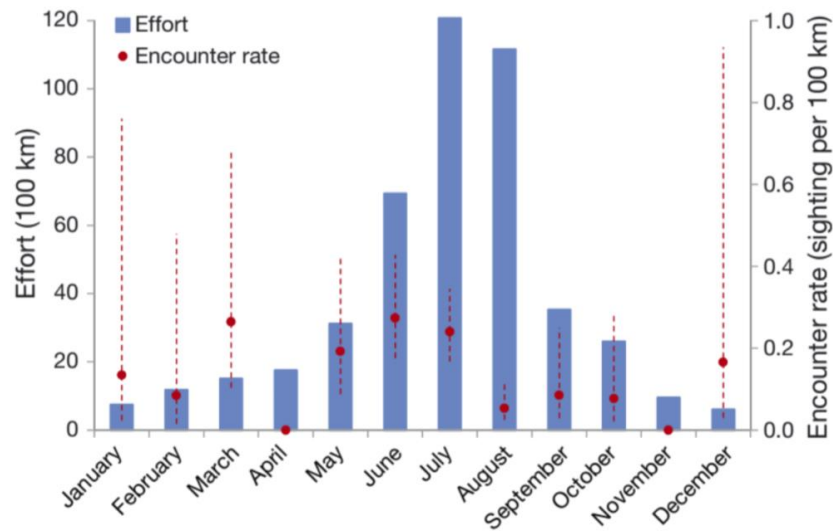


Fig. 6. Monthly effort in km searched by the research vessel from 1999 to 2014 (blue bars) and encounter rate as fin whale sightings per 100 km (red dots). Red vertical dotted lines: 95 % CI

Fig 49. Esfuerzo mensual de búsqueda desde embarcación en 1999-2014 y tasa de encuentro (nº de avistamientos por 100 Km.). Fuente: Gauffier et al 2020

Distribución espacial: Los rorcuales se ven cruzando el Estrecho en toda su anchura, pero la mayor parte de las observaciones se realizan cerca de las costas, sobre todo la costa norte.

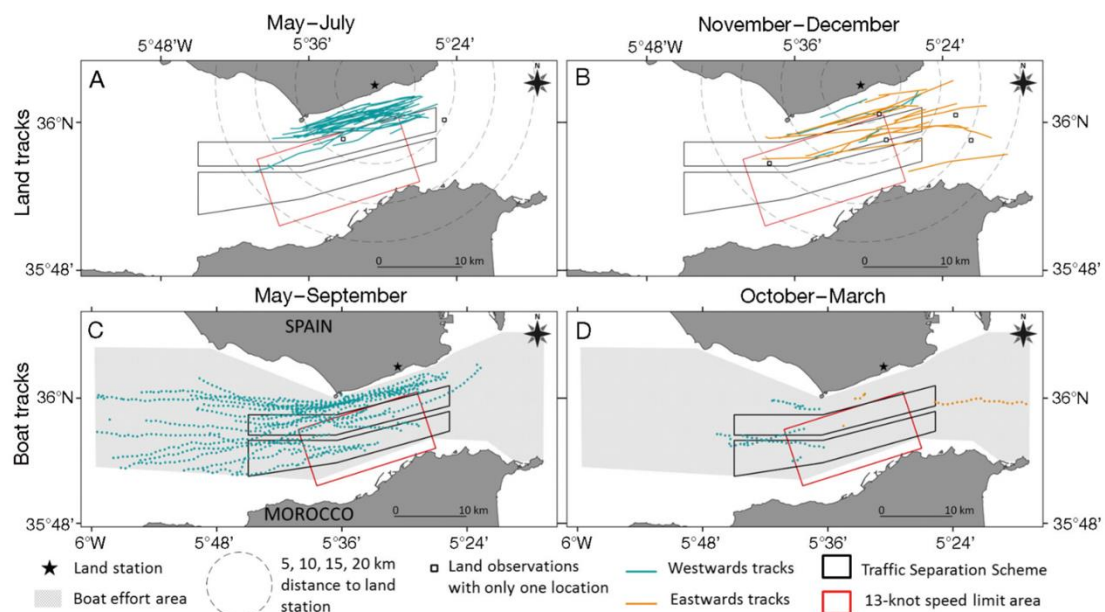


Fig. 2. Fin whale tracks from (A,B) the land station (continuous lines) and (C,D) the vessel (dotted lines). Some tracks correspond to the same sighting from both platforms

Fig 50. Avistamientos de rorcual común desde tierra y embarcación. Fuente: Gauffier et al 2020.

Estudio de sus características poblacionales: No existe información sobre la población de rorcuales comunes que cruzan el Estrecho, pero se estimó que entre 48 y 122 rorcuales comunes migran cada año hacia el Atlántico

en verano (Selling 2007). La mayoría de los individuos observados son adultos, aunque también se han registrado crías y jóvenes.

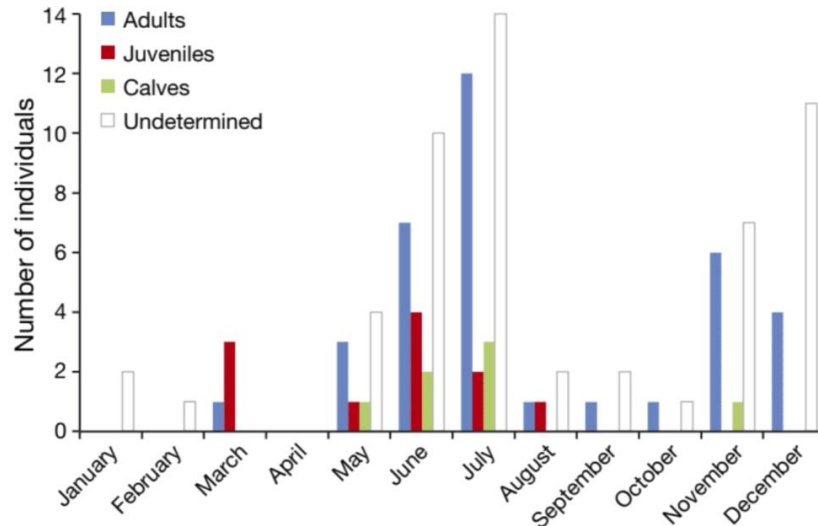


Fig. 3. Maximum monthly number of individual fin whales sighted by estimated age class. Data include both land- and boat-based sightings

Fig 51. Número máximo de individuos de rorcual común avistados por clase de edad. Fuente: Gauffier et al 2020.

Genética: De momento, las muestras de rorcuales comunes del Estrecho no han sido analizadas. Un estudio de Palsboll et al. (2004) demostró que la población de rorcuales encontrada en el golfo de Vizcaya no se mezcla mucho con la población mediterránea. Estos autores demostraron una tasa de migración de solo 2 hembras por generación. Esto demuestra que hay pocos intercambios entre el Mediterráneo y el Atlántico. Bérubé et al. (1998) estudiaron la estructura de población de los rorcuales en el Atlántico norte y el mar Mediterráneo, llegando a la conclusión de que las poblaciones del Atlántico norte y del Mediterráneo se separaron recientemente con flujos de genes limitados entre poblaciones adyacentes.

Dieta: Los análisis de los patrones de los isótopos $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ indicaron que estas ballenas se alimentan básicamente en niveles tróficos secundarios, tanto en el Mediterráneo, como por las barbas obtenidas del mar de Alborán y Atlántico contiguo.

4.2.8. Otras especies de cetáceos

Como se ha mencionado en la introducción de este documento, otras especies de cetáceos, como son calderones grises, observados a lo largo de 2 semanas en el año 2004; rorcuales aliblanco y yubartas, observados también de forma puntual y una ballena azul observada en el año 2000, son ocasionales. Las marsopas no han sido observadas a lo largo de los últimos 10 años. Sin embargo, están incluidas en el PORN (Plan de Ordenación de los Recursos Naturales) del Parque Natural del Estrecho.

4.3. Conclusiones

Para ilustrar de forma más clara todas las conclusiones a las que se están llegando, se resume en la siguiente tabla los conocimientos actuales sobre cetáceos del Campo de Gibraltar.

Especie	Distribución espacial y temporal	Grado de residencia	Época	Abundancia	Dieta	Estructura social
Delfín común <i>Delphinus delphis</i>	Presente	Residente	Todo el año	+1800 en aguas del Estrecho	Pequeños pelágicos como la sardina o la alacha y otras especies planctófagas como la boga y la bacaladilla.	Desconocida
Delfín listado <i>Stenella coeruleoalba</i>	Presente	Residente	Todo el año	+2000 a finales de verano	No identificada, pero parecida a delfín común	Desconocida
Delfín mular <i>Tursiops truncatus</i>	Presente una Población en el Estrecho de Gibraltar independiente del Golfo de Cádiz	Residente	Todo el año	258 individuos (IC del 95% 226 – 316) en 2005	Varias especies distintas en su dieta, y presentan hábitos tróficos de carácter oportunista. Especies de espáridos como el besugo y en menor medida merluza y pequeños pelágicos	Desconocida
Calderón común <i>Globicephala melas</i>	Presente	Residente	Todo el año	297 individuos (IC del 95% 289 – 306) en 2007	Teutófago	Grupos sociales de unos 14 individuos. Estructura matrilineal
Orca <i>Orcinus orca</i>	Presente	Residente	¿Todo el año?	62 Individuos en 2015	Atún rojo	5 Grupos sociales pertenecientes a dos matrilineas
Cachalote <i>Physeter macrocephalus</i>	Presente	Residente en primavera-verano en el Estrecho	Primavera verano en el Estrecho	76 Individuos en 2005	Teutófago	Grupos de machos sub-adultos
Rorcual común <i>Balaenoptera physalus</i>	Presente	Migradora	Junio-julio y diciembre-enero	No identificado	Krill (<i>Meganyctiphanes norvegica</i>)	Desconocida

Resumen de conocimientos sobre cetáceos observados regularmente en el Campo de Gibraltar. Fuente: elaboración propia.

Especie	Distribución espacial y temporal	Grado de residencia	Época	Abundancia	Dieta	Estructura social
Marsopa <i>Phocoena phocoena</i>	Ausente	Oportunista	Todo el año	No identificado	No identificado	No identificado
Calderón gris <i>Grampus griseus</i>	Ausente. Podrían venir de población cercanas a aguas de Conil de la Frontera	Oportunista	Todo el año	No identificado	No identificado	No identificado
Yubarta (<i>Meganoptera novaengliae</i>)	Ausente	Oportunista	Verano	No	No	NO
Rorcual aliblanco <i>Balaenoptera acutorostrata</i>	Ausente	Oportunista	Invierno-principio de primavera según avaramientos a lo largo de la costa del Golfo de Cádiz	No identificado	No identificado	No identificado
Ballena azul (<i>Balaenoptera musculus</i>)	Ausente	Oportunista	Todo el año	No identificado	No identificado	No identificado

Resumen de conocimientos sobre cetáceos observados ocasionalmente en el Campo de Gibraltar. Fuente: elaboración propia.

Estos resultados ponen de manifiesto que la presencia de cetáceos, incluidos tanto en el anexo II como el IV de la directiva hábitat están bien asentados en el futuro LIC del Estrecho occidental. Las delimitaciones son por tanto correctas, e incluirán dos ecotipos de delfín mular que hasta la fecha no fueron tenidos en cuenta en la Red Natura 2000, que además es muy probable que se vean expuestos a factores antropogénicos importantes. Este LIC será uno de los más importantes en cuanto a conservación de cetáceos se refiere tanto en el Mediterráneo como el Atlántico europeo.

5. Conocimientos sobre tortugas en golfo de Cádiz y Estrecho de Gibraltar



Fig 52. Tortuga boba en el Estrecho de Gibraltar

5.1. Introducción

Las tortugas marinas siguen un modelo de ciclo biológico general desarrollado originalmente con datos de la tortuga Verde (Hirth & Hollinworth, 1973), pero que sirve de marco para entender el ciclo biológico de estos vertebrados que pasan su vida entre la tierra y el mar. Detalles sobre su ciclo biológico pueden encontrarse en la sinopsis sobre la especie preparada por Dodd (1988) o Márquez (1990). Las observaciones referentes al ciclo de la especie para las poblaciones del Mediterráneo se han tomado de Margaritoulis *et al.* (2003).

Un modelo generalizado basado en los estados de desarrollo es el elaborado por Musick & Limpus (1996), que considera cuatro estados ontogénicos:

1. Hábitat de las primeras etapas juveniles (normalmente pelágico y oceánico).
2. Hábitat de las etapas juveniles tardías (normalmente demersal y nerítico).
3. Áreas de alimentación (o forrajeo) de adultos.
4. Hábitat entre puestas (reproductivo) de adultos.

Los mismos autores desarrollan un modelo conceptual de estados ontogénicos:

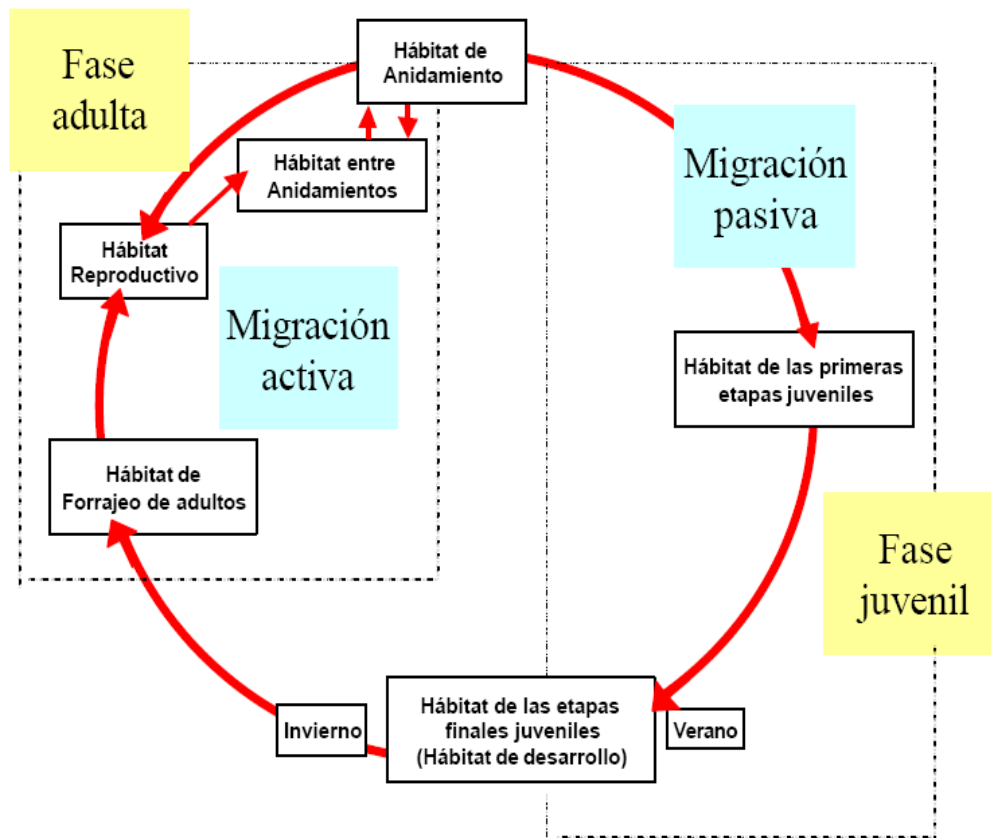


Fig 53. Modelo conceptual de los hábitats ontogénicos en tortugas marinas (Camiñas 2005, Limpus & Musick, 1996)

Tras abandonar las playas de puesta al salir del huevo de forma precipitada, las tortugas comienzan en mar abierto la fase pelágica de su ciclo biológico. Esta fase dura varios años y de la misma no se tiene mucha información. Carr et al. (1978) definen este período y las áreas que ocupan los estados juveniles con el concepto “hábitats de desarrollo” y lo definen como aquellas áreas donde prácticamente solo se encuentran ejemplares juveniles, aunque en ocasiones y para ciertas especies se pueden encontrar algunos adultos. Se trataría de áreas donde los juveniles se desarrollan, alimentándose hasta alcanzar su tamaño de adultos. En esos hábitats juveniles se encontrarían, en ciertos períodos del año, ejemplares jóvenes año tras año, lo que evidencia un alto grado de fidelidad a esas áreas de alimentación y crecimiento. El inicio y final del estadio denominado “hábitat de desarrollo” por Carr parece que tiene lugar a unos tamaños predecibles para algunas especies. En ocasiones se han capturado repetidamente en la misma zona ejemplares juveniles en un período de varios años lo que implicaría un período de residencia de los juveniles en esos hábitats de desarrollo. El tiempo de residencia en este estadio varía de especie a especie, pero es poco conocido el momento en que inician el siguiente estado de desarrollo tras la fase juvenil (Meylan & Meylan, 1999).

Al llegar el período reproductivo, las tortugas adultas se trasladan a lugares próximos a las playas de puesta pudiendo pasar en estas zonas varios meses. La fecundación se produce bien en los corredores migratorios que ocupan desde las áreas de alimentación hasta las zonas de puesta, bien en áreas de cortejo específicas o bien en las proximidades de las playas de puesta. Durante esta fase reproductiva y de cortejo, machos y hembras pueden ser observados a lo largo de las aguas poco profundas que se encuentran próximas a las playas de puesta. La cópula se ha observado preferentemente en lugares próximos a las playas, aunque también se han

reportado datos sobre cópulas a más de 55 km de las playas de puesta más próximas (Bearse, 1985, citado por Dodd, 1988). Respecto a la población del Mediterráneo, la escasez de datos no nos permite señalar cuales son las áreas y períodos de apareamiento.

5.2. Tortuga boba (*Caretta caretta*)

Si nos atenemos a las tortugas bobas observadas en el Mediterráneo occidental, éstas procederían de dos áreas geográficas diferentes: i) las playas de puesta del Mediterráneo central y oriental (URM Mediterránea) y ii) las del Atlántico occidental (URM Atlánticas) (Argano & Baldari, 1983). Carr (1987), al comparar los tamaños de *Caretta* juvenil de las islas Azores en el Atlántico y de las islas Baleares en el Mediterráneo, propuso la hipótesis de que tortugas bobas originarias de las playas del Atlántico occidental siguieran una ruta transoceánica y que algunas de ellas pudieran entrar en el Mediterráneo. Este hecho fue posteriormente constatado al recapturar en la cuenca mediterránea ejemplares marcados en el Atlántico oeste y en Azores (Basso & Cocco, 1986; Manzella *et al.*, 1988; Bolten *et al.*, 1992a). Las hembras reproductoras del Mediterráneo son significativamente más pequeñas que en otras partes del mundo (Margaritoulis, 1982; Margaritoulis, 1988; Broderick & Goodley, 1996). También parecen existir diferencias en el tamaño de las hembras reproductoras y en el tamaño de los nidos entre las propias colonias mediterráneas (Kaska *et al.*, 1998). Además de la existencia de poblaciones reproductoras del Mediterráneo, la entrada de ejemplares de tortuga boba de origen Atlántico es un hecho de notable interés para la gestión de esta especie, ya que nos encontraríamos en el Mediterráneo occidental ante un componente autóctono y otro de origen atlántico. Si bien se han identificado estas tortugas, no se ha podido cuantificar estos movimientos de forma visual. Las tortugas bobas del Mediterráneo no sólo presentan características morfológicas distintas a las del Atlántico, sino que se ha demostrado la existencia de subestructuras poblacionales que se han visto confirmadas por estudios de genética de las poblaciones (Monzon Arguello *et al.* 2009, Clusa *et al.* 2013). Como hemos comentado, esta sería la estructura a la entrada mediterránea,. En aguas del Atlántico contiguo estaríamos ante una estructura parecida. Todo esto sería en las zonas colindantes. Si nos referimos por tanto al futuro LIC, , Es esperable que tengamos una abundancia importante de tortugas bobas en la zona de estudio prevista. La base de datos de CIRCE cuenta con 266 avistamientos de tortugas bobas, que se ven en los mapas a continuación. Si nos atenemos a las observaciones que no están normalizadas por el esfuerzo, ni se han aplicado modelos de ningún tipo, podemos observar una fuerte presencia de la especie, tanto en el Golfo de Cádiz, como en aguas del Estrecho.

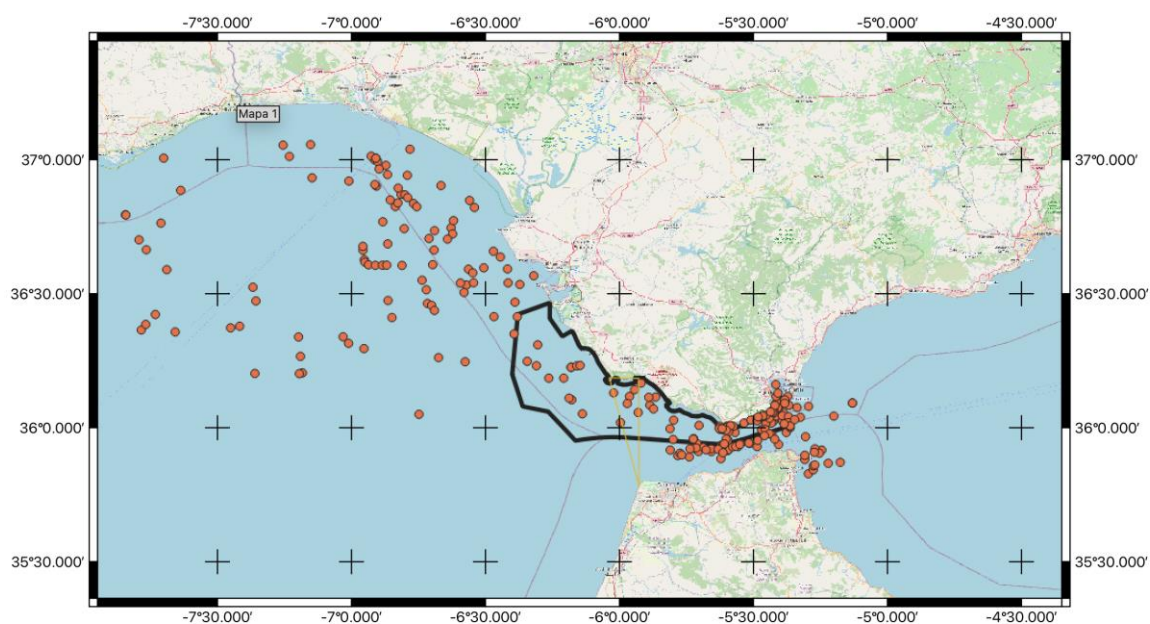


Fig 54. Distribución de avistamientos de tortugas marinas en el Golfo de Cádiz. Fuente: elaboración propia

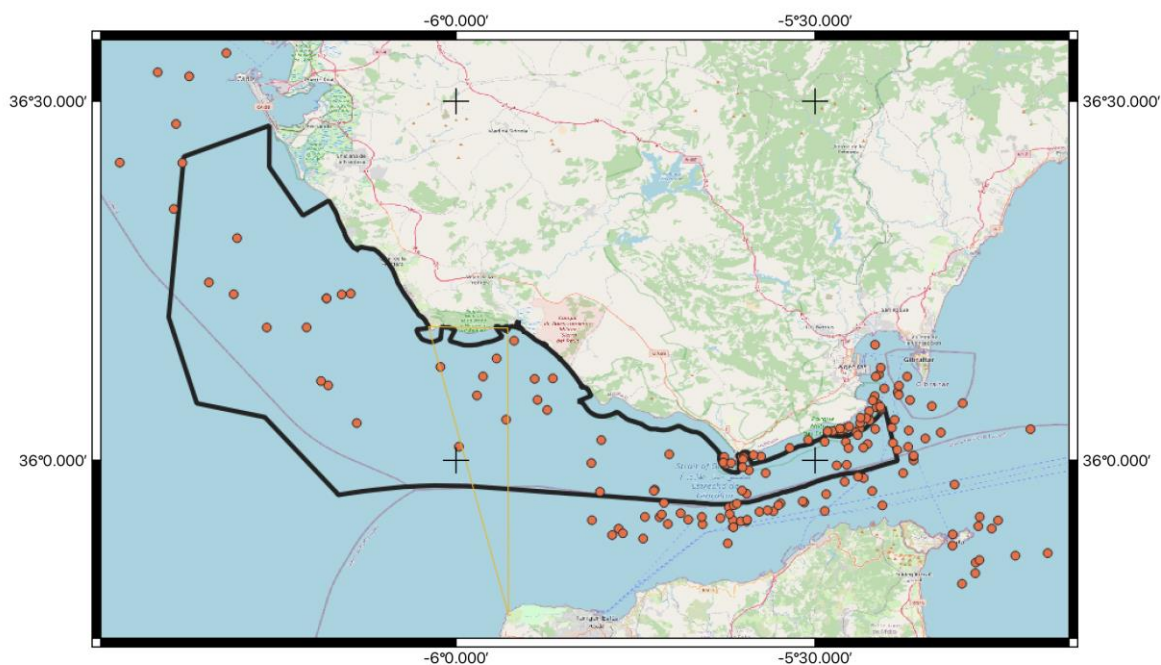


Fig 55. Distribución de avistamientos de tortugas marinas en el futuro LIC. Fuente: elaboración propia

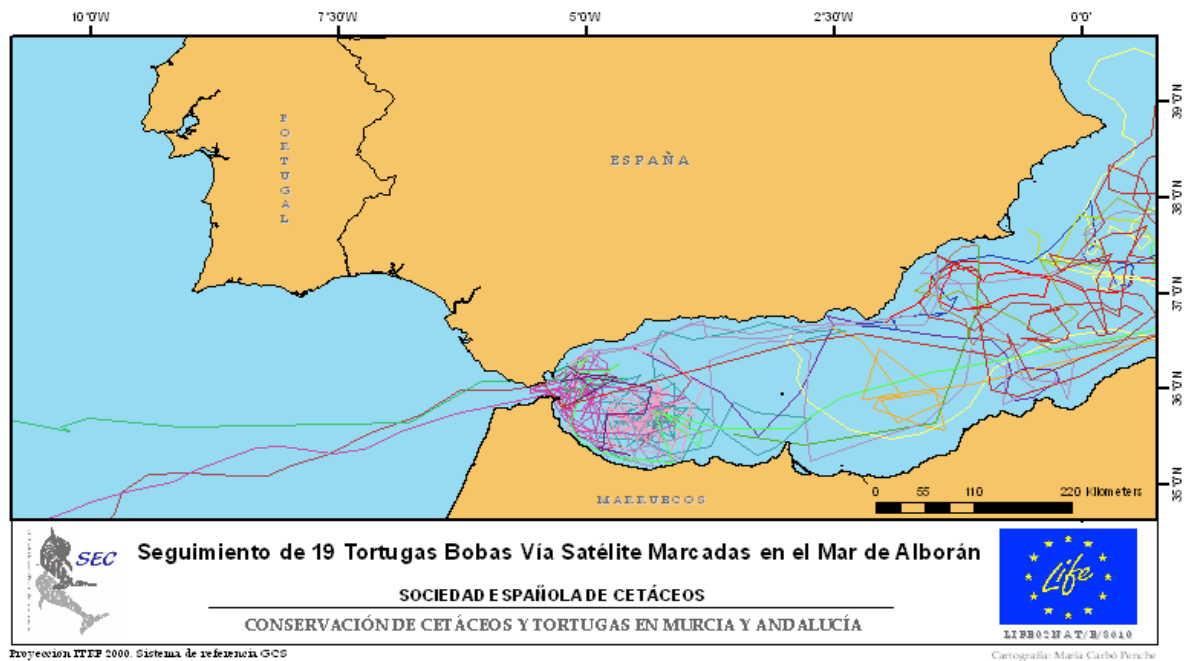


Fig 56. Seguimiento satélite de tortugas marinas. Fuente: LIFE Conservación de cetáceos y tortugas en Murcia y Andalucía.

Esta información, unida a la obtenida por medio de procesos de marcaje recaptura en el LIFE para la Conservación de cetáceos y Tortugas marinas en Murcia y Andalucía, deja de manifiesto que existe una presencia importante de tortugas bobas en el Estrecho de Gibraltar. Todos los datos presentados en este apartado serán objeto de estudio minucioso a lo largo del proyecto.

5.3. Tortuga laúd (*Dermochelys coriácea*)

Ejemplares de tortuga laúd son observables en el Mediterráneo (Crespo *et al.* 1988, Casale *et al.* 2003) y en aguas españolas (Camiñas 1998), y ejemplares de esta especie varan con frecuencia en las costas del Sur de España (García & Chamorro 1984, Bellido *et al.* 2018). Sin embargo, nunca se ha observado en aguas del Estrecho desde los estudios realizados por CIRCE, y tan solo se puede considerar esta especie como ocasional.

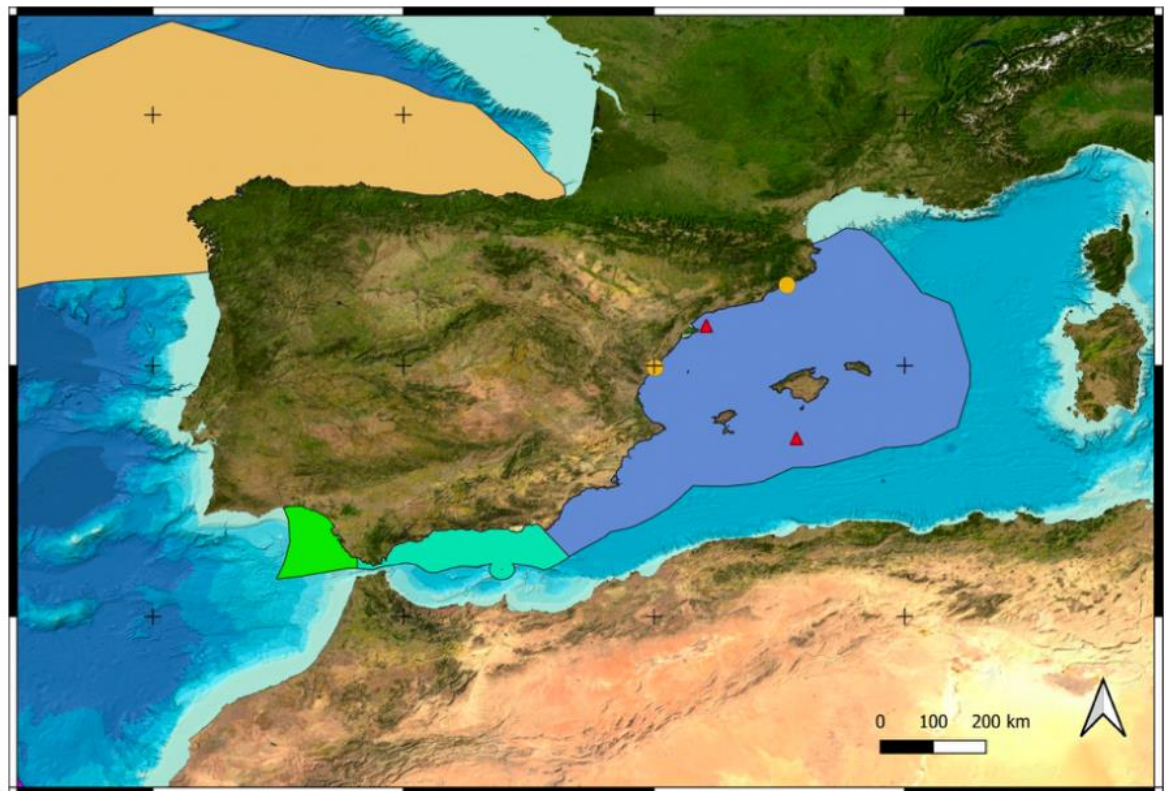


Figura 4. Datos de observaciones de Tortuga laúd. Leyenda: círculos amarillos, avistamientos proporcionados AHE; triángulos rojos, capturas incidentales proporcionadas IEO.

Fig 57. Datos de observaciones de tortugas laúd publicados por Camiñas et al 2021.

5.4. Tortuga verde (*Chelonia mydas*)

La tortuga verde es una especie ocasional en todo el litoral español peninsular, con observaciones aisladas en Galicia, Asturias y presente habitualmente en Canarias, en el Atlántico, estrecho de Gibraltar y en las Islas Chafarinas, Mar de Alborán, Baleares, Levante y Cataluña en el Mediterráneo (López- Jurado & Andreu 1997, Camiñas 2004). Tan solo se tiene constancia de 2 observaciones de la especie en aguas del mar de Alborán y dos capturas incidentales. No se ha observado a lo largo de los seguimientos realizados por CIRCE.

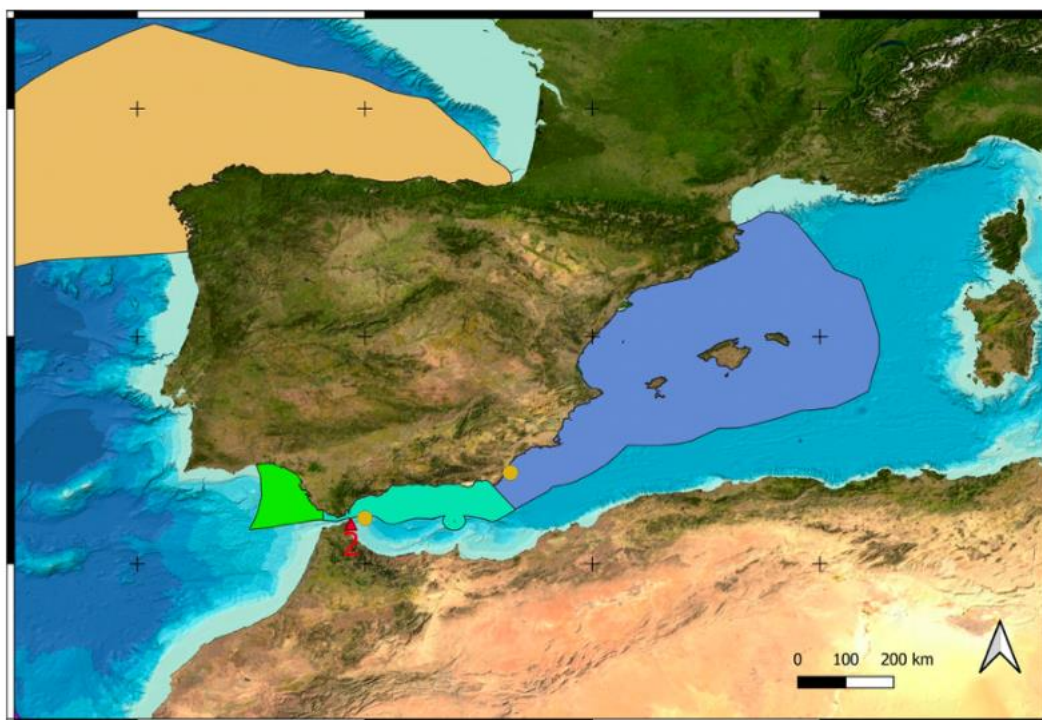


Figura 5. Distribución de las observaciones de tortuga verde registradas en el Mediterráneo español durante el periodo de estudio. Leyenda: círculos amarillos, avistamientos proporcionados AHE; triángulos rojos, capturas incidentales proporcionadas IEO.

Fig 58. Datos de observaciones de tortugas verde publicados por Camiñas et al 2021.

5.5. Conclusiones

Una vez realizada la revisión queda claro que el próximo LIC del Estrecho tendrá una importante presencia de tortugas bobas, probablemente en sus procesos de migración. Queda por dilucidar cuáles son las presiones a las que se verán sometidas. Es fundamental modelizar la presencia de estas, en función de las corrientes tanto superficiales como del fondo del Estrecho. Por ello, se realizará un análisis profundo de las mismas, y se procederá a realizar modelos de predicción con ese tipo de covariables.

6. Conclusiones generales.

Como conclusión final, cabe resaltar que 7 especies de cetáceos delfín mular (*Tursiops truncatus*) delfín común (*Delphinus delphis*), delfines listados (*Stenella coeruleoalba*), calderón gris (*Grampus griseus*), calderón común (*Globicephala melas*) (tanto costeros como oceánicos), rorcual común (*Balaenoptera physalus*) y orcas (*Orcinus orca*) y 1 de tortuga marina (tortuga boba - *Caretta caretta*), tendrán cabida en el futuro LIC del Estrecho occidental. En el caso de delfines mulares, incluidos en el Anexo II de la Directiva Hábitat, el LIC protegerá dos ecotipos de la especie, delfines mulares del Estrecho de Gibraltar, y los delfines mulares costeros del Golfo de Cádiz, que actualmente no están incluidos en el ámbito de ningún espacio marino protegido. Los delfines mulares oceánicos, del golfo de Cádiz, estarían protegidos por el LIC-ESZZ16002-Volcanes de fango del Golfo de Cádiz, definido a lo largo del proyecto INDEMARES. De la misma forma, protegerá el posible canal de migración de tortugas bobas, especie prioritaria en la Red Natura 2000.

A lo largo del proyecto actual, se procederá a recabar información sobre posibles presiones, y problemáticas que puedan poner en entredicho la presencia de estas especies, y se procederá a proponer medidas de gestión

que permitan disminuir esas presiones. De la misma forma, se precederá a afinar los conocimientos que ya existen sobre estas especies, lo que permitirá aplicar estas medidas de forma espacio-temporal.

7. Bibliografía

- Aguilar A, Lens S (1981) Preliminary report on spanish whaling activities. Rep Int Whal Commn 31:639-643.
- Akamatsu, T., Hatakeyama, Y. and Takatsu, N. (1993) Effect of Pulse Sounds on Escape Behaviour of False Killer Whales.
- Akamatsu, T., Hatakeyama Y., Kojima, T. and Soeda, H. 1994. Echolocation rates of two harbor porpoises (*Phocoena phocoena*). Marine Mammal Science 10: 401-411.
- ALNITAK (2001) Proyecto de identificación de áreas de especial interés para la conservación de cetáceos en el Mediterráneo español, Grupo de Investigación de Cetáceos de la UAM.
- Aloncle H (1964) Premières observations sur les petits Cétacés des côtes marocaines. Bull Inst Pech Maroc 12:21-42.
- Amundin, M. (1991). Sound production in odontocetes with emphasis on the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*. Doctoral Dissertation, Department of Zoology, Division of Functional Morphology, University of Stockholm.
- Andersen, S. (1970). Auditory sensitivity of the harbour porpoise *Phocoena phocoena*. In: G. Pilleri (ed.). Investigations on Cetacea, Vol II. - Institute of Brain Anatomy, Bern, 255-259.
- Anderson, D. R. and Burnham, K. P. (1999) Understanding information criterion for selection among capture-recapture or ring recovery models. Bird Study, 46: 14-21.
- André, M. and Degollada, E. 2003 Effects of shipping noise on sperm whale populations. Poster presented at the European Cetacean Society Conference, Las Palmas de Gran Canaria, March 2003.
- Anónimo (2001) San Francisco–Oakland Bay Bridge, East Span Seismic Safety Project, Pile Installation Demonstration Project, Fisheries Impact Assessment. PIDP EA 01208, Caltrans contract 04A0148, Task Order 205.10.90, PIDP 04-ALA-80–0.0/0.5, p 1–32
- Anónimo (2001), "Proyecto de "Identificación de las áreas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español" ", Dirección General para la Conservación de la Naturaleza.
- Anónimo (2002) Horns Reef—noise in the sea during piledriving of a turbine foundation. Report from Tech-Wise A/S, Fredericia, p 1–49 (in Danish)
- Anónimo (2002). Informe de las actuaciones del centro de recuperación de especies marinas amenazadas (C.R.E.M.A.) durante el año 2002. 10pp
- Anónimo (2003). Informe de las actuaciones del centro de recuperación de especies marinas amenazadas (C.R.E.M.A.) durante el año 2003. 14pp
- Anónimo. 1990. Decline of the Sea Turtles. Causes and Prevention. National Academy Press. Washinton, D.C. 259 pp.
- Argano, R., & F. Baldari. 1983. Status of western Mediterranean sea turtles. Rapport et Proces Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée, 28(5): 233-235.
- Arveson PT, Vendittis DJ (2000) Radiated noise characteristics of a modern cargo ship. J Acoust Soc Am 107:118–129 293.
- Au WWL, Ford JK, Horne JK, Allman KAN (2004) Echolocation signals of free-ranging killer whales (*Orcinus orca*) and modeling of foraging for Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*). J Acoust Soc Am 115:901–909.

- Au WWL, Moore PWB (1990) Critical ratio and critical bandwidth for the Atlantic bottlenose dolphin. *J Acoust Soc Am* 88:1635–1638.
- Au, W.W.L. 1993. *The sonar of dolphins*. Springer-Verlag, New York. 277pp.
- Au, W.W.L., Floyd, R.W., Penner, R.H. and Murchison, A.E. 1974. Measurement of echolocation signals of the Atlantic bottlenose dolphin, *Tursiops truncatus* Montagu, in open waters. *Journal of the Acoustical Society of America* 56: 1280-1290.
- Au, W.W.L., Nachtigall, P.E. and Pawloski, J.L. 1997. Acoustic effects of the ATOC signal (75Hz; 195 dB) on dolphins and whales. *Journal of the Acoustical Society of America* 104: 2273-2275.
- Awbrey, F.T., Thomas, J.A. and Kastelein, R.A. 1988. Low frequency underwater hearing sensitivity in belugas; *Delphinapterus leucas*. *Journal of the Acoustical Society of America* 84: 2273-2275.
- Awbrey, F.T., Thomas, J.A., Evans, W.E. and Leatherwood, S. 1982. Ross Sea killer whale vocalizations: Preliminary description and comparison with those of some Northern Hemisphere killer whales. *Reports of the International Whaling Commission* 32: 667-670.
- Backus, R.H. and Schevill, W.E. 1966. Physeter clicks. In *Whales, Dolphins and Porpoises* (ed. K.S. Norris), pp. 510- 527. University of California Press, Berkeley, California.
- 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. 1988. *Marine turtles in Turkey. Status survey 1988 and recommendations for conservation and management*. W.W.F. for Nature. Gland. 24 pp.
- Barret-Lennard, L.G (2000). Population structure and mating strategies patterns of killer whales (*Orcinus orca*) as revealed by DNA analysis. *Zoology*. Vancouver, British Columbia, Univeristy of British Columbia : 97.
- Basso, R. 1996. Primi documentati casi di schiusa sull litorale del Mare Adriatico di tartaruga comune (*Caretta caretta*) con l'auxilio di unità cinofile. In *Atti del Convegno sulla fauna degli Iblei*, 153-157. Noto, Italy: Ente Fauna Siciliana.
- Bayed A, Beaubrun PC (1987) Les mammifères marins du Maroc: Inventaire préliminaire. *Mammalia* 51(3):437-446.
- 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.
- Betke, K., Schultz-von Glahn, M. and Matuschek, R. (2004). Underwater noise emissions from offshore wind turbines. Paper presented on CFA/DAGA 2004, 2 pp. (<http://www.ltap.de/ltap.htm>)
- Bjorndal, K.A, A. B. Bolten, J. Gordon & J.A. Camiñas. 1994. *Caretta caretta* (Loggerhead) growth and pelagic movements. *Herpetological Review*, 25(1): 23-24.
- Blackwell SB, Lawson JW, Williams JT (2004) Tolerance by ringed seals (*Phoca hispida*) to impact pipe-driving and construction sounds at an oil production island. *J Acoust Soc Am* 115:2346–2357.
- Bolten, A., H. Martins, K.A. Bjorndal, M. Cocco, & G. Gerosa. 1992. *Caretta caretta* (Loggerhead) pelagic movement and growth. *Herpetological Review*, 23(4): 116.
- Bowen, W.B., J.C. Avise, J.I. Richardson, A.B. Meylan, D. Margaritoulis & S.R. Hopkins-Murphy. 1993. Population structure of Loggerhead Turtles (*Caretta caretta*) in the Northwestern Atlantic Ocean and Mediterranean Witherington. Washington D.C., Smithsonian Institution Books. *Sea. Conservation Biology*, 7 (4): 834-844.
- Bradai, M.N. 1995. Nidification de la caouanne *Caretta caretta* sur les plages surest de la Tunisie. Rapport et Proces Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée 34:237.

- Broderick, A.C. & B.J. Goodley, 1996. Population and nesting ecology of the green turtle, *Chelonia mydas*, and the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, in Northern Cyprus. *Zoology In The Middle East*, 13:27-46.
- Broderick, A.C., B.J. Goodley, A. Kelly & A. McGowan. 1997. Glasgow University turtle conservation expedition to northern Cyprus 1995. Expedition report. Swansea: Marine Turtles Research Group, University of Wales. 37 pp.
- Brodie, D.A. and Hanson, H.M. 1960. A study of the factors involved in the production of gastric ulcers by the restraint technique. *Gastroenterology* 38: 353-360.
- Brongersma, L.D. 1972. European Atlantic Turtles. *Zoologische Verhandlingen*, 121:318.
- Bryden, M.M. and Molyneux, G.S. 1986. Ultrastructure of encapsulated mechanoreceptor organs in the region of the nares. In *Research on Dolphins* (ed. M.M. Bryden and R. Harrison), pp. 99-107. Clarendon Press, Oxford.
- Buisson L. (2004). Evaluation des effectifs, de la distribution spatiale et de l'organisation sociale de l'orque (*Orcinus orca*) dans la région du détroit de Gibraltar. DEA Thesis, Université de Strasbourg, France.
- Busnel, R.-G. and Dziedic, A. 1966. Acoustic signals of the pilot whale *Globicephala melaena* and of the porpoises *Delphinus delphis* and *Phocoena phocoena*. In *Whales, dolphins and porpoises* (ed. K.S. Norris), pp. 607-646. University of California Press, Berkeley.
- Busnel, R.G., Dziedzic, A. and Andersen, S. 1965. Rôle de l'impédance d'une cible dans le seuil de sa détection par le système sonar du marsouin *P. phocaena*. *C.R. Séances Soc. Biol.* 159: 69-74.
- Caldwell, D.K., Caldwell, M.C. and Miller, J.F. 1969. Three brief narrow-band sound emissions by a captive male Risso's dolphin, *Grampus griseus*. Los Angeles County Museum Natural History Foundation Technical Report 5. 6pp.
- Caldwell, M.C. and Caldwell, D.K. 1967. Intraspecific transfer of information via pulsed sound in captive odontocete cetaceans. In *Animal Sonar Systems: Biology and Bionics II* (ed. R.-G. Busnel), pp. 879-937. Laboratoire de Physiologie Acoustique, Jouy-en-Josas, France.
- Caldwell, M.C. and Caldwell, D.K. 1968. Vocalizations of native captive dolphins in small groups. *Science* 159: 1121-1123.
- Caldwell, M.C., Caldwell, D.K., and Tyack, P.L. 1990. Review of the signature-whistle hypothesis for the Atlantic bottlenose dolphin. In *The Bottlenose Dolphin* (ed. S. Leatherwood and R.R. Reeves), pp. 199-234. San Diego: Academic Press. 653pp.
- Camiñas J.A., (2005), Biología y comportamiento migratorio de la tortuga boba (*Caretta caretta* Linnaeus, 1758) en el Mediterráneo occidental. Análisis de las interacciones con las flotas pesqueras españolas y propuestas para mejorar la gestión de la especie. Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid, 267pp.
- Camiñas, J.A. & J. Valeiras. 2000. Datos preliminares sobre la captura accidental de tortugas marinas en las pesquerías de palangre de superficie en el Mediterráneo occidental en 1999. Libro de Resúmenes del VI Congreso Luso-Español y X Congreso Español de Herpetología. Universidad de Valencia. 160
- Camiñas, J.A. & J.M. de la Serna. 1995a. The loggerhead distribution in the western Mediterranean Sea as deduced from captures by the Spanish long line fishery. In Llorente et al. (Eds.). *Scientia Herpetologica* 1995: 316-323.
- Camiñas, J.A. 1992. Hipótesis migratoria de la Tortuga Boba (*Caretta caretta*) en el Mediterráneo occidental a partir de datos procedentes de pesquerías de superficie. Actas del 1er Congreso Nacional de Reptiles Marinos. Bagur (Gerona). 22-23 Octubre de 1992.
- Camiñas, J.A. 1995a. The loggerhead *Caretta caretta* (Linnaeus, 1758) pelagic movements through the Gibraltar Strait. Rapport et Procès Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée, 34:238.

- Camiñas, J.A. 2004b. Tortuga Boba recuperada en Cuba tras ser marcada en el Mediterráneo. *Quercus*, 219:14-15.
- Camiñas, J.A., J. Valeiras & J.P. del Árbol, 2003a. Epibiontic occurrence on Loggerhead turtle (*Caretta caretta*) in the western Mediterranean and applications on biogeography. In Margaritoulis D. & A. Demetropoulos (editors), 2003. Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles. Barcelona Convention – Bern Convention – Bonn Convention (CMS). Nicosia, Cyprus, 270pp.:87
- Camiñas, J.A., J. Valeiras, & J. M. de la Serna. 2003b. Spanish surface longline gear types and effects on marine turtles in the western Mediterranean sea. In Margaritoulis D. & A. Demetropoulos (editors), 2003. Proceedings of the First Mediterranean Conference on Marine Turtles. Barcelona Convention – Bern Convention – Bonn Convention (CMS). Nicosia, Cyprus,:88-93.
- 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., 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 Submitted.
- Cañadas, A., Sagarminaga, R., De Stephanis, R. Urquiola, E. and 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: 495–521.
- Carr, A.F. 1987. New perspectives on the pelagic stages of sea turtle development. *Conservation Biology*, 1(2): 103-121.
- Carr, A.F., M.H. Carr & A.B. Meylan. 1978. The ecology and migrations of sea turtles, 7. The west Caribbean green turtle colony. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 162:1-46.
- Chao, A. (1989). Estimating population size for sparse data in capture-recapture experiments. *Biometrics*, 45: 427-438.
- Chao, A., Lee, S.M. and Jeng, S.L. (1992). Estimating population size for capture-recapture data when capture probabilities vary by time and individual animal. *Biometrics*, 48: 201-216.
- Charlesworth, B. (1980). *Evolution in age structured populations*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom.
- Choquet R., Reboulet A.-M., Pradel R., Gimenez O. and Lebreton J.D. (2003). U-care version 2.0 user's guide. Mimeographed document, CEFE-CNRS, Montpellier, France.
- Clark, C.W. 1990. Acoustic behavior of mysticete whales. In *Sensory Abilities of Cetaceans. Laboratory and Field Evidence* (ed. J.A. Thomas and R.A. Kastelein), pp. 571-584. Plenum Press, New York. 710pp.
- Clarke, M, A.C. Campbell, W.S. Hameis, & S. Ghoneim. 2000. Preliminary report on the status of marine turtles nesting populations on the Mediterranean coasts of Egypt. *Biological Conservation*, 94:363-371.
- Clusa, M., Carreras, C., Pascual, M., Gaughran, S. J., Piovano, S., Giacomini, C., ... & Cardona, L. (2014). Fine-scale distribution of juvenile Atlantic and Mediterranean loggerhead turtles (*Caretta caretta*) in the Mediterranean Sea. *Marine biology*, 161(3), 509-519.
- Cocco, M. & G. Gerosa, 1990. Progetto tartarughe marine. Rapporto attività 1990. WWF-Italy. Rome:Dipartimento di Biologia Animal e dell'Uomo; Università La Sapienza. Unpublished report
- Cohn, L.A. 1991. The influence of corticosteroids on host defence mechanisms. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 5: 95-104.
- Conesa Fernandez-Vitoria (1995): *Guía Metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental*. Ed. Mundiprensa. Madrid.

- Corbett, K. 1989. Conservation of European Reptiles and Amphibians. Christopher Helm. London. 274pp.
- CREMA. 2002. Seguimiento, vigilancia y estudio del primer nido de tortuga boba (*Caretta caretta*) registrado en las costas de Andalucía. En: Informe de varamientos de tortugas marinas en el litoral andaluz. Año 2001, 12pp.
- Cummings, J. (2003). Seismic Surveys: What we don't know may hurt – Report prepared for Greenpeace. Acoustic Ecology Institute Santa Fe, USA.
- Cummings, W.C. and Thompson, P.O. 1994. Characteristics and seasons of blue and finback whale sounds along the U.S. west coast as recorded at SOSUS stations. Journal of the Acoustical Society of America 95: 2853.
- Cummings, W.C., Thompson, P.O. and Ha, S.J. 1986. Sounds from Bryde's, *Balaenoptera edeni*, and finback, *Balaenoptera physalus*, whales in the Gulf of California. Fishery Bulletin 84: 359-370.
- Dalen, J. and Knutson, G.M. 1986. Scaring effects in fish and harmful effects on eggs, larvae and fry by offshore seismic explorations. In Progress in Underwater Acoustics (ed. H.M. Merklinger), pp. 93-102. London: Plenum Press. 835 pp.
- Dalheim, M.E. and Ljungblad, D.K. 1990. Preliminary hearing study on gray whales *Eschrichtius robustus* in the field. In Sensory Abilities of Cetaceans. Laboratory and Field Evidence (ed. J.A. Thomas and R.A. Kastelein), pp. 335-346. Plenum Press, New York. 710pp.
- Darroch, J.N. (1958). The multiple recapture census: I. Estimation of a closed population. Biometrika 45(3/4): 336-351.
- David, J.A. (2006). Likely sensitivity of bottlenose dolphins to pile-driving noise. Water and Environment
- 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 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 the oceanographic context, Marine Ecology Progress Series, Submitted.
- 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.
- Degn U (2000) Offshore wind turbines—VVM, underwater noise measurements, analysis, and predictions. Ødegaard & Danneskiold-Samsøe A/S, Rep No 00-792 rev. 1. p 1-230 (also available at: <http://uk.nystedhavmoellepark.dk>)
- Demetropoulos, A. & M. Hadjichristophorou. 1989. Sea Turtles Conservation in Cyprus. Marine Turtle Newsletter, 44:4-6.
- Di Palma, M.G. 1978. Notizie sulle tartarughe marine in Sicilia. Naturalista Siciliano, ser. 4, 2 (1-2):1-6.
- Diercks, K.J. 1972. Biological sonar systems: A bionics survey. Applied Research Laboratories, ARL-TR-72-34. University of Texas, Austin, Texas.
- Diercks, K.J., Trochta, R.T., Greenlaw, C.F. and Evans, W.E. 1971. Recording and analysis of dolphin echolocation signals. Journal of the Acoustical Society of America 49: 1729-1732.
- Dodd, C. K, 1988. Synopsis of the biological data on the Loggerhead Sea Turtle *Caretta caretta* (Linnaeus 1758). U.S. Fish and Wildlife Service Biological Report, 88(14), 1-110.

- Douglas-Hamilton, I. 1973. On the ecology and behaviour of the Lake Manyara elephants. *E.Afr.Wildl.J.* 11:401-3.
- Edds, P.L. 1988. Characteristics of finback *Balaenoptera physalus* vocalizations in the St. Lawrence Estuary. *Bioacoustics* 1: 131-149.
- Edrén, S.M.C., Teilmann, J., Dietz, R. and Carstensen, J. (2004). Effects from the construction of Nysted Offshore Wind Farm on seals in Rødsand seal sanctuary based on remote video monitoring. Report request. Commissioned by ENERGI E2 A/S. National Environmental Research Institute. 31 p.
- Engas, A., Lokkeborg, S., Ona, E. and Soldal, A.V. 1993. Effects of seismic shooting on catch and catch availability of cod and haddock. *Fiskenog Havet* 9: 117.
- Erbe, C. (2002). Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus orca*), based on an acoustic impact model. *Mar. Mamm. Sci.* 18, 394-419.
- Erk'arkan, F. 1993. Nesting biology of loggerhead turtles *Caretta caretta* L. on Dalyan Beach, Mugla-Turkey. *Biological Conservation*, 66 (1): 1-4.
- Evans, W.E. 1973. Echolocation by marine delphinids and one species of freshwater dolphin. *Journal of the Acoustica 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.
- Fernández Casado M, De Stephanis R, Perez Gimeno N (2000)b Cetacean populations in the Strait of Gibraltar: a first approach. 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 324-328
- Fernández Casado M, Fernández EJ, García E, Mons JL (1999) Record of stranded cetaceans on the Andalusian coast (southern Iberian Peninsula), Ceuta and Melilla (northern Africa) during the period (1996-1998). In: Evans PGH, Cruz J, Raga JA (eds) *European Research on Cetaceans 13: Thirteenth annual conference of the European Cetacean Society*, Valencia, Spain, p 201-205
- Fernández Casado M, Ploner R, Vargas F, De Stephanis R (2000)a Aproximación al estudio de las poblaciones de las diferentes especies de cetáceos en el estrecho de Gibraltar: Resultados preliminares IV Jornadas de Flora, Fauna y Ecología del Campo de Gibraltar. *Almoraima- Revista de Estudios Campogibaltareños*, Tarifa, p 209-218
- Fernández, A., Edwards, J.F., Rodríguez, F., Espinosa de los Monteros, A., Herráez, P., Castro, P., Jaber, J.R., Martín, V., & Arbelo, M. (2005) "Gas and fat embolic syndrome" involving a mass stranding of beaked whales (Family Ziphiidae) exposed to antropogenic sonar signals. *Vet Pathol*, 42, 446-457.
- Filella i Subirá, E. & I. Esteban-Guinea. 1992. ¿Cría *Caretta caretta* en las costas Mediterráneo españolas?. II Congreso Luso Español y VI Congreso Español de Herpetología. Poster. Granada.
- Fisher, W., M.L. Bauchot, & M. Schneider (rédacteurs). 1987. Fiches FAO d'identification des espèces pour les besoins de la pêche. (Révision 1). Méditerranée et mer Noir. Zone de pêche 37. Volume II. Vertébrés. Publication préparée par la FAO, résultat d'un accord entre la FAO et la Commission des Communautés Européennes (Project GCP/INT/422/EEC) financée conjointement par ces deux organizations. Rome, FAO, Vol. 2: 761-1530.
- Ford, J.K.B. and Fisher, H.D. 1983. Group-specific dialects of killer whales (*Orcinus orca*) in British Columbia. In *Communication and Behaviour of Whales* (ed. R. Payne), pp. 129-161. AAAS Selected Symposia 76. Westview Press, Boulder, Colorado. 643pp.
- Frantzis A (1998) Does acoustic testing strand whales? *Nature* 392:29
- Freggi, D. 1997. Tartarughe marine a Lampedusa: Osservazione sulle stagioni riproduttive 1994-1996. In *Fauna del Mediterraneo: Immagini e note di ecologia marina*, 12-48. Quaderni dell'Acquario di Livorno 3. Livorno, Italy: Acquario di Livorno.

- Geldiay, R., T. Koray, & S. Balik. 1982. Status of sea turtle population (*Caretta caretta* and *Chelonia mydas*) in the northern Mediterranean sea, Turkey. In: Biology and conservation of sea turtles. Bjørndal, K. (ed.) pp. 425-433. Smithsonian Institutions Press, Washington D.C.
- Georges, A., C.J. Limpus, & R. Stontjesdijk. 1994. Hatchling sex in the marine turtle *Caretta caretta* is determined by proportion of development at temperature, net daily duration of exposure. Journal of Experimental Zoology, 270: 432.
- Gordon and Tyack 2001 Sound and cetaceans In: Marine mammals: biology and conservation (Ed by P.G.H Evans and J.A. Raga), pp 139-197, Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York
- Gordon, J., Gillespie, D., Potter, J., Frantzis, A., Simmons, M., Swift, R. and Thompson, D. (2004). A review of the effects of seismic surveys on marine mammals. Marine Technology Society Journal 37, 16-34.
- Gramentz, D. 1989. Marine turtles in the central Mediterranean Sea. Centro 1:4-56.
- Guinet C., Mate B., Bentaleb I., André J.-M., Mayzaud P., de Stephanis R. 2005. Where are the Mediterranean fin whales when the Summer is over? Abstracts, 19th Annual Conference of the European Cetacean Society, La Rochelle, France, 2-7 April 2005:24
- Haddoud, D.A. & H. El Gomati. 1997. The coast survey of marine turtle activity along the coast of Libya. Phase 2. Between Sirte and Misratah. Deuxieme Journées Maghrébienes des Sciences de la Mer. Aghezdis, Agadir, Morocco: ISTPM. Unpublished report.
- 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.
- Henriksen OD, Teilmann J, Carstensen J (2003) Effects of the Nysted offshore wind farm construction on harbour porpoises the 2002 annual status report for the acoustic TPOD monitoring programme. National Environmental Research Institute, Roskilde
- Hirth, H.F. & L. Hollingworth. 1973. Report to the Government of the People's Democratic Republic of Yemen on marine turtles management. United Nations Development Program nº TA3178. FAO, Rome. 12 pp.
- Hooge PN, Eichenlaub B, (2000) Animal movement extension to Arcview, ver 2.0. Alaska Science Center - Biological Science Office, U.S. Geological Survey, Anchorage, AK, USA ([http://www.absc.usgs.gov/globa/gistools/index.htm#ANIMAL MOVEMENT](http://www.absc.usgs.gov/globa/gistools/index.htm#ANIMAL%20MOVEMENT))
- Hughes, G.R. 1974. The Sea turtles of South-East Africa I. Status, morphology and distributions. II. The biology of the Tongaland loggerhead turtle *Caretta L.* with comments on the leatherback *Dermochelys coriacea L.* and the green turtles *Chelonia mydas L.* in the study region. Oceanographical Research Institute (2 West Street, Durban, South Africa), Investigational Reports: 35 and 36.
- Hurvich, C.M. and Tsai, C.-L. (1989). Regression and time series model selection in small samples. Biometrika 76:297-307.
- Ingemansson Technology AB (2003) Utgrunden offshore wind farm measurements of underwater noise. Report 11-00329-03012700. Ingemansson Technology A/S, Gothenburg
- Ingram. S (2000). The Ecology and Conservation of Bottlenose Dolphins in the Shannon Estuary, Ireland. PhD Thesis, University College Cork. 170 pp.
- International Whaling Commission (2001). Report of the Workshop on Status and Trends of Western North Atlantic Right Whales. Journal of Cetacean Research and Management 2:61-87.
- ITAP – Institut für technische und angewandte Physik GmbH (2005). Ermittlung der Schalldruck- Spitzenpegel aus Messungen der Unterwassergeräusche von Offshore-WEA und Offshore- Rammarbeiten. Report commissioned by biola (biologisch-landschaftsökologische Arbeitsgemeinschaft)
- Jepson, P.D., Arbelo, M., Deaville, R., Patterson, I.A.P., Castro, P., Barkers, J.R., Degollada, E., Ross, H.M., Herráez, P., Pocknell, A.M., Rodríguez, F., Howie, F.E., Espinosa, A., Reid, R.J., Jabert, J.R., Martin,

- V., Cunningham, A.A., & Fernández, A. (2003) Gas-bubble lesions in stranded cetaceans. *Nature*, 425.
- Johnson CS (1967) Sound detection thresholds in marine mammals. In: Tavolga WN (ed) *Marine Bioacoustics II*. Pergamon, Oxford, p 247–260
- Johnson CS, McManus MW, Skaar D (1989) Masked tonal hearing thresholds in the beluga whale. *J Acoust Soc Am* 85:2651–2654
- Kamminga, C. and Wiersma, H. 1981. Acoustical similarities and differences in odontocete sonar signals. *Aquatic Mammals* 8: 41-62.
- Kaska, Y., R. Downie, R. Tippet & R.W. Furness. 1998. Natural temperature regimes for loggerhead and green turtle nests in the eastern Mediterranean. *Canadian Journal of Zoology*: 76:723-729.
- Kasperek, M. 1993. Marine Turtles Conservation in the Mediterranean. *Marine Turtles in Egypt. Phase I, Survey on the Mediterranean coast between Alexandria and El-Salum*. Report founded by MEDASET, RAC/SPA and NIOF (Egypt), London U.K.
- Kasperek, M. 1995. The nesting of marine turtles on the coast of Syria. *Zoology in the Middle East*, 11:52-62.
- 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, measurements, noise and ecology. *J. Acoust. Soc. Am.* 103, 2216-2228.
- Kastelein RA, Bunschoek P, Hagedoorn M, Au WWL, de Haan D (2002) Audiogram of a harbor porpoise (*Phocoena phocoena*) measured with narrow-band frequency modulated signals. *J Acoust Soc Am* 112:334–344
- Kastelein, R.A., Hagedoorn, M., Au, W.W.L. and de Haan, D. (2003). Audiogram of a striped dolphin (*Stenella coeruleoalba*). *J. Acoust. Soc. Am.* 113, 1130-1137.
- Kastelein, R.A., Nieuwstraten, S.H., Stall, C., van Ligteneberg, C.L. and Versteegh, D. 1997. Low-frequency aerial hearing of a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*). In *The Biology of the Harbour Porpoise* (ed. A.J. Read et al.). De Spil Publishing, Woerden, The Netherlands.
- Kastelein, R.A., van der Heul, S., Verboom, W.C., Triesscheijn, R.J.V. and Jennings, N. (2006). The influence of underwater data transmission sounds on the displacement behaviour of captive harbour seals (*Phoca vitulina*). *Mar. Env. Res.* 61, 19-39.
- Kastelein, R.A., Verboom, W.C., Muijsers, M., Jennings, N.V. and van der Heul, S. (2005). The influence of acoustic emissions for underwater data transmission on the behaviour of harbour porpoises (*Phocoena phocoena*) in a floating pen. *Mar. Env. Res.* 59, 287-307.
- Katona, S., Baxter, B., Brazier, O., Kraus, S., Perkins, J. and Whitehead, H. 1979. Identification of humpback whales by fluke photographs. Pp 33-44. In: H.E Winn and B.L.Olla (eds.), *Behavior of Marine Mammals, Vol. 3: Cetaceans*. Plenum Press, New York, London. 438 pp.
- Knust R, Dalhoff P, Gabriel J, Heuers J, Hüppop O, Wendelin H (2004) Untersuchungen zur Vermeidung und Verminderung von Belastungen der Meeresumwelt durch Offshore- Windenergieanlagen in küstenfernen Bereich der Nord- und Ostsee. 62/03. Umweltbundesamt, BÜsum
- Kolchin, S.P. and Bel'kovich, V.M. 1973. Tactile sensitivity in *Delphinus delphis*. *Zoologicheskii zhurnal* 52: 620-622.
- Koschinski S, Culik BM, Henriksen OD, Tregenza N, Ellis G, Jansen C, Kathe C (2003) Behavioural reactions of free-ranging porpoises and seals to the noise of a simulated 2 MW windpower generator. *Mar Ecol Prog Ser* 265:263–273
- Krahn, M.M., Wade, P.R., Kalinowski, S.T., Dahlheim, M.E., Taylor, B.L., Hanson, M.B., Ylitalo, G.M., Angliss, R.P., Stein, J.E. and Waples, R.S. (2002). Status review of Southern Resident killer whales (*Orcinus orca*)

- under the Endangered Species Act. U.S. Dept. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-NWFSC-54, 133 p.
- Kuller, Z. 1999. Current status and conservation of marine turtles on the Mediterranean coasts of Israel. *Marine Turtle Newsletter*, 86:3-5.
- Lagadere, J.P. 1982. Effects of noise on growth and production of shrimp (*Crangon crangon*) in rearing tanks. *Marine Biology* 71: 177-185.
- Laurent, L. 1990a . L'origine des tortues Caouannes *Caretta caretta* de Méditerranée occidentale. Rapport et Procès Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée, 32(1):240.
- Laurent, L. 1990b. Les tortues marines en Algérie et au Maroc (Méditerranée). *Bulletin Société Herpetologique France*, 55: 1-23.
- Laurent, L., M.N. Bradai, D.A. Hadoud, & H.E. El Gomati. 1995. Marine turtle nesting activity assesment on Libyan coast. Phase 1: survey of the coasts between the Egypcian border and Sirte. Joint project of (in alphabetical order): Marine Biology Research Centre (Tajura, Lybia), MEDASSET, RAC/SPA (MAP-UNED), Technical Centre for Environment Protection (TCEP,Tripoli),WWF International Programme. 35 pp.
- Laurent, L., M.N. Bradai, D.A. Hadoud, H.E. El Gomati & A.A. Hamza. 1999. Marine turtles nesting activity assessment on Libyan coasts. Phase 3. Survy of the coast between the Tunisian border and Misratah. Tunis :RAC/SPA (UNEP).
- Laurent, L., P. Casale, M.N. Bradai, B.J. Godle y, G. Gerosa, A.C. Broderick, W. Schoth, B. Schierwater, A.M. Levy, D. Freggi, E.M. Abd El-Mawla, D.A.Hadoud, H.E. Gomati, M. Domingo, M. Hadjichristophorou, L. Kornaraky, F. Demirayak & Ch. Gautier. 1998. Molecular resolution of marine turtles stock composition in fishery by-catch: A case study in the Mediterranean. *Molecular Ecology* 7:1529-1542.
- Lebreton, J.D., Burnham, K.P., Clobert, J. and Anderson, D.R. (1992). Modeling survival and testing biological hypotheses using marked animals: a unified approach with case studies. *Ecological Monographs* 62: 67-118.
- Levenson, C. 1974. Source level and bistatic target strength of the sperm whale *Physeter catodon* measured from an oceanographic aircraft. *Journal of the Acoustical Society of America* 55: 1100-1103.
- Lien, J., Todd, S., Stevick, P., Marques, F. and Ketten, D. 1993. The reaction of humpback whales to underwater explosions: orientation; movements and behaviour. *Journal of the Acoustical Society of America* 94: 1849.
- Lilly, J.C. and Miller, A.M. 1961. Sounds emitted by the bottlenose dolphin. *Science* 133: 1689-1693.
- Limpus, C.J. 1992. Estimating of tag loss in marine turtle research. *Wildlife Research*, 19: 457-469.
- Ljungblad, D.K., B. Würsig, S.L. Swartz, and J.M. Keene. 1988. Observations on the behavioral responses of bowhead whales (*Balaena mysticetus*) to active geophysical vessels in the Alaskan Beaufort Sea. *Arctic* 41: 183-194.
- Lutz, P. L. & J.A. Musick (Eds.). 1996. *The Biology of Sea Turtles*. CRC Marine Science Series. London. 448 pp.
- 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.
- Madsen, P.T., Wahlberg, M., Tougaard, J., Lucke, K. and Tyack, P. (2006). Wind turbine underwater noise and marine mammals: implications of current knowledge and data needs. *Mar. Ecol. Progr. Ser.* 309, 279-295.
- Manzella, S.A, C.T. Fontaine & B.A. Schroeder. 1988. Loggerhead sea turtle travels from Padre Island, Texas to the mouth of the Adriatic Sea. *Marine Turtles Newsletter*, 42:7.

- Margaritoulis, D. & D. Dimopoulos, 1993. The loggerhead *Caretta caretta* on Zakynthos. An update of monitoring and conservation work. Athens: Sea Turtle Protection Society.
- Margaritoulis, D. & T. Arapis. 1990. Monitoring and conservation of the Loggerhead sea turtle *Caretta caretta* in Greece. Report to WWF International on project 3825. Athens: Sea Turtle Protection Society. 26 pp.
- Margaritoulis, D. 1982. Observations on loggerhead sea turtles *Caretta caretta* activity during three nesting seasons (1977-1979) in Zakynthos, Greece. *Biological Conservation*, 24: 193-204.
- Margaritoulis, D. 1983. The inter-nesting interval of Zakynthos loggerheads. In: *Adaptations to terrestrial environments*. Edited by Margaris, N.S. Arianoutsou-Faragitaki, M. and Reiter, R.J. Plenum Press, New York, pp. 135-144.
- Margaritoulis, D. 1987. Nesting activity and factors affecting breeding of the loggerhead sea turtle *Caretta caretta* (L.) in Greece. Report to the EEC on project ENV-790-GR. Athens: Ministry of Environment. Unpublished.
- Margaritoulis, D. 1988. Nesting activity of the Loggerhead turtle in Zakynthos island during 1986 and 1987 nesting seasons. Athens, Ministry of Environment.
- Margaritoulis, D., A.F. Rees, M. Michalopoulos & Y. Dracopoulos. 1999. Monitoring and conservation of the loggerhead nesting population in southern Kyparissia Bay during 1998. Athens: Sea Turtle Protection Society. Unpublished.
- Margaritoulis, D., R. Argano, I. Baran, F. Bentivegna, M. N. Bradai, J. A. Camiñas, P. Casale, G. De Metrio, A. Demetropoulos, G. Gerosa, B. J. Godley, D. A. Haddoud, J. Houghton, L. Laurent, & B. Lazar. 2003. Loggerhead turtles in the Mediterranean Sea: Present knowledge and conservation perspectives. *Loggerhead Sea Turtles*, edited by A. B. Bolten and B. E. Witherington. Washington D.C., Smithsonian Institution Books. Chapter 11: 175-198.
- Márquez, M.R. 1990. *FAO Species Catalogue*. Vol. 11: Sea turtles of the world. An annotated and illustrated catalogue of sea turtles species know to date. *FAO Fisheries Synopsis* Nº 125, Vol. 11. Rome, FAO. 81 pp.
- McCauley, R.D., Fewtrell, J., Duncan, A.J., Jenner, C., Jenner, M.-N., Penrose, J.D., Prince, R.I.T., Adhitya, A., Murdoch, J. and McCabe, C. (2000). *Marine Seismic Surveys: Analysis and Propagation of Air Gun Signals; and Effects of Air-Gun Exposure on Humpback Whales, Sea Turtles, Fishes and Squid*. Report on research conducted for The Australian Petroleum Production and Exploration Association.
- Meininger L., P.A. Wolf, D.A. Hadoud & M.F. Essghaier. 1994. Ornithological survey of the coast of Libya, July 1993. Report 46. Zeist, The Netherlands: WIWO Report Series, 46:70 pp
- Meylan, A.B. & P.A. Meylan, 1999. Introduction to the evolution, life history and biology of sea turtles. In K. L. Eckert, K. A. Bjørndal, F. A. Abreu-Grovois & M. Donnelly (Editors). *Research and Management Techniques for the Conservation of Sea Turtles*. IUCN/SSC Marine Turtle Specialist Group Publication Nº 4: 3-5.
- Miller, J.D. 1997. Reproduction in sea turtles. In Lutz & Musick (Edit.) *The Biology of Sea Turtles*. CRC Marine Science Series. London:51-81.
- Moberg, G.P. 1985. Influence of stress on reproduction: a measure of well-being. In *Animal Stress* (ed. G.P. Moberg), pp 245-268. American Physiological Society, Bethesda.
- Monzón-Argüello, C., Rico, C., Carreras, C., Calabuig, P., Marco, A., & López-Jurado, L. F. (2009). Variation in spatial distribution of juvenile loggerhead turtles in the eastern Atlantic and western Mediterranean Sea. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 373(2), 79-86.
- Møhl B, Andersen S (1973) Echolocation: high-frequency component in the click of the harbour porpoise (*Phocoena ph. L.*). *J Acoust Soc Am* 54:1368–1372

- Moore, S.E. and Ridgeway, S.H. 1995. Whistles produced by common dolphins from the southern California Bight. *Aquatic Mammals* 21: 55-63.
- Moore, S.E., Francine, J.K., Bowles, A.E. and Ford, J.K.B. 1988. Analysis of calls of killer whales, *Orcinus orca*, from Iceland and Norway. *Rit Fisk.* 11: 225-2250.
- Morton, A.B., Gale, J.C. and Prince, R.C. 1986. Sound and behavioral correlations in captive *Orcinus orca*. In *Behavioral Ecology of Killer Whales* (ed. B.C. Kirkevold and J.S. Lockard), pp. 303-333. Alan R. Liss, New York. 457pp.
- Musick, J.A. & C.J. Limpus. 1996. Habitat utilization and migration in juvenile sea turtle. In P.L. Lutz and J.A. Musick (eds.) *The biology of sea turtles*, 137-163. Boca Raton, Fla.; CRC Press.
- Mussi, B., Miragliuolo, A., and Díaz López, B. (2000). Social structure and male parental care in a long finned pilot whale (*Globicephala melas*) pod off Ventotene Island (southern Tyrrhenian Sea, Italy). *European Research on Cetaceans* 14: Fourteenth annual conference of the European Cetacean Society, Cork, Ireland, 141-145.
- Nachtigall P.E., Pawloski J.L., Au W.W.L. (2003) Temporary threshold shifts and recovery following noise exposure in the Atlantic bottlenosed dolphin (*Tursiops truncatus*). *J Acoust Soc Am* 113:3425–3429
- Nachtigall, P.E., Au, W.W.L., Lemonds, D. and Roitblat, H.L. 1998. Hearing and noise in odontocetes. In *Abstracts of the world marine Mammal Conference*, Monaco, 20-24 January 1998. p. 96. Society for Marine Mammalogy/European Cetacean Society, La Rochelle, France. 160pp.
- Nachtigall, P.E., Au, W.W.L., Pawlowski, J.L. and Moore, P.W.B. (1995). Risso's dolphin (*Grampus griseus*) hearing thresholds in Kaneohe Bay, Hawaii. In Kastelein, R.A., Thomas, J.A. and Nachtigall, P.E. (eds.), *Sensory systems of aquatic mammals*. De Spil Publ., Woerden, Netherlands, 49-53.
- Nachtigall, P.E., Supin, A.Y., Pawlowski, J.L. and Au, W.W.L. (2004). Temporary threshold shifts after noise exposure in the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) measured using evoked auditory potentials. *Mar. Mamm. Sci.* 20, 673-687.
- Natoli A, Cañadas A, Vaquero C, Politi E, Fernandez Piqueras J, A.R. H (2001) Phylogeography of mediterranean and north atlantic common dolphin populations 15th Annual Conference of the European Cetacean Society, Rome, Italy
- Nedwell JD, Langworthy J, Howell D (2003a) Assessment of subsea acoustic noise and vibration from offshore wind turbines and its impact on marine life. *Cowrie Rep* 544 R 0424:1–68
- NMFS (National Marine Fisheries Service) (2003) Taking marine mammals incidental to conducting oil and gas exploration activities in the Gulf of Mexico. *Fedl Register* 68:9991–9996
- NRC (National Research Council) (2000) *Marine mammals and low-frequency sound*. National Academy Press, Washington, DC
- NRC (National Research Council) (2003) *Ocean noise and marine mammals*. Ocean Study Board, National Academy Press, Washington, DC
- Otis, D.L., Burnham, K.P., White, G.C. and Anderson, D.R. (1978). Statistical inference from capture data on closed animal populations. *Wildlife Monographs* 62: 1-135.
- Palka, D.L. and Hammond, P.S. (2001). Accounting for response movement in line transect estimates of abundance. *Can. J. Fish. Aqua. Sci.* 58, 777-787.
- Palmer, E. and Weddell, G. 1964. The relationship between structure, innervation and skin of the bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*). *Proceedings of the Zoological Society of London* 143: 553-568.
- Payne R, Webb D (1971) Orientation by means of long range acoustic signaling in baleen whales. *Ann NY Acad Sci* 188:110–141
- Pollock, K.H., Nichols, J.D., Brownie, C. and Hines, J.E. (1990). Statistical inference for capture-recapture experiments. *Wildlife Monographs* 107: 1-97.

- Popper, A. N. (1980), Sound emission and detection by delphinids. In: Cetacean behavior mechanism and functions. (Ed. By L. Herman) pp1-52. Wiley Interscience, New York.
- Pritchard, P.C.H. 1989. Biological synopses of the species: A summary of the distribution and biology of sea turtles in the western Atlantic. In: Proceeding of the Second Western Atlantic Turtle Symposium, October 12-16 1987. Mayaguez, Puerto Rico. NOAA Technical Memorandum:17-32.
- Radcliffe, H.L., Luginbuhl, H., Schnarr, W.R. and Chacko, K. 1969. Coronary arteriosclerosis in swine: evidence of a relation in behaviour. *Journal of Comparative Physiological Psychology* 68: 385-398.
- Ragonese, S & P. Jereb, 1992. On a nesting Loggerhead turtle (*Caretta caretta* L. 1758) along the southern coast of Sicily (Mediterranean Sea). *Rapport et Proces Verbaux des réunions de la Commission Internationale pour l'Exploitation Scientifique de la Méditerranée* 33:305.
- Reeves R., Notarbartolo di Sciara G. (compilers and editors). 2006. The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga, Spain. 137 pp. Disponible en: http://www.iucn.org/places/medoffice/documentos/status_distr_cet_blac_med.pdf
- Richardson WJ, Miller GW, Greene CR (1999) Displacement of migrating bowhead whales by sounds from seismic surveys in shallow waters of the Beaufort Sea. *J Acoust Soc Am* 106:2281
- Richardson WJ, Wursig B, Greene CR Jr (1986) Reactions of bowhead whales, *Balaena mysticetus*, to seismic exploration in the Canadian Beaufort Sea. *J Acoust Soc Am* 79: 1117–1128
- Richardson, W. J. 1997. Marine Mammals and Man-made Noise: Current Issues. *Proceedings of the Institute of Acoustics* 19(9): 39-50.
- Richardson, W.J. and Würsig, B. (1996) Influences of Man-Made Noise and Other Human Actions on Cetacean Behaviour. *Marine Fresh Behav. Physiol.*, 29, 183–209.
- Richardson, W.J., Greene, C.R. Jr, Malme, C.I., and Thomson, D.H., with Moore, S.E. and Würsig, B. 1991. Effects of noise on marine mammals. OCS Study MMS 90-0093. Report form LGL Ecological Research Associates Inc., Bryan, Texas.
- Richardson, W.J., Greene, C.R.G. jr., Malme, C.I. and Thomson, D.H. (1995). *Marine Mammals and Noise*. Academic Press, San Diego, 576 pp.
- Ridgway, S. H. and Carder, D. (2001). Assessing hearing and sound production in cetacean species not available for behavioral audiograms: experience with *Physeter*, *Kogia* and *Eschrichtius*. *Aquat. Mammals* 27, 267–276.
- Ridgway, S., Carder, D., Smith, R., Kamolnick, T. and Elsberry, W. 1997. First audiogram for marine mammals in the open ocean and at depth: hearing and whistling by two white whales down to 30 atmospheres. *Journal of the Acoustical Society of America* 101: 3136.
- Ridgway, S.H. 1986. Physiological observations on dolphin brains. In *Dolphin Cognition and Behaviour: A Comparative Approach* (ed. R. Shusterman, J. Thomas and F. Wood), pp. 31-59. Plenum Press, New York.
- Rodkin RB, Reyff JA (2004) Underwater sound pressures from marine pile-driving. *J Acoust Soc Am* 116:2648.
- Roussel E, (1999) Les cétacés dans la partie orientale du Déroit de Gibraltar au printemps: indications d'écologie. Master thesis. Ecole Pratique des Hautes Etudes, Montpellier, France
- Saayman, G.S., Bower, D., Tayler, C. K. 1972. Observations on inshore and pelagic dolphins on the south-eastern Cape Coast of South Africa. *Koedoe*, 15, 1-24.
- Salazar Sierra J., De Stephanis R., Cañadas A., Verborgh P., Perez-Gimeno N., Sagarminaga, R., Guinet C. (2004). Evidences of exchanges of fin whales through the Strait of Gibraltar. Poster at the ECS Congress in Kolmarden, Sweden
- Sanpera C, Aguilar A (1992) Modern Whaling off the Iberian Peninsula during the 20th Century. *Rep Int Whal Commn* 42: 723-730

- Schevill, W.E. and Watkins, W.A. 1966. Sound structure and directionality in *Orcinus orca* (killer whale). *Zoologica* (N.Y.) 51: 71-76.
- Schevill, W.E. and Watkins, W.A. 1972. Intense low frequency sounds from an Antarctic minke whale, *Balaenoptera acutorostrata*. *Breviora* 388: 1-8.
- Schevill, W.E., Watkins, W.A. and Ray, C. 1969. Click structure in the porpoise, *Phocoena phocoena*. *Journal of Mammalogy* 50: 721-728.
- Schleight, H.H. 1987. Contributions to the herpetology of Kouf National Park (NE Libya) and adjacent area. *Spixiana*, 10:37-80.
- 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.
- SEC. Sociedad Española de cetáceos, (1999) Recopilación, Análisis, Valoración y Elaboración de Protocolos sobre las Labores de Observación, Asistencia a Varamientos y Recuperación de Mamíferos y Tortugas Marinas de las Aguas Españolas. Ministerio de Medio Ambiente Español. Secretaria General de Medio Ambiente, Technical Report Sociedad Española de Cetáceos Available from SEC, Nalón 16, E-28240 Hoyo de Manzanares, Madrid, Spain.
- Sella, I. 1982. Sea turtles in the eastern mediterranean and the northern Red Sea. In K.A. Bjørndal (ed.). *Biology and Conservation of Sea Turtles*, 417-423. Washington D.C.; Smithsonian Institution Press.
- Seyle, H. 1973. The evolution of the stress concept. *American Scientist* 61: 692-699.
- 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 & Dolman S, 1999. A note on the vulnerability of cetacean to acoustic disturbance. International Whaling Commission meeting, SC/51/E15.
- Skalski, J.R., Pearson, W.H. and Malme, C.I. 1992. Effects of sounds from a geophysical survey device on catch-per-unit effort in a hook-and-line-fishery for rockfish (*Sebastes* spp.). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 49: 1357-1365.
- Skov, H., Carstensen, J., Teilmann, J. & Henriksen, O.D. 2002: Investigations of harbour porpoises at the planned site for wind turbines at Horns Reef. Status report: 1/1 2001 – 1/4 2002. Technical report for Tech-wise A/S. Ornis Consult. 45 pp.
- Skov, H., Tougaard, S & Kinze, C.C. 2000. Environmental Impact Assessment. Investigation of marine mammals in relation to the establishment of a marine wind farm on Horns Reef. Fisheries and Maritime Museum, Esbjerg, Ornis Consult A/S and Zoological Museum, University of Copenhagen.
- Small, R.J. and DeMaster, D.P. 1995. Survival of five species of captive marine mammals. *Marine Mammal Science* 11: 209-226.
- Smith, J.A. and Boyd, K.M. (eds.) 1991. *Lives in the Balance: The Ethics of Using Animals in Biomedical Research*. Oxford University Press, Oxford.
- Smyth, P. 1994. Temporal patterns of vocalisation in Mediterranean striped dolphins (*Stenella coeruleoalba*). MSc. Thesis. Oxford University.
- St Aubin, D.J. and Geraci, J.R. 1988. Capture and handling stress suppresses circulating levels of thyroxine (T4) and triiodothyronine (T3) in beluga whales *Delphinapterus leucas*. *Physiological Zoology* 61: 170-5.
- Stearns, S.C. (1976). Life history tactics: a review of ideas. *Quarterly Review of Biology* 51: 3-47.

- Steiner, W.W. 1981. Species-specific differences in pure tonal whistle vocalisations of five western North Atlantic dolphin species. *Behavioural Ecology and Sociobiology* 9: 241-246.
- Steiner, W.W., Hain, J.H., Winn, H.E. and Perkins, P.J. 1979. Vocalizations and feeding behavior of the killer whale (*Orcinus orca*). *Journal of Mammalogy* 60: 823-827.
- Stevick, P.T., Palsbøll, P.J., Smith, T.D., Bravington, M.V. and Hammond, P.S. (2001). Errors in identification using natural markings: rates, sources, and effects on capture-recapture estimates of abundance. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science* 58: 1861–1870
- Stonerburner, D.L. & J.I. Richardson. 1981. Observations on the role of temperature in loggerhead nest site selection. *Copeia*, 1981: 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 behavioural audiograms. *J. Acoust. Soc. Am.* 106, 1134-1141.
- Taruski, A.G. 1979 "The whistle repertoire of the North Atlantic pilot whale (*Globicephala melaena*) and its relationship to behavior and environment", in Winn, H.E. and Olla, B.L. (eds.), *Behavior of Marine Animals*, Vol. 3: Cetaceans, Plenum Press, New York, NY, pp. 345-68.
- Teilmann J, Carstensen J, Dietz, R, Edrén SME (2004) Effect on seals at Rødsand seal sanctuary from the construction of Nysted offshore wind farm based on aerial surveys. Technical report to Energy E2 A/S. National Environmental Research Institute, Roskilde (also available at: <http://uk.nystedhavmoellepark.dk>)
- Teilmann, J., Damsgaard Henriksen, O. & Carstensen, J. 2001. Status report of the pilot project: Porpoise detectors (PODs) as a tool to study potential effects of offshore windfarm on harbour porpoises at Rødsand. Rapport til SEAS: 39 pp.
- Teilmann, J., Henriksen, O.D., Carstensen, J. and Skov, H. (2002). Monitoring effects of offshore windfarms on harbour porpoises using PODs (porpoise detectors). Technical report from National Environmental Research Institute, Roskilde. 95 pp.
- Teilmann, J., Miller, L.A. Kirketerp, T., Kastelein, R.A., Madsen, P.T. Nielsen, B.K. and Au, W.W.L. (2002). Characteristics of echolocation signals used by a harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) in a target detection experiment. *Aquatic Mammals* 28, 275-284.
- Teilmann, Tougaard, Miller, Kirketerp, Hansen1 Brando, (2006), Reactions Of Captive Harbor Porpoises (*Phocoena Phocoena*) To Pinger-Like Sounds, *Marine Mammal Science*, 22(2): 240–260
- Terhune, J. and S. Turnbull (1995). Variation in the psychometric functions and hearing thresholds of a harbour seal. In Kastelein, R.A., Thomas, J.A. and Nachtigall, P.E. (eds.), *Sensory systems of aquatic mammals*. De Spil Publ., Woerden, Netherlands, 81-93
- Thiele, R. (2002). Propagation loss values for the North Sea. Handout Fachgespräch: Offshore-Windmillsound emissions and marine mammals. FTZ-Büsum, 15.01.2002.
- Thomas, J.A., Kastelein, R.A. and Awbrey, F.T. 1990. Behaviour and blood catecholamines of captive belugas during playbacks of noise from an oil drilling platform. *Zoo Biology* 9: 393-402.
- Thompson, T.J., Winn, H.E. and Perkins, P.J. 1979. Mysticete sounds, In *Behavior of Marine Animals, Current Perspectives in Research*, Vol. 3 (ed. H.E. Winn and B.L. Olla), pp. 403-431. Plenum Press, New York.
- Thomsen, F., Betke, K., Schultz-Von Glahn, M. And Piper, W. 2006 Noise during offshore wind turbine construction and it's effects on harbour porpoises (*Phocoena phocoena*). Oral presentation at the ECS Congress in Gdynia, Poland
- Thomsen, F., Lüdemann, K., Kafemann, R. and Piper, W. (2006). Effects of offshore wind farm noise on marine mammals and fish, biola, Hamburg, Germany on behalf of COWRIE Ltd.
- Thomson, C.A. and Geraci, J.R. 1986. Cortisol, aldosterone, and leucocytes in the stress response of bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 43: 1010-1016.

- Todd, S., Stevick, P., Lien, J., Marques, F. and Ketten, D. 1996. Behavioural effects of exposure to underwater explosions in humpback whales (*Megaptera novaeangliae*). *Can. J. Zool.* 74: 1661-1672.
- Tougaard J, Carstensen J, Teilmann J, Bech NI (2005a) Effects on the Nysted Offshore wind farm on harbour porpoises. Technical Report to Energi E2 A/S. NERI, Roskilde (Also available at <http://uk.nystedhavmoellepark.dk>)
- Tougaard J, Carstensen J, Wisch MS, Teilmann J, Bech N, Skov H, Henriksen OD (2005b) Harbour porpoises on Horns reef—effects of the Horns Reef Wind farm. Annual Status Report 2004 to Elsam. NERI, Roskilde (Also available at: www.hornsrev.dk)
- Tougaard, J., Carstensen, J., Henriksen, O.H., Skov, H. and Teilmann, J. (2003a). Short-term effects of the construction of wind turbines on harbour porpoises at Horns Reef. Technical report to Techwise A/S. Hedeselskabet.
- Tougaard, J., Ebbesen, I., Tougaard, S., Jensen, T. and Teilmann, J. (2003b). Satellite tracking of Harbour Seals on Horns Reef. Use of the Horns Reef wind farm area and the North Sea. Report request. Commissioned by Tech-wise A/S. Fisheries and Maritime Museum, Esbjerg. 42 pp.
- Türkozan, O. & I. Baran. 1996a. Nesting activity of the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, on Fethiye Beach, Turkey, in 1994. *Chelonian Conservation and Biology*; 1996, 2(1):93-96.
- Turkozan O. & I. Baran. 1996b. Research on the loggerhead turtle, *Caretta caretta*, of Fethiye Beach. *Tr. Journal of Zoology*, 20: 183-188.
- Turl, C.W. 1993. Low-frequency sound detection by a bottlenose dolphin. *Journal of the Acoustical Society of America* 94: 3006-3008.
- Tyack P (1998) Acoustic communication under the sea. In: Hopp SL, Owren MJ, Evans CS (eds) *Animal acoustic communication: recent technical advances*. Springer- Verlag, Heidelberg, p 163–220
- Urick RJ (1983) *Principles of underwater sound*. Peninsula Publishing, New York
- Tyack, P. 1985. An optical telemetry device to identify which dolphin produces a sound. *Journal of the Acoustical Society of America* 78: 1892-1895.
- Uchida, S. & H. Teruya. 1988. A) Transpacific migration of a tagged loggerhead, *Caretta caretta*. B) Tag return result of loggerhead released from Okinawa Is., Japan. *Okinawa Expo-Aquarium*, 18 pp.
- Vega Rivera, J H., W.J. McShea, and J.H. Rappole. 2003. Comparison of breeding and postbreeding movements and habitat requirements for the Scarlet Tanager (*Piranga olivacea*) in Virginia. *Auk* 120: 632-644.
- Vella G. 2002, Offshore Wind: The Environmental Implications The Utilities Project Volume 2, (1/15/2002), University of Liverpool
- Vella, G.; Rushforth, I.; Mason, E.; Hough, A.; England, R.; Styles, P.; Holt, T.J.; Thorne, P. (2001) Assessment of the effects of noise and vibration from offshore wind farms on marine wildlife. Report to The Department of Trade and Industry (in preparation).
- Von Frisch, K. 1962. Dialects in the language of the bees. *Sci.Am.* 207: 78-87
- Wang, D., Wursig, B. and Evans, W. 1995. Comparisons of whistles among seven odontocetes. In *Sensory Systems of Aquatic Mammals* (ed. R.A. Kastelein, J.A. Thomas and P.E. Nachtigall), pp. De Spil, Woerden, Netherlands.
- Ward, P., Harland, E. and Dovey P. 2006 Potential acoustic impacts of offshore windfarms Poster at the ECS Congress in Gdynia, Poland
- Watkins, W.A. 1967. The harmonic interval: fact or artifact in spectral analysis of pulse trains. In *Marine Bioacoustics*. Vol. 2 (ed. W.N. Tavolga), pp. 15-43. Pergamon Press, Oxford. 353pp.
- Watkins, W.A. 1980a. Acoustics and the behavior of sperm whales. In *Animal Sonar Systems* (ed. R.-G. Busnel and J.F. Fish), pp. 283-290. Plenum Press, New York.

- Watkins, W.A. 1980b. Click sounds from animals at sea. In *Animal Sonar Systems* (ed. R.-G. Busnel and J.F. Fish), pp.291-297. Plenum Press, New York.
- Watkins, W.A. 1981b. The activities and underwater sounds of fin whales. *Scientific Reports of the Whales Research Institute* 33: 83-117.
- Watkins, W.A., Tyack, P., Moore, K.E. and Bird, J.E. 1987. The 20 Hz signals of finback whales, *Balaenoptera physalus*. *Journal of the Acoustical Society of America* 82: 1901-1912.
- Welch, B.L. and Welch, A.S. 1970. *Physiological effects of noise*. Plenum Press, New York.
- Wells, R.S. and Scott, M.D. (1990). Estimating bottlenose dolphins population parameters from individual identification and capture-release techniques. *Report of the International Whaling Commission* 12: 407-415.
- Westerberg, H. (1994) Fiskeriundersökningar vid havsbaserat vindkraftvert 1990-1993. Rapport 5 - 1994. pp. 44 Jonköping: Göteborgsfilialen, Utredningskontoret i Jonköping. Sweden National Board of Fisheries.
- Westerberg, H. (1999) Impact Studies of Sea-Based Windpower in Sweden. "Technische Eingriffe in marine Lebensraume."
- White, G.C. and Burnham, K.P. (1999). Program MARK: Survival estimation from populations of marked animals. *Bird Study*, 46: S120-138.
- Williams, B.K., Nichols, J.D. and Conroy, M.J. (2002). *Analysis and management of animal populations*. Academic Press, San Diego.
- Williams, J.A., Dawson, S.M. and Slooten, E. (1993). The abundance and distribution of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) in Doubtful Sound, New Zealand. *Candian Journal of Zoology* (10): 20280-2088.
- Willie, P.C. and Geyer, D. (1984). Measurements on the origin of the wind-dependent ambient noise variability in shallow water. *J. Acoust. Soc Am.* 75, 173-185.
- Wilson, B. (1995). *The Ecology of Bottlenose Dolphins in the Moray Firth, Scotland: A Population at the Northern Extreme of the Species Range*. PhD Thesis, University of Aberdeen, 201 pp.
- Wilson, B., Hammond, P.S., and Thompson, P.M. (1999). Estimating size and assessing trends in a coastal bottlenose dolphin population. *Ecological Applications* 9: 288–300.
- Winn, H.E. and Perkins, P.J. 1976. Distribution and sounds of the minke whale, with a review of mysticete sounds. *Cetology* 19: 1-12.
- Würsig, B., Green, C.R. Jr., Jefferson, T.A. (2000). Development of an air bubble curtain to reduce underwater noise of percussive piling. *Mar. Environ. Res.* 49, 79-93.
- Yablokov, A.V., Bel'kovich, V.M. and Borisov, V.I. 1974. *Whales and Dolphins: Part II*. JPRS Translation 62150-2.