



Ciencias Marinas

ISSN: 0185-3880

cmarinas@uabc.mx

Universidad Autónoma de Baja California
México

Manna, G La; Clò, S; Papale, E; Sarà, G
Boat traffic in Lampedusa waters (Strait of Sicily, Mediterranean Sea) and its relation to the coastal
distribution of common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*)
Ciencias Marinas, vol. 36, núm. 1, 2010, pp. 71-81
Universidad Autónoma de Baja California
Ensenada, México

Available in: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48013190007>

- How to cite
- Complete issue
- More information about this article
- Journal's homepage in redalyc.org

redalyc.org

Scientific Information System
Network of Scientific Journals from Latin America, the Caribbean, Spain and Portugal
Non-profit academic project, developed under the open access initiative

**Boat traffic in Lampedusa waters (Strait of Sicily, Mediterranean Sea)
and its relation to the coastal distribution of common bottlenose dolphin
(*Tursiops truncatus*)**

**Tráfico de barcos en aguas de Lampedusa (Estrecho de Sicilia,
Mar Mediterráneo) y su relación con la distribución costera del
delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*)**

G La Manna^{1,2*}, S Clò², E Papale³, G Sarà⁴

¹ Dipartimento di Biologia evolutiva e funzionale, Università di Parma, Viale Usberti 86, 43100 Parma, Italy.

*E-mail: gabriella.lamanna@gmail.com

² Centro Turistico Studentesco, Dipartimento Conservazione della Natura, Via Albalonga 3, 00161 Roma, Italy.

³ Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo, Università degli Studi di Torino, Via Accademia Albetina 13, 10123 Torino, Italy.

⁴ Dipartimento di Ecologia, Università di Palermo, Via delle Scienze, Ed. 16, 90128 Palermo, Italy.

ABSTRACT. The volume of boat traffic and its potential connection to the coastal distribution of the common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) was evaluated off Lampedusa Island (Strait of Sicily). From July to September 2006 daily surveys were carried out at eight sites along the coast, three times a day, to assess the number, type, and size of boats moving, fishing, or stationed in Lampedusa waters. The study area was divided into four geographic areas: northwest, northeast, southwest, and southeast. Data were analyzed to determine the difference in the number of boats among the areas, sampling months, and times of day. The presence of dolphins was monitored by standardized land-based observations. Dolphins ($n = 139$) from 38 sightings were observed throughout the study period (90 days). In order to compare the presence of dolphins among areas, a relative abundance index was used: A-EH (number of sighted specimens per effort hour). Common bottlenose dolphins appeared to be broadly distributed around Lampedusa, although this study highlighted a possible overlap between their habitat, boat traffic, and fishery, especially in the southwest.

Key words: *Tursiops truncatus*, boat traffic, distribution, Lampedusa Island, Mediterranean Sea.

RESUMEN. Se evaluó el volumen de tráfico de barcos y su conexión potencial con la distribución costera del delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en las aguas circundantes a la Isla de Lampedusa (Estrecho de Sicilia). De julio a septiembre de 2006 se llevaron a cabo monitoreos en ocho sitios a lo largo de la costa, tres veces al día, para determinar el número, tipo y tamaño de barcos moviéndose, pescando o estacionarios en las aguas de Lampedusa. La zona de estudio se dividió en cuatro áreas geográficas: noroeste, noreste, suroeste y sureste. Los datos se analizaron para determinar la diferencia entre el número de barcos en las áreas estudiadas, meses de muestreo y horarios diurnos. La presencia de delfines se monitoreó mediante observaciones estandarizadas desde tierra. Se observaron delfines ($n = 139$) de 38 avistamientos a lo largo del periodo de estudio (90 días). Para comparar la presencia de delfines entre las áreas se utilizó un índice de abundancia relativa: A-EH (número de especímenes observados por hora de esfuerzo). Los delfines nariz de botella parecieron estar ampliamente distribuidos alrededor de Lampedusa, aunque este estudio resaltó un posible traslape entre su hábitat, tráfico de barcos y pesquería, especialmente en el suroeste.

Palabras clave: *Tursiops truncatus*, tráfico de barcos, distribución, Isla de Lampedusa, Mar Mediterráneo.

INTRODUCTION

Worldwide, marine mammals living along coastlines, such as bottlenose dolphins, are often exposed to human disturbance (Notarbartolo di Sciara 2002), of which recreational and fishing boat traffic represent one of the main threats to their fitness (Parsons *et al.* 1999). In fact, boat traffic is considered a significant threat to all biodiversity in coastal areas (*sensu* Sarà *et al.* 2007). The common bottlenose dolphin *Tursiops truncatus* (fig. 1) interacts more with vessels than other species (Liret 2001); it often swims the bow waves of recreational vessels, or approaches and associates with them (Evans 2003). Most studies concerning the effect of boat

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, los mamíferos marinos que habitan aguas costeras, tales como los delfines nariz de botella, están expuestos a disturbios antropogénicos (Notarbartolo di Sciara 2002), de los cuales el tráfico de barcos recreacionales y pesqueros representa una de las principales amenazas a su salud (Parsons *et al.* 1999). De hecho, el tráfico marino se considera una amenaza significativa para toda la biodiversidad en zonas costeras (*sensu* Sarà *et al.* 2007). El delfín nariz de botella *Tursiops truncatus* (fig. 1) tiene una mayor interacción con embarcaciones que otras especies (Liret 2001), ya que frecuentemente nada en las olas formadas por la proa de

traffic on dolphins have considered mainly behavioral aspects and have evidenced typical short- and long-term responses. The short-term response to boat traffic is extremely variable and is not maintained over time, varying both at a species- and individual-specific level (David 2002, 2003). In the short term, the observed response appears to depend specifically on how individual dolphins perceive the “intruder”, the habituation to a specific noise, and the physiological ability of each species to locate a vessel (David 2002). In contrast, the long-term effects of boat traffic on dolphin responses appear to be stable over time. Boat traffic can elicit more or less permanent deviations of behaviors, like shying and the tendency to avoid boats (Richardson *et al.* 1995), displacement from the affected area (Hudnall 1978, Baker and Herman 1989), and hearing loss as a result of repeated and prolonged exposure to noise from vessels (Erbe 2002). These deviations from natural behavioral patterns are considered to have prolonged and direct effects on species fitness, as they influence reproduction, nursing, food searching, and resting (David 2002). As a result, the effect of boat traffic, in terms of noise produced and interaction with dolphins, is considered a real threat to species fitness, but research still has to be done to determine which boat traffic features elicit responses from dolphins. Scant information is available to study the consequences of vessel propulsion and movement, traveling speed, and distance between vessel and dolphin. Moreover, in order to determine the short- and long-term effects of boat traffic on dolphins, much more effort has to be made to identify traffic patterns, traffic volume, and evolution of time and space trends.

In the Mediterranean, common bottlenose dolphins are very common and one of the densest communities is located off the coasts of Lampedusa Island (Pelagie Archipelago, Strait of Sicily). From May to October, Lampedusa is frequented by a large number of tourists, and its inhabitants rely on boat tourism as one of their main economic resources. The waters surrounding Lampedusa are also used by many fishing boats, mainly from the local harbor. Thus, due to the large amount of boats and the high density of dolphins, this area can be used as a model to analyze the potential effects of boat traffic on *T. truncatus*.

This study was carried out around Lampedusa Island to assess the level of sea traffic in this area and its potential impact on common bottlenose dolphins. The main aims of the present study were to determine (1) whether boat traffic was different among geographic areas throughout the study period, in total, and in relation to boat type; (2) whether boat traffic was different among distinct times of day and months throughout the study period; (3) whether the coastal distribution of *T. truncatus* was different among geographic areas throughout the study period; and finally (4) whether differences in boat traffic, both in terms of boat type and quantity, affected the coastal distribution of this species.



Figure 1. Common bottlenose dolphin (*Tursiops truncatus*) in Lampedusa waters, Italy.

Figura 2. Delfín nariz de botella (*Tursiops truncatus*) en aguas de Lampedusa, Italia.

los barcos recreacionales, o se acerca y se asocia con ellos (Evans 2003). La mayoría de los estudios sobre el efecto del tráfico de barcos sobre los delfines principalmente consideran los patrones de comportamiento y han evidenciado respuestas típicas de corto y largo plazo. La respuesta a corto plazo al tráfico de barcos es extremadamente variable y no se mantiene con el tiempo, variando tanto a nivel de especie como de individuo (David 2002, 2003). A corto plazo, la respuesta observada aparentemente depende específicamente de cómo los delfines individuales perciben al “intruso”, su habituación a un ruido específico y la habilidad fisiológica de cada especie para localizar una embarcación (David 2002). En contraste, los efectos a largo plazo del tráfico de barcos sobre las respuestas de los delfines se estabilizan con el tiempo. El tráfico marino puede ocasionar desviaciones más o menos permanentes de comportamientos, como timidez y la tendencia a evitar las embarcaciones (Richardson *et al.* 1995), desplazamiento de la zona afectada (Hudnall 1978, Baker y Herman 1989) y pérdida auditiva como resultado de una exposición continua y prolongada al ruido de los barcos (Erbe 2002). Estas desviaciones de los patrones naturales de comportamiento aparentemente tienen efectos prolongados y directos sobre la salud de las especies, ya que influyen en su reproducción, crianza, búsqueda de alimento y descanso (David 2002). En consecuencia, el efecto del tráfico de barcos, en términos del ruido producido y la interacción con delfines, es considerado una verdadera amenaza a la salud de las especies, aunque aún falta determinar cuáles de sus aspectos producen respuestas de los delfines. Existe poca información para estudiar las consecuencias de la propulsión, movimiento y velocidad de las embarcaciones, así como la distancia entre éstas y los delfines. Además, para determinar los efectos a corto y largo plazo del tráfico de barcos sobre los delfines, se requiere de mayor esfuerzo para identificar los patrones y volumen del tráfico, así como la evolución de tendencias espaciales y temporales.

MATERIAL AND METHODS

Study area

Lampedusa is the biggest of the three islands that form the Pelagie Archipelago in the Strait of Sicily, southern Italy ($35^{\circ}29'28''$ – $35^{\circ}21'39''$ N, $12^{\circ}30'54''$ – $12^{\circ}37'55''$ E). The coast and sea bottom of the island vary from south to north. The southern coast consists of a series of canyons forming a succession of high promontories and small sandy beaches in deep inlets. The bottom slopes softly, reaching a maximum depth of 120 m down to the western coast of Tunisia and of 300 m on the eastern coast of Lampedusa. The northern coast consists of high, steep cliffs; there are no beaches and the bottom drops off, reaching 300 m depth approximately 1 km off the coast. The study area was divided into four geographic areas according to the level of environmental protection within the three zones of the Pelagie Island Marine Protected Area, different morphological features, and water use by boats: northwest (NW), northeast (NE), southwest (SW), and southeast (SE) (fig. 2).

Data collection

Boat traffic was monitored by systematically counting the vessels in the waters of the four geographic areas (NE, SE,

En el Mar Mediterráneo, los delfines nariz de botella son muy comunes y una de las comunidades más densas se localiza alrededor de la Isla de Lampedusa (archipiélago de las Pelagias, Estrecho de Sicilia). Entre mayo y octubre, un gran número de turistas visita esta isla y el turismo marino es uno de los principales recursos económicos de los habitantes. Barcos pesqueros, principalmente del puerto local, también utilizan las aguas circundantes. Por tanto, debido al gran número de embarcaciones y la alta densidad de delfines, se puede utilizar esta zona como modelo para analizar los efectos potenciales del tráfico de barcos sobre *T. truncatus*.

Este trabajo se realizó en las inmediaciones de la Isla de Lampedusa para evaluar el nivel de tráfico marino en esta zona y su impacto potencial sobre los delfines nariz de botella. Los objetivos principales de este estudio fueron determinar (1) si el tráfico de barcos es diferente entre áreas geográficas a lo largo del periodo de estudio, en total y en relación con el tipo de barco; (2) si el tráfico de barcos es diferente entre distintos horarios diurnos y meses durante el periodo de estudio; (3) si la distribución costera de *T. truncatus* difiere entre áreas geográficas durante el periodo de estudio; y finalmente (4) si las diferencias en el tráfico de barcos, tanto en términos de la cantidad y el tipo de embarcaciones, afecta la distribución costera de esta especie.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

Lampedusa es la isla más grande de las tres que conforman el archipiélago de las Pelagias en el Estrecho de Sicilia, sur de Italia ($35^{\circ}29'28''$ – $35^{\circ}21'39''$ N, $12^{\circ}30'54''$ – $12^{\circ}37'55''$ E). La costa y el lecho marino de la isla varían de sur a norte. La costa del sur consiste de una serie de cañones formando una sucesión de promontorios altos y playas arenosas pequeñas en ensenadas profundas. El fondo con pendiente suave alcanza una profundidad máxima de 120 m hasta la costa occidental de Tunicia y de 300 m en la costa oriental de Lampedusa. La costa del norte consiste de riscos altos y empinados; no hay playas y el fondo cae abruptamente, alcanzando una profundidad de 300 m a aproximadamente 1 km de la costa. La zona de estudio se dividió en cuatro áreas geográficas según el nivel de protección dentro de las tres zonas del Área Marina Protegida de las Islas Pelagias, diferentes aspectos morfológicos y el uso del agua por embarcaciones: noroeste (NW), noreste (NE), suroeste (SW) y sureste (SE) (fig. 2).

Recolección de datos

El monitoreo del tráfico de barcos se realizó mediante el conteo sistemático de las embarcaciones en las aguas de las cuatro áreas geográficas (NE, SE, SW y NW) de la Isla de Lampedusa durante el verano (julio a septiembre) de 2006 (ver fig. 2). En cada área, se localizaron dos sitios de

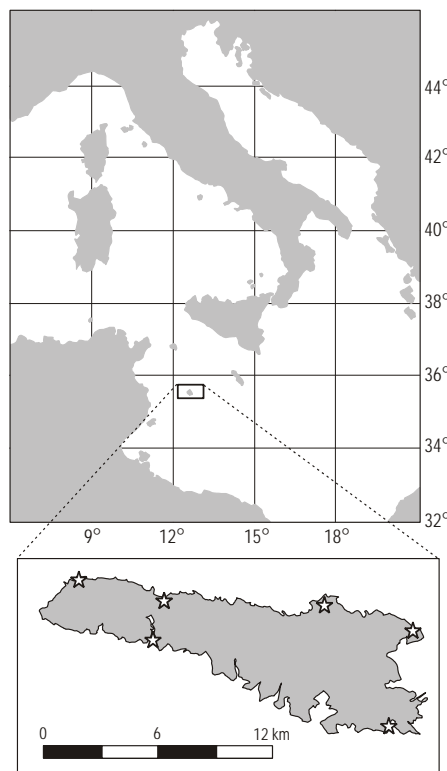


Figure 2. Study area. Stars indicate the observation sites.
Figura 2. Área de estudio. Las estrellas indican los sitios de observación.

SW, and NW) of Lampedusa Island during summer (July to September) 2006 (see fig. 2). In each area, two observational sites (eight sites in total) were positioned; however, because of the presence of a military post and the island morphology, the observations in the southern areas were generally limited to only one site per area. The counts were carried out daily, six days a week and at three distinct times of day: morning (09:00–12:00), afternoon (13:00–16:00), and evening (17:00–20:00). To avoid pseudoreplication (*sensu* Hurlbert 1984), observational sites were chosen daily, regardless of weather conditions, by random extraction (Sokal and Rohlf 1981). The stop day (the seventh) changed every week. At least 12 counts were carried out every day (four sites \times three times of day) according to a randomized scheme.

During each observation period (15 min), all vessels within a distance of 2 km from the coast were recorded and classified by type: fishing boat, recreational boat, and sailboat. The first category included stationary and transiting boats engaged in fishing activities, mainly small artisanal fishery boats (fishing line, gill nets, trawl nets) from the local harbor, and large fishing gear boats from distant harbors in the Mediterranean. The classification between recreational boat and sailboat was based on the way the boat is propelled: motor or wind. Boat size was estimated by sight (small: <10 m; medium: 10–25 m; large: >25 m).

The presence and distribution of common bottlenose dolphins were monitored by standardized land-based observations, carried out at the same sites as the boat traffic surveys (fig. 2). Each observational group was composed of one expert and two or more trained volunteers. During the sampling period, the sea was carefully scanned by observers within a distance of 2 km from the coast in all directions, using binoculars (Nikon Compass 7 \times 50) as well as the naked eye. Each observer counted their dolphins, and then individual results were compared and averaged. Weather conditions (sea state, wind force and direction, cloudiness, and visibility) were recorded every 15 min, though observations were interrupted when sea state was ≥ 3 (Douglas scale) and wind force ≥ 3 (Beaufort scale). When dolphins were sighted, data including the number of individuals, the distance from the coast, the movement direction, the presence of boats, and the behaviour of individuals were also recorded.

Data analyses

The analysis of sea traffic was based on three variables: type of boat, month, and time of day. All variables allowed a better understanding of negative (displacement from the area) and positive (permanence in the area) responses of the animals to boat traffic. The second and third variables were aimed at verifying the evolution of traffic during the day and summer season. Data were analyzed in order to test the null hypothesis, i.e., that there was no difference in the number and type of boats among the geographic areas studied, using a simple one-way ANOVA. Thus, the count of boats in the

observación (ocho sitios en total); sin embargo, debido a la presencia de un puesto militar y a la morfología de la isla, las observaciones en la parte sur generalmente se limitaron a un sitio por área. Los conteos se realizaron diariamente, seis días a la semana y durante diferentes horarios del día: mañana (09:00–12:00), tarde (13:00–16:00) y atardecer (17:00–20:00). Para evitar la pseudoreplicación (*sensu* Hurlbert 1984), los sitios de observación fueron escogidos diariamente, independiente de las condiciones climáticas, de forma aleatoria (Sokal y Rohlf 1981). El día de descanso (séptimo día) cambió cada semana. Se realizaron al menos 12 conteos cada día (cuatro sitios \times tres veces al día) de acuerdo a un esquema aleatorio.

Durante cada periodo de observación (15 min) se registraron todas las embarcaciones dentro de una distancia de 2 km de la costa y se clasificaron por tipo: barco pesquero, barco recreacional y velero. La primera categoría incluyó las embarcaciones, tanto estacionarias como en movimiento, ocupadas en actividades pesqueras, principalmente barcos de pesca artesanal (con línea, red de enmalle, red de arrastre) del puerto local, y barcos pesqueros grandes (de pesca de altura) de puertos distantes del Mar Mediterráneo. Los barcos recreacionales y los veleros se clasificaron según su forma de propulsión: motor o viento. El tamaño de la embarcación se determinó visualmente (pequeño: <10 m; mediano: 10–25 m; grande: >25 m).

Para evaluar la presencia y distribución de los delfines nariz de botella se realizaron observaciones estandarizadas desde tierra, utilizando los mismos sitios ocupados para estudiar el tráfico de barcos (fig. 2). Cada grupo observacional consistió de un experto y de dos o más voluntarios entrenados. Durante el periodo de muestreo, los observadores cuidadosamente examinaban el mar hasta 2 km de la costa, en todas las direcciones, con binoculares (Nikon Compass 7 \times 50) y a simple vista. Cada observador contaba sus delfines, y luego se comparaban y promediaban los resultados individuales. Las condiciones climáticas (estado del mar, fuerza y dirección del viento, nubosidad y visibilidad) se registraban cada 15 min, interrumpiéndose las observaciones cuando el estado del mar era ≥ 3 (escala de Douglas) y la fuerza del viento ≥ 3 (escala de Beaufort). Al avistarse los delfines, también se registraron el número de individuos, la distancia de la costa, la dirección de movimiento, la presencia de barcos y el comportamiento de los individuos.

Análisis de datos

El análisis del tráfico marino se basó en tres variables: tipo de barco, mes y horario diurno. Todas las variables permitieron un mejor entendimiento de las respuestas negativa (desplazamiento de la zona) y positiva (permanencia en la zona) de los animales al tráfico de barcos. El objetivo de la segunda y tercera variable era verificar la evolución del tráfico durante el día y el verano. Los datos se analizaron para probar la hipótesis nula, i.e., que no existía diferencia en el número y tipo de barcos entre las áreas geográficas

geographic areas (four levels) was the fixed factor in the analysis and 45 replicates were used for each. For all analyses, the heterogeneity of variances was tested using Cochran's C test prior to the ANOVA, and the Student-Newman-Keuls test allowed the appropriate comparison of means. The software GMAV 5.0 (University of Sydney, personally licensed to G. Sarà) was used to perform ANOVAs. To verify the spatial and temporal trend of sea traffic, a permutational multivariate analysis of variance (PERMANOVA, Anderson 2001a) was used to test whether there were differences among geographic areas (NE, NW, SE, and SW), sampling months (July, August, and September) and time of day (morning, afternoon, and evening). Variables were transformed to $y' = \ln(y + 1)$ to retain information on relative concentrations but reduce differences in scale among the variables. The Euclidean similarity measure was used, and all P values were calculated using 9999 permutations of the residuals under a reduced model (Anderson 2001b). Differences between geographic areas, months, and times of day were examined in more detail using a canonical analysis of principal coordinates and pair-wise tests (Anderson and Willis 2003). An index was used to compare the presence of dolphins among geographic areas: A-EH, i.e., the number of sighted specimens per effort hour). A PERMANOVA (Anderson 2001a) was used to test whether there was a difference in the dolphin mean group size among geographic areas. Similarly, we tested the association hypothesis by a PERMANOVA on the matrix of contextual presence of dolphins and occurrence of boats.

RESULTS

Boat traffic in Lampedusa waters was very dense throughout the study period: 2229 boats of different type were counted as they were stationary, transiting or fishing in the areas surveyed. This number corresponded to a mean of 6.2 ± 10.3 boats per day, regardless of weather conditions.

The use of waters by boats was significantly different among geographic areas (tables 1, 2). On a daily basis, the number of boats was significantly larger (ANOVA, $P < 0.05$) in the SW and SE areas (fig. 3). Recreational boats were the most abundant, representing approximately 90% of the total sightings (fig. 4). This type of sea traffic typically includes small motorized and/or inflatable rental boats and vessels making excursions around the island. Fishing boats were the second most frequent category of boats. Throughout the study period, 183 boats were counted as they were fishing. In this category, small artisanal fishery boats represented over 60% ($n = 117$) of the total sightings, and large fishing gear boats represented approximately 33% ($n = 60$). Over 60% of the traffic consisted of small boats (<10 m), 25% of medium-sized boats (10–25 m), and the rest was represented by large boats (>25 m). This result was consistent with the most frequent type of boats sighted: small recreational motorized boats, artisanal fishery boats, and trawlers. In SW waters,

estudiadas, mediante un análisis de varianza de una vía (ANOVA). Por tanto, el conteo de los barcos en las áreas geográficas (cuatro niveles) fue el factor fijo del análisis, utilizándose 45 réplicas para cada uno. Para todos los análisis, se probó la heterogeneidad de varianzas usando la prueba C de Cochran antes del ANOVA, y la prueba de Student-Newman-Keuls permitió la comparación de las medias. Se usó la paquetería GMAV 5.0 (Universidad de Sydney, autorizado a G. Sarà) para realizar los ANOVA. Para verificar la tendencia espacial y temporal del tráfico de barcos, se empleó un análisis de varianza multivariado con base en permutaciones (PERMANOVA, Anderson 2001a) para determinar si existían diferencias entre áreas geográficas (NE, NW, SE y SW), meses de muestreo (julio, agosto y septiembre) y horario diurno (mañana, tarde y atardecer). Las variables se transformaron a $y' = \ln(y + 1)$ para retener la información de concentraciones relativas pero reducir las diferencias en escala entre ellas. Se utilizó la medida de similitud euclidiana, y se calcularon todos los valores de P con 9999 permutaciones de los residuales bajo un modelo reducido (Anderson 2001b). Las diferencias entre áreas geográficas, meses y horarios diurnos fueron examinadas en mayor detalle mediante un análisis canónico de coordenadas principales y pruebas pareadas (Anderson y Willis 2003). Se utilizó un índice para comparar la presencia de delfines entre las áreas geográficas: A-EH, i.e., número de especímenes observados por hora de esfuerzo. Se empleó un PERMANOVA (Anderson 2001a) para probar si existía una diferencia en el tamaño de grupo promedio entre áreas. Asimismo, se probó la hipótesis de asociación mediante un PERMANOVA en la matriz de la presencia contextual de delfines y la presencia de barcos.

RESULTADOS

El tráfico de barcos en las aguas de Lampedusa resultó muy denso a lo largo del periodo de estudio: se contaron 2229 barcos de diferente tipo ya sea estacionarios, transitando o pescando en las áreas monitoreadas. Este número correspondió a una media de 6.2 ± 10.3 barcos por día, independientemente de las condiciones climáticas.

El uso de las aguas por embarcaciones fue significativamente diferente entre las áreas geográficas (tablas 1, 2). Diariamente, el número de barcos fue significativamente mayor (ANOVA, $P < 0.05$) en el SW y SE (fig. 3). Los barcos recreacionales fueron los más abundantes, representando aproximadamente 90% de las observaciones totales (fig. 4). Este tipo de tráfico marino típicamente incluye botes pequeños motorizados y/o inflables de renta, así como embarcaciones que hacen excusiones alrededor de la isla. Los barcos pesqueros fueron la segunda categoría más frecuente. Durante el periodo de estudio, se contaron 183 barcos pescando. En esta categoría, los barcos pequeños de pesca artesanal representaron más de 60% ($n = 117$) de las observaciones totales, mientras que los barcos pesqueros

Table 1. Statistics of boat traffic off Lampedusa Island throughout the study period (summer 2006) in relation to the four geographic areas surveyed. Mean = average daily number of boats in relation to the geographic areas. Total = sum of the average daily number of each type of boat in relation to the geographic areas.

Tabla 1. Estadísticas del tráfico de barcos alrededor de la Isla de Lampedusa durante el periodo de estudio (verano de 2006) con relación a las cuatro áreas geográficas monitoreadas. La media indica el número promedio de barcos diarios con relación a las áreas geográficas. El total indica la suma del número promedio diario de cada tipo de barco con relación a las áreas geográficas.

| Geographic area | Sailboat | | Motorboat | | Fishing boat | | Total | |
|-----------------|----------|------|-----------|------|--------------|------|-------|------|
| | Mean | ±SE | Mean | ±SE | Mean | ±SE | Mean | ±SE |
| NE | 0.01 | 0.11 | 1.49 | 2.63 | 0.31 | 0.88 | 1.81 | 3.08 |
| SE | 0.11 | 0.32 | 5.33 | 4.45 | 2.13 | 5.65 | 7.58 | 6.09 |
| SW | 0.20 | 0.63 | 9.00 | 8.81 | 0.33 | 1.19 | 9.53 | 9.05 |
| NW | 0.04 | 0.21 | 1.70 | 2.63 | 0.22 | 0.68 | 1.97 | 2.78 |

recreational boats were the most abundant; fishing boats were represented mainly by trawlers (over 75%), and the number of boats was significantly variable during the day: early mornings, afternoons, and evenings differed among themselves (ANOVA, $P < 0.05$). Also in the SE area, the number of recreational boats was high, while the number of fishing boats (all sizes) was larger relative to the SW (ANOVA, $P < 0.05$); however, here fishing boats were represented mainly by those employing fishing lines and gill nets. There was no significant difference between the morning and the afternoon, but the number of boats decreased significantly in the evening. The presence of boats in the NW and NE areas was stable during the day, although it remained very low (about two boats a day), and no significant differences were detected among the times of day (table 3). Finally, the presence of boats was regular throughout the study period (i.e., no differences among months).

The distribution of common bottlenose dolphins around the Lampedusa coastline was variable (table 4). The total number of dolphins was 139, observed in 38 sightings throughout the study period (about 90 days). The mean group size was 3.5 dolphins, as their number ranged from 1 to 11. In the SW area the mean group size was significantly higher than in the SE (PERMANOVA, $P < 0.1$); no significant differences were detected among the other geographic areas. According to the previous results, the highest A-EH was found in the SW and the lowest in the SE (fig. 5); however, in

grandes (de pesca de altura) representaron aproximadamente 33% ($n = 60$). Más de 60% del tráfico consistió de barcos pequeños (<10 m), 25% de barcos medianos (10–25 m) y lo que resta de barcos grandes (>25 m). Este resultado fue consistente con el tipo de barco observado con mayor frecuencia: botes pequeños motorizados recreacionales, barcos de pesca artesanal y barcos arrastreros. En aguas del SW, los barcos recreacionales fueron los más abundantes, mientras que los pesqueros estuvieron representados principalmente por arrastreros ($>75\%$); el número de barcos varió significativamente durante el día, las mañanas, tardes y atardeceres difiriendo entre sí (ANOVA, $P < 0.05$). En el SE, el número de barcos recreacionales también fue alto, mientras que el número de barcos pesqueros (de todos los tamaños) fue mayor que en el SW (ANOVA, $P < 0.05$); sin embargo, en esta área los barcos pesqueros estuvieron representados principalmente por los que emplean líneas de pesca y redes agalleras. No se observaron diferencias significativas entre la mañana y la tarde, pero el número de embarcaciones disminuyó significativamente al atardecer. La presencia de barcos en el NW y NE fue estable durante el día, aunque muy baja (alrededor de dos barcos al día), y no se encontraron diferencias significativas entre los horarios diurnos (tabla 3). Finalmente, la presencia de barcos fue regular a lo largo del periodo de estudio (i.e., no se observaron diferencias entre meses).

La distribución de delfines nariz de botella en las costas de Lampedusa resultó variable (tabla 4). El número total de

Table 2. Analysis of variance carried out on the boat data matrix to test the hypothesis of difference among quadrants throughout summer 2006 at Lampedusa Island (** $P < 0.001$; ns = not significant, $P > 0.05$; § = log-transformed variable). MS = Mean Square.

Tabla 2. Análisis de varianza realizado sobre la matriz de los datos de barcos para probar la hipótesis de diferencia entre los cuadrantes durante el verano de 2006 en la Isla de Lampedusa (** $P < 0.001$; ns = no significativo, $P > 0.05$; § = variable transformada logarítmicamente). MS = Media de Cuadrados.

| Source of variation | d.f. | Sailboat | | | Motorboat | | | Artisanal fishing boat | | | Total | | |
|---------------------|------|----------|------|--------|-----------|-------|--------|------------------------|-----|--------|-------|------|--------|
| | | MS | F | P | MS | F | P | MS | F | P | MS | F | P |
| Quadrant | 3 | 0.4 | 4.04 | *** | 722.5 | 34.82 | *** | 43.1 | 7.3 | *** | 5.0 | 34.6 | *** |
| Residual | 266 | 0.09 | | | 20.76 | | | 5.9 | | | 0.14 | | |
| Cochran's C | | | | ns (§) | | | ns (§) | | | ns (§) | | | ns (§) |

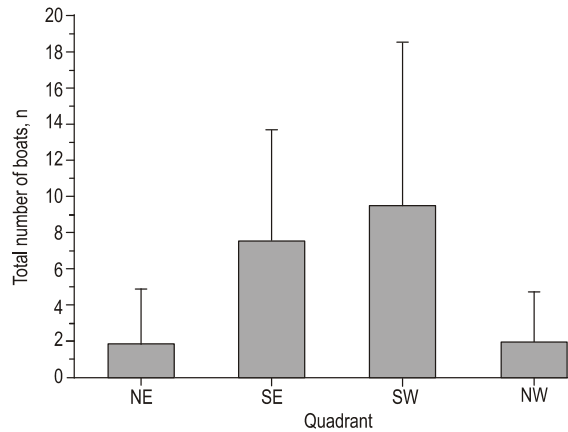


Figure 3. Averaged daily number of boats per geographic area.

Figura 3. Número promedio de barcos diarios por área geográfica.

the latter there was a large amount of boats (mostly recreational and using fishing lines) and few dolphin sightings, while in the SW there was the highest number of boats (mostly recreational and trawlers) and the highest number of dolphin sightings. The difference between the two quadrants regarding the association between boats and dolphins was significant (PERMANOVA, $P < 0.05$).

DISCUSSION

The present study represents a first attempt to identify the type and density of boat traffic in Mediterranean waters, and it aimed to verify potential relationships with the coastal distribution of bottlenose dolphins. The highest number of boats was recorded in the southern geographic areas of Lampedusa, which represent the most attractive part of the island for tourists and fishermen. The SE waters were frequented by recreational and small artisanal fishing boats, especially those employing fishing lines and gill nets stationed near the coast. In SW waters, however, which is the

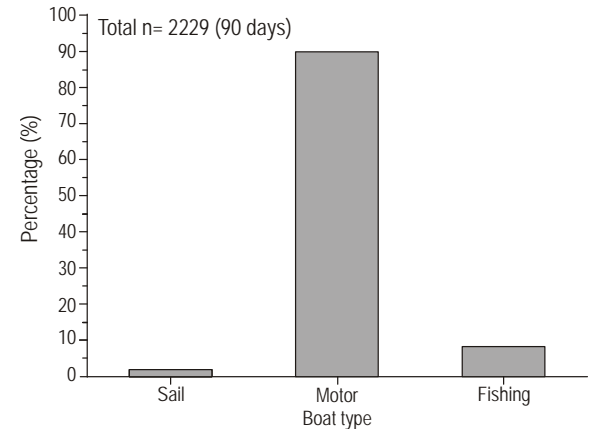


Figure 4. Percentage of different types of boat.

Figura 4. Porcentaje de los diferentes tipos de barcos.

delfines fue 139, observados en 38 avistamientos durante el periodo de estudio (alrededor de 90 días). El tamaño de grupo promedio fue de 3.5 delfines, ya que su número varió de 1 a 11. En el SW, el tamaño de grupo promedio fue significativamente mayor que en el SE (PERMANOVA, $P < 0.1$); no se detectaron diferencias significativas entre las otras áreas geográficas. Según estos resultados, el A-EH mayor correspondió al SW y el menor al SE (fig. 5); sin embargo, en esta última área se observó una gran cantidad de barcos (principalmente recreacionales y pescando con líneas) y pocos avistamientos de delfines, mientras que en el SW se registró el número más alto de barcos (principalmente recreacionales y arrastreros) y el mayor número de avistamientos de delfines. La diferencia entre los dos cuadrantes en cuanto a la asociación entre barcos y delfines fue significativa (PERMANOVA, $P < 0.05$).

DISCUSIÓN

Este estudio representa un primer intento de identificar el tipo y la densidad de barcos en aguas Mediterráneas, y su

Table 3. Outcome of the permutational multivariate analysis of variance carried out on the boating presence Euclidean matrix, log-transformed using 9999 permutations (** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$; ns = not significant, $P > 0.05$). MS = Mean Square.

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza multivariado con base en permutaciones realizado sobre la matriz euclidiana de la presencia de barcos, transformada logarítmicamente con 9999 permutaciones (** $P < 0.01$; *** $P < 0.001$; ns = no significativo, $P > 0.05$). MS = Media de cuadrados

| Source | d.f. | MS | Pseudo-F | <i>P</i> (perm.) |
|-------------------|------|---------|----------|------------------|
| Quadrant (QUAD) | 3 | 22977.0 | 7.2 | *** |
| Month (MO) | 2 | 4298.5 | 1.3 | ns |
| Time of day (DAY) | 2 | 6843.3 | 2.1 | ** |
| QUAD × MO | 6 | 2256.9 | 0.7 | ns |
| QUAD × DAY | 6 | 3990.7 | 1.2 | ns |
| MO × DAY | 4 | 3629.5 | 1.1 | ns |
| QUAD × MO × DAY | 12 | 2419.8 | 0.8 | ns |
| Residuals | 324 | 3198.8 | | |

area most frequented by recreational boats, the fishing boats were mostly medium-sized trawlers moving from the harbour to the fishing site. The NE and NW areas were the least frequented by all types of boats. During the study period no significant variation was found in boat number in relation to month. This result suggests that for at least three months a year (from July to September) the traffic was dense and fairly regular and could represent a chronic source of disturbance. Finally, concerning sea traffic in relation to the time of day we found that (1) in the SE there was no difference in the number of boats between morning and afternoon but there was a decrease in the evening, due to the nocturnal interruptions of the tourist flow, and (2) in the SW there was a significant difference between morning, afternoon, and evening, which lets us assume that in this area, disturbance, in terms of noise and vessel movement, reached a very high level.

Tursiops truncatus appeared to be broadly distributed around Lampedusa Island, although our results highlighted an overlap between dolphins, their habitat, and human activities in some areas. This was particularly evident in SW waters. Combining boat and dolphin results, we can derive that (1) SE waters were characterized by high traffic and few dolphins, and (2) even though SW waters were characterized by the largest volume of sea traffic, dolphins were more abundant and formed larger groups compared with the other areas. Boat traffic alone does not directly affect the distribution of dolphins, and since other factors could be involved (topography, variable oceanographic features like sea surface temperature and salinity, and features favouring the aggregation of locally abundant prey; Hooker *et al.* 1999, Cañadas *et al.* 2002), it is necessary to determine the ecological and behavioral response of a species. Hence, factors other than sea traffic might affect the distribution of the species, probably prey availability and bottom depth and slope (Evans *et al.* 1993, Cañadas *et al.* 2002). The large volume of sea traffic in SW water, with a large presence of dolphins, may indicate (1) the ecological importance of that area for the population, probably due to high prey availability and the possibility of interacting with trawlers, and (2) that dolphins may be able to tolerate high levels of noise and disturbance.

Previous studies reported a frequent occurrence of dolphins within areas of most intense boat activity, and also suggested two possible explanations. Dolphins showed a change in their activity when boats were present but rarely did they leave the area utilized for food, showing certain tolerance (Sini *et al.* 2005). Several authors have suggested that dolphins are probably unaffected by boats transiting through the area because they are constantly exposed to and become familiar with them (Acevedo 1991, Gregory and Rowden 2001). Other studies have highlighted the fact that cetaceans continue to frequent the same localities, not because they are not affected, but because they depend on those places to maintain their activities (Richardson and Wursig 1997,

objetivo fue verificar las relaciones potenciales con la distribución costera de *T. truncatus*. Se registró el mayor número de embarcaciones en las dos áreas geográficas del sur de Lampedusa, que es la parte más atractiva tanto para turistas como pescadores. Las aguas del SE fueron frecuentadas por barcos recreacionales y artesanales pequeños, especialmente los que pescan con línea y redes agalleras estacionados cerca de la costa. En el SW, área más frecuentada por barcos recreacionales, los barcos pesqueros consistieron mayormente de arrastreros medianos que se trasladan del puerto al sitio de pesca. Las áreas del NE y NW fueron las menos frecuentadas por todos los tipos de barcos. Durante el periodo de estudio no se encontró una variación significativa en cuanto al número de barcos en relación con el mes. Este resultado sugiere que por lo menos durante tres meses del año (de julio a septiembre) el tráfico es denso y bastante regular y que podría representar una fuente crónica de disturbio. En cuanto al tráfico marino en relación con el horario diurno, se encontró (1) que en el SE no hubo diferencia en el número de barcos entre la mañana y la tarde pero que sí disminuyó el número al atardecer, debido a la interrupción nocturna del turismo, y (2) que en el SW hubo una diferencia significativa entre la mañana, la tarde y el atardecer, lo que permite suponer que en esta área, el disturbio, en términos de ruido y movimiento de embarcaciones, alcanzó un nivel muy alto.

Tursiops truncatus pareciera estar ampliamente distribuida alrededor de la Isla de Lampedusa, aunque nuestros resultados enfatizaron un traslapo entre los delfines, su hábitat y las actividades antropogénicas en algunas áreas. Esto fue particularmente evidente en las aguas del SW. Combinando los resultados de los barcos y los delfines, se puede derivar que (1) las aguas del SE se caracterizan por un alto tráfico marino y pocos delfines y (2) a pesar de que las aguas del SW presentan el mayor volumen de tráfico marino, los delfines son más abundantes y forman grupos más grandes en comparación con las otras áreas. El tráfico de barcos por sí solo no afecta directamente la distribución de delfines, y considerando que otros factores podrían estar involucrados (topografía, aspectos oceanográficos variables como la salinidad y temperatura superficial del mar, y aspectos que favorecen la congregación de las abundantes presas locales; Hooker *et al.* 1999, Cañadas *et al.* 2002), es necesario determinar la respuesta ecológica y de comportamiento de una especie. Por tanto, factores aparte del tráfico marino podrían estar afectando la distribución de la especie, probablemente la disponibilidad de alimento y la profundidad e inclinación del fondo (Evans *et al.* 1993, Cañadas *et al.* 2002). El volumen considerable de tráfico marino en las aguas del SW, con una gran presencia de delfines, podría indicar (1) la importancia ecológica de esa área para la población, probablemente debido a la gran disponibilidad de alimento y la posibilidad de interacción con los barcos arrastreros, y (2) que los delfines son capaces de tolerar niveles altos de ruido y perturbación.

Table 4. Statistics and descriptors of the land survey conducted during summer 2006 at Lampedusa Island: N = total number of surveys made at each quadrant locality, n = total number of sightings made at each quadrant locality, % TS = percentage of sightings relative to N , A total = total number of sighted specimens, $MGS \pm SD$ = mean group size \pm standard deviation, Hs = hours of observation at each quadrant locality, and A-EH = mean number of sighted specimens per effort hour.

Tabla 4. Estadísticas y descriptores del monitoreo realizado desde tierra durante el verano de 2006 en la Isla de Lampedusa: N = número total de monitoreos realizado en cada localidad de cada cuadrante, n = número total de avistamientos en cada localidad de cada cuadrante, % TS = porcentaje de avistamientos con relación a N , A total = número total de especímenes observados, $MGS \pm SD$ = tamaño de grupo promedio \pm desviación estándar, Hs = horas de observación en cada localidad de cada cuadrante y A-EH = número promedio de especímenes observados por hora de esfuerzo.

| Quadrant | N | n | % TS | A total | $MGS \pm SD$ | Hs | A-EH |
|----------|-----|-----|------|---------|---------------|-------|------|
| NE | 26 | 10 | 38.5 | 41 | 4.1 ± 1.9 | 69.9 | 11.0 |
| SE | 26 | 7 | 26.9 | 18 | 2.6 ± 2.1 | 69.0 | 6.8 |
| SW | 16 | 12 | 75.0 | 51 | 4.3 ± 3.2 | 46.0 | 12.2 |
| NW | 25 | 9 | 36.0 | 29 | 3.2 ± 2.1 | 62.2 | 8.0 |
| Total | 93 | 38 | | 139 | | 247.0 | 38.1 |

Lusseau 2004). It has been suggested that when the costs of disturbance exceed the benefits of remaining in previously preferred habitat, animals switch from tolerance and evasive tactics to long-term site avoidance (Buckingham *et al.* 1999). In Lampedusa waters, common bottlenose dolphins compete with trawlers for the best location of prey, spending most of their time following fishing boats (*sensu* Pulcini *et al.* 2004, Pace *et al.* 2003, Buscaino *et al.* 2009). Therefore, in the SW, dolphins may tolerate a high level of sea traffic rather than give up the area.

Recent published data support the hypothesis that Lampedusa dolphins would be negatively responsive to the presence of recreational boats but positively responsive to trawling fishing vessels (Papale *et al.* 2008). Even if habituation usually occurs on repeated exposure to noise (Evans 2003), we do not know the effects of such tolerance, or

Trabajos previos han encontrado una presencia frecuente de delfines en zonas con mayor intensidad de barcos y sugieren dos posibles explicaciones. Los delfines muestran un cambio en sus actividades en presencia de barcos pero rara vez se alejan de la zona donde se alimentan, indicando cierta tolerancia (Sini *et al.* 2005). Varios autores han sugerido que los delfines probablemente no resultan estar afectados por los barcos transitando por una zona ya que constantemente están expuestos a ellos y se acostumbran a ellos (Acevedo 1991, Gregory y Rowden 2001). Otros estudios enfatizan que los cetáceos continúan frecuentando los mismos sitios, no porque no resulten afectados, sino porque dependen de esos lugares para mantener sus actividades (Richardson y Wursig 1997, Lusseau 2004). Se ha sugerido que cuando los costos de disturbio exceden los beneficios de permanecer en sus hábitats preferenciales, los animales cambian sus tácticas evasivas y de tolerancia y evitan el sitio a largo plazo (Buckingham *et al.* 1999). En las aguas de Lampedusa, los delfines nariz de botella compiten con los barcos arrastreros para la mejor localización de presas y pasan la mayor parte del tiempo siguiéndolos (*sensu* Pulcini *et al.* 2004, Pace *et al.* 2003, Buscaino *et al.* 2009). Por tanto, en el SW, los delfines podrían tolerar un alto nivel de tráfico marino antes que ceder el área.

Datos publicados recientemente apoyan la hipótesis de que los delfines de Lampedusa responderían negativamente a la presencia de barcos recreacionales pero positivamente a la presencia de barcos arrastreros (Papale *et al.* 2008). Aunque los delfines tienden a habituarse a una exposición continua a ruido (Evans 2003), se desconocen los efectos de tal tolerancia, o si tal exposición realmente no les afecta (Richardson *et al.* 1995). El ruido producido por los motores de embarcaciones menores y de barcos pesqueros pequeños y medianos normalmente es de 0.8 a 20 kHz de frecuencia y de 100 a 130 dB re 1 μ Pa de intensidad, dependiendo de su poder y velocidad de movimiento (Evans 2003, Sarà *et al.* 2007). Los sonidos que emiten los delfines están en la misma frecuencia,

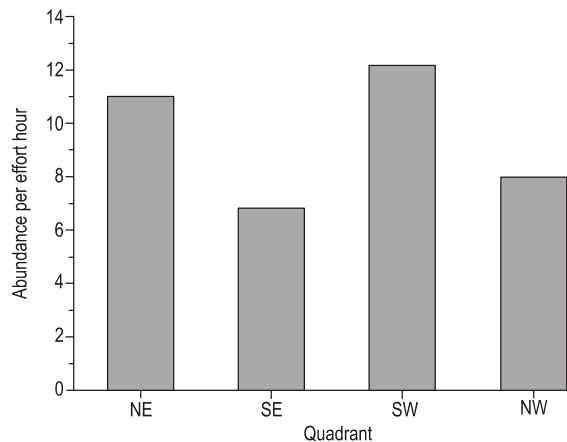


Figure 5. Number of sighted specimens per effort hour (A-EH) per geographic area.

Figura 5. Número de especímenes observados por hora de esfuerzo (A-EH) por área geográfica.

whether dolphins are really unaffected by repeated exposure to noise (Richardson *et al.* 1995). The noise from engines of small motorboats and small/medium-sized fishing boats usually ranges from 0.8 to 20 kHz of frequency and 100 to 130 dB re 1 μ Pa of intensity, depending on engine power and speed of movement (Evans 2003, Sarà *et al.* 2007). Dolphin communication sounds are on the same frequency; whistles emitted from many toothed whales usually fall below 20 kHz (Wang D *et al.* 1995). It is still unknown how marine mammals can adapt their communication calls to avoid being masked by man-made noise (Richardson *et al.* 1995), so we cannot exclude that the noise produced by boat traffic is in conflict with dolphins' vocalizations and their capacity to communicate with each other. Possible consequences of behavioural alteration and space and resource competition both at individual and population level are still not known and call for further research.

The study of human impact on marine mammal fitness seems to suffer by limitations in experimental design and sample size. For example, in most cases, it is not possible to plan experimental designs with the same rigor as in small enclosures, aquaria, laboratory or similar controlled conditions (*sensu* Oksanen 2001). The degree of replication under large field conditions (*sensu* Hurlbert 1984) is doubtlessly affected by several variables and factors which can be controlled only with great difficulty (Oksanen 2001). Accordingly, even in the presence of previous experimental limitations, much research is still needed to clarify the potential effect of boating on individual fitness, the effective role of acoustic disturbance, and the long-term effects of sea traffic on behaviour, energy budget, foraging efficiency and prey availability.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research was carried out under the auspices of LIFE NAT/IT/000163. We wish to thank V Ferraro, S Milazzo, G Moncada, A Summa, and all the volunteers for their assistance in the fieldwork. Special thanks to C Giacoma and M Azzolin (University of Torino and CTS Ambiente) for their support, and to AE Lossmann and P Bonica for fine-tuning the English.

REFERENCES

- Acevedo A. 1991. Interaction between boats and bottlenose dolphins, *Tursiops truncatus*, in the entrance to Ensenada De La Paz, Mexico. *Aquat. Mamm.* 17(3): 120-124
- Anderson MJ. 2001a. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* 26: 32-46.
- Anderson MJ. 2001b. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Can. J. of Fish. and Aquat. Sci.* 58: 626-639.
- Anderson MJ, Willis TJ. 2003. Canonical analysis of principal coordinates: a useful method of constrained ordination for ecology. *Ecology* 84: 511-525.
- mientras que los silbidos emitidos por varios odontocetos generalmente caen por debajo de 20 kHz (Wang D *et al.* 1995). Todavía no se sabe cómo los mamíferos marinos adaptan sus sonidos de comunicación para evitar ser opacados por ruidos antropogénicos (Richardson *et al.* 1995), así que no se puede excluir la posibilidad de que el ruido producido por el tráfico marino entra en conflicto con las vocalizaciones de los delfines y su capacidad de comunicación. Asimismo, aún se desconocen las posibles consecuencias de una alteración en el comportamiento y la competencia para espacio y recursos tanto a nivel individual como poblacional, por lo que es necesario realizar más estudios al respecto.
- El estudio del impacto humano sobre la salud de los mamíferos marinos parece estar limitado por los diseños experimentales y el tamaño de las muestras. Por ejemplo, en la mayoría de los casos, no es posible planear diseños experimentales con el mismo rigor que en recintos pequeños, acuarios, el laboratorio o bajo otras condiciones controladas (*sensu* Oksanen 2001). No cabe duda de que el grado de réplica bajo condiciones de campo (*sensu* Hurlbert 1984) es afectado por varias variables y factores que sólo pueden controlarse con gran dificultad (Oksanen 2001). Por ende, aun considerando las limitaciones experimentales previas, se requiere de mucha investigación para clarificar el efecto potencial de embarcaciones sobre la salud individual, el papel efectivo del disturbio acústico y los efectos a largo plazo del tráfico marino sobre el comportamiento, costo energético, eficiencia de alimentación y disponibilidad de presas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue apoyado por LIFE NAT/IT/000163. Agradecemos a V Ferraro, S Milazzo, G Moncada, A Summa y todos los voluntarios su asistencia en el trabajo de campo. Asimismo, agradecemos a C Giacoma y M Azzolin (Universidad de Torino y CTS Ambiente) su apoyo, así como a AE Lossmann y P Bonica su revisión y mejoras al inglés.

Traducido al español por Christine Harris.

- Baker CS, Herman LM. 1989. Behavioural responses of summering humpback whales to vessel traffic. Experimental and opportunistic observation. Report from Kewalo Basin Marine Mammal Laboratory, University of Hawaii, Honolulu, for the US National Park Service, Anchorage, Alaska, 50 pp. NTIS PB90-198409.
- Buckingham CA, Lefebvre LV, Schaefer JM, Kochman HI. 1999. Manatee Response to Boating Activity in a Thermal Refuge Source. *Wildl. Soc. Bull.* 27(2): 514-522.
- Buscaino G, Buffà G, Sarà G, Bellante A, Tonello AJ, Sliva Hardt FA, Cremer MJ, Bonanno A, Cuttitta, Mazzola S. 2009. Pinger affects fish catch efficiency and damage to bottom gill nets related to bottlenose dolphins. *Fish. Sci.* 75(3): 537-544.
- Cañadas A, Sagarminaga R, García-Tiscar S. 2002. Cetacean distribution related with depth and slope in the Mediterranean waters off southern Spain. *Deep-Sea Res.* 49: 2053-2073.

- David L. 2002. Disturbance to Mediterranean cetaceans caused by vessel traffic. In: Notarbartolo di Sciara G (ed.), Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: State of knowledge and conservation strategies. Report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002, Section 11, 21 pp.
- David L. 2003. Male and female of bottlenose dolphins *Tursiops truncatus* have different strategies to avoid interaction with tour boats in Doubtful Sound, New Zealand. Mar. Ecol. Prog. Ser. 257: 267–274.
- Erbe C. 2002. Underwater noise of whale-watching boats and potential effects on killer whales (*Orcinus orca*), based on an acoustic impact model. Mar. Mamm. Sci. 18: 394–418.
- Evans PGH. 2003. Shipping as a possible source of disturbance to cetaceans in the ASCOBANS region. www.ASCOBANS.org.
- Evans PGH, Swann C, Lewis E, Parsons S, Heimlich-Boran S, Heimlich-Boran J. 1993. Survey of cetaceans in the Minches and Sea of Hebrides, Northwest Scotland. Eur. Res. Cetaceans 7: 111–116.
- Gregory PR, Rowden AA. 2001. Behavioral patterns of bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) relative to tidal state, time of day and boat traffic in Cardigan Bay, West Wales. Aquat. Mamm. 27(2): 105–113.
- Hooker SK, Whitehead H, Gowns S. 1999. Marine Protected Area design and the spatial and temporal distribution of cetaceans in a submarine canyon. Conserv. Biol. 13: 592–602.
- Hudnall J. 1978. A report on the general behaviour of humpback whales near Hawaii, and the need for the creation of a whale park. Oceans 11: 8–15.
- Hurlbert SH. 1984. Pseudoreplication and the design of ecological field experiments. Ecol. Monogr. 54: 187–211.
- Liret C. 2001. Domaine vital, utilisation de l'espace et des ressources: Les grands dauphins, *Tursiops truncatus*, de l'île de Sein. Ph.D. thesis, Université de Bretagne Occidentale, France, 155 pp.
- Lusseau D. 2004. The hidden cost of tourism: detecting long-term effects of tourism using behavioral information. Ecol. and Soc. 9(1): 2.
- Notarbartolo di Sciara G. 2002. Cetaceans of the Mediterranean and Black Seas: State of knowledge and conservation strategies. Report to the ACCOBAMS Secretariat, Monaco, February 2002, Section 11, 21 pp (www.ACCOBAMS.org).
- Oksanen L. 2001. Logic of experiments in ecology: Is pseudo-replication a pseudoissue? Oikos 94: 27–38.
- Pace DS, Pulcini M, Triossi F. 2003. Interaction with fishery: Modalities of opportunistic feeding for bottlenose dolphins at Lampedusa Island. Eur. Res. Cetaceans 13: 150–152.
- Papale E, Azzolin M, Giacoma R. 2008. Land based survey of *Tursiops truncatus* interaction with boat traffic in Lampedusa Island. Proceedings of the 22nd European cetacean Society Annual Conference, Egmond and Zee, The Netherlands, 10–12 March.
- Parsons ECM, Shrimpton J, Evans PGH. 1999. Cetacean conservation in northwest Scotland: Perceived threats to cetaceans. Eur. Res. Cetaceans 13: 128–132.
- Pulcini M, Triossi F, Pace DS. 2004. Distribution, habitat use and behaviour of bottlenose dolphins at Lampedusa Island (Italy): Results of a five-year survey. Eur. Res. Cet. 15: 453–456.
- Richardson WJ, Greene CR, Malme CI, Thompson DH. 1995. Marine Mammals and Noise. Academic Press, San Diego, 576 pp.
- Richardson WJ, Wursig B. 1997. Influences of man-made noise and other human actions on cetacean behavior. Marine and Freshwater Behaviour and Physiology 29(1): 183–209.
- Sarà G, Dean JM, D'Amato D, Buscaino G, Oliver A, Genovese S, Ferro G, Buffa G, Lo Martire M, Mazzola S. 2007. Effect of boat traffic on the behaviour of the bluefin tuna (*Thunnus thynnus*) in the Mediterranean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 331: 243–253.
- Sini MI. 2005. Bottlenose dolphins around Aberdeen harbour, north-east Scotland: A short-term study of habitat utilization and the potential effects of boat traffic. J. Mar. Biol. Assoc. UK 85: 1547–1554.
- Sokal RR, Rohlf FJ. 1981. Biometry. W.H. Freeman and Company, New York. 959 pp.
- Wang D, Würsig B, Evans W. 1995. Comparisons of whistles among seven odontocete species. In: Kastelein RA, Thomas JA, Nachtigall PE, Sensory systems of aquatic mammals. De Spil Publishers, Woerden, The Netherlands, pp. 299–323.

*Recibido en julio de 2008;
aceptado en enero de 2010.*