



# Proyecto Rorcual y Biodiversidad en la costa catalana

Asociación EDMAKTUB

Contribución a la mejora del conocimiento del rorcual común en  
las costas de Cataluña

Beatriu Tort y Eduard Degollada

## Contenido

Asociación EDMAKTUB .....	3
Presentación del Proyecto Rorcual .....	4
Principales objetivos del Proyecto Rorcual .....	5
Hechos destacados del Proyecto Rorcual 2022.....	7
Metodología amparada.....	10
Área de estudio.....	11
El rorcual común.....	13
Distribución del rorcual común en el Mediterráneo.....	14
Presencia del rorcual común en la costa catalana.....	15
Meteorología y Oceanografía .....	20
Marcas satelitales.....	21
Zona de alimentación del rorcual común.....	24
Foto-identificación del rorcual común.....	27
Tráfico marítimo .....	28
Cámara térmica .....	30
Muestras biológicas.....	32
Zooplancton y Microplásticos .....	33
Otras especies de cetáceos.....	35
Delfín listado.....	36
Delfín mular .....	37
Delfín común .....	39
Calderón gris.....	40
Calderón negro de aleta larga .....	40
Cachalote.....	41
Zifio de Cuvier .....	42
Aves marinas.....	43
Tortuga marina.....	44
Otras especies marinas.....	45
Protocolo y uso del dron.....	49
Conclusiones.....	50
Bibliografía.....	51

## Asociación EDMAKTUB

La asociación EDMAKTUB, para el Estudio y Divulgación del Medio Acuático, en especial de los cetáceos, es una entidad sin ánimo de lucro con sede en Barcelona. Fundada el año 2000 por el Dr. Eduard Degollada.

EDMAKTUB desarrolla sus actividades a partir de diferentes proyectos de investigación, ya sea mediante iniciativas propias o colaborando con otras Instituciones. El interés siempre es profundizar en el conocimiento del mar y la fauna marina de manera global, para preservar así a su riqueza y biodiversidad.

La asociación EDMAKTUB dispone de una completa plataforma de investigación, el eje central de la cual es un catamarán equipado con cámaras réflex, dron, hidrófono, ecosonda, cámara térmica, material de recogida de muestras biológicas y otro instrumental para recogida de imágenes, sonidos y registros de avistamientos y tráfico marítimo.

El equipo humano de la asociación lo compone un grupo de científicos y especialistas en diferentes ámbitos: biología, veterinaria, ciencias ambientales, técnicas audiovisuales, etc. Los voluntarios y estudiantes universitarios son una parte crucial, permitiendo tirar adelante los proyectos de investigación con esfuerzo y horas de dedicación.

Des del 2013, la asociación ha centrado su actividad en el Proyecto Rorqual el cual cuenta con la autorización de la Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y el Mar del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente para la aproximación de cetáceos con finalidades científicas en la costa catalana y el mar Balear (rf116/3662).



[www.edmaktub.org](http://www.edmaktub.org)

## Presentación del Proyecto Rorcual

Durante los meses de febrero a junio se produce en la costa catalana un fenómeno extraordinario que, aunque se han reportado desde hace décadas para los pescadores de la zona, era un hecho poco conocido en el ámbito de la investigación: es la presencia de rorcuales comunes.

Con el nombre científico de *Balaenoptera physalus*, el rorcual común es una ballena que puede llegar a los 24 metros de longitud, siendo el único mysticeto que habita regularmente en el Mediterráneo. El rorcual es un animal filtrador que se alimenta de peces y plancton, sobre todo krill, el cual engulle en grandes cantidades<sup>[1]</sup>.

Se trata, además, de una especie protegida y en un estado de conservación vulnerable (según la IUCN) <sup>[54]</sup>.



*Rorcual común fotografiado por el dron de investigación cuando salía a la superficie a respirar en las costas del Garraf.*

Con el doble objetivo de ampliar el conocimiento sobre la presencia de esta ballena en nuestras costas y fomentar su preservación, desde 2013 se desarrolla el Proyecto Rorcual, siendo una iniciativa de la asociación EDMAKTUB. El Proyecto Rorcual es un proyecto que desde el inicio se planteó como un proyecto a largo plazo ya que se requieren muchas temporadas para poder entender la presencia de los rorcuales en nuestras costas y las variables que afectan a su distribución.

El Proyecto Rorcual es una investigación pionera porque es la primera de estudiar ballenas en la costa catalana, también porque utiliza nuevas tecnologías como el dron para la captación de imágenes y su posterior análisis y desarrollo de nuevas técnicas de muestreo.

Este proyecto también engloba el estudio de biodiversidad de la costa catalana, incluyendo las 7 especies de cetáceos restantes, aves marinas, tortugas marinas, peces e hidrozoos, entre otros.

El proyecto cuenta con la colaboración del Club Nàutic de Vilanova, Ports de la Generalitat, la Direcció General de Pesca de la Generalitat de Catalunya, el Institut de Ciències del Mar (ICM-CSIC), del Ayuntamiento de Vilanova i la Geltrú, y de los sectores pesqueros y náuticos catalanes. Recientemente, se han realizado dos nuevas colaboraciones; con la empresa TimeZero, una empresa de software náutico, y FLIR, una empresa de cámaras térmicas. En el Proyecto Rorqual 2022 también han estado colaborando las fundaciones Lighthouse y Plastic Ocean.

## Principales objetivos del Proyecto Rorqual

El Proyecto Rorqual tiene tres principales objetivos:

1. **Mejorar el conocimiento del rorqual común** así como el de las condiciones oceanográficas que favorecen su presencia estacional a la costa catalana. Concretamente, el proyecto propone:
  - a. Elaborar los **mapas de presencia y distribución** del rorqual común en las costas catalanas, analizando el número de individuos, sus pautas de comportamiento y las posibles rutas migratorias.
  - b. **Foto-identificar a los animales** observados, ampliando el catálogo de los rorcuales comunes avistados en la zona. Este catálogo servirá para ser comparado después con catálogos de otras asociaciones mediterráneas y atlánticas para poder establecer las posibles rutas migratorias del rorqual común en el Mediterráneo.
  - c. Determinar las **características oceanográficas** de la zona; clorofila y nutrientes, temperatura, salinidad, y altimetría del mar y su relación no solo con la presencia de rorcuales comunes, sino también con la gran biodiversidad existente en la costa catalana.
  - d. Recopilar **registros acústicos** de la vocalización de las ballenas durante su estancia en la zona.
  - e. Determinar las especies de **plancton** más abundantes en la zona y su relación con las condiciones oceanográficas y la presencia de rorcuales.
  - f. Determinar las condiciones de **microplásticos** en la zona y cómo puede afectar a las ballenas en el área de estudio.
  - g. **Evaluar el riesgo de colisión** entre las ballenas y los buques mercantes, delimitar zonas de especial riesgo y determinar nuevas

técnicas y normativas de protección de los rorcuales para minimizar el riesgo.

- h. Implementación de una nueva técnica de estudio del **dron para la identificación** de los cetáceos y el desarrollo de un algoritmo de inteligencia artificial para automatizar este reconocimiento.
  - i. Utilización de **isótopos estables** para la determinación de la dieta y la ruta migratoria.
  - j. **Análisis genético** para determinar el sexo, la población de rorcuales que habitan en nuestra costa y el posible parentesco entre ellos.
  - k. **Análisis hormonal** para determinar el nivel de estrés, el estado reproductor, entre otros.
  - l. Colocación de **Tags satelitales** para determinar los movimientos de los rorcuales en el Mediterráneo y las posibles rutas migratorias que siguen.
  - m. Elaborar mapas de presencia y distribución de la biodiversidad en la zona de la costa del Garraf y la relación de estas con la presencia de rorcuales y las condiciones oceanográficas de la zona.
2. **Concienciar a la sociedad y fomentar la conservación del medio marino.** El conocimiento adquirido de la especie y su hábitat nos permite determinar los parámetros críticos para su conservación y hacer recomendaciones. A través de la información se contribuye a que las personas, tanto a nivel particular como colectivo, estén más dispuestas a participar en la conservación ambiental. En el ámbito de la concienciación y preservación, estos son los objetivos del proyecto:
- a. Demostrar la especial **importancia ecológica de la costa catalana**, no solo por la presencia de ballenas sino también por su notable riqueza en otras especies marinas.
  - b. Mantener una **red de contactos con los pescadores y navegantes** de la zona i conseguir información sobre sus avistamientos.
  - c. **Custodia marina**: involucrar las diferentes entidades y personas que hacen uso de la zona haciéndolas protagonistas de las tareas de conservación (no solo pescadores y navegantes, también instituciones y ciudadanos de las poblaciones próximas). Todos ellos constituyen una parte esencial para poder establecer una red de custodia marina de las costas del Garraf, con el objetivo común de conservar la zona y su rica biodiversidad.

- d. **Promover la denominación del Área Protegida para Mamíferos Marinos (MPA)** para el Área Marina del Garraf y otras zonas de especial presencia de rorcuales a lo largo de la costa catalana.
3. **Mejorar los criterios éticos de la investigación** de campo de los cetáceos.
    - a. Desarrollar **nuevos protocolos de investigación**, definiendo nuevas técnicas y metodologías que resulten más eficaces y, a la vez, menos invasivas y molestas para los animales.
    - b. Contribuir de esta manera a la **concienciación de los investigadores** sobre la importancia del bienestar de la fauna salvaje.

Para poder cumplir con los objetivos descritos se llevan a cabo tres ámbitos de actuación: investigación, educación y divulgación.

## Hechos destacados del Proyecto Rorcual 2022

El 2022 ha sido la octava temporada del Proyecto Rorcual, una temporada con un elevado número de avistamientos, en el que la meteorología ha vuelto a ser una de las grandes protagonistas y en la que se ha obtenido un nuevo equipamiento que ha permitido prosperar en el estudio del rorcual común. Los hechos destacados de la temporada los citamos a continuación:

- El 2022 ha sido una temporada especialmente **marcada por la meteorología**, los fuertes vientos han **restringido las salidas científicas del mes de marzo**, pudiendo realizar únicamente 4 días de campaña este mes. Estas condiciones adversas, pero, han tenido también un aspecto positivo afectando a la mezcla del agua y a los blooms de plancton en la costa **alargando la temporada hasta finales de mayo**. El resto de la temporada las condiciones meteorológicas han sido más favorables y han permitido realizar salidas regulares durante los meses de abril, mayo y junio. De finales de junio a principios de julio se ha ampliado la temporada en las costas de Denia.
- Se ha dado una **elevada presencia de ballenas**, con un total de **117 avistamientos y 166 animales avistados**, siguiendo con la tendencia del 2021. En este caso el viento y las lluvias del mes de marzo han favorecido los picos de producción y la presencia de plancton, principal alimento de los rorcuales, los meses de abril y mayo.
- El **70% de los avistamientos** en las costas del Garraf se ha podido observar un **comportamiento de alimentación**, mientras que el comportamiento de viaje se ha observado en menos de un 1% de los casos. Por contra, el **comportamiento de viaje se ha observado en todos los animales avistados en las costas de Denia**, todos los animales llevaban rumbo sudoeste y una velocidad constante.

- Se ha instalado una **ecosonda**, la cual ha estado determinando para la **detección de masas de organismos, posiblemente plancton, en las zonas donde hemos encontrado rorcuales alimentándose**. Un muestreo en profundidad es necesario para poder determinar los organismos que forman estas tacas densas en la ecosonda y de las que probablemente se están alimentando los rorcuales.
- A finales de marzo de 2022 se instaló en el mástil del catamarán de investigación, el Maktub, una **cámara térmica** con el objetivo de evaluar la viabilidad de esta para la **detección de los rorcuales a distancia**, pudiendo determinar si son una herramienta útil para la minimización de las colisiones, principal amenaza de las ballenas en todo el mundo. Durante esta temporada se han podido recopilar varias horas de filmación de la cámara térmica con los rorcuales. **Pudiendo detectar rorcuales hasta los 1000 metros de distancia**. Estos resultados preliminares son muy prometedores, pero necesitamos más horas de estudio para poder determinar su viabilidad.
- El **software TimeZero** nos ha facilitado el **trabajo cartográfico, oceanográfico y de navegación, también la visualización de la cámara térmica y la ecosonda**, permitiéndonos descargar diariamente las previsiones meteorológicas y oceanográficas las cuales se han podido usar para predecir la presencia de ballenas en las diferentes áreas de la zona de estudio. Este software nos ha facilitado también la **recolección de datos de tráfico** y nos ha permitido almacenar la información en un formato mucho más eficiente.
- Los **pescadores profesionales** de la costa catalana, especialmente la flota de pescadores de arrastre, han vuelto a ser unos grandes colaboradores del proyecto avisando de los avistamientos, la pesca i las condiciones oceanográficas a lo largo del litoral catalán. Esta temporada se ha mantenido la colaboración de **8 cofradías**, las mismas que en los últimos 4 años, y se han reportado un total de **95 avistamientos de rorcuales**.
- Esta temporada se han podido colocar **5 marcas satelitales**, con la **colaboración del Dr. Simone Panigada del Tethys Research Institute**. Estas marcas se usan para el seguimiento de los rorcuales, permitiendo **monitorizar a los animales marcados durante el mes de mayo y principios de junio**. Durante este tiempo los animales **han estado recorriendo la costa catalana y el Golfo de León**, señalizando posibles áreas de alimentación.
- Se han podido realizar un total de **26 biopsias**, las cuales servirán para poder realizar **estudios genéticos, hormonales y de isótopos estables** hecho que nos permitirá determinar aspectos básicos como pueden ser el sexo, el parentesco entre ellos, el momento del ciclo reproductivo y el nivel de estrés así cómo las áreas y el tipo de alimentación.



- Se han podido identificar un total de **86 animales a través de la foto-identificación por aleta y un total de 102 animales con la técnica de identificación por dron**. Ampliando el **catálogo general del rorcual común a 244 individuos identificados por aleta y 235 individuos identificados con imágenes de dron**. La técnica de foto-identificación por dron es una técnica pionera iniciada en 2015 y que se implementó de manera sistemática el 2021. Está dando unos resultados excelentes y se va usando temporada tras temporada para optimizar este proceso de identificación. De los animales identificados esta temporada, **24 de ellos han sido avistados en más de una ocasión dentro del mismo 2022**.
- Las **colisiones con las embarcaciones son la principal preocupación para la conservación del rorcual común** en la costa catalana. Los datos recopilados, juntamente con los animales que presentan marcas de colisión y el elevado tráfico marítimo indican la elevada amenaza que representan los buques para esta especie. Remarcar también las **molestias causadas por el acoso de embarcaciones recreativas pecando de irresponsabilidad, poca sensibilidad y desconocimiento de la ley que protege a los cetáceos y que prohíbe la aproximación** (Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, por el que se establecen medidas de protección de cetáceos).
- **Durante la estada en Denia se han podido identificar 3 animales que se habían avistado anteriormente en las costas catalanas alimentándose**. Hecho que demuestra que hay una parte de los animales que frecuentan las costas catalanas que al acabar la temporada emprenden rumbo sur hacia el atlántico, pasando en su ruta migratoria muy cerca de las costas de Denia. Al finalizar la temporada de alimentación en la costa catalana las ballenas se desplazan a zonas de alta mar y a medianos de junio los animales atlánticos empiezan la migración hacia el sur pasando muy cerca de los cabos; Denia, Cabo de Palos, Cabo de Gata i el Estrecho de Gibraltar.<sup>[7,22,37,38]</sup> Estas recapturas corroboran la hipótesis planteada de que parte de la población de rorcuales comunes, que se alimentan en aguas catalanas, son de una población atlántica. Pero no descarta que en esta zona también se alimenten rorcuales de la población mediterránea, que a la vez, se dirigirán en verano hacia el mar de Liguria, la zona protegida del Santuario de las Pelagos<sup>[43,44,46,51,52,53]</sup>. Estos datos hacen de la zona de alimentación del mar Catalano-Balear, i especialmente a la costa catalana, una de las zonas de mayor relevancia del rorcual común en el Mediterráneo; y digna de consideración para cualquier plan de conservación de esta especie.

## Metodología emparada

Para el desarrollo de las campañas marinas del Proyecto Rorcual se realizan **transectos aleatorios** a bordo del Maktub, el buque de investigación de la asociación EDMAKTUB. Es un catamarán a vela de tipo Catana 47 de 14.15 metros de eslora y equipado con todo el material necesario para realizar la investigación.

Las campañas marinas se realizan **diariamente des de principios de marzo hasta principios de junio**, siempre que las condiciones meteorológicas lo permitan. Durante las salidas se realizan transectos aleatorios y un esfuerzo de avistamiento en el que cuatro investigadores cubren los 360 grados de la embarcación y se va registrando toda la biodiversidad, meteorología, condiciones oceanográficas y buques mercantes que se observan a lo largo del transecto<sup>[62]</sup>.



*Rorcual común con el catamarán de investigación, el Maktub, detrás.*

Al avistar cetáceos se para el esfuerzo y se registran las condiciones ambientales, la hora, los datos GPS, la distancia y el ángulo respecto a la embarcación, la especie, el número de animales, la interacción con la embarcación, el comportamiento y si se han realizado fotografías y foto-identificación. En el caso de los avistamientos de rorcuales se realiza un registro detallado del comportamiento del animal(es), **se utiliza el dron para obtener un registro completo del comportamiento y el número de animales**, utilizándolo también como **herramienta de foto-identificación** de individuos a través de las marcas de pigmentación de la zona zenital, el chevron y el blazer. También se trabaja en desarrollar la técnica para la recogida de muestras biológicas y se colocan TAGs satelitales.

Se han determinado una serie de puntos de muestro para la recogida de muestras oceanográficas i de plancton. Incluyendo la recogida de muestras en zonas de presencia de rorcuales siempre que sea posible y que se considere relevante para la investigación.

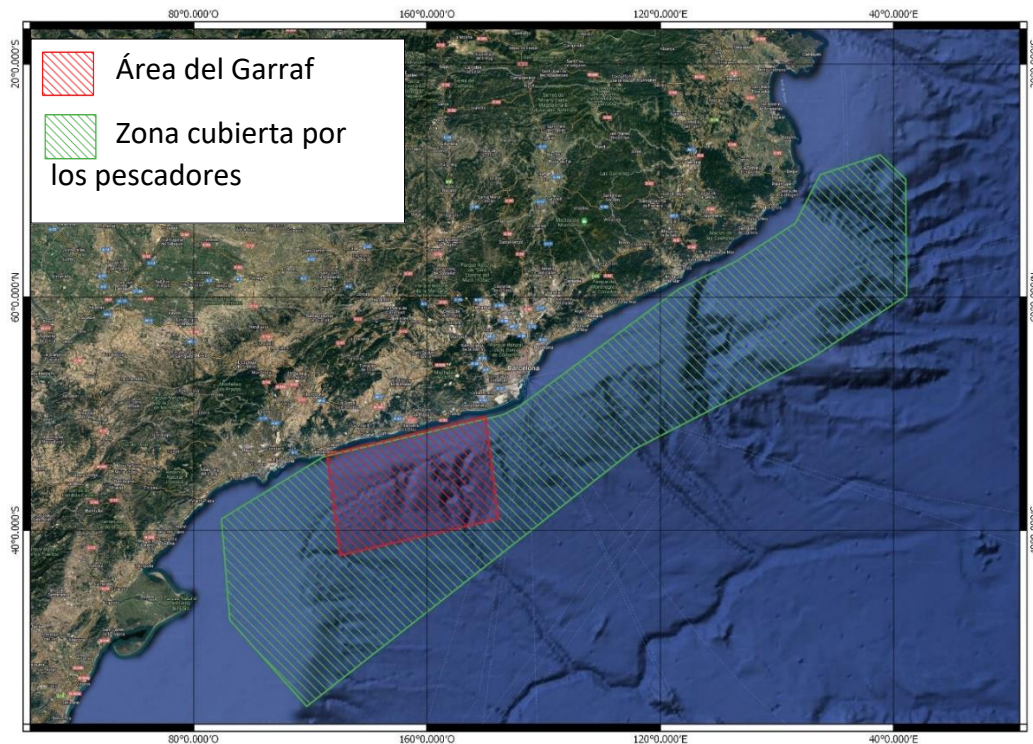
## Área de estudio

El Proyecto Rorqual cubre, principalmente, la zona costera entre Barcelona y Tarragona. Esta zona comprende una **franja marina de 1944 km<sup>2</sup> situada entre las localidades de Castelldefels y Torredembarra, y que se extiende hasta las 12 – 15 millas mar adentro**. Las campañas marinas del proyecto tienen como puerto base el de Vilanova y la Geltrú. Para aumentar el conocimiento de la presencia de rorqual común en la costa catalana, las ultimas temporadas el proyecto se ha ampliado la zona de estudio, realizando transectos por cualquier zona de la costa catalana y el mar Catalano-Balear, focalizándonos en la zona de Blanes y Palamós principalmente a finales de mayo y principios de junio. **El 2017 y el 2022 se han realizado expediciones a Denia** para realizar un seguimiento de la población de rorcuales que migran hacia el atlántico en verano.

La costa del Garraf es una área caracterizada por una plataforma costera corta, que llega hasta las 5 millas náuticas mar adentro, y por la presencia de dos cañones submarinos, el cañón submarino del Foix, el cual se encuentra entre Vilanova y la Geltrú y Sitges, y el de Cunit – Cubelles. La zona también se encuentra dentro de la influencia del rio Llobregat y de las rieras del Garraf.

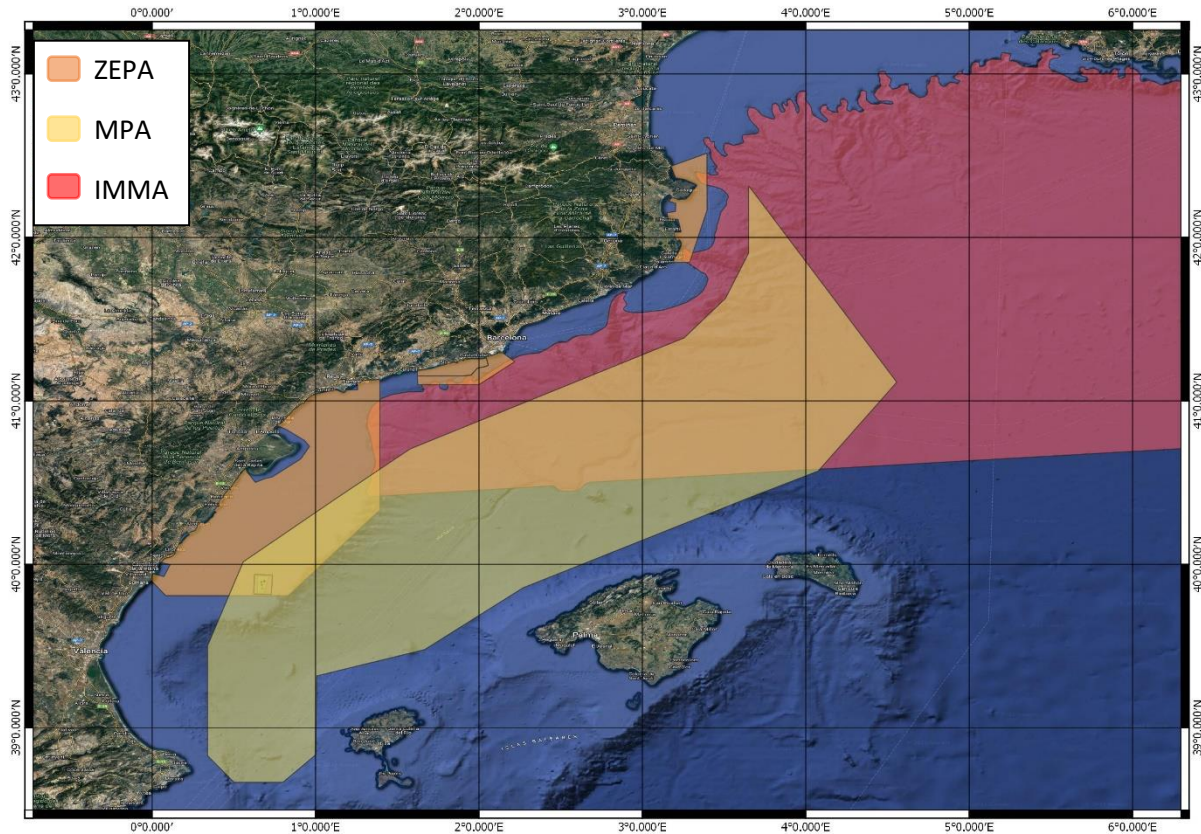
Los **cañones submarinos** están implicados en una serie de dinámicas oceanográficas que generan unas corrientes ascendentes de agua del fondo marino, la cual está cargada de nutrientes<sup>[56]</sup>. Este fenómeno combinado con la aportación de nutrientes proveniente de la costa<sup>[59]</sup> hace que esta zona sea un **área de elevada producción** la cual favorece una elevada biodiversidad de aves marinas y también de cetáceos, entre ellos el rorqual común.

La **red de contactos establecida con los pescadores y navegantes** de la zona permite conocer la situación ecológica y la presencia de cetáceos, especialmente de rorqual común, en la zona comprendida entre **Palamós y Ametlla de Mar**. Dándonos también información de la cuenca balear, de manera más ocasional.



*Zona de máximo esfuerzo del proyecto rorcual marcada con un rectángulo a rallas de color rojo y zona de la costa cubierta de manera regular por las embarcaciones de pescadores que colaboran con el proyecto, rectángulo a rallas verdes.*

Esta área de estudio es una zona de reconocida importancia ecológica: forma parte de un espacio declarado como Lloc d'Importància Comunitària (LIC) y Zona de Especial Protección para las Aves (ZEPA) de la costa del Garraf, perteneciendo a la Red Natura 2000, la zona ZEPA del espacio marino del Baix Llobregat – Garraf, pertenece a la Red de Áreas Marinas Protegidas de España (RAMPE), y al Plan de Espacios de Interés Natural (PEIN). Recientemente se ha incorporado una nueva Área de Importancia de Mamíferos Marinos (IMMA) del noroeste del mediterráneo, el sistema de pendientes y cañones submarinos. Fuera del área de estudio del Proyecto Rorcual se encuentra el corredor migratorio de cetáceos, establecido como una zona marina protegida (MPA) el 2019.



Mapa con las áreas protegidas en la costa catalana. En naranja están representadas las áreas ZEPA (Zonas de Especial Protección para Aves), en amarillo está representado el corredor de cetáceos MPA, y en rojo está representada el Área de Importancia de Mamíferos Marinos (IMMA).

## El rorcual común

El rorcual común (*Balaenoptera physalus*) es una especie de cetáceo, que pertenece a la suborden de los misticetos (ballenas con barbas). Es el segundo animal más grande del mundo (puede llegar a los 24 metros de longitud), es la única especie que habita de manera regular en el Mediterráneo<sup>[4,48]</sup>.



Rorcual común nadando en las costas del Garraf.

Los rorcuales son ballenas pelágicas filtradoras que se alimentan principalmente de krill (pequeños crustáceos del orden de los eufausiáceos, que forman parte del zooplancton) pero también de copépodos, peces pequeños (caballa, boquerón y sardina) y calamares<sup>[1]</sup>.

El aspecto es esvelto, con un morro puntiagudo y una aleta dorsal atrasada en la zona dorsal, proporcionalmente la aleta dorsal más grande de la familia de los rorcuales. Presenta una característica de asimetría facial: la coloración de la mandíbula es blanca en el lado derecho de la cabeza y negra en el lado izquierdo<sup>[1]</sup>. Como ya se ha comentado, es una especie de la cual aún se tienen pocos conocimientos y que se encuentra en peligro de extinción según la IUCN<sup>[54]</sup>.



*Imagen facial derecha del rorcual común en la que se puede observar la mandíbula derecha blanca, el blazer, a la parte derecha de la cabeza y detrás del espiráculo, y el inicio del chevron más atrás del blazer.*

Cómo todos los balenoptéridos, realiza migraciones para su reproducción o alimentación, desplazándose estacionalmente hacia latitudes bajas y templadas, en invierno, y hacia aguas más frías y productivas con abundancia de alimento, en verano<sup>[1]</sup>. Esta migración pero ha estado puesta en duda en el Mediterráneo recientemente atribuyendo la presencia y los movimientos de los rorcuales a la abundancia de alimento<sup>[48]</sup>. El rorcual común se caracteriza por su gran velocidad de natación, la cual puede superar los 30 km/h.

## Distribución del rorcual común en el Mediterráneo

Se considera que hay dos poblaciones en el Mediterráneo, una Atlántica y una Mediterránea<sup>[8,49]</sup>. La población Atlántica entra por el estrecho de Gibraltar, principalmente, los meses de diciembre a febrero y vuelve a salir los meses de junio a septiembre<sup>[7,22,29,37,38]</sup>. Por otro lado, la población mediterránea se mantiene dentro del Mediterráneo todo el año encontrándose en el mar de Liguria en verano en mayor concentración, de julio a septiembre<sup>[29,31,43,44,46,51,52,53,55]</sup> en la zona de la isla de Lampedusa<sup>[23]</sup> en el invierno y en la zona del mar Tirreno en la primavera y el otoño<sup>[2]</sup>.



*Mapa con los patrones de migración del rorcual común en el Mediterráneo. La población mediterránea está representada de color naranja mientras que la atlántica está representada de color azul. Los interrogantes, son debidos a mancas de conocimiento.*

Últimamente, se ha estado cuestionando bastante la migración del rorcual común en el Mediterráneo ya que se han encontrado variaciones en su distribución latitudinal, principalmente ligadas en la presencia de alimento. Es por eso que actualmente se está constatando que la migración del rorcual común al Mediterráneo son movimientos constantes en la búsqueda de alimento, el que marca estos desplazamientos<sup>[30,40,48]</sup>.

Respecto a la costa catalana y al mar Balear, gracias al proyecto rorcual se han podido saber que estos individuos se concentran en esta zona a la primavera para alimentarse. Aún no se sabe a que población pertenecen estos individuos pero la principal hipótesis actualmente es que se encuentran ambas poblaciones, la atlántica, la cual se ve viajando dirección sud en las costas de Denia principalmente los meses de junio y julio, y la mediterránea, la cual iría hacia la zona del mar de Liguria al finalizar la temporada de alimentación en las costas catalanas.

### Presencia del rorcual común en la costa catalana

A lo largo de los 9 años de proyecto se ha podido describir una situación, no descrita anteriormente, **la presencia del rorcual común en la costa catalana los meses de primavera para alimentarse.**

Es estos años se han podido observar variaciones en la presencia y distribución de los rorcuales a nuestras costas. Siendo el 2021 el año con un mayor número de avistamientos y el 2019 el año con menos avistamientos. El 2022 ha sido un año con un elevado número de avistamientos, siguiendo la tendencia del 2021, teniendo en cuenta la restricción meteorológica del mes de marzo, en el cual solo se pudieron realizar 4 salidas.

Tabla descriptiva con los resultados del Proyecto Rorqual, incluyendo las dos pretemporadas 2011 y 2013.

Temporada	Días de campaña	Km recorridos	Número de avistamientos	Número de animales avistados	Número de avistamientos pescadores y navegantes
2011	14	---	11	14	---
2013	11	---	9	13	---
2014	51	2.289	46	62	16 / 4
2015	61	2.532	22	29	21 / 2
2016	51	1.919	62	100	170 / 13
2017	50 / 3 / 10	1.844	65 / 7 / 5	84 / 11 / 8	144 / 11
2018	48	2.133	71	99	109 / 5
2019	36	2.618	5	5	35 / 1
2021	53	3.852	165	204	68 / 9
2022	47 / 9	4.250	110 / 7	146 / 20	90 / 5
Total	422 / 3 / 19	21.437	566 / 7 / 12	756 / 11 / 28	653 / 50

\*Están escritos los días de proyecto rorqual en las costas catalanes. El 2017 hay dos separaciones “ / ” referentes a Mallorca y Denia mientras que el 2022 hay una separación referente a la estada en Denia. Los avistamientos totales están escritos la costa catalana “ / ” Baleares “ / ” Denia.

Esta variación se ha plasmado también en la distribución mensual de los avistamientos a lo largo de los años, siendo el mes de abril el más regular y con un mayor número de avistamientos.

### Avistamiento de rorqual común por mes

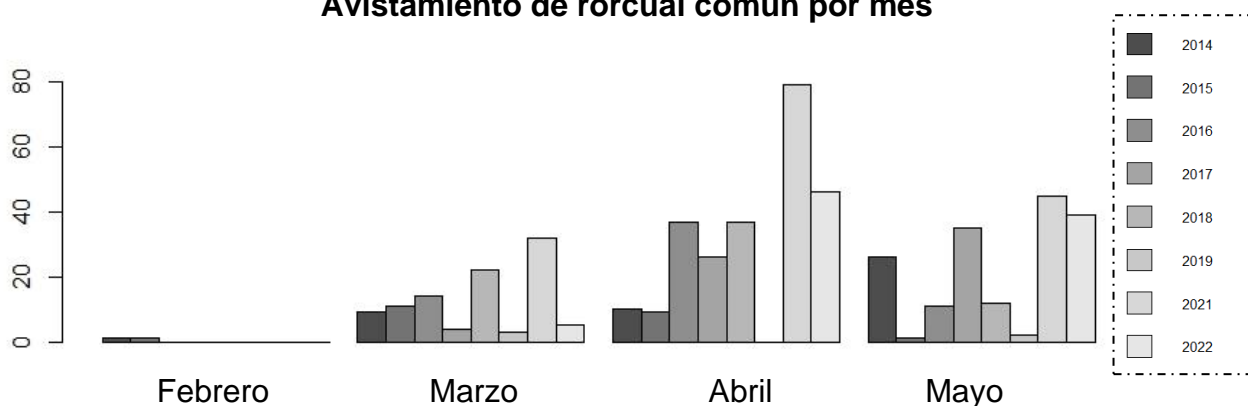
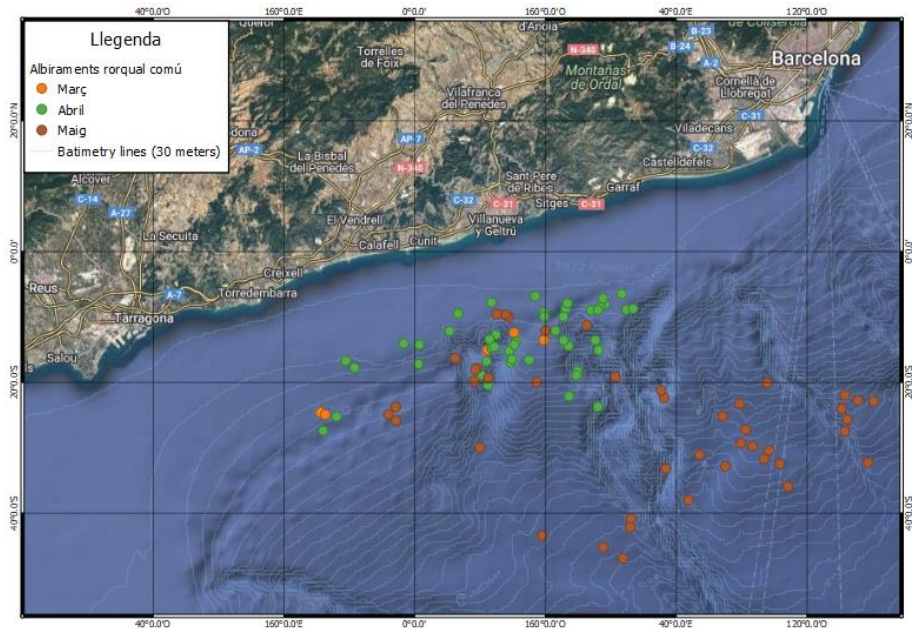


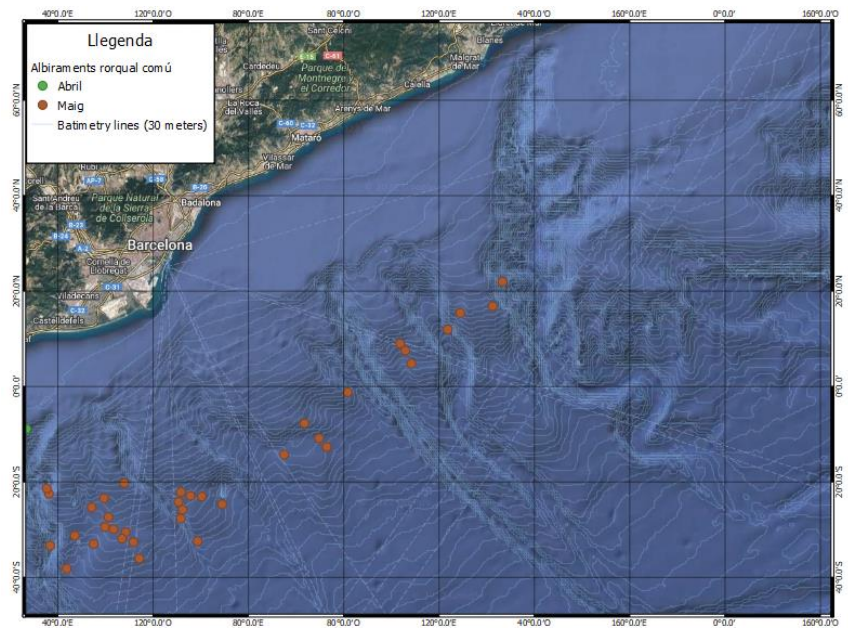
Gráfico con los avistamientos de rorqual común por mes a lo largo de las temporadas.



Los meses de marzo y abril las ballenas se concentran más en las zonas de 50 a 200 metros de profundidad, al límite de la plataforma y las bocas de los cañones submarinos. Estas son zonas de un elevado flujo de nutrientes hecho que las hará muy productivas y, por lo tanto, con riqueza de alimento para el rorcual común. Los meses de mayo y junio, en cambio, debido al aumento de las temperaturas y la estratificación del agua de mar los rorcuales se desplazan en aguas más profundas, frecuentando las zonas de 500 a 1000 metros. Habiendo también un desplazamiento latitudinal más hacia el norte de la costa catalana al ir avanzando la temporada, sobre todo los meses de mayo y junio.

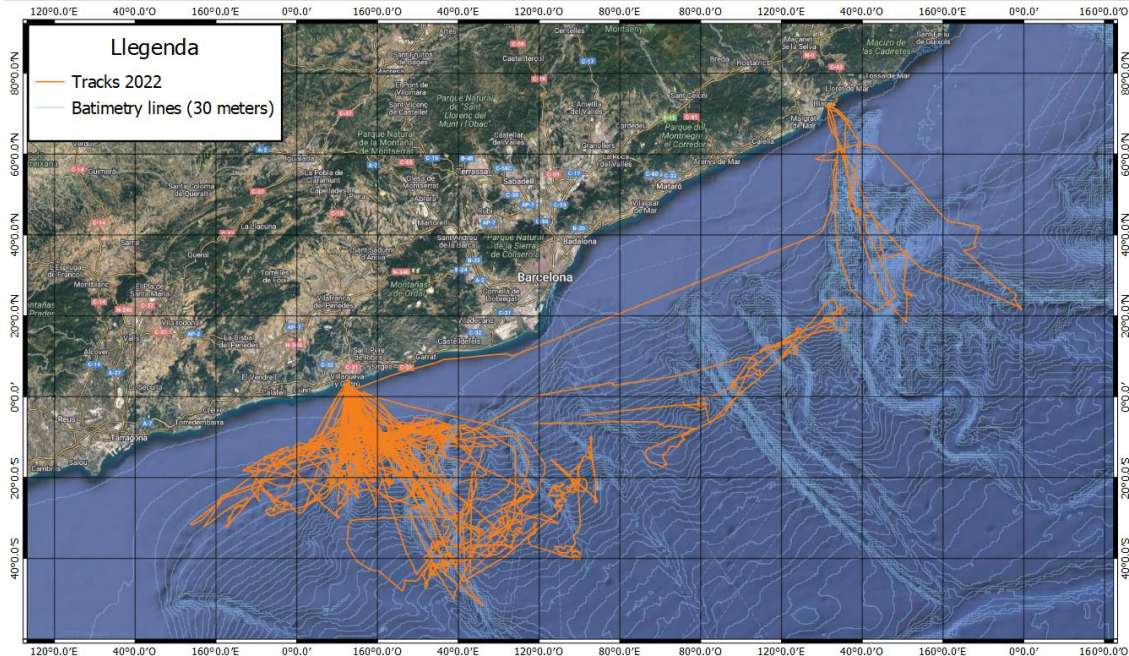


Mapa de los avistamientos del área de la costa del Garraf, entre Barcelona y Tarragona. Las líneas batimétricas están dibujadas cada 30 metros.



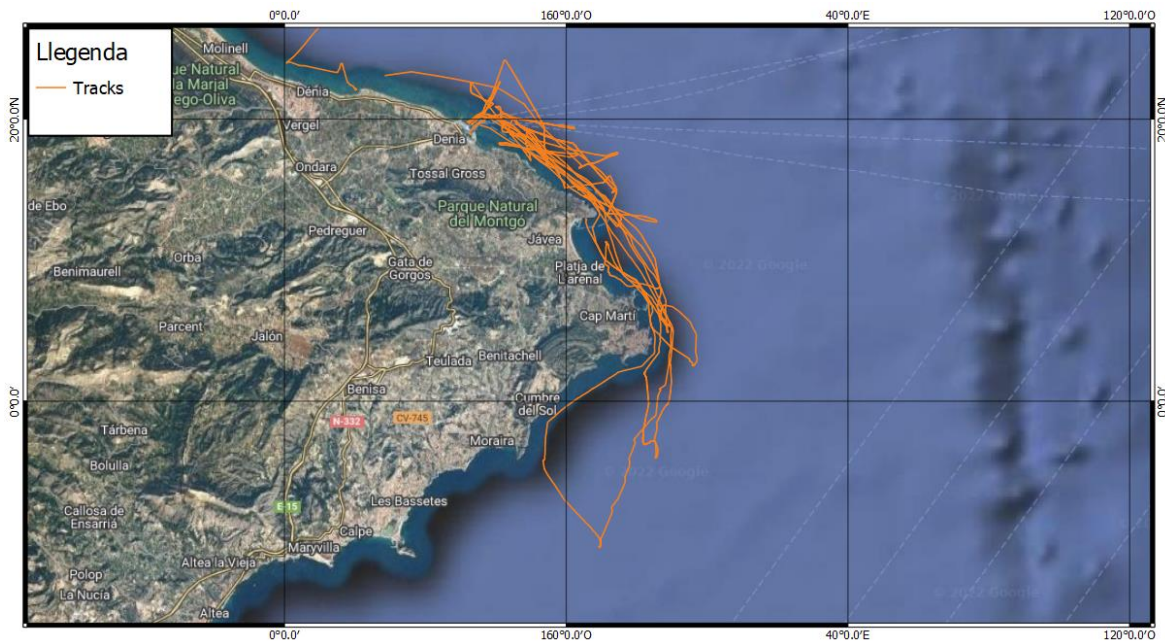
Mapa de los avistamientos del área entre Barcelona y Blanes. Las líneas batimétricas están dibujadas cada 30 metros.

El esfuerzo se ha concentrado en la zona del Garraf, entre Castelldefels y Torredembarra, sobre todo en la zona del límite de la plataforma y en los cañones submarinos. Los recorridos en las áreas de 1000 metros y de la zona entre Barcelona y Blanes los meses de mayo y junio, son debidos a la variación en la distribución de los rorcuales.



*Recorridos de las campañas del Proyecto Rorcual 2022.*

A finales de junio el proyecto se desplazó hacia Denia para monitorizar a los animales que están migrando hacia el atlántico. Haciendo unos recorridos muy cerca de la costa.



*Mapa de los trayectos realizados en Denia a finales de junio.*

En Denia los animales pasan muy cerca de la costa viajando en dirección sud a una velocidad de entre 4 y 7 nudos, mayoritariamente. Acostumbran a ir en grupos de 2 a 5 animales resiguiendo el perímetro de costa a una profundidad de unos 30 metros.



*Mapa con los avistamientos registrados en las costas de Denia en junio de 2022.*



*Imagen de dos rorcuales comunes navegando en las costas de Denia, dirección sud y muy cerca de costa.*

## Meteorología y Oceanografía

**Al ser una zona de alimentación, la presencia y distribución de los rorcuales esta ligada a las condiciones oceanográficas y meteorológicas de la zona.** Las variables que se han podido determinar como factores principales para explicar la presencia de rorcuales son: las lluvias, la temperatura, la clorofila (cómo indicador de producción), el contorno batimétrico y las corrientes superficiales producidas por el viento.

**El aporte de nutrientes por parte de los ríos y rieras** han demostrado ser cruciales para la producción de la zona, debido a la proximidad de esta a la costa<sup>[59]</sup>. Se ha podido comprobar como los años con una fuerte sequía, cómo el 2019, la distribución y presencia de las ballenas cambió radicalmente, siendo la temporada con menos avistamientos de toda la historia del proyecto.

La **producción primaria** en los mares y océanos se estima a través de la concentración de clorofila, presente en el fitoplancton<sup>[5,63]</sup>. Esta concentración puede ser relacionada con la presencia y la abundancia de zooplancton, principal alimento de las ballenas en esta zona<sup>[30,31,43,46]</sup>.

El **viento y la temperatura** tienen también un papel crucial en la producción de la zona ya que marcan la estratificación<sup>[59]</sup>. Para que una zona sea productiva ha de tener aportes de nutrientes y una gran capa de mezcla que permita que las aguas ricas en nutrientes del fondo se puedan mezclar con las aguas superficiales, dónde se da la producción primaria. Al estratificarse, no llegan tantos nutrientes a las capas superficiales y estas se empobrecen reduciendo su producción. Inviernos y primaveras frías y/o ventosas promueven unas capas de mezcla que se mantienen durante más tiempo, alargando las condiciones que favorecen el alimento para las ballenas, como ha sucedido el 2022, un año en el que las condiciones de fuertes vientos no han permitido realizar prácticamente ninguna salida durante el mes de marzo pero en el que se ha alargado la temporada hasta finales de mayo en las costas del Garraf y hasta medianos de junio en el norte de Cataluña. Por el contrario, en unos inviernos y primaveras calurosos y/o poco ventosos, la estratificación de la columna de agua se da antes provocando un empobrecimiento de la zona haciendo que disminuya la época de alimentación de las ballenas, cómo pasó en 2015.

Los datos de clorofila, temperatura del agua y corrientes causadas por los vientos se obtienen a través de mapas satelitales. La temperatura de la columna de agua se obtiene mostrando diferentes puntos de la costa de manera rutinaria utilizando un CTD.

En la zona norte de la costa catalana y el golfo de León se dan unas condiciones de fuertes tramontanas durante la primavera que permiten que el agua se mantenga más fría los meses de mayo y junio. Este hecho juntamente con el aporte de nutrientes por los grandes ríos europeos, principalmente el Roine, el cual va cargado con el agua y los sedimentos provenientes de los Alpes generan una zona muy productiva especialmente los meses de mayo y junio. Se ha observado que los meses de marzo hasta principios de mayo hay una gran concentración de ballenas entre Tarragona y

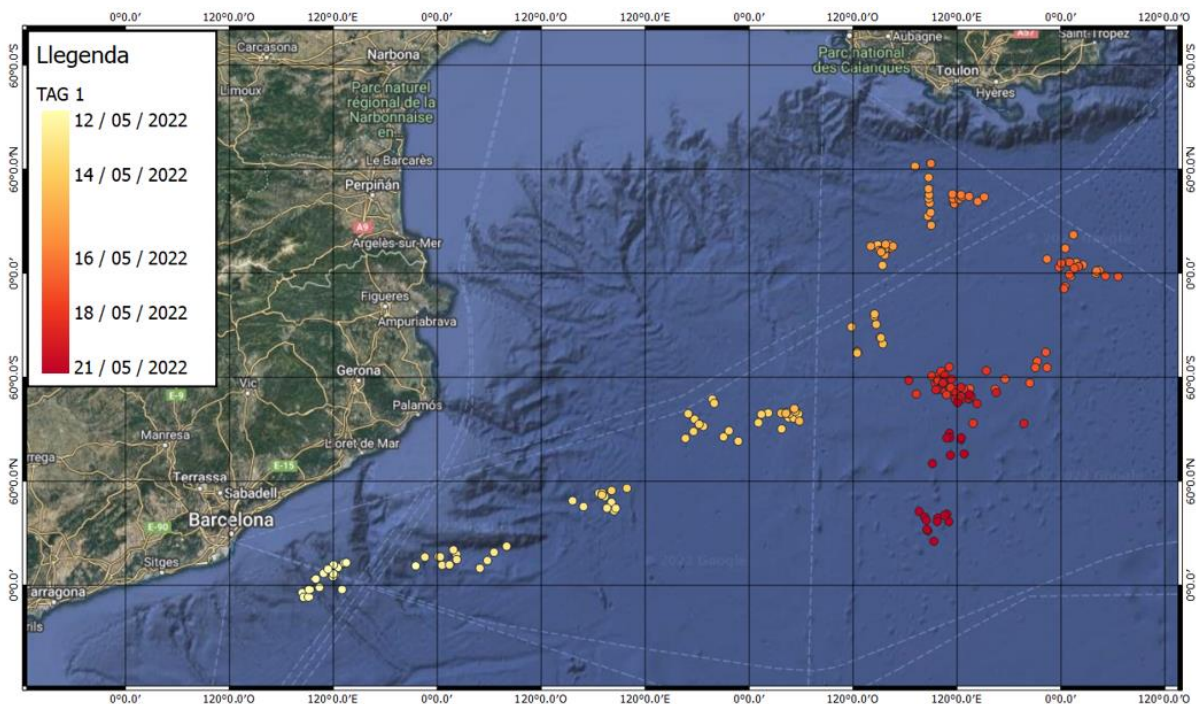
Barcelona, pero a partir de medianos de abril la concentración de ballenas comienza a aumentar en la zona de Barcelona a Palamós hasta medianos de junio.

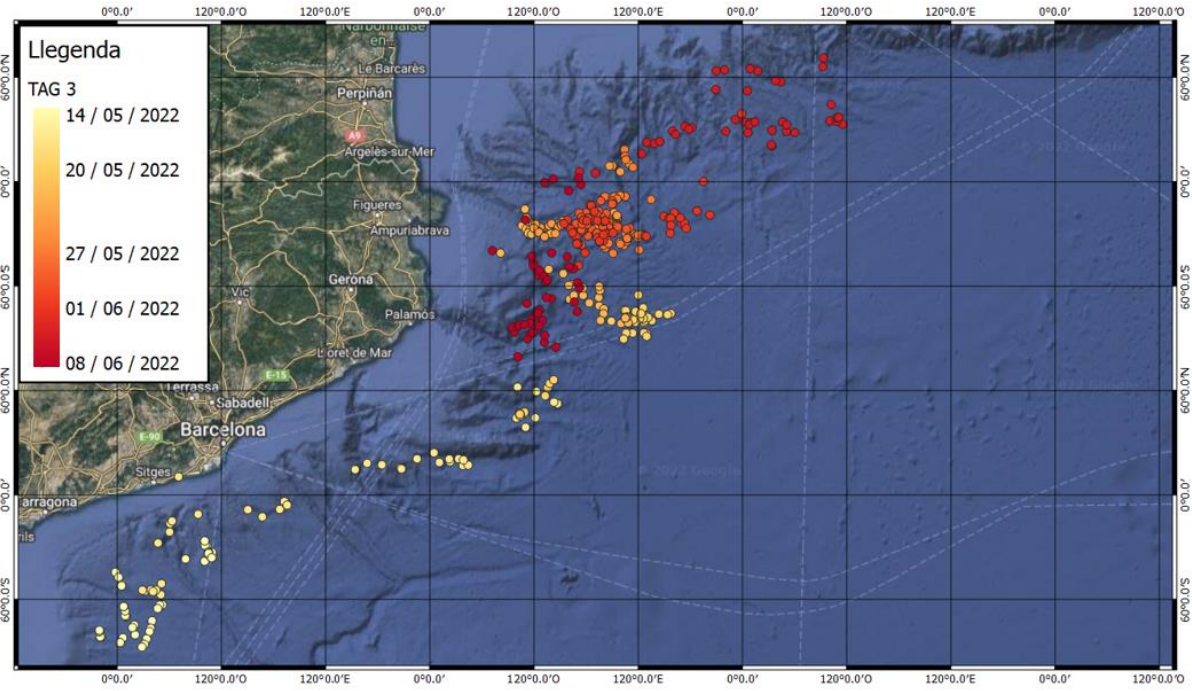
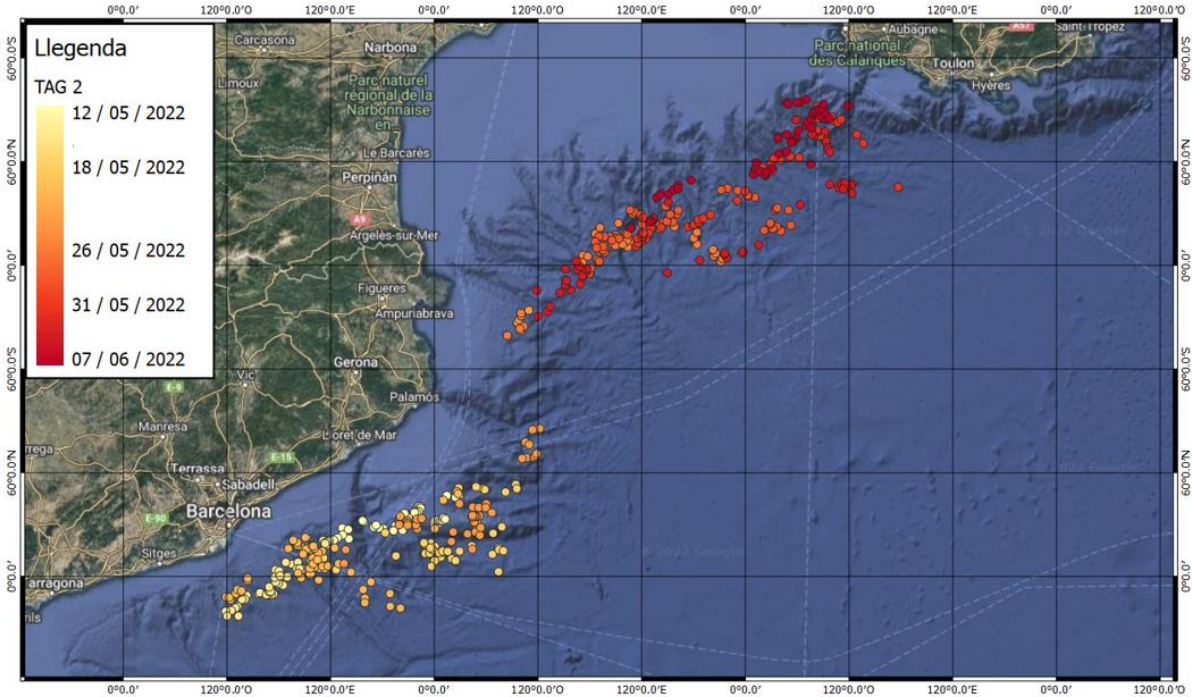
### Marcas satelitales

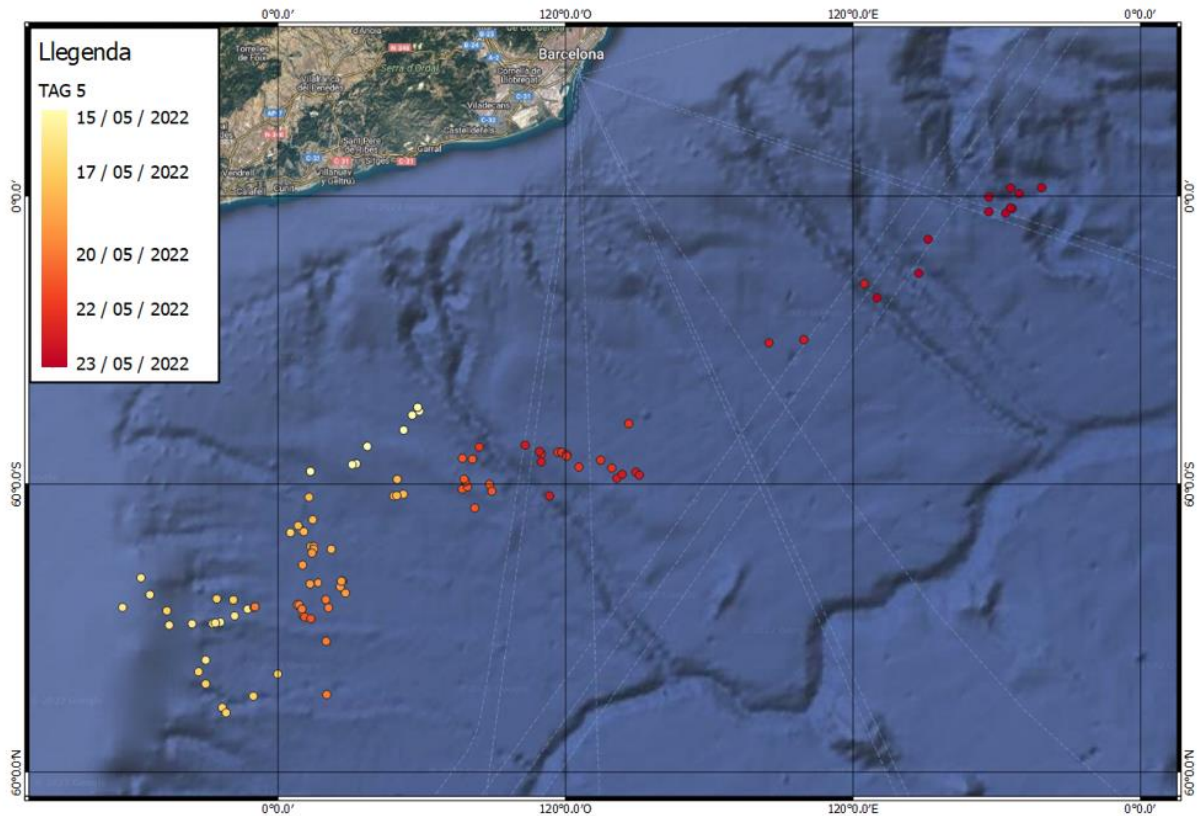
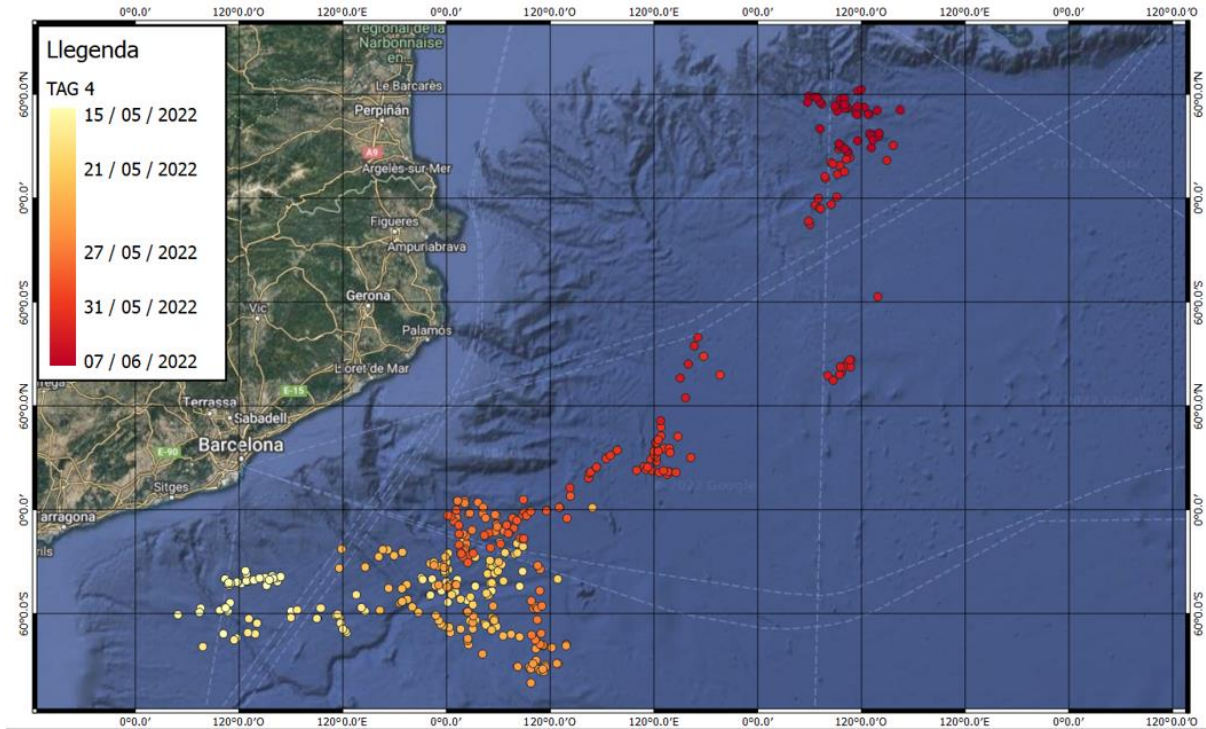
Los recorridos a lo largo de la costa se han podido observar también en los rorcuales marcados satelitalmente el 2021 y 2022. Siendo el 2022 el año en el que se han podido marcar más animales, un total de 5. **Entre el 2018 y el 2022 se han podido colocar un total de 9 TAGs**, en **colaboración con el Dr. Simone Panigada**, director del Thetys Research Institute. Estos TAGs se colocan en la aleta dorsal y están transmitiendo información de la posición del animal a través del sistema ARGOS<sup>[53]</sup>. Estas marcas **han estado transmitiendo entre 7 y 32 días**.

*Tabla con los días de transmisión de los TAGs colocados entre el 2018 y el 2022.*

	2018			2021			2022		
	TAG1	TAG1	TAG2	TAG3	TAG1	TAG2	TAG3	TAG4	TAG5
<b>Data de colocación</b>	16/05	06/05	07/05	08/05	12/05	12/05	14/05	15/05	15/05
<b>Días de transmisión</b>	7	32	25	15	10	27	26	9	24







Mapas con el recorrido de los 5 animales con marcas satelitales en las costas catalanas a lo largo del Proyecto Rorcual 2022. En amarillo se indican las posiciones iniciales, de los primeros días, este color se va intensificando, siendo los puntos en rojo oscuro las últimas posiciones enviadas por el TAG antes de que el animal lo pierda.

Como se puede observar en estos mapas los rorcuales marcados a principios de mayo se mantienen en la costa catalana, realizando un movimiento hacia el norte de la costa

catalana y el golfo de León, mostrando unos movimientos que se relacionan con patrones de alimentación.

### Zona de alimentación del rorcual común

Para poder determinar el comportamiento de los rorcuales y establecer la zona cómo un área de alimentación se realiza un **seguimiento de los animales avistados en el que se registran las respiraciones, la localización respecto a la embarcación y la posición del animal respecto la embarcación así cómo las partes del cuerpo que muestra en cada respiración.**

Estos registros se complementan con los **vídeos de dron** los cuales nos dan mucha información relacionada con el comportamiento del animal cerca de superficie. Gracias al dron hemos podido registrar episodios de alimentación así cómo describirlos, registrándose por primera vez el 2015. También hemos podido observar las interacciones entre animales de la misma especie y entre diferentes especies como pueden ser el delfín listado y el delfín mular. Esta temporada **2022 se han podido observar interacciones con** ambas especies de **delfines varias veces** a lo largo de la temporada. Un hecho curioso de esta interacción, sobre todo con delfines listados, es la excitación que parecen tener los delfines cuando el rorcual se está acercando a la superficie para respirar, hecho que nos ha ayudado en varias ocasiones a posicionar la embarcación antes de la primera respiración del rorcual.



*Imagen de un rorcual común saliendo a respirar con un grupo de delfines listados nadando en su cabeza.*

Hemos comprobado que la mayoría de animales, **entre un 70 y un 75 por ciento de las ballenas observadas en la costa catalana y la cuenca Balear**, realizan trayectorias no lineales (circular, zigzag, etc.) relacionadas con **patrones de**



**búsqueda de alimento o alimentación**, y que se diferencian de las que presentan los individuos que están viajando, que realizan trayectorias lineales a una velocidad constante<sup>[42]</sup>. Este **comportamiento de viaje** se ha podido observar en **los individuos avistados en las costas de Denia**, siguiendo todos un rumbo suroeste y a una velocidad constante.



*Secuencia del rorcual común alimentándose cerca de superficie.*

En algunas ocasiones desde el dron se pueden observar unas manchas rojizas en el agua correspondientes a una elevada concentración de krill. También se puede ver, cuando comen en superficie, cómo el krill salta de la boca de la ballena procurando no ser capturado por esta.

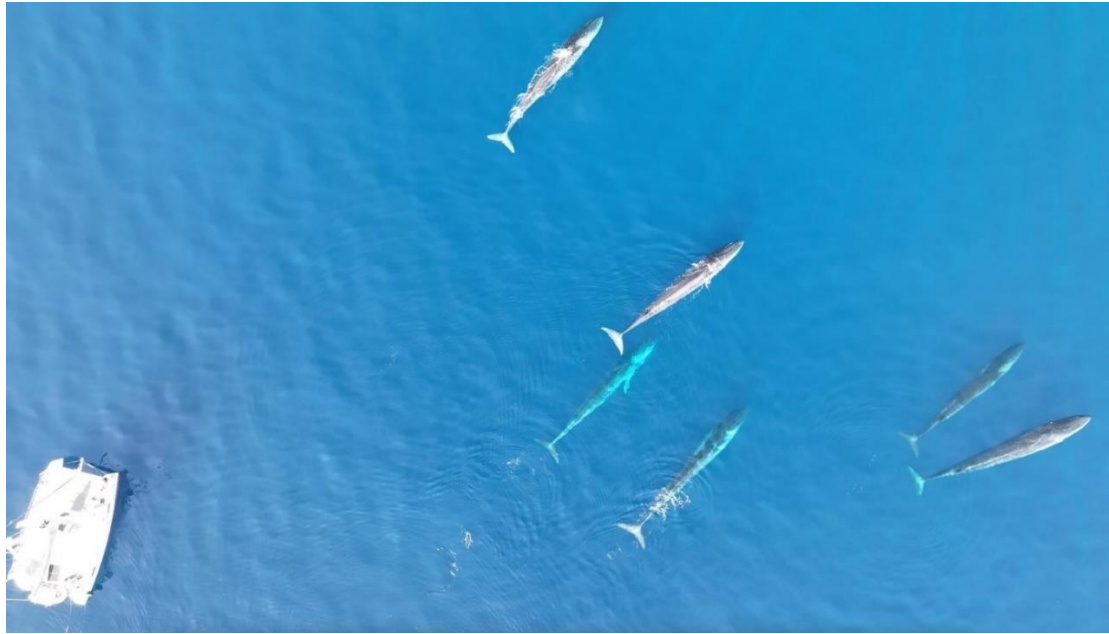


*Imagen de un rorcual común alimentándose en superficie y una mancha de krill. Se puede ver cómo el agua de delante de la boca es de color rojizo y el krill está saltando fuera de la boca del animal.*

Los individuos avistados en la zona suelen estar solos, aunque a veces se agregan formando pequeños grupos de 2 o 3 animales durante períodos cortos de tiempo. No se sabe si estas asociaciones están motivadas por comportamiento de alimentación gregario o por comportamiento social. Estas agrupaciones no están formadas necesariamente por los mismos individuos, por lo tanto, no se pueden atribuir a estructuras familiares. Las mayores concentraciones de animales están relacionadas con las semanas con una mayor concentración de alimento, según indican las

condiciones oceanográficas. Durante estas semanas en las diferentes temporadas se han observado hasta 8 animales alimentándose durante horas en la misma área.

Estas agregaciones de animales se han podido observar también con comportamientos de descanso al principio del día, en especial el 15 de mayo de 2022 en el que se avistaron 6 animales descansando juntos y separándose después de unas horas para empezar a alimentarse.



*Imagen de 6 rorcuales comunes descansando.*

Se han registrado diferencias en los patrones de respiraciones, haciendo inmersiones de 1 a 4 minutos en alimentación cerca de superficie, la cual se da principalmente los meses de marzo y abril, siendo al final del día dónde se observa más alimentación cerca de superficie, hecho relacionado con la migración vertical del plancton. Al mediodía y en los meses de mayo y junio se detecta una alimentación a más profundidad, con unas inmersiones de 8 a 10 minutos.



*Dos rorcuales comunes alimentándose cerca de superficie. Uno se está alimentando verticalmente y el otro en horizontal con el lado blanco mirando hacia el fondo.*

La alimentación de las ballenas también se constata con la observación directa de defecaciones, que tiñen el agua de un color rojizo. **Esta temporada se han podido observar defecaciones en más de 8 ocasiones.**



*Defecación del rorcual común.*

Se ha observado que **los rorcuales comunes se aproximan a las embarcaciones sin un miedo aparente**, tanto si son pesqueros como si son grandes buques mercantes o embarcaciones recreativas. Este hecho hace que el tráfico marítimo sea uno de los principales peligros del rorcual común en todo el mundo.

### Foto-identificación del rorcual común

La foto-identificación es una de las técnicas principales de estudio de los cetáceos<sup>[58,64]</sup>. Consiste en identificar un individuo y poder reconocerlo en otra ocasión y en otro sitio y año. Esta identificación, por esta especie, se suele hacer a partir del **análisis de forma, coloración, muescas y cicatrices de la aleta dorsal**. Por eso es muy importante obtener fotografías con una buena resolución y en un ángulo de 90 grados respecto al individuo<sup>[58,64]</sup>. No obstante, también nos da información individual sus **patrones de pigmentación característicos, llamados; chevron y blaze**<sup>[1]</sup>, que son muy identificables gracias a las imágenes en posición zenital obtenidas con el dron. También es importante obtener imágenes de los rasgos característicos del individuo, tales como cicatrices, parásitos, malformaciones, etc. Estas pueden ser permanentes o temporales, en este último caso, nos puede ayudar a identificar a los individuos a corto plazo (dentro de una misma temporada).

La **foto-identificación del rorcual común a través del dron** es una técnica pionera desarrollada para la asociación EDMAKTUB a lo largo de los años de proyecto y que esta dando unos resultados excelentes. La automatización de esta técnica nos ha permitido reconocer a los animales de manera mucho más eficaz i fiable, ya que **la pigmentación del chevron y el blaze no cambia a lo largo de los años mientras que la aleta puede modificarse** con nuevas marcas que pueden dificultar la identificación del individuo entre temporadas<sup>[3,32,57]</sup>.



*Imagen en la que se observa el individuo Bp\_045, un individuo avistado a lo largo de varias temporadas y el cual apareció con una marca nueva en la aleta el 2021, gracias a la identificación a través del chevron se pudo determinar que era el mismo animal.*

**Actualmente, tenemos un catálogo de aletas de 244 individuos, y un catálogo de dron de 235 individuos. Habiendo identificado el 2022 un total de 86 individuos por aleta y 102 individuos a través de imágenes de dron.**

Gracias a la foto-identificación hemos podido reconocer la presencia de los mismos individuos a lo largo de las temporadas, teniendo animales que se han podido ver casi todas las temporadas en las que se ha realizado el proyecto rorcual. Un claro ejemplo sería el individuo Bruixa, un macho que se ha avistado repetidas veces a lo largo de las temporadas, dentro del mismo año y en años consecutivos: 2011, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2021 y 2022.

Cada año son más los individuos recapturados, llegando **el 2022 a un 22% de recapturas interanuales y un 28% de recapturas intraanuales**. Estos números aún dan un elevado número de individuos nuevos cada temporada, este hecho y tratándose de una especie migratoria con un área de distribución muy amplia dificulta mucho los cálculos de abundancia de la especie.

## Tráfico marítimo

**El tráfico marítimo es uno de los principales peligros a los que se enfrentan los rorcuales comunes en todo el mundo**, siendo bastante elevado al Mediterráneo debido a la densidad del tráfico<sup>[50,62]</sup>.

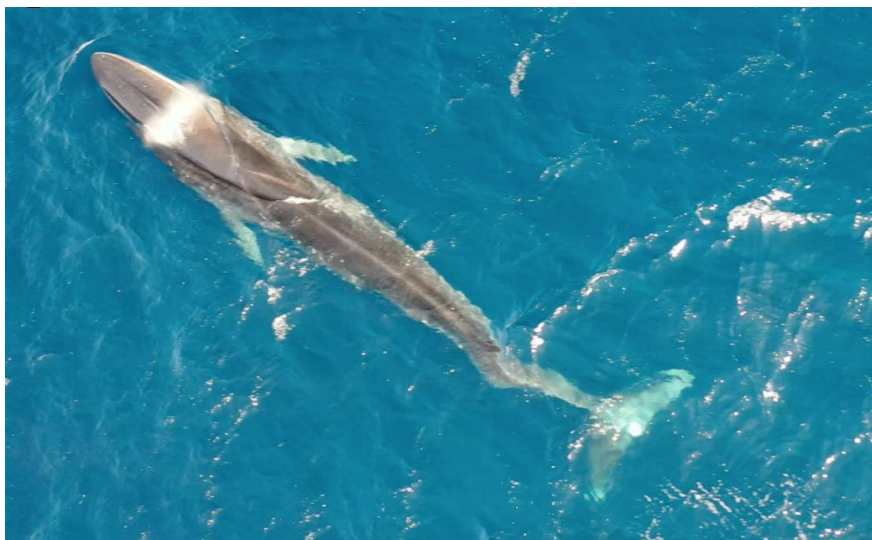
La costa catalana es una zona muy concurrida debido, principalmente, a los puertos de Barcelona y Tarragona. Esta presencia de barcos comerciales juntamente con la presencia de ballenas y **el comportamiento de alimentación que predomina en la zona hace que el riesgo de colisiones en esta área sea especialmente elevado**<sup>[62]</sup>.

A lo largo de las temporadas han estado muchas las ocasiones en las que hemos fotografiado ballenas cerca de embarcaciones mercantes, los cuales pasan por las zonas de alimentación de los rorcuales.



*Imagen de un rorcual común con una embarcación de carga detrás.*

**También se ha podido registrar en diversas ocasiones animales con lesiones producidas por interacciones con embarcaciones.** La lesión más grave se ha observado en dos animales avistados diferentes años con una escoliosis lumbar, una deformación de la columna vertebral justo detrás de la aleta dorsal. Este 2022 se ha podido avistar, en dos ocasiones, el animal que fue avistado por primera vez en 2018 con esta deformación alimentándose en nuestras costas indicando que esta es una lesión en la que el animal puede adaptarse y sobrevivir.



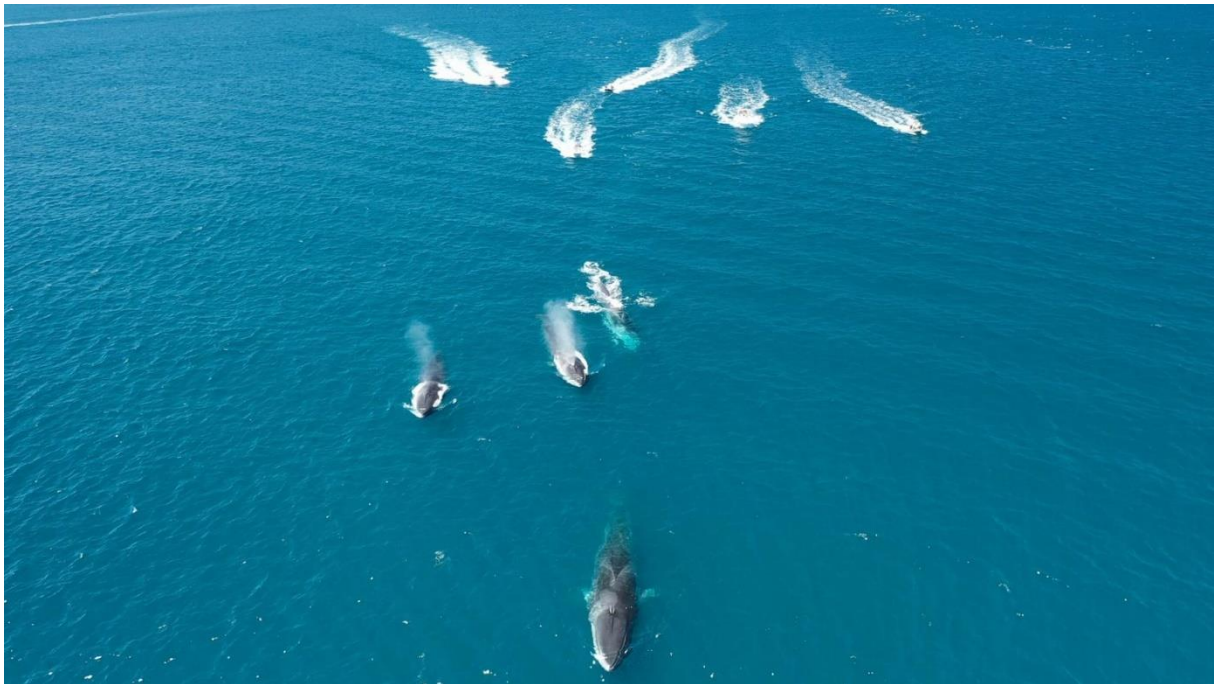
*Imagen del rorcual común en las costas del Garraf con una deformidad en la parte posterior de la columna vertebral, justo después de la aleta dorsal. Esta deformidad ha estado producida por la colisión con una embarcación.*

Los resultados se pueden encontrar descritos con más detalle en el artículo open source que se publicó a principios de año llamado *Ship Strike Risk for Fin Whales*

(*Balaenoptera physalus*) Off the Garraf coast, Northwest Mediterranean Sea. Este artículo presenta el riesgo de colisiones del rorcual común en la zona del Garraf, analizando el año 2021, y caracteriza el tipo de tráfico más frecuente en la zona y las áreas con un mayor riesgo.

Las principales conclusiones obtenidas son que hay un **solapamiento importante entre el tráfico marítimo y las zonas de alimentación de las ballenas** siendo un riesgo principalmente importante el mes de abril en las costas del Garraf y el mes de mayo en las costas del Garraf y en la zona central en el norte de Cataluña, englobando el área entre Barcelona y Palamós, **sobre todo en la zona del límite de la plataforma y en el interior de los cañones submarinos** que es dónde se concentran los animales y también es por dónde pasan las principales rutas de tráfico que van hacia Francia y Italia<sup>[62]</sup>.

Por último, **remarcar también las molestias causadas por el acoso de embarcaciones recreativas pecando de irresponsabilidad, poca sensibilidad y desconocimiento de la ley que protegen los cetáceos y que prohíben la aproximación** (Real Decreto 1727/2007, de 21 de diciembre, por la que se establecen medidas de protección de cetáceos).



*Imagen en la que se observan 4 rorcuales comunes perseguidos por 5 barcas a motor en las costas de Denia.*

## Cámara térmica

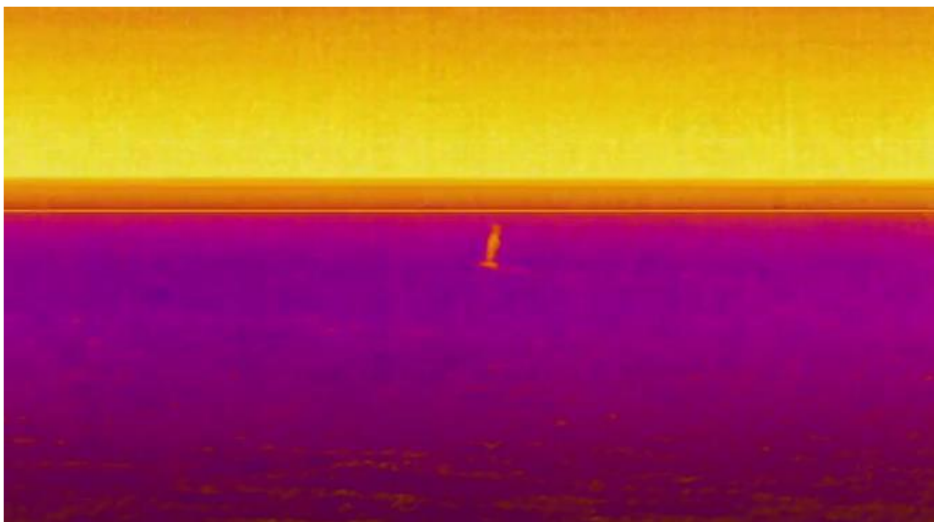
En el 2022 se ha instalado una cámara térmica, M364C LR de FLIR, para determinar si es posible detectar a los rorcuales, bajo que condiciones y a que distancia. **El objetivo principal es demostrar su validez como técnica de detección de ballenas** en los buques mercantes pudiendo así tomar medidas para reducir el riesgo de colisiones.

La cámara térmica se instaló arriba del mástil del catamarán, a una altura de 21 metros sobre el nivel del mar, a finales de marzo. Se utilizó el software TimeZero para visualizar y controlar las imágenes transmitidas por la cámara.

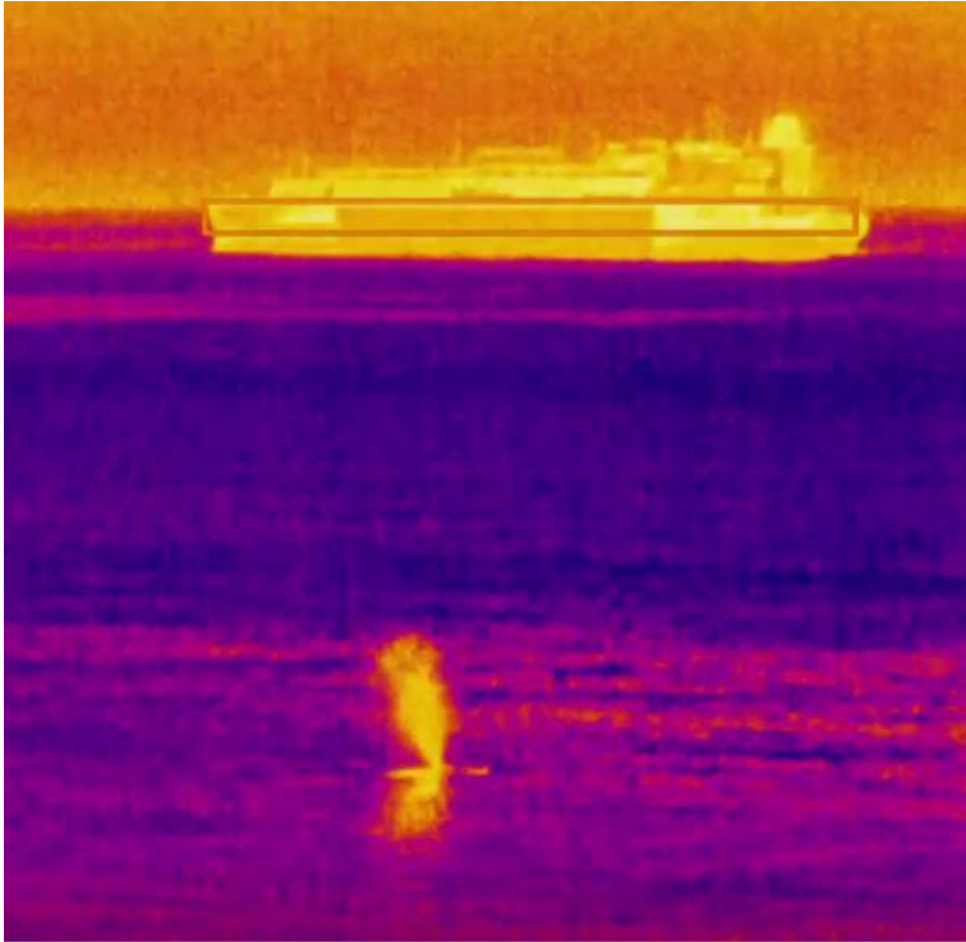


*Ubicación de la cámara térmica arriba del mástil del Maktub.*

Los resultados muestran que **la cámara térmica puede detectar los rorcuales hasta 1000 metros**, en las condiciones de instalación descritas anteriormente, y con unas condiciones oceanográficas menores o iguales a 3 en la escala Beaufort.



*Imagen de la cámara térmica en la que se observa un soplo de un rorcual a unos 700 metros de distancia.*



*Imagen de la cámara térmica dónde se observa un soplo de un rorcual a unos 350 metros de distancia y un barco mercante detrás a unos 1000 metros de distancia.*

También se ha podido comprobar la **utilidad de estas cámaras por la noche**, cuando no es posible detectar a los animales a simple vista desde la embarcación.

## Muestras biológicas

Des del 2018 se han realizado biopsias para determinar la genética, la situación hormonal y las concentraciones de isótopos estables. En algunos casos también se han podido recoger muestras fecales las cuales servirán para determinar la alimentación de los rorcuales en la zona, la genética y la presencia de microplásticos.

Todos los animales antes de ser muestreados son identificados por dron y aleta dorsal por tal de evitar biopsiar a un animal más de una vez y también para poder tener bien clasificados los resultados y la información de los animales biopsiados.

El 2018 se pudieron hacer un total de 9 biopsias, el 2021 se pudieron hacer 38 y **el 2022 se han podido hacer un total de 26, acumulando un total de 73 animales biopsiados**. Inicialmente las biopsias se realizaban acercándonos al animal con una neumática, sin embargo, los dos últimos años, **gracias a la ayuda del dron** para la identificación y aproximación se han podido hacer **el 90% de las biopsias desde el catamarán disminuyendo la molestia y la reacción de los animales biopsiados**.



Los resultados de estos muestreos están siendo analizados en colaboración con diferentes equipos y centros de investigación y esperamos tener resultados en un término corto de tiempo. Los únicos resultados que tenemos actualmente son el género de los individuos biopsiados, el cual parece ser bastante equilibrado, **número similar de machos y hembras**.

## Zooplancton y Microplásticos

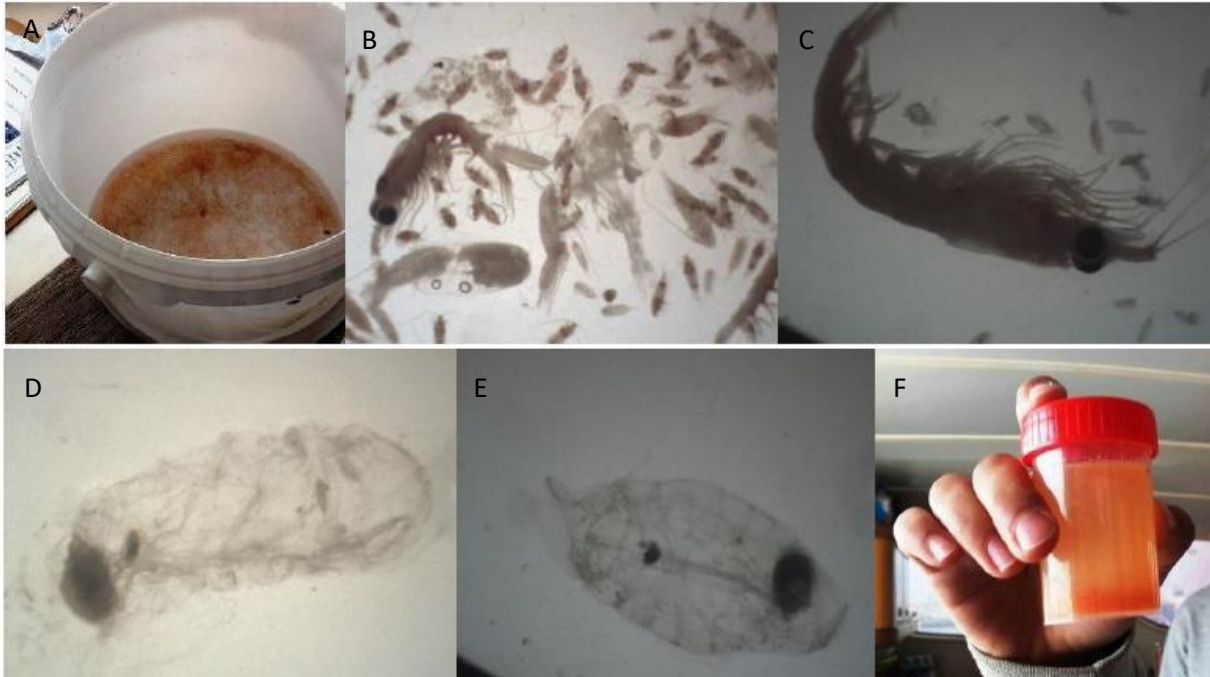
Para poder describir las especies de plancton presentes en la zona se realizan muestreos periódicos a diferentes puntos de la costa y en áreas dónde encontramos al rorcual común alimentándose. El 2022, con la incorporación de la ecosonda, se ha podido obtener más información sobre la agrupación del plancton así cómo las profundidades a las que se concentran. Esta detección se ha dado con gran frecuencia en las áreas donde estábamos con rorcuales alimentándose.



*Captura de pantalla del ecosonda, a la derecha de la imagen, en la que se observa una mancha de alta densidad (colores amarillo, verde y rojo), concentración de plancton, a una profundidad de entre 30 y 45 metros. Esta captura está hecha en una zona donde el rorcual común se estaba alimentando. En la parte izquierda de la imagen se observa el track de la embarcación.*

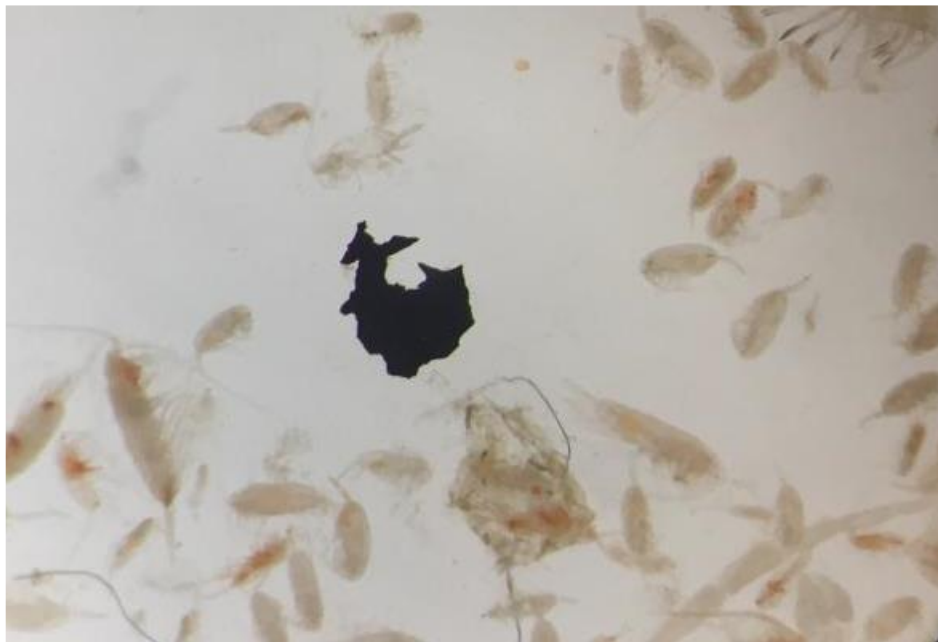
Haciendo referencia a las especies que encontramos en las muestras de plancton cabe destacar la **presencia de copépodos al 90% de las muestras y de krill entre el 40 y el 55%** de estas, exceptuando la temporada 2019 en la que solo se detectó krill en una ocasión.

A continuación, se muestran algunas imágenes de invertebrados que se han encontrado en las muestras de plancton, en las primeras imágenes encontramos copépodos, krill y salpas, que son los organismos que se encuentran con más frecuencia.



*Imágenes de algunas de las muestras recogidas a lo largo de las temporadas. En estas encontramos krill (imágenes a, b, c y f), copépodos (imágenes a, b y c) y salpas, imágenes d y e.*

Las ballenas son unos animales filtradores los cuales engullen grandes cantidades de agua que después filtran utilizando las barbas. Esta manera de alimentarse comporta que coman todo lo que se encuentran dentro de esta masa de agua, siendo capaces de seleccionar solo elementos de grande envergadura. Por este motivo son unos **animales muy propensos a ingerir microplásticos**<sup>[34]</sup>.



*Microplástico recogido con los muestreos de plancton. En esta imagen encontramos juntamente con los copépodos un trozo de plástico negro en el centro y un filamento negro en la parte inferior de la fotografía.*

Los microplásticos han estado presentes en todos los muestreos de plancton realizados a la superficie, siendo las microfibras los microplásticos más frecuentes.

## Otras especies de cetáceos

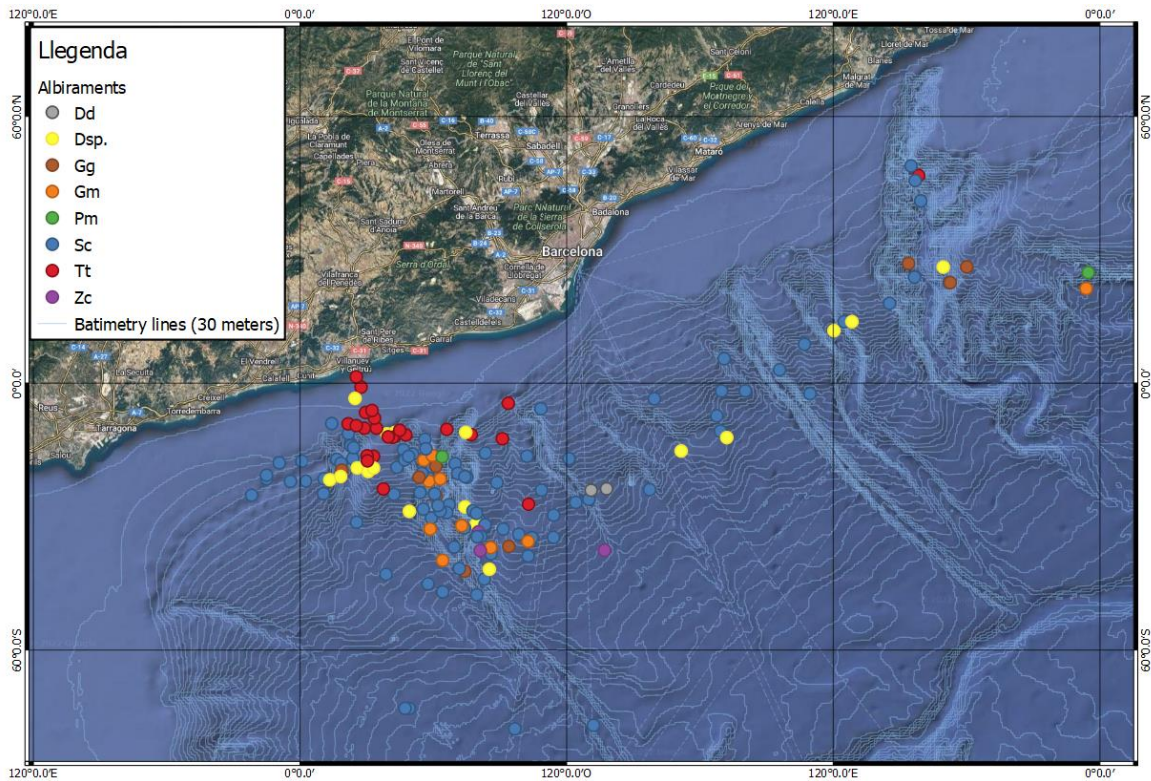
En el Mediterráneo habitan 7 especies de odontocetos; el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), el delfín mular (*Tursiops truncatus*), el delfín común (*Delphinus delphis*), el calderón gris (*Grampus griseus*), el calderón negro (*Globicephala melas*), el cachalote (*Physeter macrocephalus*) y el zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*).

Tabla resumen de los avistamientos de las especies de cetáceos que se pueden encontrar en las costas catalanes a lo largo de los años del proyecto rorcual. Estas especies son el delfín listado (*Stenella coeruleoalba*), Sc, el delfín mular (*Tursiops truncatus*), Tt, el delfín común (*Delphinus delphis*), Dd, el calderón gris (*Grampus griseus*), Gg, el calderón negro (*Globicephala melas*), Gm, el cachalote (*Physeter macrocephalus*), Pm, i el zifio de Cuvier (*Ziphius cavirostris*), Zc.

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	Total
<b>Sc</b>	17	15	27	77	76	74	101	<b>95</b>	482
<b>Tt</b>	8	13	9	17	11	13	20	<b>24</b>	115
<b>Dd</b>	0	0	1	3	0	1	1	<b>2</b>	8
<b>Gg</b>	2	5	2	2	6	7	3	<b>10</b>	37
<b>Gm</b>	0	0	0	0	0	4	2	<b>10</b>	16
<b>Pm</b>	0	0	0	0	0	3	0	<b>2</b>	5
<b>Zc</b>	0	0	0	0	3	3	0	<b>3</b>	9

En la tabla observamos como **el delfín listado es el más abundante en la zona**, siendo el delfín más avistado todas las temporadas del proyecto. La segunda especie más avistada es el delfín mular. Ambas especies son las más avistadas no solo por ser muy abundantes sino también para compartir el área de distribución con el rorcual común. Las otras especies se suelen encontrar a más profundidad por lo que no es tan frecuente avistarlas durante las campañas marinas del proyecto. **Este 2022 ha destacado por una elevada presencia de calderón negro el mes de mayo y junio**, con unos grupos de 40 a 60 animales en las zonas de los cañones submarinos. Esta concentración de calderones ha sido un hecho destacado también entre los pescadores, los cuales afirman que hacia años que no avistaban estas concentraciones de calderón negro manteniéndose por la misma zona, en los cañones submarinos.

También se observa cómo este año, igual que el 2019, al ir a más profundidad en busca del rorcual común se han podido avistar cachalotes y zifios. Otras temporadas en las que no se ha ido tan lejos de costa no se han avistado estos animales.



Mapa con los avistamientos de cetáceos, excepto el rorcual común, que se ha avistado en la costa catalana en el transcurso del Proyecto Rorcual 2022.

## Delfín listado

El delfín listado es el delfín más abundante del mediterráneo noroccidental. Es un delfín pelágico, que puede llegar a los 2.6 metros de longitud y se caracteriza por tener una coloración blanca en los laterales y una línea negra que los cruza des del ojo hasta la zona genital y otra des del ojo hasta la aleta pectoral. Se alimenta de una gran variedad de peces pequeños y cefalópodos[25].



Imagen de dos delfines listados saltando.

Es un delfín cosmopolita, se encuentra en todos los mares y océanos tropicales y templados del mundo<sup>[25]</sup>. Es una especie que está catalogada como especie de menor preocupación por la IUCN<sup>[45]</sup>.

Es un animal gregario, generalmente se encuentra en grupos de 20-40 individuos en la costa catalana pero también puede ir en grupos de centenares de individuos. A veces lo podemos encontrar asociado con otras especies como puede ser el rorcual común, el delfín común, el cachalote, el calderón gris y el calderón negro<sup>[25]</sup>. En esta temporada 2022 se han observado interactuando con el rorcual común, el calderón gris y el calderón negro.

Los avistamientos del delfín listado, en general, se dan a partir de los 70 metros de profundidad y están distribuidos por toda la costa y la cuenca Balear, no parece que haya ninguna área de especial concentración de individuos.

Han empezado a interactuar con las embarcaciones de pesca pero, por la información que recibimos de los pescadores, parece que es una asociación esporádica y oportunista. Si que hay una interacción con las embarcaciones de todo tipo cuando se refiere al juego en la proa, haciendo lo que en inglés se conoce como bowriding.

## Delfín mular

Es un delfín costero, aunque también puede encontrarse en zonas de profundidad. Tiene una coloración gris, más oscura en el lomo y más clara en los laterales. Puede llegar a medir 3.8 metros de longitud. Se alimenta de una gran variedad de organismos, pueden comer pez pelágico y mesopelágico, calamares y invertebrados del fondo en zonas costeras<sup>[25]</sup>.



*Imagen de 3 delfines mulares respirando.*

Es un delfín cosmopolita, se encuentra en todos los mares y océanos tropicales y templados del mundo<sup>[25]</sup>. Es la especie de delfín que suele encontrarse en los zoológicos.

y delfinarios. Es una especie que está catalogada como especie de menor preocupación por la IUCN<sup>[47]</sup>.

Es un animal que se suele encontrar en grupos pequeños de 5 a 30 animales. A veces los podemos encontrar asociados con otras especies como el rorcual común, el calderón gris, el calderón negro y el cachalote<sup>[25]</sup>. Concretamente, esta temporada 2022, se han avistado interactuando con el rorcual común y el calderón negro. Las interacciones con el rorcual común suelen ser positivas en las que los delfines juegan delante de la cabeza de las ballenas.



*Imagen de un rorcual común respirando con un grupo de 5 delfines mulares nadando delante de su cabeza.*

Por otra parte, hay interacciones más energéticas entre el delfín mular y otras especies. Como es el caso de la interacción que se dio entre un grupo reducido de delfines mulares y un gran grupo de calderones negros. Al llegar los delfines mulares los calderones se pusieron en posición defensiva, juntándose todos formando un círculo con las crías en el medio y algunos adultos interaccionaban directamente con los delfines apartando al pequeño grupo de mulares.



*Imagen en la que se observa un grupo de calderones interactuando con 4 delfines mulares, los animales que se observan apartados y delante del grupo de calderones.*

El delfín mular a menudo se asocia con embarcaciones de arrastre para comer, siguiendo las redes y yendo a alimentarse del pez que se escapa de las redes. Antiguamente esta asociación había sido un problema pero actualmente esta visión ha cambiado convirtiéndose en una interacción positiva. Es por eso que los avistamientos de esta especie suelen coincidir con las zonas dónde trabajan los pescadores de arrastre.

### Delfín común

El delfín común es el delfín menos común del Mediterráneo noroccidental. Es una especie que se puede encontrar tanto en zonas costaneras como pelágicas. Puede medir hasta 2.7 metros y se caracteriza por tener una coloración negra en el lomo y amarilla y blanca en el lateral, formando un dibujo que recuerda a un reloj de arena. Se alimenta de calamares y peces pequeños<sup>[25]</sup>. Es una especie considerada como en peligro de extinción en el Mediterráneo, según la IUCN<sup>[6]</sup>.



*Imagen de un grupo de 4 delfines comunes, 3 adultos y una cría.*

Es un animal gregario que suele encontrarse a la zona en grupos de 10 a 20 ejemplares. A menudo los vemos asociados con los delfines listados formando grupos mixtos. Se ha descrito que al disminuir la población de delfín común al mediterráneo estos se han asociado con grupos de delfines listados, creando grupos mixtos<sup>[25]</sup>.

## Calderón gris

El calderón gris es una especie que se encuentra en aguas profundas, generalmente por encima de los 300 metros de fundaría. Puede llegar a los 3.8 metros de longitud y se caracteriza por tener una cabeza redonda, no tienen pico pronunciado como los delfines descritos anteriormente, y tiene una coloración gris que con los años va cubriéndose de cicatrices hasta quedarse completamente blanco. Se alimentan principalmente de calamar, aunque ocasionalmente también pueden alimentarse de pulpo y sepia<sup>[25]</sup>.



*Imagen de un calderón gris adulto respirando.*

Es una especie cosmopolita, se puede encontrar en los mares y océanos tropicales y templados del mundo<sup>[25]</sup>. La población mediterránea no está catalogada en la IUCN por falta de datos<sup>[36]</sup>.

Es un animal que se suele encontrar en grupos de 10 a 30 animales. No suelen acercarse a las embarcaciones, son animales muy sociales pero no con el ser humano<sup>[25]</sup>.

A veces están asociados con otras especies como puede ser el delfín listado o el delfín mular. Esta temporada 2022 se han avistado interactuando con delfín listados.

## Calderón negro de aleta larga

El calderón negro de aleta larga es una especie que se encuentra en aguas profundas, encontrándose habitualmente a más de 100 metros de profundidad. Tienen una coloración completamente negra, con una marca de pigmentación blanca detrás de la aleta y otra en la zona ventral debajo de la cabeza y entre las aletas en forma de corazón. Su cabeza es redonda, como el calderón gris. Es una especie con un gran



dimorfismo sexual, este dimorfismo se puede ver con el tamaño, siendo los machos mucho más grandes que las hembras. En el caso del calderón negro de aleta larga, los machos pueden llegar a los 6.3 metros de longitud y las hembras a un máximo de 4.7 metros. Se alimentan principalmente de calamar y caballa<sup>[25]</sup>.



*Imagen de un grupo de calderones negros nadando a la proa del catamarán Maktub, a la izquierda, y una imagen de un calderón negro desde debajo del agua, a la derecha.*

La subpoblación mediterránea se encuentra en un estado de conservación en peligro de extinción según la IUCN<sup>[39]</sup>.

Es un animal gregario que se suele encontrar en grupos grandes de entre 40 y 60 animales, pudiendo llegar a los grupos de 100 en casos puntuales en el mediterráneo. En ocasiones se pueden ver interactuar con otras especies como el delfín listado y el delfín mular<sup>[25]</sup>.

Es la especie de odontoceto del Mediterráneo que más interacciona con las embarcaciones, son unos animales muy sociables y curiosos que a menudo se acercan a las embarcaciones a jugar y por curiosidad.

## Cachalote

El cachalote es la especie más grande dentro del grupo de los odontocetos. Se encuentra en aguas profundas y en cañones submarinos. Se caracteriza por tener un color marrón – grisáceo, un cuerpo rectangular y una gran cabeza donde se encuentra el espermaceti. A diferencia del resto de cetáceos, los cachalotes tienen un espiráculo en la parte izquierda de la cabeza, hecho que provoca que su soplo este desviado 45 grados a la izquierda, a diferencia del resto de cetáceos en los que el soplo es vertical. También tienen una pequeña aleta dorsal situada a 2/3 del cuerpo y a menudo muestran unas marcas de pigmentación en el cuerpo distintas en cada individuo. Hay un gran dimorfismo sexual, los machos son mucho más grandes que las hembras, llegando a los 18 metros de longitud, mientras que las hembras miden un máximo de 12 metros. Se alimentan de calamares gigantes, pero también pueden alimentarse de pulpos y peces abisales<sup>[25]</sup>.



*Imagen de un cachalote descansando en la superficie.*

Es un animal cosmopolita, se puede encontrar en todos los mares y océanos del mundo tanto en zonas templadas como tropicales como también en el norte y el sur en zonas de aguas frías<sup>[25]</sup>. Es una especie considerada en peligro de extinción por la IUCN en el Mediterráneo<sup>[60]</sup>.

Los grupos sociales son grupos familiares formados por hembras y crías, es el que se avista con más frecuencia en el mar Balear. También se pueden encontrar agrupaciones de machos jóvenes que acaban de dejar el grupo familiar. Los machos adultos viven solos, o en grupos de 2 o 3 machos<sup>[25]</sup>.

A veces se pueden encontrar asociados con algunas especies de delfines como puede ser el delfín listado y el delfín mular.

Al ser un animal de profundidad hace inmersiones muy largas, alrededor de 45 – 50 minutos pero que pueden llegar a ser de hasta 2 horas. Al subir a superficie necesitan unos 10 minutos para descansar entre inmersiones, durante este tiempo son muy vulnerables a colisiones con embarcaciones ya que se encuentran parados en superficie descansando y preparándose para la siguiente inmersión<sup>[25]</sup>.

## Zifio de Cuvier

El zifio de Cuvier es la única especie de zifio descrita en el Mediterráneo. Se encuentra en aguas profundas, normalmente a partir de los 500 metros de profundidad. Se caracteriza por tener un pico corto con dos dientes que le sobresalen de la mandíbula, una cabeza blanquinosa y un cuerpo amarillento – grisáceo. Pueden medir hasta 7 metros de longitud. Se alimentan principalmente de calamar<sup>[25]</sup>.



Imagen de un zifio de Cuvier saliendo a respirar.

Es un animal cosmopolita que se puede encontrar en todos los mares y océanos del mundo, en zonas tropicales y en aguas templadas frías<sup>[25]</sup>. La subpoblación del Mediterráneo está catalogada como vulnerable por la IUCN<sup>[24]</sup>.

Es una especie bastante tímida, no se acostumbra a acercarse a las embarcaciones y se hunde rápidamente si detecta una embarcación cerca. Suele ir en grupos pequeños de 3 a 6 individuos. Al ser animales de buceo profundo, pueden llegar a realizar inmersiones de más de 2 horas<sup>[25]</sup>, y no sociables con el ser humano su estudio es complicado.

## Aves marinas

La zona de la costa del Garraf, donde se centran las campañas marinas, es una zona ZEPA en la que se pueden encontrar hasta 22 especies de aves marinas, algunas de ellas en estado de conservación crítica. Algunas de estas son residentes de la cuenca noroccidental y otras son migratorias.

Tabla de avistamientos de aves durante la temporada del Proyecto Rorcual 2022<sup>[9-21]</sup>.

Especie	Nombre científico	Nº avistamientos	Estado de conservación (IUCN)
<b>Pardela sp.</b>	<i>Puffinus sp.</i>	1179	---
<b>Pardela balear</b>	<i>P. mauretanicus</i>	4	En peligro crítico de extinción
<b>Pardela mediterránea</b>	<i>P. yelkouan</i>	---	No amenazada
<b>Pardela cenicienta</b>	<i>C. diomedea</i>	78	No amenazada
<b>Cormorán</b>	<i>Phalacrocorax sp.</i>	2	---
<b>Frailecillo</b>	<i>F. arctica</i>	97	En peligro de extinción
<b>Gaviota de audouin</b>	<i>L. audouinii</i>	213	No amenazada

Gaviota enana	<i>H. minutus</i>	280	Casi amenazada
Gaviota cabecinegra	<i>L. melanocephalus</i>	44	No amenazada
Gaviota sp.	<i>Larus sp.</i>	6	---
Alca	<i>A. torda</i>	6	Casi amenazada
Alcatraz	<i>M. bassanus</i>	16	No amenazada
Paíño	<i>H. pelagicus</i>	47	No amenazada
Págalo	<i>Stercorarius sp.</i>	4	---
Págalo grande	<i>C. skua</i>	3	No amenazada
Págalo parásito	<i>S. parasiticus</i>	2	No amenazada
Págalo pomarino	<i>S. pomarinus</i>	5	No amenazada
Charrán	<i>Sterna sp.</i>	65	---

La **especie más avistada es la pardela**, a lo largo de toda la temporada se observan pardelas baleares y mediterráneas. Las podemos encontrar en grupos grandes de decenas de individuos y también en grupos más pequeños y dispersos. También se avistan bastantes frailecillos, gaviotas de audouin y las gaviotas enanas.

Hay algunas de estas especies que son de especial interés para el proyecto ya que se asocian directamente con el rorqual común debido al tipo de dieta. Este es el caso de **la gaviota enana la cual se alimenta de zooplancton y, es por eso, que se puede encontrar en las mismas zonas dónde encontramos al rorqual común alimentándose.**

Hay otras, como el frailecillo y la pardela cenicienta, las cuales son estacionales y nos marcan los cambios a lo largo de la temporada. Los frailecillos los podemos encontrar en nuestras costas en invierno y a principios de primavera pero en el momento en el que la temperatura del mar empieza a subir estos empiezan su migración hacia el norte y desaparecen de nuestras costas. En cambio, la pardela cenicienta aparece en la zona a principios de mayo, con las aguas más cálidas, cuando entramos en la recta final de la temporada de rorcales en la costa catalana.

## Tortuga marina

La tortuga más común que se avista en las costas catalanas es la tortuga boba (*Caretta caretta*). Tiene una coloración marrón y a diferencia de las otras especies por tener 4-5 escudos prefrontales en la zona de la cabeza y 5 pares de escudos costales en el caparazón. Las crías y los subadultos tienen una cresta en la espina dorsal del caparazón que va desapareciendo al ir creciendo. Es una especie de tortuga que puede llegar a los 120 cm de longitud y pesar hasta 120 kg. Se alimenta de una gran

variedad de organismos: bivalvos, gasterópodos, crustáceos, peces, medusas, corales, esponjas, algas, poliquetos y equinodermos<sup>[61]</sup>.



*Imagen de una tortuga boba sacando la cabeza fuera del agua para respirar.*

Es una especie cosmopolita, se encuentra en todos los mares y océanos templados del mundo. Tiene unas zonas específicas de cría hecho que provoca que haya áreas con más presencia de animales adultos y otros dónde se encuentren principalmente crías. Es una especie que en el mediterráneo esta catalogada como especie de menor preocupación por la IUCN<sup>[26]</sup>.

**El 2022 se han podido observar 25 ejemplares.** El mes de **mayo ha estado el mes con un mayor números de avistamientos**, con un total de 11, los otros meses el número de avistamientos ha estado oscilando entre 3 y 5. Normalmente son animales no muy grandes, subadultos mayoritariamente, pero este 2022 se han podido observar animales adultos en un par de ocasiones.

## Otras especies marinas

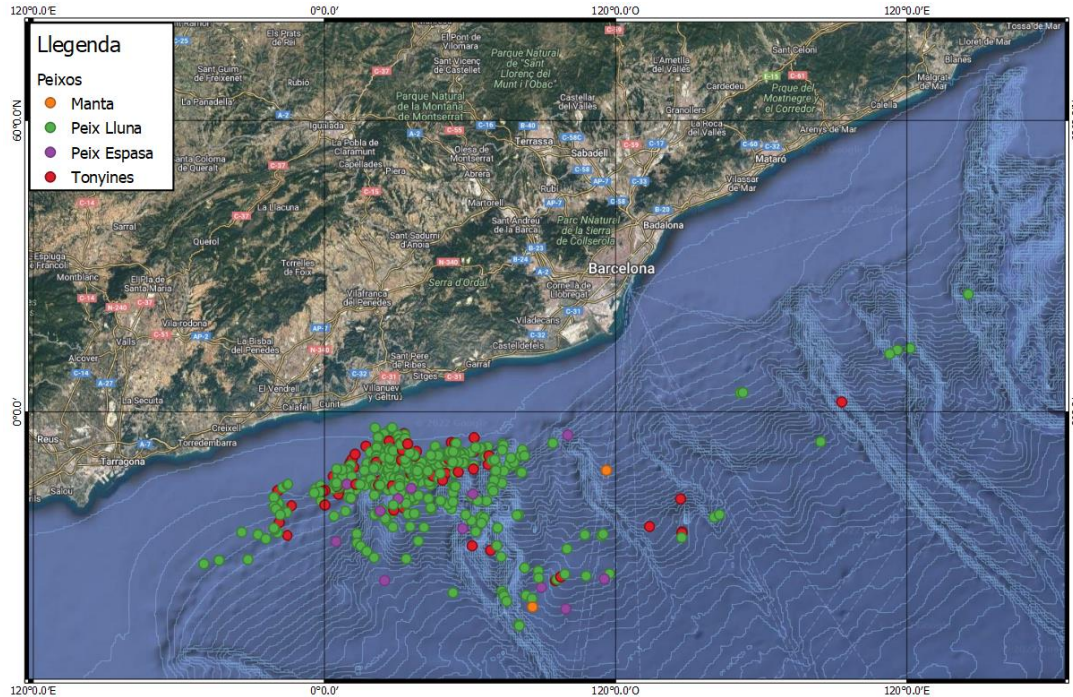
En este apartado se hace referencia principalmente a los peces, medusas y urocordados que se avistan durante las campañas marinas y que sirven como indicadores de la salud del ecosistema.

Los peces más frecuentes que se avistan a lo largo el proyecto rorcual son el pez luna, el pez espada, el atún y en ocasiones se pueden observar también mantas y tiburones peregrinos.

*Tabla con los avistamientos de peces avistados a lo largo de las campañas marinas del Proyecto Rorcual 2022.*

<b>Nombre común</b>	<b>Nombre científico</b>	<b>Nº Avistamientos</b>
<b>Pez luna</b>	<i>Mola mola</i>	399
<b>Pez espada</b>	<i>Xiphias gladius</i>	13
<b>Atún</b>	<i>Thunnus thynnus</i>	96
<b>Manta</b>	<i>Mobula mobular</i>	2

La especie más avistada a lo largo de la temporada es el pez luna, los grupos de atunes también son frecuentes en zonas con abundancia de alimento. Las otras especies se observan de manera más ocasional.



*Mapa con los avistamientos de las 4 especies de peces que se avistan durante las campañas marinas del Proyecto Rorcual en la costa catalana.*

El pez luna es un animal que vive en la columna de agua y que en esta época se puede ver a menudo cerca de superficie dónde se desparasitan por gaviotas i se alimentan de veellas, entre otros organismos. **Las temporadas con un elevado número de peces luna son también unas buenas temporadas respecto al avistamiento de rorcual.**



*Imagen de dron de dos peces luna nadando cerca de superficie.*

Los grupos de atunes son también muy frecuentes en la costa, son animales omnívoros, que se alimentan de peces, plancton y otras especies de la columna de agua. Ha estado por muchos años un animal en peligro de extinción debido a la sobrepesca que ha sufrido. Pero en la actualidad se encuentra frecuentemente, hasta el punto de seguir a los barcos de pescadores de arrastre para alimentarse de los descartes. Las zonas con una elevada actividad de atunes son áreas con concentración de alimento que, a veces, pueden estar relacionadas con la presencia de rorcuales de la misma forma que se pueden asociar con la presencia de aves marinas y también de delfines en algunas ocasiones.



*Imagen de dron de dos atunes cerca de superficie.*

De manera más esporádica se pueden observar peces espada saltando, mantas y tiburones peregrinos. Tanto las mantas como los tiburones peregrinos son peregrinos son animales filtradores que se alimentan de plancton. Los avistamientos de mantas se dan a final de temporada, a finales de mayo y junio. El tiburón peregrino no es habitual avistarlo debido a que suele encontrarse a profundidad. Aún así ha habido años, como el 2020, en los que se ha podido avistar con frecuencia en superficie, según datos de los pescadores.



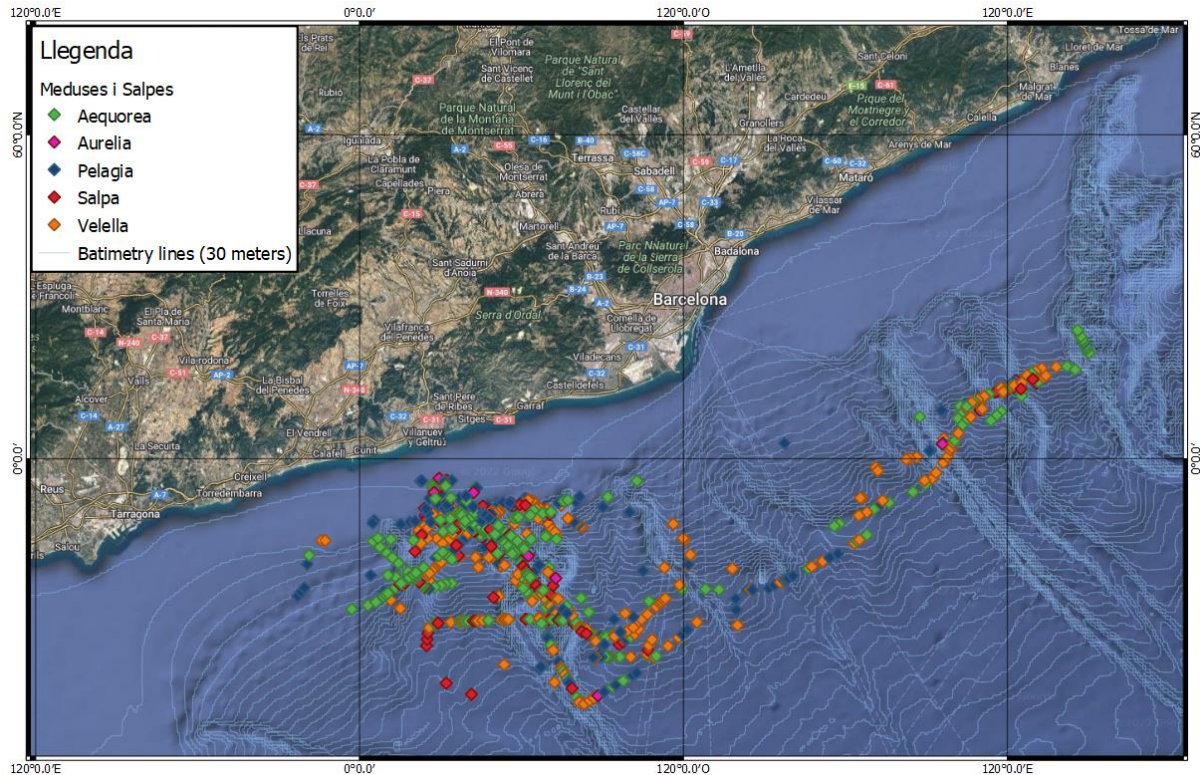
Imagen de una manta avistada en las costas del Garraf el mes de mayo nadando cerca de superficie.

En cuanto a medusas y urocordados principalmente el que observamos son:

Especie	Nombre científico	Nº avistamientos
Aequorea	<i>A. victoria</i>	256
Aurelia	<i>A. aurita</i>	17
Medusa	---	6
Pelagia	<i>P. noctiluca</i>	160
Salpidos	<i>Salpidae</i>	78
Verellas	<i>V. vealles</i>	234

De estos organismos, los cuales **hemos podido relacionar con la presencia de rorcual son la velella**, la cual encontramos en grandes concentraciones a lo largo de la temporada y en las que hemos encontrado krill enredado en sus tentáculos en más de una ocasión, **y también las salpas**, que acostumbran a ser abundantes en años productivos, **relacionándose positivamente también con la presencia de rorcuales.**





Mapa con los avistamientos de medusas y salpas registrados durante la temporada del Proyecto Rorcual 2022.

No parece que haya una clara distribución con respecto a la profundidad, el que si que se puede observar es que los avistamientos se dan en abundancia dentro de los cañones submarinos y en el límite de la plataforma, pero se tiene que tener en cuenta el bias que existe debido al aumento de esfuerzo que se hace en estas zonas.

## Protocolo y uso del dron

El dron de investigación ha estado muy utilizado para realizar diversas funciones en el campo de la investigación de los cetáceos<sup>[29,33,35,41]</sup>, tales como el comportamiento, y foto-identificación, previamente mencionados. Pero también, para dar soporte a las aproximaciones para realizar biopsias, colocar TAGs satelitales y recoger muestras biológicas.

El protocolo seguido durante las campañas marinas es el siguiente. Al realizar un avistamiento de rorcual se prepara el dron de investigación, cuando la ballena se encuentra a una distancia de menos de 800 metros se realiza la primera aproximación con el dron para identificar al animal y procurar identificar el comportamiento.

El dron puede estar en el aire aproximadamente 20 minutos. Se realizan repetidos vuelos a una distancia de entre 5 y 10 metros sobre el animal para poder obtener imágenes claras para la identificación, registrar su comportamiento y hacer recogida de muestras. El dron también puede ser muy útil para observar el número de individuos que conforman el grupo de cetáceos avistados, principalmente en grupos de delfines.

**En los rorcuales no se ha observado una reacción adversa al dron.** Los animales no parecen detectar o modificar su comportamiento a causa de la presencia del dron. Por parte

de los delfines y los cachalotes si que se ha observado reacción a las aproximaciones rápidas con el dron o que los animales se giraban para observarlo cuando estaba a poca altura. A parte de estas modificaciones de comportamiento momentáneas no se han observado otras reacciones por parte de los animales avistados.

## Conclusiones

La **presencia del rorcual común alimentándose en la costa catalana** es un hecho destacado que convierte la zona en un área muy importante para conservar. Hay muchas variables que afectan a la zona, y sufre una **gran influencia de la costa**, se ve comprometida por los cambios meteorológicos y oceanográficos ligados a la abundancia de alimento.

Es una zona de alimentación costera en la que gran parte del comportamiento de los animales se da cerca de superficie con alimentaciones no demasiado profundas y períodos de inmersión generalmente cortos, de pocos minutos.

**El uso del dron es fundamental para el estudio de cetáceos**, principalmente para el estudio del rorcual común, ya que permite obtener mucha más información relacionada con variables de comportamiento, identificación, número de animales, aproximación para la recogida de muestras,...

El uso del ecosonda y el muestreo de zooplancton juntamente con el análisis de isótopos estables dan una imagen bastante clara sobre el tipo de alimentación del rorcual, la abundancia de alimentación y las profundidades a las que se alimenta a lo largo del día.

**El tráfico marítimo es el principal problema del rorcual común en la costa catalana**, se tienen que implementar medidas urgentes para informar a los capitanes, marineros y navegantes, y acordar ciertas restricciones para minimizar el riesgo de colisión entre los rorcuales y las embarcaciones mercantes. Las pruebas realizadas hasta el momento indican que **la instalación de cámaras térmicas en los buques podría ser útil para la detección de los animales**, tanto rorcuales como otras especies de cetáceos, y poder evitar la colisión con estas de manera más eficiente.

**Los microplásticos son un problema** importante también en nuestras costas, encontrándose frecuentemente en las muestras de zooplancton recogidas. También se encuentran macroplásticos flotando en superficie, principalmente globos de helio.

Está claro que **la costa catalana es una zona rica en biodiversidad marina** concentrando una gran biodiversidad de aves, peces, medusas y cetáceos. Los más abundantes durante la primavera son el delfín listado, el pez luna, las pardelas, las gaviotas enanas y las verellas. Casi todos relacionados con la presencia de rorcual y el buen estado de salud del ecosistema. El rorcual común, de la misma manera que el pez luna, las verellas y las gaviotas enanas, se alimentan de zooplancton, la base de la cadena después del fitoplancton. Los cambios en el estado de salud y la productividad del ecosistema impacta primero en la base de la cadena, por la cual cosa, la monitorización del rorcual común, así como la monitorización del resto de la

biodiversidad mencionada, nos da una idea temprana de los cambios en el ecosistema.

Por último, **destacar el papel de la ciencia ciudadana, especialmente de los pescadores** de las diferentes cofradías de la costa catalana, las cuales nos aportan su conocimiento y nos permiten conocer la situación del mar, el ecosistema y los rorcuales, en zonas dónde no podemos llegar con la embarcación.

## Bibliografía

1. Aguilar, A., & García-Vernet, R. (2018). *Fin whale: Balaenoptera physalus*. In: B. Würsig, J.G.M Thewissen & K.M. Kovacs (Eds.). *Encyclopedia of Marine Mammals* (pp.368 – 371). Third edition. Academic Press, London. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804327-1.00128-X>
2. Aissi, M., Celona, A., Comparetto, G., Mangano, R., Wurtz, M., Moulins, A., (2008). *Largescale seasonal distribution of fin whales (Balaenoptera physalus) in the central Mediterranean Sea*. *J. Mar. Biol. Assoc. UK* 88 (6), 1253–1261. <http://dx.doi.org/10.1017/S0025315408000891>.
3. Alves, F., Towers, J.R., Baird, R.W., Bearzi, G., Bonizzoni, S., Ferreire, R., Halicka, Z., Alessandrini, A., Kopelman, A.H., Yzoard, C., Rasmussen, M.H., Bertulli, C.G., Jourdain, E., Gullan, A., Rocha, D., Hupman, K., Mruszczok, M.-T., Samarra, F.I.P., Magalhães, S., Weir, C.R., Ford, J.K.B., Dinis, A., (2018). *The incidence of bent dorsal fins in free-ranging cetaceans*. *J of Anat*, 232, 263-269.
4. Arrigoni, M., Manfredi, P., Panigada, S., Bramanti, L., Santangelo, G., (2011). Life-history of the Mediterranean fin whale from stranding data. *Mar Eco* 32, 1-9.
5. Barale, V., Jaquet, J.-M., & Ndiaye, M., (2008). Algal blooming patterns and anomalies in the Mediterranean Sea as derived from the SeaWiFS data set (1998–2003). *Remote Sensing of Environment*, 112(8), 3300–3313. doi:10.1016/j.rse.2007.10.014
6. Bearzi, G. (2012). *Delphinus delphis*. *The IUCN Red List of Threatened Species 2012*: e.T134817215A195829089. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2012-1.RLTS.T134817215A195829089.en>.
7. Bentaleb, I., Martin, C., Vrac, M., Mate, B., Mayzaud, P., Siret, D., de Stephanis, R., Guinet, C., (2011). *Foraging ecology of Mediterranean fin whales in a changing environment elucidated by satellite tracking and baleen plate stable isotopes*. *Mar Eco Pro Ser*, 438, 285-302.

8. Bérubé, M., Aguilar, A., Dendanto, D., Larsen, F., Notarbartolo Di Sciara, G., Sears, R., Sigurjónsson, J., Urbán-R, J., Palsbøll, P.J., (1999). *Population genetic structure of North Atlantic, Mediterranean Sea and Sea of Cortez fin whales, Balaenoptera physalus (Linnaeus 1758): analysis of mitochondrial and nuclear loci.* Mol eco, 7, 585-599.
9. BirdLife International. (2018). *Puffinus yelkouan. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:*  
e.T22698230A132637221. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22698230A132637221.en>.
10. BirdLife International. (2018). *Calonectris diomedea. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:*  
e.T45061132A132667885. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T45061132A132667885.en>.
11. BirdLife International. (2018). *Fratercula arctica. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:*  
e.T22694927A132581443. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22694927A132581443.en>.
12. BirdLife International. (2018). *Hydrobates pelagicus. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:*  
e.T22698477A132650209. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22698477A132650209.en>.
13. BirdLife International. (2018). *Stercorarius pomarinus. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:*  
e.T22694240A132534251. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22694240A132534251.en>.
14. BirdLife International. (2018). *Stercorarius parasiticus. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:*  
e.T22694245A132535550. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22694245A132535550.en>.
15. BirdLife International. (2018). *Catharacta skua. The IUCN Red List of Threatened Species 2018:*  
e.T22694160A132532556. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T22694160A132532556.en>.
16. BirdLife International. (2019). *Larus melanocephalus. The IUCN Red List of Threatened Species 2019:*

- e.T22694443A154572305. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2019-3.RLTS.T22694443A154572305.en>.
17. BirdLife International. (2021). *Puffinus mauretanicus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T22728432A166437191. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22728432A166437191.en>.
18. BirdLife International. (2021). *Larus audouinii*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T22694313A166272726. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22694313A166272726.en>.
19. BirdLife International. (2021). *Hydrocoloeus minutus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T22694469A166278859. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22694469A166278859.en>.
20. BirdLife International. (2021). *Alca torda*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T22694852A166289520. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22694852A166289520.en>.
21. BirdLife International. (2021). *Morus bassanus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T22696657A166314602. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T22696657A166314602.en>.
22. Borrell, A., Gazo, M., Aguilar, A., Raga, J.A., Degollada, E., Gozalbes, P., Garcia-Vernet, R., (2021). *Niche partitioning amongst northwestern Mediterranean cetaceans using stable isotopes*. Prog in Oceano, 193, 102559.
23. Canese, S., Cardinali, A., Fortuna, C.M., Giusti, M., Lauriano, G., Salvati, E., Greco, S., (2006). *The first identified winter feeding ground of fin whales (Balaenoptera physalus) in the Mediterranean Sea*. J. Mar. Biol. Assoc. UK 86 (5119), 1–5.
24. Cañadas, A. & Notarbartolo di Sciara, G., (2018). *Ziphius cavirostris (Mediterranean subpopulation) (errata version published in 2021)*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2018: e.T16381144A199549199. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2018-2.RLTS.T16381144A199549199.en>.
25. Carwardine, M. (2020). *Handbook of whales, dolphins and porpoises*. Bloomsbury wildlife. ISBN: HB: 978-1-4729-0814-8.

26. Casale, P. & Tucker, A.D. (2017). *Caretta caretta* (amended version of 2015 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2017: e.T3897A119333622. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-2.RLTS.T3897A119333622.en>.
27. Castellote, M., Esteban, J.A., Clark, C.W., (2008) *Fin whale (Balaenoptera physalus) movements along the Spanish Mediterranean coast*. J Acoust Soc Am 2008, 123.
28. Castellote, M., Clark, C.W., Lammers, M.O., (2012) *Fin whale (Balaenoptera physalus) population identity in the western Mediterranean Sea*. Mar Mam Sci, 2012, 28, 325-344.
29. Christiansen, F., Dujon, A.M., Sprogis, K.R., Arnould, J.P.Y., Bejder, L., (2016). *Non-invasive unmanned aerial vehicle provides estimates of the energetic cost of reproduction in humpback whales*. Ecosp, 7, e01468.
30. Cotté, C., d'Ovidio, F., Chaigneau, A., Lévy, M., Taupier-Letage, I., Mate, B., & Guinet, C., (2011). *Scale-dependent interactions of Mediterranean whales with marine dynamics*. Limnology and Oceanography, 56(1), 219-232. <https://doi.org/10.4319/lo.2011.56.1.0219>
31. Druon, J.-N., Panigada, S., David, L., Gannier, A., Mayol, P., Arcangeli, A., Canãdas, A., Laran, S., Di Meglio, N., Gauffier, P., (2012). *Potential feeding habitat of fin whales in the western Mediterranean Sea: an environmental niche model*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 464, 289–306. <http://dx.doi.org/10.3354/meps09810>.
32. Feyrer, L.J., Stewart, M., Yeung, J., Soulier, C. and Whitehead, H. (2021). *Origin and Persistence of Markings in a Long-Term Photo-Identification Dataset Reveal the Threat of Entanglement for Endangered Northern Bottlenose Whales (Hyperoodon ampullatus)*. Front. Mar. Sci. 8:620804. doi: 10.3389/fmars.2021.620804
33. Fiori, L., Doshi, A., Martinez, E., Orams, M. B., & Bollard-Breen, B., (2017). *The use of unmanned aerial systems in marine mammal research*. Remote Sensing, 9(6), 543. <https://doi.org/10.3390/rs9060543>
34. Fossi, M. C., Panti, C., Guerranti, C., Coppola, D., Giannetti, M., Marsili, L., & Minutoli, R., (2012). *Are baleen whales exposed to the threat of microplastics? A case study of the Mediterranean fin whale (Balaenoptera physalus)*. Marine Pollution Bulletin, 64(11), 2374-2379.
35. Fürstenal Oliveira, J.S., Georgiadid, G., Campello, S., Brandáio, R.A. and Ciuti, S., (2017). *Improving river dolphin monitoring using aerial surveys*. Ecosphere 8(8), e01912. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1912>

36. Gaspari, S. & Natoli, A., (2012). *Grampus griseus*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2012: e.T9461A3151471.
37. Gauffier, P., Verborgh, P., Giménez, J., Esteban, R., Sierra, J.M.S. and de Stephanis, R., (2018). *Contemporary migration of fin whales through the Strait of Gibraltar*. *Marine Ecology Progress Series* 588, 215-228. <https://doi.org/10.3354/meps12449>
38. Gauffier, P., Borrell, A., Silva, M.A., Víkingsson, G.A., López, A., Giménez, J., Colaço, A., Halldórsson, S.D., Vighi, M., Prieto, R., de Stephanis, R. and Aguiler, A., (2020). *Wait your turn, North Atlantic fin whales share a common feeding ground sequentially*. *Marine Environmental Research*. 155, 104884. <https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2020.104884>
39. Gauffier, P. & Verborgh, P. (2021). *Globicephala melas (Inner Mediterranean subpopulation)*. *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T198785664A198787672. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T198785664A198787672.en>.
40. Geijer, C. K., Notarbartolo di Sciara, G., & Panigada, S. (2016). *Mysticete migration revisited: are Mediterranean fin whales an anomaly?* *Mammal Review*, 46(4), 284-296. <https://doi.org/10.1111/mam.12069>
41. Johnston, D. W. (2019). *Unoccupied aircraft systems in marine science and conservation*. *Annual review of marine science*, 11, 439-463. <https://doi.org/10.1146/annurev-marine-010318-095323>
42. Lafortuna, C. L., Jahoda, M., Azzellino, A., Saibene, F., & Colombini, A. (2003). *Locomotor behaviours and respiratory pattern of the Mediterranean fin whale (Balaenoptera physalus)*. *European Journal of Applied Physiology*, 90(3-4), 387–395. doi:10.1007/s00421-003-0887-2
43. Laran, S. and Gannier, A., (2008). *Spatial and temporal prediction of fin whale distribution in the northwestern Mediterranean Sea*, *ICES Journal of Marine Science*, Volume 65, Issue 7, Pages 1260–1269, <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsn086>
44. Laran, S., Pettex, E., Authier, M., Blanck, A., David, L., Dorémus, G., Falchetto, H., Monestiez, P., Van Canneyt, O. and Ridoux, V., (2017). *Seasonal distribution and abundance of cetaceans within French waters- Part I: The North-Western Mediterranean, including the Pelagos sanctuary*. *Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography* 141, 20-30. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2016.12.011>

45. Lauriano, G. (2022). *Stenella coeruleoalba (Mediterranean subpopulation)* (errata version published in 2022). *The IUCN Red List of Threatened Species 2022*: e.T16674437A210833690.
46. Littaye, A., Gannier, A., Laran, S., & Wilson, J. P., (2004). *The relationship between summer aggregation of fin whales and satellite-derived environmental conditions in the northwestern Mediterranean Sea. Remote Sensing of Environment, 90(1), 44–52.* doi:10.1016/j.rse.2003.11.017
47. Natoli, A., Genov, T., Kerem, D., Gonzalvo, J., Lauriano, G., Holcer, D., Labach, H., Marsili, L., Mazzariol, S., Moura, A.E., Öztürk, A.A., Pardalou, A., Tonay, A.M., Verborgh, P. & Fortuna, C. 2021. *Tursiops truncatus (Mediterranean subpopulation)* (errata version published in 2022). *The IUCN Red List of Threatened Species 2021*: e.T16369383A215248781.
48. Notarbartolo di Sciara, G., Castellote, M., Druon, J. N., and Panigada, S., (2016). *Fin Whales, Balaenoptera Physalus: At Home in a Changing Mediterranean Sea?* Adv. Marine Biol. 75, 75–101. doi: 10.1016/bs.amb.2016.08.002
49. Palsbøll, P. J., Bérubé, M., Aguilar, A., Notarbartolo-Di-Sciara, G., & Nielsen, R., (2004). *Discerning between recurrent gene flow and recent divergence under a finite-site mutation model applied to North Atlantic and Mediterranean Sea fin whale (Balaenoptera physalus) populations.* Evolution, 58(3), 670-675. <https://doi.org/10.1554/02-529>
50. Panigada, S., Pesante, G., Zanardelli, M., Capoulade, F., Gannier, A., and Weinrich, M. T., (2006). *Mediterranean Fin Whales at Risk From Fatal Ship Strikes.* Marine Pollut. Bull. 52, 1287–1298. doi: 10.1016/j.marpolbul.2006.03.014
51. Panigada, S., Lauriano, G., Burt, L., Pierantonio, N. and Donovan, G. (2011). *Monitoring Winter and Summer abundance of cetaceans in the Pelagos sanctuary (Northwestern Mediterranean Sea) through aerial surveys.* PLoS ONE 6(7), e22878. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0022878>
52. Panigada, S., Lauriano, G., Donovan, G., Pierantonio, N., Cañadas, A., Antonio Vázquez, J. and Burt, L., (2017). *Estimating cetacean density and abundance in the Central and Western Mediterranean Sea through aerial surveys: Implications for management.* Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography 141, 41-58. <https://doi.org/10.1016/j.dsr2.2017.04.018>
53. Panigada, S., Donovan, G.P., Druon, J.N. et al., (2017). *Satellite tagging of Mediterranean fin whales: working towards the identification of critical habitats and the focussing of mitigation measures.* Sci Rep 7, 3365. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-03560-9>



54. Panigada, S., Gauffier, P. & Notarbartolo di Sciara, G. (2021). *Balaenoptera physalus* (Mediterranean subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2021: e.T16208224A50387979. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-3.RLTS.T16208224A50387979.en>.
55. Panigada, S., Boisseau, O., Cañadas, A., Lambert, C., Laran, S., McLanaghan, R. and Moscrop, A., (2021). *Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys*. ACCOBAMS Survey Initiative report, pp 179.
56. Puig, P., Palanques, A., Guillén, J. and García-Ladona, E., (2000). *Deep slope currents and suspended particle fluxes in and around the Foix submarine canyon (NW Mediterranean)*. *Deep-Sea Research I* 47, 343-366. DOI:10.1016/S0967-0637(99)00062-X
57. Quick, N.J., Cheney, B., Thompson, P.M. and Hammond, P.S., (2017). *Can the camera lie? A nonpermanent nick in a bottlenose dolphin (Tursiops truncatus)*. *Aquatic Mammals* 43(2), 156-161. DOI:10.1578/AM.43.2.2017.156
58. Robbins J., Dendanto D., Giard J., Panigada S., Sears R. and Zanardelli M., (2008). *Photo-id studies of fin whales in the North Atlantic Ocean and the Mediterranean Sea*. Report of the International Whaling Commission, SC/59/PF1.
59. Sabatès, A., Gili, J. M., & Pagès, F., (1989). *Relationship between zooplankton distribution, geographic characteristics and hydrographic patterns off the Catalan coast (Western Mediterranean)*. *Marine Biology*, 103(2), 153–159. doi:10.1007/bf00543342
60. Taylor, B.L., Baird, R., Barlow, J., Dawson, S.M., Ford, J., Mead, J.G., Notarbartolo di Sciara, G., Wade, P. & Pitman, R.L., (2019). *Physeter macrocephalus* (amended version of 2008 assessment). *The IUCN Red List of Threatened Species* 2019: e.T41755A160983555. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2008.RLTS.T41755A160983555.en>.
61. Tomas, J., Aznar, F.J. and Raga, J.A., (2001), *Feeding ecology of the loggerhead turtle Caretta caretta in the western Mediterranean*. *Journal of Zoology*, 255: 525-532. <https://doi.org/10.1017/S095283690100161361>
62. Tort Castro, B., Prieto González, R., O'Callaghan, S.A., Dominguez Rein- Loring, P., & Degollada Bastos, E., (2022). *Ship Strike Risk for Fin Whales (Balaenoptera physalus) Off the Garraf coast, Northwest Mediterranean Sea*. *Front. Mar. Sci.* 9:867287. doi: 10.3389/fmars.2022.867287

63. Wernand, M. R., van der Woerd, H. J., & Gieskes, W. W. C., (2013). *Trends in Ocean Colour and Chlorophyll Concentration from 1889 to 2000, Worldwide*. PLoS ONE, 8(6), e63766. doi:10.1371/journal.pone.0063766
64. Zanardelli, M., Airoldi, S., Berube, M., Borsani, J., Di-Meglio, N., Gannier, A., Hammond, P., Jahoda, M., Lauriano, G., Notarbartolo di Sciara, G., & Panigada, S., (2022). *Long-term photo-identification study of fin whales in the Pelagos Sanctuary (NW Mediterranean) as a baseline for targeted conservation and mitigation measures*. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 32. doi: 10.1002/aqc.3865.