



Universitat
de les Illes Balears

TRABAJO FIN DE GRADO

IMPACTO DEL TRANSPORTE MARÍTIMO SOBRE LA ESPECIE *BALAENOPTERA PHYSALUS* (RORCUAL COMÚN) EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

Júlia Ortolà Elvira

Grado de Biología

Facultad de Ciencias

Año Académico 2020-21

IMPACTO DEL TRANSPORTE MARÍTIMO SOBRE LA ESPECIE *BALAENOPTERA PHYSALUS* (RORCUAL COMÚN) EN EL MEDITERRÁNEO OCCIDENTAL

Júlia Ortolà Elvira

Trabajo de Fin de Grado

Facultad de Ciencias

Universidad de las Illes Balears

Año Académico 2020-21

Palabras clave del trabajo:

Rorcual común, Mediterráneo, impactos, transporte marítimo, medidas, propuestas.

Guillem Mateu Vicens

Se autoriza la Universidad a incluir este trabajo en el Repositorio
Institucional para su consulta en acceso abierto y difusión en línea,
con fines exclusivamente académicos y de investigación

Autor		Tutor	
Sí	No	Sí	No
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

1. Resumen

Balaenoptera physalus es una especie de ballena del suborden de los misticetos que presenta una distribución cosmopolita, aunque hay poblaciones bien definidas en el Mediterráneo y el Atlántico Norte.

En el Mediterráneo hay una población estable que sigue varios patrones de migración y se encuentra amenazada por varios factores antrópicos, que incluyen el transporte marítimo, el cual conlleva la posibilidad de impactar embarcaciones y producir daños fatales a los individuos de la población.

Para minimizar este impacto y proteger las poblaciones de rorcual común, existen iniciativas como la Pelagos, por la que, en 1999 se declaró la Mar de Liguria santuario de mamíferos marinos. Este trabajo pretende llevar a cabo una revisión crítica del estado en el que se encuentra la población de rorcual común en el Mediterráneo occidental, valorando el efecto de las medidas de protección y considerando la posibilidad de aplicar estas u otras en áreas no protegidas.

1.1 Resum

Balaenoptera physalus (rorcual comú) és una espècie de balena de l'subordre dels misticets que presenta una distribució cosmopolita, encara que hi ha poblacions ben definides al Mediterrani i al Atlàntic Nort.

Al Mediterrani hi ha una població estable que segueix diversos patrons de migració, la qual es troba amenaçada per diversos factors antròpics, incloent el transport marítim, el qual pot conduir a impactes amb embarcacions que produeixin danys fatals als individus de la població.

Per minimitzar aquest impacte i protegir les poblacions de rorqual comú, existeixen iniciatives com la Pelagos, per la qual, el 1999 es va declarar la Mar de Ligúria santuari de mamífers marins. Aquest treball pretén dur a terme una revisió crítica de l'estat en què es troba la població de rorqual comú a la Mediterrània occidental, valorant l'efecte de les mesures de protecció i considerant la possibilitat d'aplicar aquestes o altres en àrees no protegides.

1.2 Abstract

Balaenoptera physalus (fin whale) is a species of whale of the suborder mysticetes that presents a cosmopolitan distribution, although there are well-defined populations in Mediterranean and in North Atlantic.

In the Mediterranean there is a stable population that follows various migration patterns, which is threatened by various anthropic factors, including maritime transport, which can conduce to impacts with vessels and cause fatal damage to the individuals that form the population.

To minimize this impact and protect the fin whale populations, there are initiatives such as the Pelagos, by which, in 1999, the Ligurian Sea was declared a sanctuary for marine mammals. This work aims to carry out a critical review of the state of the fin whale population in the western Mediterranean, assessing the effect of protection measures and considering the possibility of applying these or others in unprotected areas.

Índice

2. Introducción	1
2.1 Características biológicas de la especie	1
2.2 Ecología de la población del Mediterráneo	3
3. Objetivo	6
4. Materiales y métodos	6
5. Resultados.....	7
6. Discusión.....	8
6.1. Impactos sobre la especie: el transporte marítimo.....	8
6.2. Revisión de medidas de gestión actuales	12
6.2 a) A nivel europeo	12
6.2 b) A nivel estatal.....	13
6.3 Propuesta de medidas de gestión	13
7. Conclusiones	16
8. Agradecimientos.....	16
9. Referencias	17

2. Introducción

Según la Organización Marítima Internacional, las actividades marítimas constituyen una amenaza para el medio marino, que resultan mucho más graves en las zonas sensibles desde el punto de vista medioambiental o ecológico, por ejemplo, la zona que discurre de Alicante a Gerona, en paralelo al archipiélago balear. Estos daños pueden asociarse de distintas operaciones, contaminación accidental o intencionada, daños a los hábitats u organismos marinos, provocados por impacto físico, como las colisiones entre buques y mamíferos marinos o por contaminación acústica en el medio marino. Estas actividades son especialmente dañinas para los grandes cetáceos, organismos muy vulnerables frente a las grandes embarcaciones.

El Mar Mediterráneo absorbe un flujo de transporte marítimo muy elevado, de hecho, un 15% del volumen total de carga de comercio mundial se encuentra en este mar y un 80% de puertos se encuentran en la región occidental (REMPEC, 2008), por lo que cabe esperar que los efectos medioambientales sean de gran consideración. En el Mediterráneo occidental, además, encontramos el segundo cetáceo más grande, después de la ballena azul -*Balaenoptera musculus* (Linnaeus, 1758)-, el Rorcual común o *Balaenoptera physalus* (Linnaeus, 1758). Debido a la coincidencia de este intenso tráfico marítimo con el área de distribución de este cetáceo, se halla altamente expuesta a los posibles impactos con las embarcaciones, convirtiéndola en vulnerable.

2.1 Características biológicas de la especie

El rorcual común, al nacer, mide de 6 a 6,5 m. En estado adulto, esta especie presenta un dimorfismo sexual, siendo las hembras un 5%-10% más grandes que el macho (Gambell, 1985), pudiendo alcanzar los 27 metros de longitud y pesar 90 toneladas, mientras que el macho llega a longitudes entre 21 y 23 metros y 70 toneladas. *Balaenoptera physalus* es un rorcual con un aspecto muy estilizado, logrando un cuerpo muy hidrodinámico, que ofrece la capacidad de alcanzar altas velocidades, alrededor de 37 km/h (Jefferson *et al.*, 1994, Aguilar, 2009). La aleta dorsal es falcada y se encuentra más centrada respecto a la del rorcual azul -*Balaenoptera musculus*, Linnaeus, 1758-, en el que se encuentra más cercana a la aleta caudal (Fig.1).



Fig. 1 *Balaenoptera physalus* (arriba) y *Balaenoptera musculus* (abajo) (Jefferson *et al.*, 1994)

El rostro del rorcual común es estrecho, puntiagudo y presenta una cresta longitudinal en su dorso, siendo éste el rasgo más característico de la especie. En referencia a la coloración, la pigmentación de la región mandibular es completamente gris oscuro, mientras que la región del lado derecho se caracteriza en su parte dorsal por un color gris claro y su parte ventral blanquecina. El resto del cuerpo de rorcual es de un color gris oscuro.

La asimetría de la coloración (Fig. 2) y la región cefálica puntiaguda permiten diferenciar al rorcual común de los otros tres rorcuales más semejantes: el rorcual azul, el rorcual de Bryde o *Balaenoptera edeni* (Anderson 1878) y el rorcual sei o *Balaenoptera borealis* (Lesson 1828) (Jefferson *et al.* 1994, Aguilar 2009).

Respecto a su comportamiento, el rorcual común tiende a ser el rorcual más sociable de todos, formando grupos entre 2, 7 o incluso más individuos, estos se alimentan de pequeños invertebrados, grandes bancos de peces y calamares (Aguilar, 2009).



Fig. 2: Asimetría en la pigmentación de la mandíbula del Rorcual común (Autor desconocido).

2.2 Ecología de la población del Mediterráneo

El rorcual común, habitual en la región del Mediterráneo occidental, es el único misticeto de este mar (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2003). Richiardi, en 1874, propuso que este provenía del Atlántico y que, frecuentaba el Mediterráneo en verano para aprovechar las condiciones estivales. Sin embargo, actualmente se conoce que la mediterránea constituye una población genéticamente aislada con respecto a la población del atlántico norte, tal y como demuestran estudios basados en ADN mitocondrial (Bérubé *et al.*, 1998). Aun así, gracias a registros de grabaciones de sus cantos, se ha documentado que esta población mediterránea, convive con miembros visitantes de la población norte-atlántica, concretamente en la cuenca Balear (Castellote *et al.*, 2012), por lo que es recurrente un flujo de genes entre estas dos poblaciones (Palsboll *et al.*, 2004).

El rorcual común fue asignado como vulnerable en 2011 en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, debido a que la población contiene menos de 10.000 individuos maduros, además continua en declive. (Panigada y Notarbartolo di Sciara, 2012). El último censo de la población, publicado por Forcada et al., 1996, fue realizado mediante un transecto entre el Estrecho de Gibraltar y el mar de Liguria, estimó la población por debajo de 3.500 individuos, aunque probablemente sea aún menor, ya que no distinguieron los individuos de la población del Mediterráneo de los del Atlántico Norte. Por otra parte, otros estudios indican que no hay suficientes datos para inferir un número de individuos más aproximado, ni tampoco se conoce la tendencia de la población (Reeves y Notarbartolo di Sciara, 2006).

La población de rorcual común en el Mediterráneo se concentra en el Mediterráneo occidental, normalmente en aguas profundas (400m-2,500m), y más raramente en el sector oriental, dónde probablemente hay una menor densidad tal y como apunta un registro de observaciones muy bajo (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2003). Al este y sureste de Italia, en los mares Adriático y Jónico, respectivamente, se encuentran individuos con una alta regularidad, aunque en menor número que en la cuenca Tirreno-Liguro-Provenzal, la cual concentra un mayor número de rorcuales durante el periodo de alimentación, a causa de altas concentraciones del eufáusido *Meganyctiphanes norvegica* (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2003). Esta elevada densidad de población condujo, en el 1999, a que esta región fuera designada área marina protegida (Fig. 3), con el nombre de “Santuario de Pelagos para mamíferos marinos del Mediterráneo” de acuerdo con lo establecido en el tratado suscrito por Francia, Italia y Mónaco (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2008).

Se conoce la migración de rorcuales desde las áreas de reproducción en las costas africanas del Mediterráneo, hacia las áreas de alimentación en el Golfo de León y el Mar de Liguria, formando un corredor migratorio en primavera (Raga y Pantoja, 2004). Además del canal de Messina, que es utilizado como área de alimentación en primavera y canal migratorio en otoño (Aïssi *et al.*, 2008).

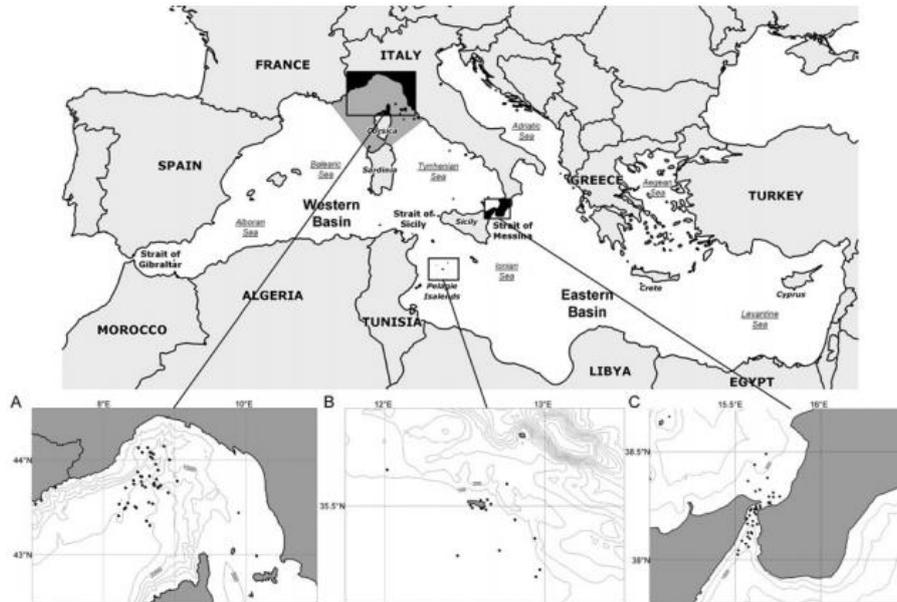


Fig. 3 Ubicación de las tres áreas del Mar Mediterráneo: (A) en la parte norte del Santuario de Pelagos; (B) en el Estrecho de Messina; y (C) alrededor de la isla de Lampedusa (Aïssi *et al.*, 2008).

Sin embargo, de acuerdo con Canase *et al.* (2006), no es exacto hablar de áreas definidas en base a su presencia, ya que se hay registros de rorcuales comunes en zonas de alta concentración de otro eufáusido, *Nyctiphanes couchii*, en invierno, concretamente, en la isla de Lampedusa, al sur de Sicilia. Además, existen registros de estos rorcuales alimentándose en el este de Sicilia en primavera (Catalano *et al.*, 2001) y en el mar Tirreno central, frente al noreste de Cerdeña, en invierno (Magnone *et al.*, 2011). Estos registros sugieren que, la población de rorcual común del Mediterráneo está formada por oportunistas nómadas antes que inmigrantes regulares (Fig. 4), puesto que se desplazan en función de localización de las zonas con mayor abundancia de presas (Geijer *et al.*, 2016). Este patrón migratorio del mar Mediterráneo responde, en gran parte, a unos valores muy bajos de depredación y a un alto potencial de socialización mediada por el sonido, favorecido por las características geográficas de este mar, cerrado y de pequeño tamaño en comparación con otras masas de agua (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2003).

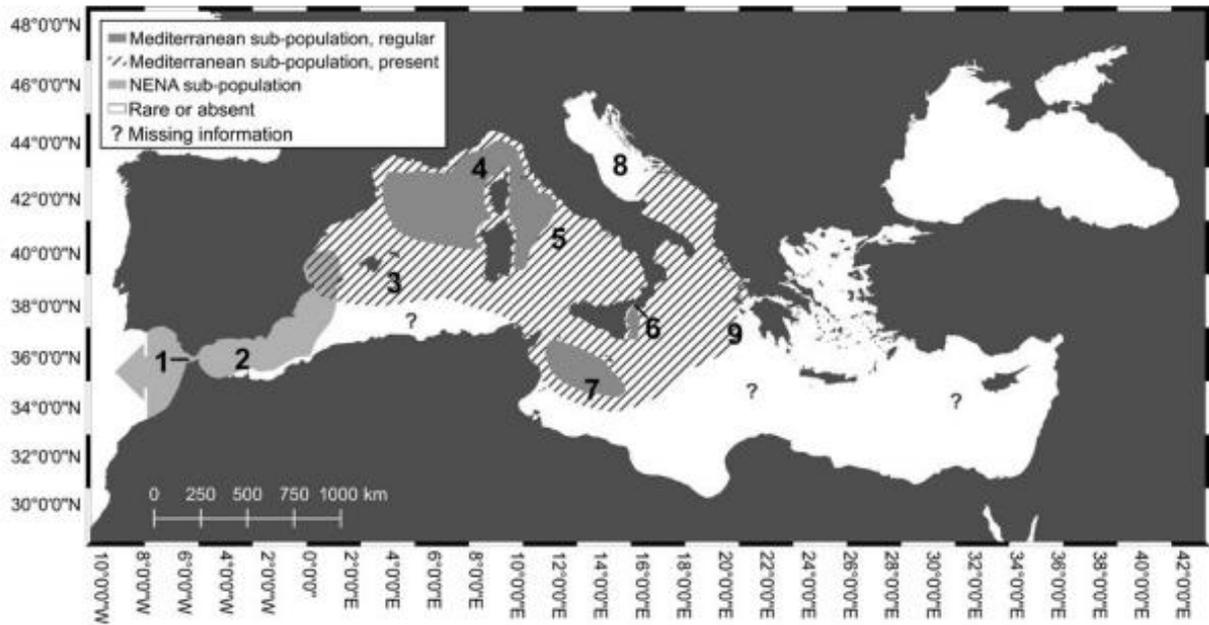


Fig. 4 Áreas de distribución de rorcuales comunes residentes del Mediterráneo y de la población del Atlántico Norte (NENA) (Geijer *et al.*, 2016).

3. Objetivo

Este estudio pretende revisar el estado de la población del rorcual común en el Mediterráneo Occidental frente a las amenazas asociadas a los impactos del tráfico marítimo y a la presión antrópica existentes, teniendo en cuenta el aislamiento genético y el pequeño tamaño de esta población. Además, se pretende realizar una revisión de los programas de protección tanto a nivel europeo como del Estado Español, además de programas de otros estados, y desarrollar un marco de actuación para el creciente tráfico marítimo en las regiones más vulnerables.

4. Materiales y métodos

Este trabajo se realizó a través de una extensa búsqueda bibliográfica usando bases bibliográficas, como PubMed, Web of Science y Sciedirect, además de usar Google académico. Primero, se ha hecho un estudio sobre la morfología de la especie, la ecología, además de sus amenazas, usando las siguientes palabras en bases bibliográficas rorcual común, morfología rorcual común, ecología rorcual común,

colisiones rorcual común, contaminación del mediterráneo, contaminación acústica rorcual común.

Posteriormente, se ha investigado la población del rorcual común del Mediterráneo, sus migraciones, zonas de alimentación y zonas dónde los avistamientos de la especie son comunes, a través de las siguientes palabras: rorcual común mediterráneo, migración rorcual común, alimentación rorcual común, avistamientos rorcual común mediterráneo. De tal manera conocer esas áreas más frecuentes de alimentación y migración del rorcual. Además, se ha investigado el volumen de tráfico marítimo en el Mediterráneo Occidental, así como otras actividades antrópicas que se realizaban en esas zonas y conocer el grado de vulnerabilidad de la especie.

Por último, se ha estudiado medidas realizadas en otros mares y el beneficio que ha causada en la especie, para así realizar una propuesta de estas medidas en el Mediterráneo.

5. Resultados

En la búsqueda de información explicada anteriormente, se han encontrado un número alto de estudios sobre la morfología de la especie. Por el contrario, las migraciones del rorcual común han sido poco documentadas, además no están muy claras y había mucha discordancia entre un estudio y otro.

Se han encontrado varios estudios de las amenazadas del rorcual común en el Atlántico Norte, al contrario del rorcual común del Mediterráneo, que parece ser poco estudiado dado los pocos resultados obtenidos sobre las amenazas de éste.

Los estudios relacionados con las amenazas de la especie en este mar, eran tesis doctorales mayoritariamente y se centraban en varias amenazas antrópicas, por lo que, parece que, poco a poco, aumenta la consciencia sobre la especie, así como la curiosidad por aprender sobre esta y la intención de protegerla.

Respecto a los impactos fatales con embarcaciones, se esperaba encontrar un registro de las colisiones producidas en el Mediterráneo, pero la investigación no ha abordado mucho esta amenaza en esta área, así como sí lo han hecho con las poblaciones del Atlántico Norte, del cual se han encontrado varios registros exhaustivos, esto ha permitido desarrollar un plan de acción que, en el Mediterráneo, no es posible por el momento.

6. Discusión

6.1. Impactos sobre la especie: el transporte marítimo

El rorcual común, como todos los cetáceos, se encuentran amenazados por varios factores, generalmente antrópicos, en todos los mares y océanos. Puesto que los cetáceos dependen fundamentalmente de una estructura de comunidad marina donde el alimento es muy específico (Millot y Taupier-Letage, 2004), los cambios rápidos producidos por el cambio climático son una gran desventaja para el rorcual común. Además, los cetáceos que se encuentran en una zona especialmente restringida son los más vulnerables, ya que forman una comunidad con muy pocos individuos, por lo que la población del rorcual común del Mediterráneo es especialmente vulnerable al cambio climático (Simmonds y Isaac, 2007). Además de ellos, el calentamiento global puede dar lugar al desarrollo de patógenos tropicales en el mar Mediterráneo, los cuales presentan un peligro para los cetáceos, como es el caso del morbillivirus del delfín, que representa una amenaza, además, para los rorcuales comunes (CIESM, 2004).

Por otra parte, la contaminación por altas concentraciones de bisfenol A, asociadas a la presencia de plásticos, encontrada en la grasa de los rorcuales comunes, ha aumentado la preocupación para la supervivencia de la población puesto que esta gran carga de contaminantes tiene efectos sobre los estrógenos que puede incidir sobre la capacidad reproductora de los rorcuales comunes, dificultando así la natalidad entre la población (Fossi *et al.*, 2003). Además de ello, hay que contar con la creciente concentración de microplásticos y macroplásticos en el mar Mediterráneo, el cual se encuentra presente en el principal alimento del rorcual común, los eufáusidos, por lo que el consumo de los micro plásticos es una preocupación urgente (Collignon *et al.*, 2012).

A pesar de los factores de amenaza acabados de mencionar, el peligro más frecuente de la población de Rorcual común del Mediterráneo se debe, principalmente, a las colisiones con embarcaciones, que son potencialmente mortales, además del ruido ambiental producido por estas, y que constituye un factor excluyente de hábitats, ya que inhibe la capacidad de comunicación entre los congéneres de la población. (Notarbartolo di Sciara *et al.*, 2008).

Respecto a las colisiones de embarcaciones, éstas incrementaron entre el año 1950 y 1970, hasta los valores actuales (Laist *et al.*, 2001). Entre 1972 y 2001, se registraron 43 ballenas muertas, lo que arrojó una tasa media de impactos letales de 1,43 animales/año, siendo más frecuentes los impactos, en los meses de primavera y verano. (Panigada *et al.*, 2008). Probablemente, estos datos subestiman el efecto real de las colisiones, puesto que algunos impactos no quedan registradas a causa de una rápida descomposición o representan casos no reportados, por lo que esta cifra podría ser aún mayor. Un estudio realizado en 2013, por Vaes y Druon, estimó que el riesgo potencial de colisión y concluyó que aumentaba considerablemente en el área del Santuario de Pelagos, especialmente en verano debido al aumento del tráfico marítimo. Estos autores concluyeron que, las embarcaciones generalmente letales para los rorcuales son aquellas de longitud igual o mayor a 80 metros, además de ser más frecuentes, estas colisiones, con embarcaciones cuya velocidad sea igual o superior a los 14 nudos (Fig. 5).

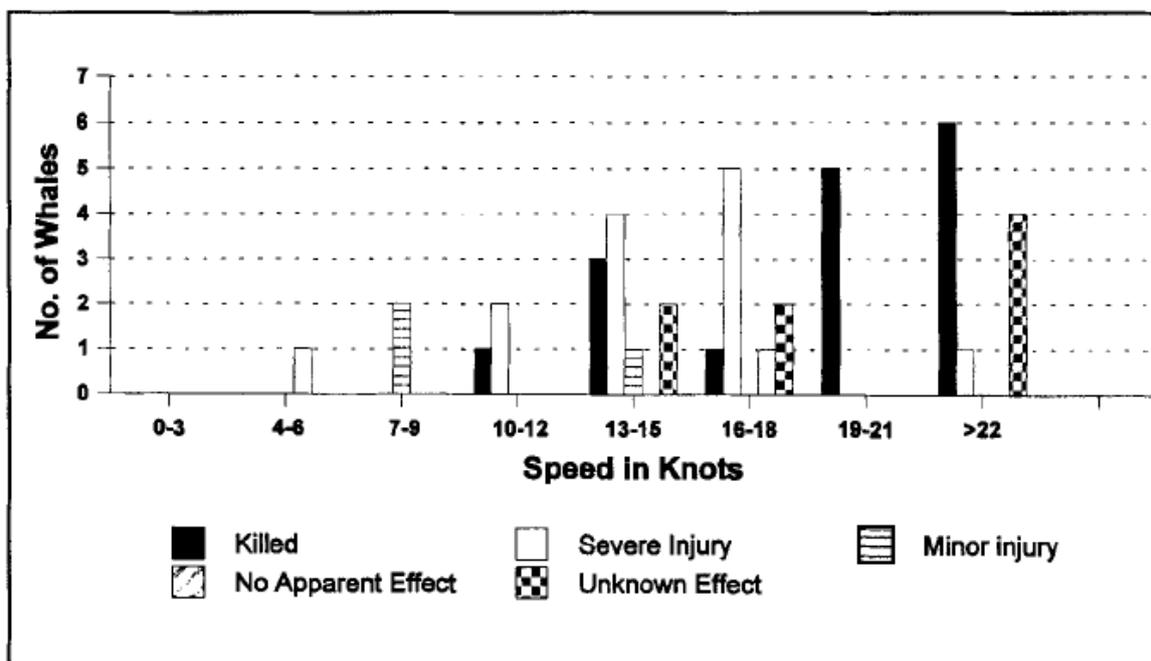


Fig. 5 Severidad del daño por colisiones en función de la velocidad del buque (Laist *et al.*, 2001).

Las embarcaciones recurrentes en verano en Mediterráneo superan esta velocidad, sobre todo en la cuenca Liguro-Provenzal, dónde se encuentra el santuario de Pelagos (Fig. 6).

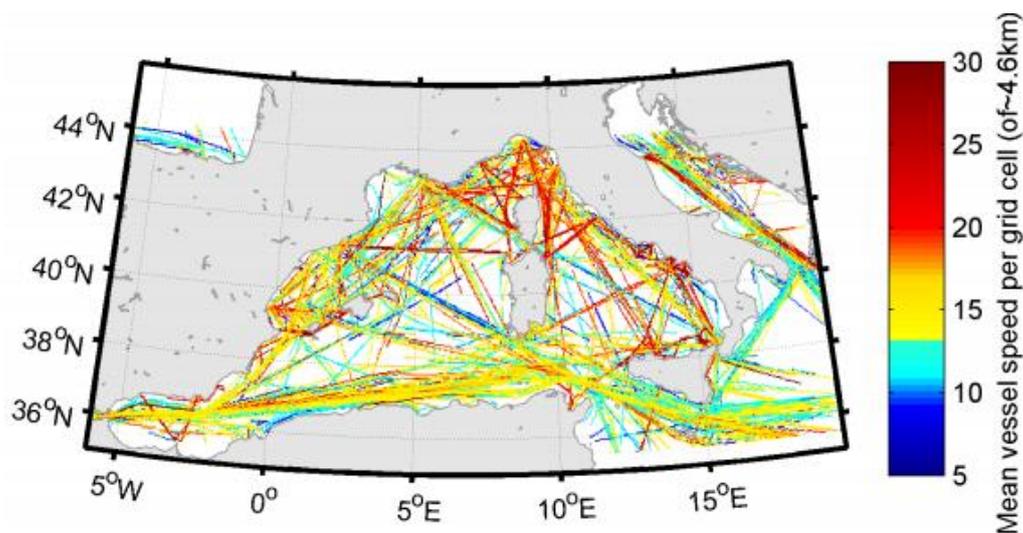


Fig. 6 Velocidad (en nudos) y posición del tráfico marítimo un 4 de julio de 2009 en el Mediterráneo, datos extraídos de AIS (Vaes y Druon, 2013).

Respecto al ruido ambiental, se ha observado un abandono por parte del rorcual común de la zona producido por este. A través de un estudio durante una campaña geofísica marina realizada con cañones de aire comprimido (air-guns) en el mar de Alborán, situado en la parte más occidental del Mediterráneo, se grabaron los cantos de los rorcuales comunes (Fig. 7), que se fueron alejando del núcleo del ruido hasta desaparecer por completo. Estos individuos no regresaron pasados 14 días después de finalizar el ruido (Castellote, 2012). Es importante destacar la elevada presencia de cañones de aire en esta región a la que el rorcual común queda expuesto, influyendo a la privatización de la comunicación entre los individuos y teniendo así un impacto negativo a la especie, ya que esto podría causar cambios de conducta, quedando afecta la reproducción de la especie (Castellote, 2009).

Se ha podido establecer una correlación significativa entre los parámetros acústicos del rorcual común y el nivel de ruido ambiental, de manera que se pudo concluir que, a mayor nivel de ruido, menores son las frecuencias, las duraciones y los intervalos de los cantos de los rorcuales, por lo que un bajo impacto de ruido ambiental podría ser tolerado por la especie (Castellote, 2012), a diferencia del ruido producido durante la campaña de geofísica marina. El cambio de frecuencia de las vocalizaciones, se trata de una compensación, utilizada por cetáceos, para poder comunicarse entre los individuos de la población, esta se conoció con el trabajo de Parks *et al.*, en 2007; quienes documentaron un cambio en las frecuencias emitidas por las ballenas francas

en un periodo de más de 30 años, estos concluyeron que este cambio fue producido a causa del ruido del tráfico marítimo, de esta manera desenmascaran el canto frente al ruido del tráfico marítimo, ya que este disminuye debajo de 20Hz (Richardson *et al.*,1995). Esta adaptación de sus emisiones implica un aumento del esfuerzo en el comportamiento acústico del canto, por lo que conlleva un aumento del coste energético, pudiendo generar efectos negativos sobre los individuos y sobre la población, además de significar una disminución de la tasa reproductiva, a causa de una disminución del alcance espacial (Payne y Webb, 1971). Se espera que el tráfico marítimo aumente en un 23% durante los próximos diez años, (Panigada *et al.*, 2008), y que los efectos negativos de estos impactos aumentan considerablemente al tratarse sobre una población pequeña, por lo que las colisiones de rorcuales comunes con embarcaciones se deben tratar como una preocupación creciente, por lo que mantener una constante revisión de las medidas reguladoras actuales y estudiar nuevas propuestas es totalmente necesario e urgente para la supervivencia del rorcual común en el Mediterráneo occidental.

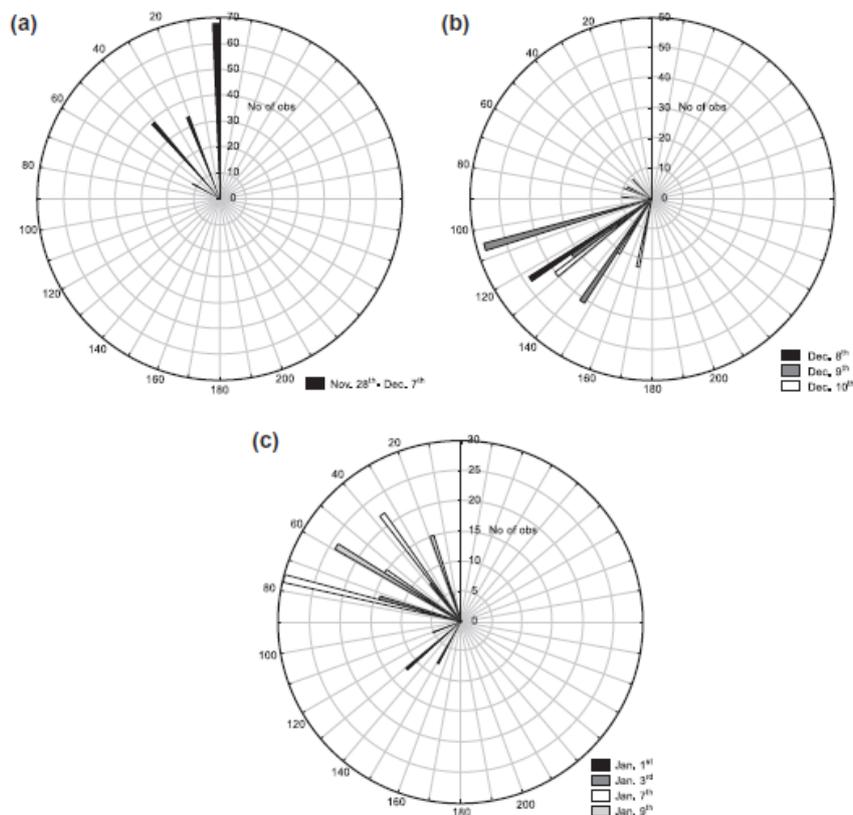


Fig. 7 Grabaciones de notas de 20 Hz que indican la orientación de rorcuales comunes (a) antes, (b) durante y (c) después del ruido producido por pistolas de aire, durante una campaña geofísica marina (Castellote, 2012).

6.2. Revisión de medidas de gestión actuales

6.2 a) A nivel europeo

La población del rorcual común es considerada una especie vulnerable según la Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza y está incluida en el Acuerdo para la Conservación de Cetáceos del Mediterráneo. Además, como ha sido mencionado anteriormente, una pequeña pero importante área de alimentación del Mediterráneo, el mar de Liguria, es un santuario marino internacional (Pelagos) y Zona Especialmente protegida de Importancia para el Mediterráneo (ZEPIM). En el *Instrumento De Ratificación del Protocolo sobre las zonas especialmente protegidas y la diversidad biológica en el Mediterráneo y anexos, adoptado en Barcelona el 10 de junio de 1995 y en Montecarlo el 24 de noviembre de 1996, respectivamente*, incluye que, debe haber una reglamentación de paso de buques en las zonas ZEPIM, aunque esta no está reglamentada en ningún país europeo.

En el ámbito del santuario Pelagos, además de declarar las colisiones de embarcaciones con cetáceos una emergencia a gestionar, se promueven varias medidas para disminuir estos fatales accidentes: realización de estudios científicos como método educativo y divulgativo de los cetáceos de la zona, incluido el rorcual común, así como elaboración de mapas que muestren zonas vulnerables a colisiones y un desarrollo tecnológico para el uso de embarcaciones, el sistema REPCET, este software tiene como objetivo limitar el riesgo de colisiones, aunque, por ahora, no es de uso obligado.

En el Mediterráneo, además del Santuario de Pelagos, existen 39 áreas ZEPIM, repartidas por varios estados, aunque ni el canal de Messina ni la Isla de Lampedusa gozan de esta protección (Fig. 8).

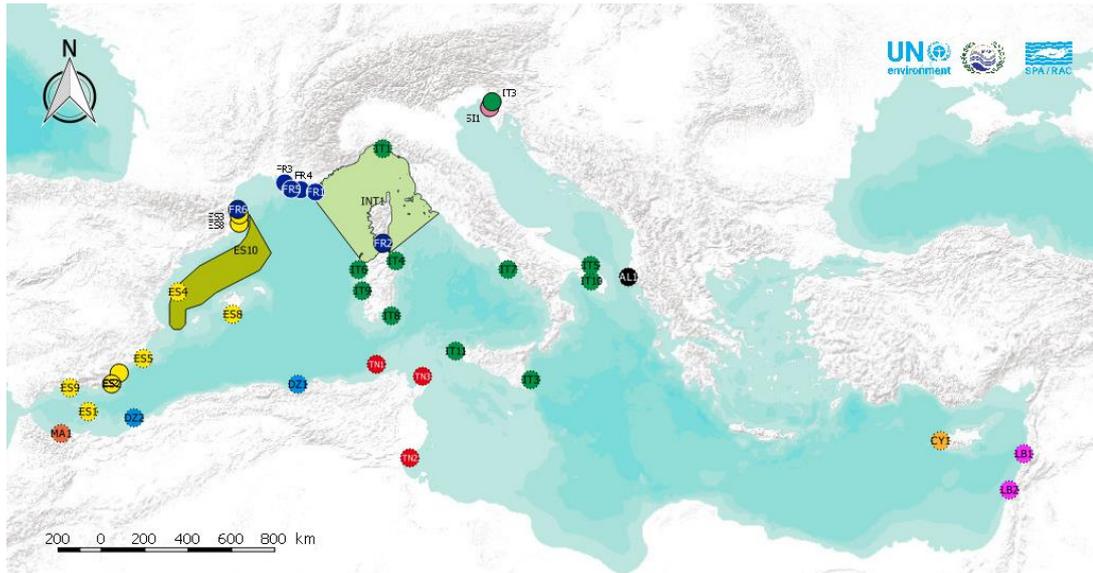


Fig. 8 Áreas ZEPIM del Mediterráneo (SPA/RAC, 2020).

6.2 b) A nivel estatal

Existe una gran área ZEPIM perteneciente a España, este es el corredor migratorio del Mediterráneo, aunque no fue declarado como tal hasta el 2019 y compromete 46.385 km². Se trata de una zona muy importante para los rorcuales comunes, puesto que la dirección del tránsito mayoritario de los buques entre la Península Ibérica y las Islas Baleares, es perpendicular respecto a la dirección migratoria de los rorcuales, aumentando así el riesgo de colisiones.

Cabe destacar que, en esta área, como en el resto de ZEPIM, se establece la prohibición de usar sistemas activos destinados a la investigación geológica subterránea, tanto por medio de sondas, aire comprimido o explosiones, además de las actividades relacionadas con la extracción de hidrocarburos, por lo que produce una disminución del ruido ambiental evitando las consecuencias nombradas anteriormente en la especie del rorcual común. A pesar de ello, esta declaración no tiene en cuenta la problemática de las colisiones de las embarcaciones con los rorcuales.

6.3 Propuesta de medidas de gestión

Debido a limitaciones de seguridad de la navegación, no siempre es factible cambiar las rutas de los barcos, más aún en aguas costeras (Conn y Silver, 2013), por lo que

las rutas en el Mediterráneo, a causa de su tamaño, son bastante fijas. Aunque, como se ha explicado anteriormente, la velocidad de las embarcaciones es un factor contribuyente a las colisiones, por lo que es importante abordarlo desde este punto. De hecho, el estudio de Conn y Silver (2013) ha intentado cuantificar la relación velocidad-riesgo para especies de cetáceos concretas y se ha determinado la velocidad como elemento clave para disminuir la mortalidad de muchas especies. Medidas restrictivas muy semejantes se aplicaron en la costa este de EEUU en 2008, con el objeto de reducir las colisiones de buques con las ballenas francas o *Eubalaena glacialis* (Müller, 1775) del Atlántico; obligando a reducir la velocidad a 10 nudos, únicamente a aquellas embarcaciones mayores a 19,8 m de eslora, en áreas de gestión (Fig. 9), como son áreas migratorias, áreas de alimentación y áreas de cría; obteniéndose una reducción significativa de las colisiones de esta especie de ballena con las embarcaciones (Laist, *et al.*, 2014), como se observa en los resultados de la tabla 1. Por tanto, su aplicación en el Mediterráneo, concretamente en aquellas áreas de alimentación ya conocidas podría reducir la mortalidad por este factor en el rorcual común. Aunque para ello, es necesario determinar la probabilidad de choque y de la fatalidad de este, por lo que se necesita conocer la velocidad de la embarcación en el momento de la colisión, además de la gravedad de la lesión del rorcual común. Es decir, se necesita un mayor y mejor registro de las colisiones en el Mediterráneo para establecer así unos límites de velocidad. Por otra parte, esta medida, no solo disminuiría la probabilidad de colisiones, también lo harían las emisiones de CO₂ (Faber, *et al.*, 2017), además del ruido ambiental, del cual a través del modelo de Ross (1976) se ha estimado una reducción del 40% reduciendo tan solo un 10% la velocidad.

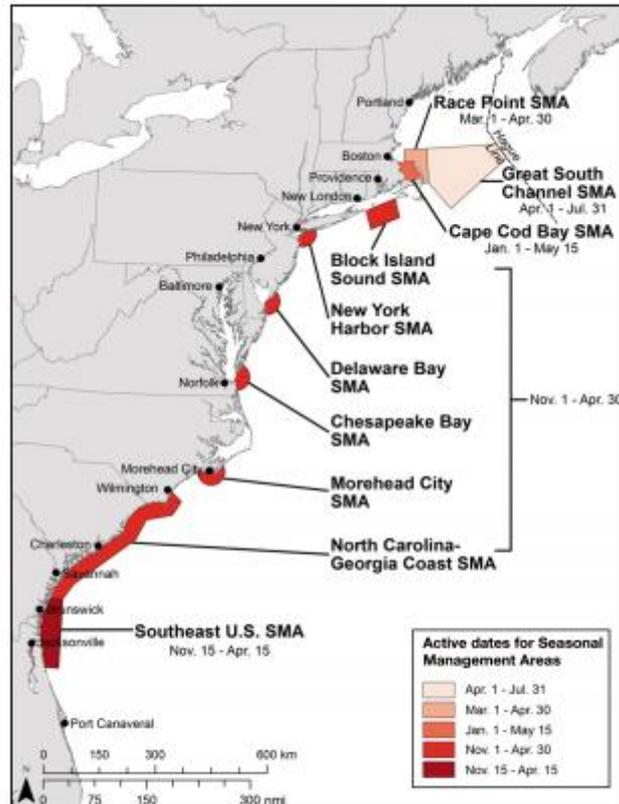


Fig. 1. *Eubalaena glacialis*. Locations and effective dates of Seasonal Management Areas (SMAs) requiring 10 knot ship speed limits after 8 December 2008 to protect North Atlantic right whales

Fig. 9 Áreas de gestión con límites de velocidad de 10 nudos en la costa este de EEUU Laist, et al., 2014).

Tabla 1. Número de colisiones fatales o muerte por causa desconocida de *Eubalaena glacialis* y número de colisiones fatales de *Megaptera novaeangliae* (Borowski 1781), o ballena jorobada, antes y después de la implantación de áreas de gestión en la costa este de EEUU. (Laist, et al., 2014).

	Pre-rule	Post-rule
Right whales — ship strikes		
Inside or within 45 nmi of SMA boundaries	13	0
Beyond 45 nmi of nearest SMA	2	2
Right whales — unknown cause		
Inside or within 45 nmi of SMA boundaries	8	4
Beyond 45 nmi of nearest SMA	6	3
Humpback whales — ship strikes		
Inside or within 45 nmi of SMA boundaries	12	2
Beyond 45 nmi of nearest SMA	14	4

7. Conclusiones

La población del rorcual común en el Mediterráneo es frágil, ya que se trata de una población con un número de individuos reducidos, este factor hace de especial necesidad un aumento de la investigación de esta especie, para conocer con más detalle sus patrones migratorios y las áreas de alimentación, así como las de cría, de las cuales se conoce más bien poco o nada. Por lo que, a pesar de la existencia de áreas protegidas en nuestro mar, esta protección no es efectiva, a causa de la falta de investigación sobre los impactos de embarcaciones con el rorcual común.

Además, el rorcual común del Mediterráneo vive en un espacio pequeño, por el cual transcurre un alto porcentaje de tráfico marítimo día a día, poniendo en peligro la supervivencia de esta especie, por lo que la regulación del tráfico es de suma importancia para asegurar la continuidad del rorcual común en el Mediterráneo.

Para ello, la reducción de velocidad de un 10% de las embarcaciones mayores a 20 m de eslora podría ser la opción más beneficiosa para los rorcuales comunes del Mediterráneo occidental, aunque estos porcentajes necesitan ser revisados a través de un estudio riguroso de registros de las colisiones, dónde es importante conocer la velocidad del buque y el daño producido a cada individuo, así predecir el riesgo existente en este mar, además de la reducción de velocidad más adecuada. Además de ello, el rorcual común quedaría más protegido del ruido ambiental, evitando el enmascaramiento entre los individuos y favoreciendo su comunicación, así como la reproducción de la especie.

No solo al rorcual común, la reducción de velocidad supondría una disminución de las emisiones de CO₂, por lo que beneficiaría a combatir contra el cambio climático, un factor importante a nivel marítimo y terrestre que nos afecta a todas las especies del Mediterráneo, por lo que supondría un gran avance para garantizar la supervivencia de muchas especies.

8. Agradecimientos

Agradezco a mi tutor, el doctor Guillem Mateu Vicens, por darme la oportunidad de trabajar sobre lo que mas me apasiona, los cetáceos marinos, además de su apoyo y ayuda a la hora de estructurar el trabajo. Quiero agradecer a mi familia y amigos que, sin su apoyo, este año académico no habría sido posible.

9. Referencias

Abdulla, A. y Linden, O. 2008. Maritime traffic effects on biodiversity in the Mediterranean Sea: Review of impacts, priority areas and mitigation measures. Malaga, Spain: IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, 184.

Aïssi, M. et al. 2008. Large-scale seasonal distribution of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the central Mediterranean Sea. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 88.

Astraldi, M. et al. 1995. Climatic fluctuations, current variability and marine species distribution: a case study in the Ligurian Sea (north-west Mediterranean). Oceanological Acta, 18: 139-149.

Bérubé, M. et al., 1998. Population genetic structure of North Atlantic, Mediterranean Sea and Sea of Cortez fin whale, *Balaenoptera physalus* (Linnaeus 1758): analysis of mitochondrial and nuclear loci. Molecular Ecology, 7: 585-599.

Canese, S. et al. 2006. The first identified winter-feeding ground of fin whales (*Balaenoptera physalus*) in the Mediterranean Sea. Journal of the Marine Biological Association, 86: 1-5.

Castellote, M. 2010. Patrón migratorio, identidad poblacional e impacto del ruido en la comunicación del rorcual común ("*Balaenoptera physalus*" L. 1758) en el mar Mediterráneo occidental. Universidad Complutense de Madrid.

Castellote, M. et al. 2012. Acoustic and behavioral changes by fin whales (*Balaenoptera physalus*) in response to shipping and air gun noise. Biological Conservation, 147: 115-122.

Castellote, M. et al. 2013. Dispersal of North Atlantic fin whales (*Balaenoptera physalus*) into the Mediterranean Sea and exchange between populations: response to Gimenez et al., Rapid Communications in Mass Spectrometry 2013, 27, 1801–1806. Rapid Communications in Mass Spectrometry, 28: 665-667.

Catalano, D. *et al.* 2001. Mediterranean fin whales, *Balaenoptera physalus*, foraging off the eastern coast of Sicily, Ionian Sea. *European Cetaceans Society*, 15: 56-58.

CIESM. 2004. Novel contaminants and pathogens in coastal waters. *CIESM Workshop Monograph*, 26:116.

Collignon, A. *et al.* 2012. Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 64: 861-864.

Conn, P.B. y Silber, G.K. 2013. Vessel speed restrictions reduce risk of collision-related mortality for North Atlantic right whales. *Ecosphere* 4:43.

Druon, J. N. *et al.* 2012. Potential feeding habitat of fin whales in the western Mediterranean Sea: an environmental niche model. *Marine Ecology Progress Series*, 464: 289-306.

Faber, J. *et al.* 2017. Regulating speed: a Short-term Measure to Reduce Maritime GHG Emissions. Netherlands: CE Delft publication

Fossi, M.C. *et al.* 2003. The use of a nonlethal tool for evaluating toxicological hazard of organochlorine contaminants in Mediterranean cetaceans: new data 10 years after the first paper published in MPB. *Marine Pollution Bulletin*, 46: 972-982.

Gambell, R. 1985. Fin Whale, *Balaenoptera physalus*. En: Ridgway, S. y Harrison, R. *Handbook of Marine Mammals*, Vol. 3, primera edición. San Diego, CA: Academic Press Inc. 171-192

Geijer, C.K.A. *et al.* 2016. Mysticete migration revisited: are Mediterranean fin whales an anomaly? *Mammal Review*, 46.

Jefferson, T.A. *et al.* 1993. *FAO species identification guide. Marine mammals of the world*, Food and Agriculture Organization, United Nations, 320.

Jensen, A.S. y G.K. Silber. 2003. Large Whale Ship Strike Database. U.S. Department of Commerce, NOAA Technical Memorandum, 37.

Knowlton, A. y Scot, D.K. 2001. Mortality and serious injury of northern right whales (*Eubalaena glacialis*) in the western North Atlantic Ocean. Journal of Cetacean Research and Management (Special Issue).

Laist, D.W. *et al.* 2001. Collisions between ships and whales. Marine Mammal Science, 17: 35-75.

Laist, D.W. *et al.* 2014. Effectiveness of mandatory vessel speed limits for protecting North Atlantic right whales. Endangered Species Research, 23: 133 -147.

Leeper, R. 2019. The Role of Slower Vessel Speeds in Reducing Greenhouse Gas Emissions, Underwater Noise and Collision Risk to Whales. International Fund for Animal Welfare, 6: 505.

Magnone, F. *et al.* 2011. Osservazione del comportamento alimentare di balenottera comune (*Balaenoptera physalus*) lungo la costa nord-orientale della Sardegna. En: Atti del 42° Congresso della Società Italiana di Biologia Marina, Olbia, 23-28 maggio 2011, 162-163.

Millot, C. y Taupier-Letage, I. 2004 The cetacean world as seen by physical and biological oceanographers. In Investigating the role of cetaceans in marine ecosystems, CIESM Workshop Monograph, 25: 196.

Ministerio para la transición ecológica. 2018. El Corredor de Migración de Cetáceos del Mediterráneo declarado Área Marina Protegida. Nota de prensa.

Notarbartolo di Sciara G. *et al.* 2016. Fin Whales, *Balaenoptera physalus*: ¿At Home in a Changing Mediterranean Sea? Advances in Marine Biology, 75: 75-101.

Notarbartolo di Sciara, G. *et al.* 2016. Place-based approaches to marine mammal conservation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 26: 85-100.

Notarbartolo di Sciara, G. *et al.* 1993. Cetaceans in the Central Mediterranean Sea: distribution and sighting frequencies. *Italian Journal of Zoology*, 60: 131-138.

Notarbartolo di Sciara, G. *et al.* 2003. The fin whale, *Balaenoptera physalus* (L. 1758), in the Mediterranean Sea. *Mammal Review*, 33: 105-150.

Palsboll, P.J. *et al.* 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*, 57: 670-675.

Panigada, S. *et al.* 2008. Biodiversity impacts of ship movement, noise, grounding and anchoring. En: Abdulla, A. y Linden, O. *Maritime Traffic Effects on Biodiversity in the Mediterranean Sea: Review of Impacts, Priority Areas and Mitigation Measures*. IUCN Centre for Mediterranean Cooperation, Malaga, España, 9-56.

Panigada, S. y Notarbartolo di Sciara, G. 2012. *Balaenoptera physalus* (Mediterranean subpopulation). *The IUCN Red List of Threatened Species 2012*.

Panigada, S. *et al.* 2006. Mediterranean fin whales at risk from fatal ship strikes. *Marine Pollution Bulletin*, Volume 52, 1287-1298.

Parks, S.E. *et al.* 2007. Short- and long-term changes in right whale calling behavior: The potential effects of noise on acoustic communication. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 122: 3725-3731.

Payne, R. y Webb, D. 1971. Orientation by means of long-range acoustic signaling in baleen whales. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 188:110-142.

Raga, J.A. y Pantoja J. 2004. Proyecto Mediterráneo: Zonas de especial interés para la conservación de los cetáceos en el Mediterráneo español. Ministerio de Medio Ambiente. Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Técnica. Madrid. 219.

Reeves, R. y Notarbartolo di Sciara, G. 2006. The status and distribution of cetaceans in the Black Sea and Mediterranean Sea. IUCN Centre for Mediterranean. Cooperation, Malaga, Spain.137.

Reynolds, G.L. 2019. The multi-issue mitigation potential of reducing ship speeds. Environmental Sustainability Consultants.

Richardson, W.J. *et al.* 1995. Marine mammals and noise. Academic Press. 576.
REMPEC. 2008. Study of Maritime Traffic Flows in the Mediterranean Sea. REMPEC Technical Reports.

Ross, D. 1976. Mechanics of Underwater Noise. New York, NY: Pergamon Press, 375.

Scott, D.K. *et al.* 2005. North Atlantic Right Whales in Crisis. Science, 309: 561-2.
Simmonds, M.P. y Isaac, S.J. 2007. The impacts of climate change on marine mammals: early signs of significant problems. Oryx ,41: 19–26.

MAP-SPA/RAC. 2020. SPAMIs in the Mediterranean. United Nations Environment Programme Mediterranean Action Plan.

Vaes, T. y Druon, J.N. 2013. Mapping of potential risk of ship strike with fin whales in the Western Mediterranean Sea Institute for the Protection and Security of the Citizen, Publications Office of the European Union.