

## CONAMA 2022

CONGRESO NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE

# El buceo, ¿una actividad turística sostenible?

**Autor Principal:** Jordi Sánchez Rosas (SUBMON)

**Otros autores:** Àlex Bartolí Vilanova (SUBMON); Andreu Dalmau Elorza (SUBMON)

### ÍNDICE

ÍNDICE.....	2
RESUMEN .....	3
ANTECEDENTES Y OBJETIVO.....	3
METODOLOGIA.....	4
Datos generales previos a la inmersión .....	5
Comportamiento de los buceadores durante la inmersión.....	5
Datos generales de la inmersión.....	6
Análisis estadístico de los datos.....	7
RESULTADOS .....	8
Datos generales previos a la inmersión .....	8
Comportamiento de los buceadores durante la inmersión.....	8
Datos generales de la inmersión.....	9
Análisis estadístico de los datos.....	13
DISCUSIÓN.....	16
Datos generales previos a la inmersión .....	16
Comportamiento de los buceadores durante la inmersión.....	17
Datos generales de la inmersión.....	18
Análisis estadístico de los datos.....	18
CONCLUSIONES .....	19
Datos generales previos a la inmersión .....	19
Comportamiento de los buceadores durante la inmersión.....	20
Datos generales de la inmersión.....	20
Análisis estadístico de los datos.....	21
RECOMENDACIONES.....	22
LA SITUACIÓN ACTUAL.....	22
BIBLIOGRAFIA.....	24
AGRADECIMIENTOS.....	25

### RESUMEN

Con el objetivo de aportar datos para una gestión efectiva del buceo en las Islas Medes (Parque Natural del Montgrí, las Islas Medes y el Baix Ter - Girona), a lo largo de la temporada estival del año 2021 se ha llevado un estudio que ha permitido monitorizar el comportamiento de 419 buceadores.

En este estudio se ha observado que el número medio de contactos con el fondo marino, efectuados por los buceadores cada 10 minutos de inmersión, es de  $4.43 \pm 0.46$ . Este valor es inferior al observado en el año 2010 que fue de  $6.92 \pm 0.81$  contactos cada 10 minutos. La mayoría de estos contactos se han producido con las aletas (72.99%) ocasionando la resuspensión de sedimento como el efecto frecuente (43,07%).

Además, en este estudio se han identificado los perfiles de los buceadores que más contactos han efectuado debido a su deficiente flotabilidad. Entre estos perfiles están los buceadores equipados con cámara i/o foco y los que se autodenominan expertos, buceadores de más de 50 años con muchas inmersiones efectuadas y una desmesurada autoconfianza.

En base a los resultados obtenidos, las empresas de buceo han tomado la iniciativa de diseñar un protocolo de trabajo con el objetivo de hacer más sostenible la actividad turística del buceo.

En este protocolo se han establecido las nuevas pautas que se aplicarán en las explicaciones previas a las inmersiones y la nueva metodología de guiaje de inmersiones adaptadas a los perfiles de los buceadores.

### ANTECEDENTES Y OBJETIVO

Uno de los destinos preferidos por el turismo náutico en general, y por el del buceo en particular, son las Áreas Marinas Protegidas (AMP) a consecuencia de su gran atractivo estético y por las facilidades para el desarrollo de actividades turísticas que proporcionan.

La notable mejora tecnológica del material de buceo, y consecuentemente el aumento de la seguridad, ha convertido al buceo en una actividad popular (Davis y Tisdell, 1995) que se ha expandido a nivel mundial (Hawkins y Roberts, 1997).

Los efectos del turismo masivo en una zona reducida como son las AMP, pueden ser contrarios a los objetivos principales de creación de estas (Hawkins et al. 2005). Además, la práctica del buceo puede provocar cierto grado de deterioro en los organismos bentónicos como consecuencia del contacto físico con las aletas, cuerpo, manos o equipo de inmersión (Zakai y Chadwick-Furman, 2002; Luna et al. 2009). Aunque el impacto producido a nivel individual es puntual, hay evidencias de que los efectos acumulativos de las perturbaciones pueden causar una destrucción localizada significativa en organismos sensibles (Hawkins et al. 1999).

Con el objetivo de aportar datos para una gestión efectiva del buceo en las Islas Medes (Parque Natural del Montgrí, las Islas Medes y el Baix Ter), el equipo responsable del presente informe llevó a cabo en el año 2004 el estudio del uso del espacio por parte de los buceadores en las diferentes zonas de buceo (Lorente et al. 2004). Posteriormente, en el año 2010, se realizó el estudio sobre el comportamiento de los buceadores (Sánchez et al. 2010).

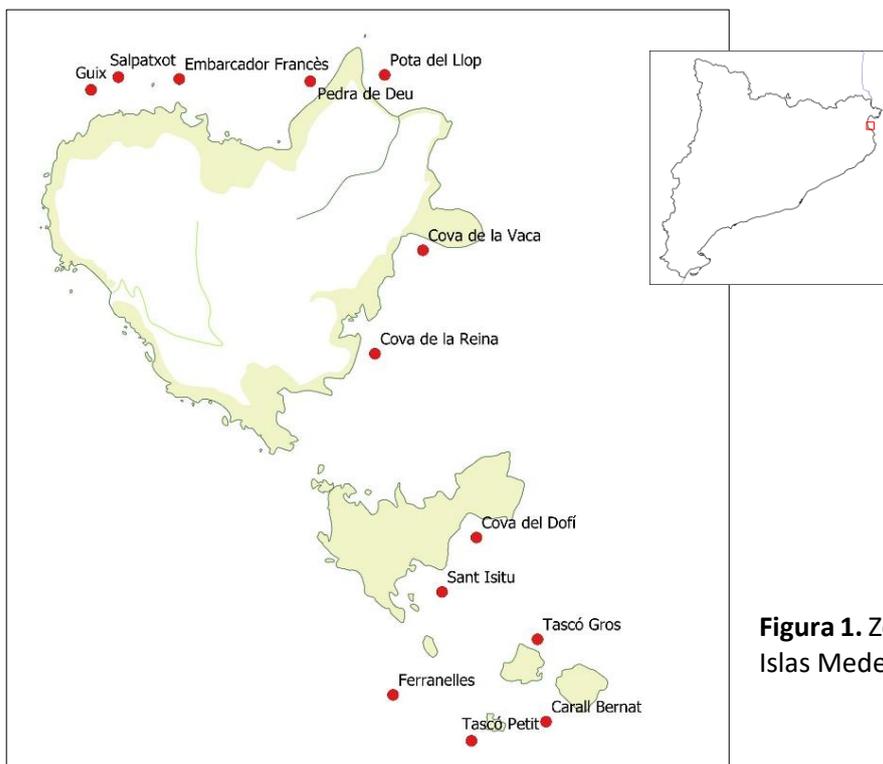
Más adelante, en el año 2012, se llevó a cabo un nuevo estudio (Sánchez et al. 2012) para establecer la capacidad de carga para las 10 zonas de buceo y complementariamente, implementar una estrategia de gestión basada en la aplicación del Límite de Cambio Aceptable (LAC).

Finalmente, con la publicación de la Orden AAM/112/2015 de 30 de abril, se establecieron nuevas zonas de buceo en el Guix y en Ferranelles (denominada Ferranelles B) y se habilitó la zona de Sant Istiu como zona de buceo del 15 de septiembre al 5 de junio del año siguiente. Para conocer el uso del espacio de estas zonas, en el año 2015 se realizó un nuevo estudio (Sánchez et al. 2015).

Con fecha 4 de agosto de 2021, la Dirección General de Políticas Ambientales y Medio Natural del Departamento de Acción Climática, Alimentación y Agenda Rural de la Generalitat de Catalunya, encargó a SUBMON el servicio de seguimiento de la actividad del submarinismo en la Reserva Natural Parcial Marina de les Medes (en adelante Illes Medes) dentro del Parque Natural del Montgrí, Les Illes Medes y el Baix Ter (en adelante PNMMBT) (Expediente: GIV-2021-270). El objetivo de este seguimiento es recopilar datos para valorar si la introducción de nuevas herramientas de sensibilización, dirigidas a los centros de buceo, han permitido mejorar sostenibilidad de la actividad del buceo.

## METODOLOGIA

La zona de estudio se ha definido en función de las 13 zonas de inmersión de las Islas Medes (Parque Natural del Montgrí, les Illes Medes y el Baix Ter – Girona) en las que actualmente se desarrolla la actividad del buceo recreativo (Fig. 1).



**Figura 1.** Zonas de buceo de las Islas Medes.

La recopilación de datos se ha estructurado en 4 bloques bien diferenciados:

- Datos generales previos a la inmersión.
- Comportamiento de los buceadores durante la inmersión.
- Datos generales de la inmersión.
- Datos generales de los buceadores.

### Datos generales previos a la inmersión

Previo al comienzo de cada inmersión se han recopilado los siguientes datos generales:

- Categoría de centro de buceo: Los centros que operan en las Islas Medes se han clasificado en dos grupos, A y B. Los centros del grupo A deben llevar como mínimo un guía por grupo. En cambio, los centros del grupo B deben llevar un mínimo de un guía cada 6 usuarios con un máximo de 18 usuarios y 3 guías.
- Número de guías que han participado en la inmersión.
- Número de clientes/buceadores que han participado en la inmersión.
- Si se ha hecho o no ecobriefing (explicación previa a la inmersión) y una valoración de la calidad de esta explicación del 1 al 5 (de menos a más adecuada).

### Comportamiento de los buceadores durante la inmersión

Para la recogida de datos del comportamiento de los buceadores, se ha hecho inmersión en las 13 zonas de inmersión de las Islas Medes, haciendo como mínimo una inmersión de seguimiento en cada zona con cada grupo de centro de buceo.

Para llevar a cabo el seguimiento del comportamiento, los buceadores se han seleccionado al azar, siguiendo la metodología descrita por Luna et al. (2009), haciendo un seguimiento durante un periodo de observación de 10 minutos de inmersión (Rouphael e Inglis, 1997). El seguimiento se ha hecho de forma discreta, con el observador situado a una distancia de unos 5 metros, con el fin de no influir en el comportamiento del buceador (Sanchez et al, 2010). Una vez finalizados los 10 minutos de observación se ha efectuado el seguimiento de un nuevo buceador. Además, para complementar la observación directa se han registrado las inmersiones en vídeo para un posterior visionado de verificación de los resultados obtenidos.

En cada inmersión se ha cuantificado el número y tipo de contacto que ha efectuado cada buceador en el periodo de 10 minutos. Los contactos se han clasificado en 9 categorías (modificado de Rouphael e Inglis, 1997; Zakai y Chadwick-Furman, 2002 y Luna et al, 2009) en función de qué parte de cuerpo o del equipo ha contactado con el fondo marino. Las categorías que se han establecido son las siguientes:

- Manos
- Cuerpo (aplicable a los cacereños que se estiran completamente en el suelo)
- Rodilla
- Aletas

- Manómetro o regulador (octopus)
- Botella de aire comprimido
- Cámara fotográfica
- Foco
- Otros (guías o planchas sumergibles, bolsas...)

Además, se ha categorizado el efecto de los contactos con el fondo:

- Resuspensión de sedimento.
- Contacto con algas o fanerógamas.
- Rotura de algas o fanerógamas.
- Contacto con especies frágiles con crecimiento parsimonioso (gorgonias, coral o briozoos).
- Rotura de especies frágiles con crecimiento parsimonioso (gorgonias, coral o briozoos).
- Contactos con otros grupos de animales o plantas (esponjas, posidonia, etc).
- Contacto sin efecto aparente.

## Datos generales de la inmersión

Por un lado, se han tomado datos relativos a la duración de la inmersión. Por otro lado, se han registrado los recorridos de las inmersiones que se han llevado a cabo.

### *Duración de las inmersiones*

Se ha utilizado un ordenador Mares modelo "Nemo wide" y un ordenador Mares "Quad" para el registro de la duración total de la inmersión (tiempo transcurrido desde la entrada hasta la salida del agua), y del tiempo de fondo (tiempo transcurrido desde el inicio del recorrido hasta que se finaliza y se empieza el ascenso). Este tiempo representa el intervalo en el que se pueden producir contactos por parte de los buceadores.

### *Registro de los recorridos*

Se han registrado los recorridos que han realizado los buceadores en las diferentes zonas de buceo de las Islas Medes. Para la obtención de los datos de los recorridos, uno de los técnicos ha hecho inmersión sobrenadando a los submarinistas monitorizados. Se ha usado un sistema de posicionamiento GPS GARMIN® modelo GPSMAP 64S instalado en una boya específica. El técnico ha mantenido en todo momento una profundidad de entre 7 y 10 metros y se ha encargado de que el sistema GPS estuviese en todo momento sobre la vertical del grupo.

Para el registro de los recorridos de las inmersiones se ha usado la metodología descrita en Lorente et al, 2004. Se ha programado el GPS para adquirir una posición geográfica cada 10 segundos. Al finalizar el recorrido, los datos del recorrido se han guardado de forma automática en una tarjeta micro SD, con la que va equipado el GPS.

### *Datos generales de los buceadores*

Con posterioridad a cada inmersión se ha pasado un cuestionario a los buceadores, que se les ha efectuado el seguimiento, sobre factores que pueden influir en su comportamiento subacuático (Luna et al, 2009).

El cuestionario se ha estructurado en tres bloques, un bloque de datos personales relativos al buceo, un segundo de valoración de la inmersión en función de diferentes factores, y un tercer bloque relativo a la percepción del daño potencial de diferentes aspectos relacionados con la inmersión.

Se han tomado datos, conservando el anonimato, de los siguientes aspectos:

- Sexo.
- Edad.
- Nivel de buceo: Se han definido 5 niveles, 1= Una estrella CMAS u Open water diver, 2= Dos estrellas CMAS o Advanced diver, 3= Tres estrellas CMAS o Rescue diver, 4=Monitor y 5=Instructor.
- Años de experiencia.
- Número total de inmersiones.
- Número de inmersiones en las Islas Medes.
- Profundidad máxima de la inmersión.
- Si llevaban "action cam" de tipo GoPro o similar.
- Si llevaban cámara reflex, en caso afirmativo también se ha preguntado si habían hecho macrofotografía.
- Si llevaban linterna o foco.

Para el procesamiento de los datos, estos se han agrupado en diferentes intervalos siguiendo los criterios que se indican en el estudio de seguimiento de los buceadores que se llevó a cabo en el año 2010 (Sanchez et al, 2010).

## Análisis estadístico de los datos

Se ha hecho un análisis estadístico de los datos en tres niveles:

- Análisis de la relación que existe entre el comportamiento de los buceadores y las características de los centros de buceo.
- Análisis de la relación que existe entre el comportamiento de los buceadores y su flotabilidad.
- Análisis de la relación que existe entre el comportamiento de los buceadores y las características de los propios buceadores.

Para el análisis estadístico se ha usado el test de Mann-Whitney para el estudio comparativo de dos grupos de datos, y el test de Kruskal-Wallis para la comparativa de más de dos grupos de

datos (Zakai y Chadwick-Furman, 2002 y Barker and Roberts, 2004 ). Se ha considerado que hay diferencias significativas cuando se ha encontrado un valor  $p < 0.05$ .

## RESULTADOS

Se han llevado a cabo un total de 158 inmersiones entre el 14 de agosto y el 25 de octubre de 2021.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos para cada uno de los apartados que se han descrito en el apartado metodológico.

### Datos generales previos a la inmersión

Como se ha comentado en el apartado anterior se han realizado un total de 158 inmersiones, 96 con los centros de buceo del grupo A y 62 inmersiones con los centros de buceo del grupo B. En estas inmersiones se ha realizado el seguimiento del comportamiento de 419 buceadores, 293 con centros del grupo A y 126 con centros del grupo B.

El 100% de las inmersiones que se han llevado a cabo ha contado con la participación de al menos un guía de inmersión.

Para los centros del grupo A el número medio de guías que han participado en las inmersiones ha sido de  $1.94 \pm 0.12$  (media  $\pm$  error estándar), con un mínimo de 1 y un máximo de 5 guías por inmersión. La ratio media de buceadores por guía ha sido de  $9.92 \pm 0.80$ .

Para los centros de grupo B el número medio de guías, que han participado en las inmersiones, ha sido de  $2.69 \pm 0.21$ , con un mínimo de 1 y un máximo de 5 guías por inmersión. La ratio media de buceadores por guía fue de  $4.27 \pm 0.51$ .

El número medio de clientes/buceadores que han participado en las inmersiones que se han llevado a cabo en los centros del grupo A ha sido de  $15.75 \pm 0.84$ , con un máximo de 35 y un mínimo de 4 buceadores por inmersión.

El número medio de clientes/buceadores que han participado en las inmersiones que se han llevado a cabo en los centros del grupo B ha sido de  $10.14 \pm 0.79$ , con un máximo de 35 y un mínimo de 4 buceadores por inmersión.

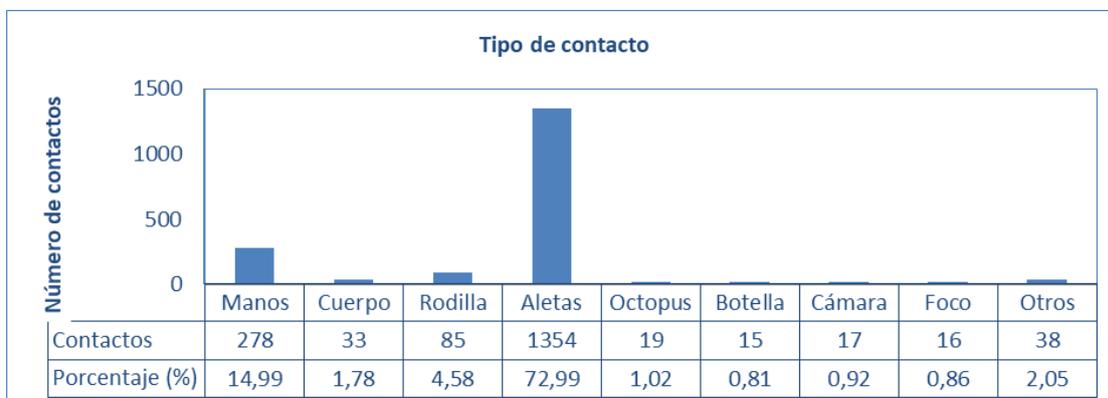
Los buceadores han recibido una explicación previa o ecobriefing en el 100 % de las inmersiones que se han llevado a cabo.

La valoración media del ecobriefing ha sido de  $3.74 \pm 0.04$  (n=419). Más de la mitad de los buceadores (62.53%) ha valorado el ecobriefing con una nota de 4 o más de 4 sobre 5.

### Comportamiento de los buceadores durante la inmersión

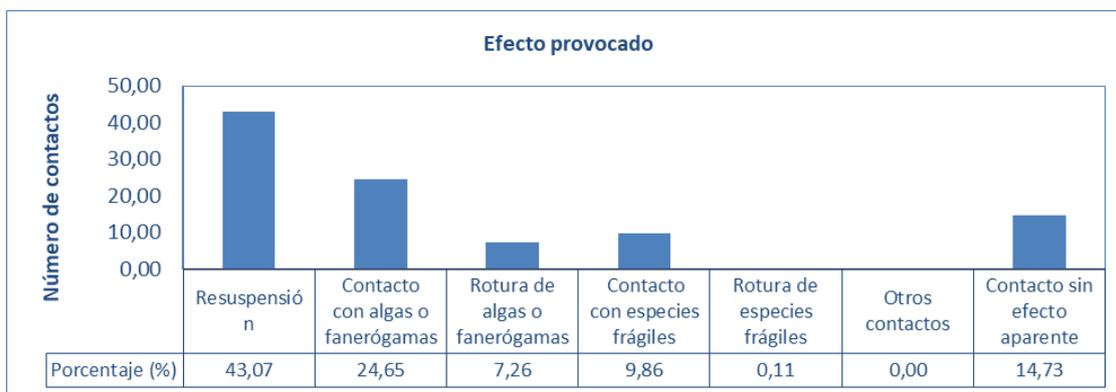
Se ha estudiado el comportamiento de 419 buceadores. De este total, 222 (52.98%) han efectuado algún contacto con el fondo, con un total de 1855 contactos contabilizados. El número medio de contactos por buceador que se ha calculado ha sido de  $4.43 \pm 0.46$  (n=419) en 10

minutos de inmersión. La mayoría de los contactos se han producido con las aletas (72.99%) y con las manos (14.99%) (Fig. 2).



**Figura 2.** Distribución del número de contactos y porcentaje en función de las partes del cuerpo o equipo con el cual se han realizado.

La mayoría de los contactos (43.07%) han ocasionado la resuspensión de sedimento seguido de los contactos con algas o fanerógamas marinas (24.65%) (Fig. 3).



**Figura 3.** Efecto de los contactos.

## Datos generales de la inmersión

A continuación, se relacionan los resultados del cuestionario con los datos generales de la inmersión que se han descrito en el apartado metodológico correspondiente.

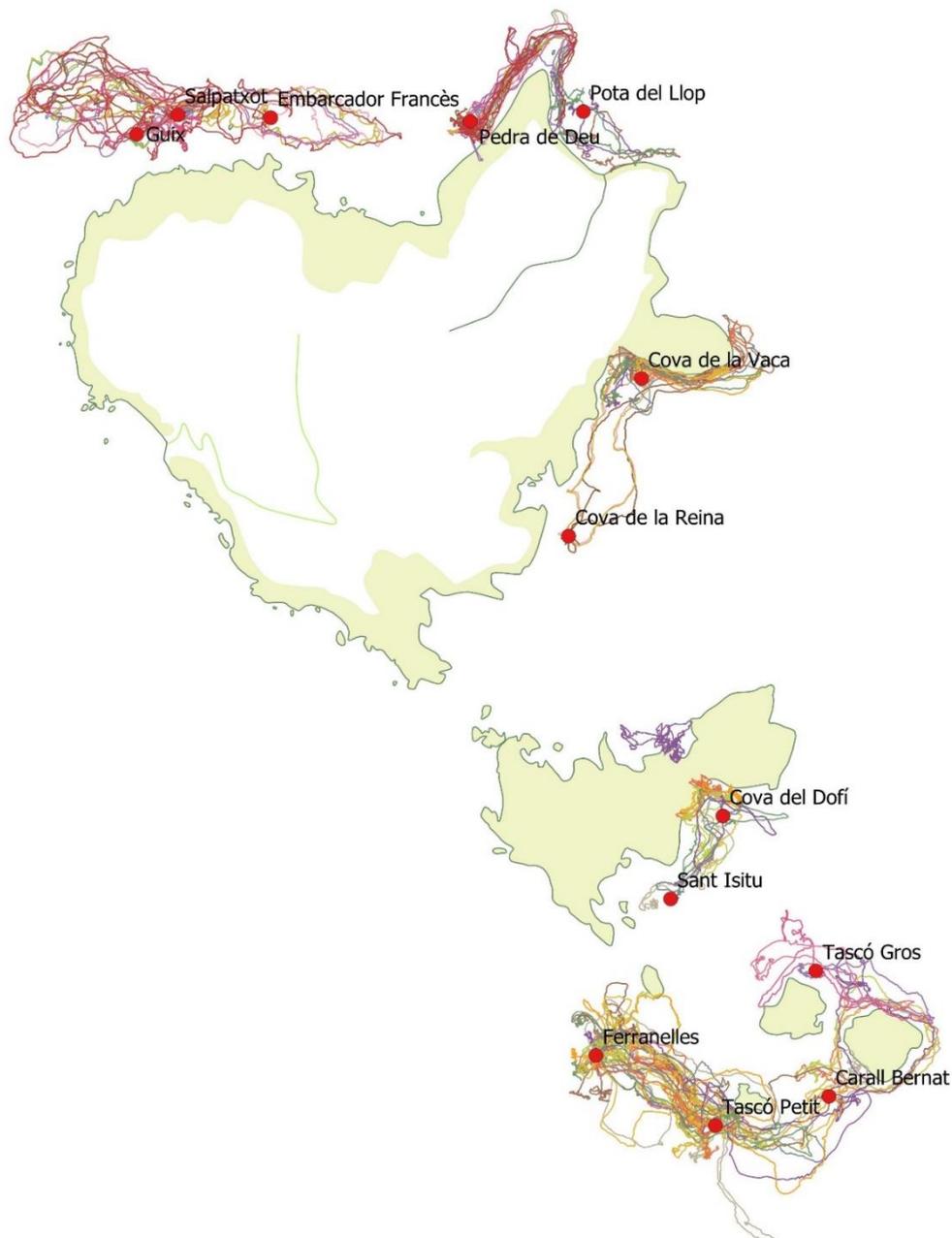
### *Duración de las inmersiones*

La duración media de las inmersiones que se han llevado a cabo ha sido de  $46.57 \pm 0.47$  minutos, con un máximo de 60 y un mínimo de 34 minutos.

La duración media del tiempo de fondo ha sido de  $40.47 \pm 0.43$ , con un máximo de tiempo de fondo de 54 y un mínimo de 28 minutos.

### *Registro de los recorridos*

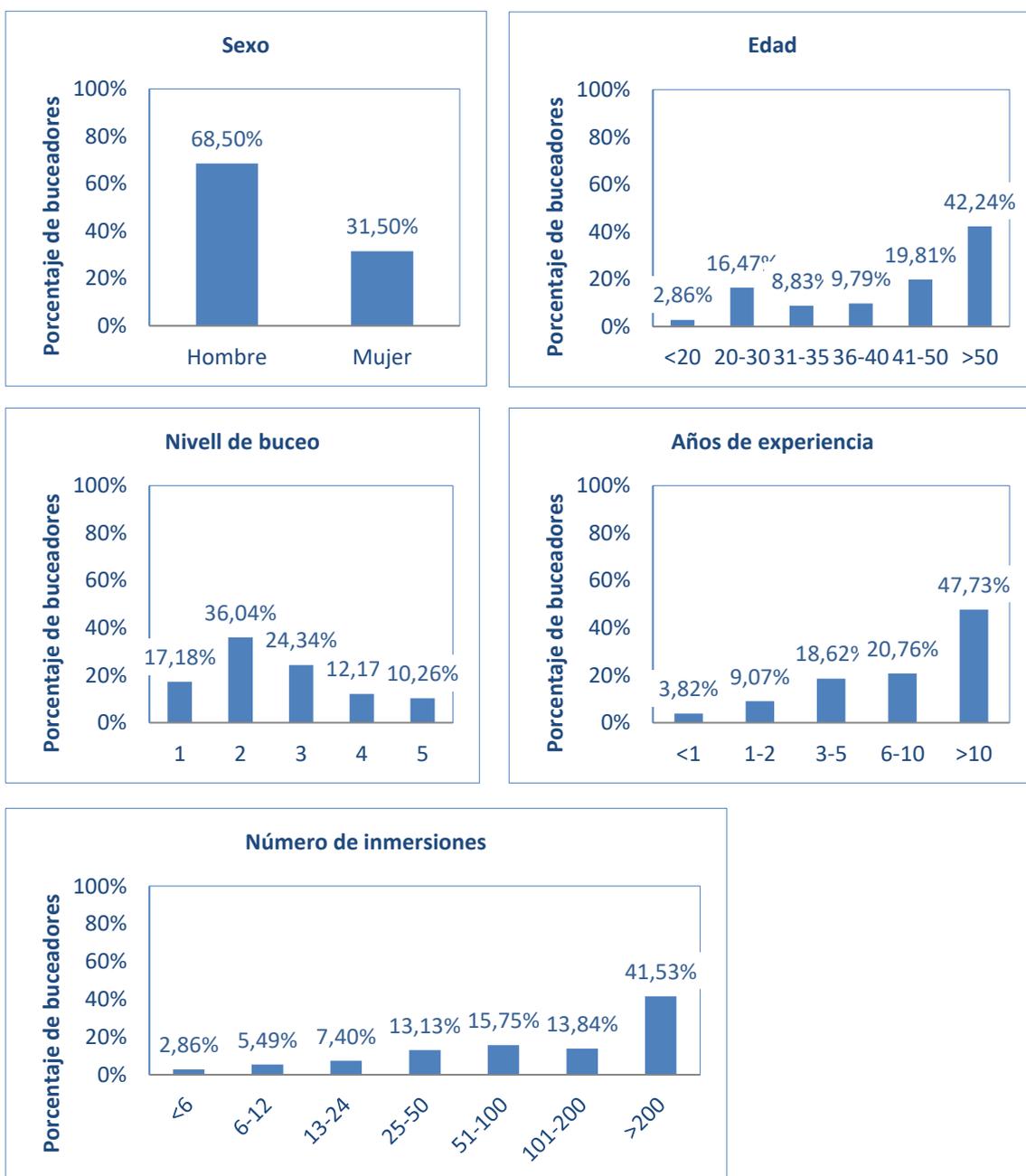
Se han registrado un total de 64014 metros de recorridos entre las 13 zonas de buceo (Fig. 4). La longitud media de los recorridos que se han registrado ha sido de  $609.70 \pm 10.25$  metros.



**Figura 4.** Recorridos registrados en la totalidad de las zonas de buceo.

### Datos generales de los buceadores

La mayoría de los buceadores objeto del seguimiento son hombres (68.50%); con más de 50 años (42.24%); con un titulación de buceo de nivel 2 correspondiente a un dos estrellas CMAS (Confédération Mondiale des Activités subaquatiques) o "advanced diver" en otras organizaciones de buceo (36.04%); con más de 10 años de experiencia (47.73%); que han realizado más de 200 inmersiones en estos años de experiencia (41.53%); que han realizado menos de 6 inmersiones en las Islas Medes (39.14%); que han hecho inmersión entre los 20 y los 30 metros de profundidad (57.83%); que han utilizado una actio cam (17.90%) o cámara réflex (7.40%); y que llevaban un foco o una linterna (56.56%) (Fig. 5).



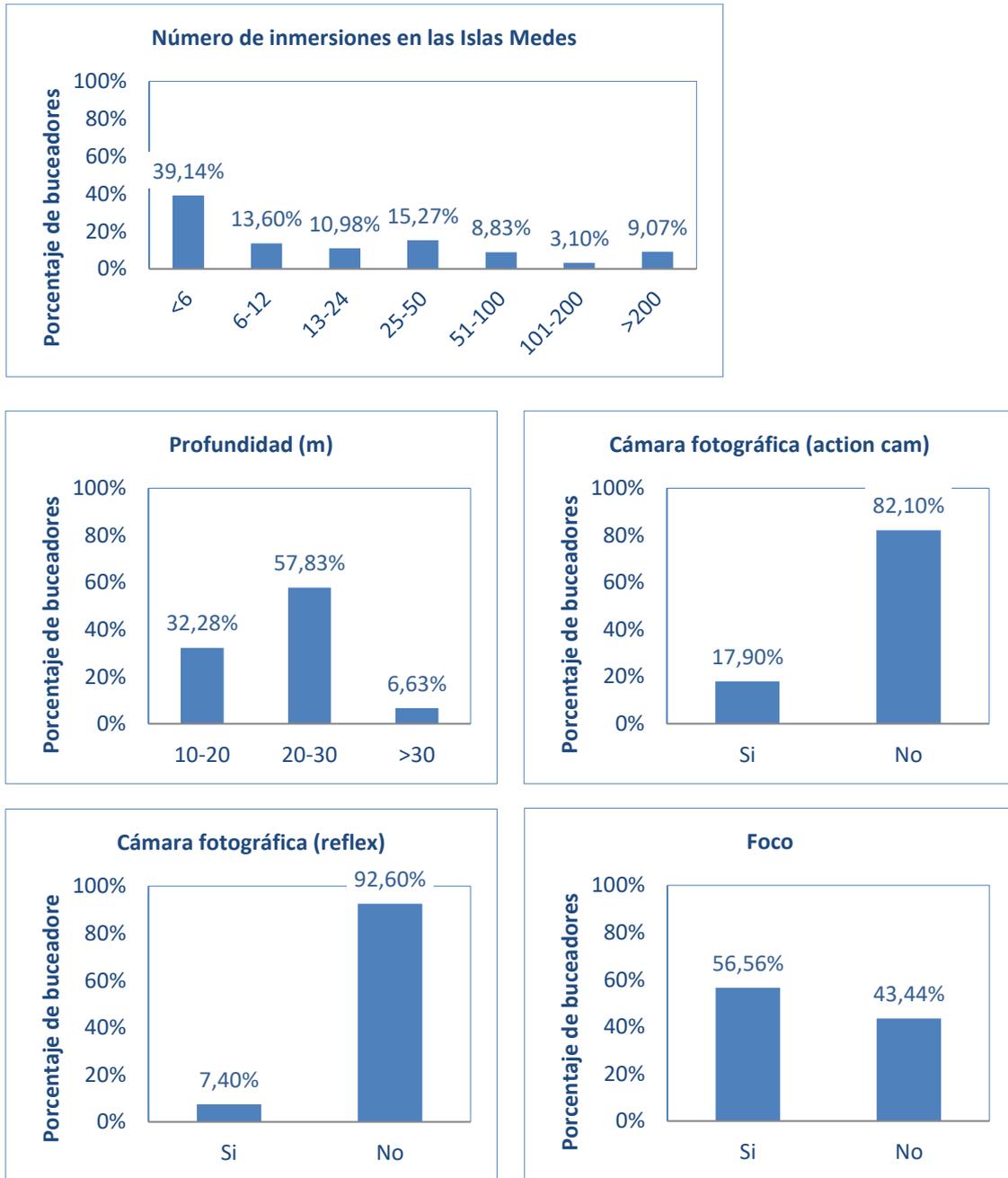


Figura 5. Resultados de las encuestas realizadas.

### Análisis estadístico de los datos

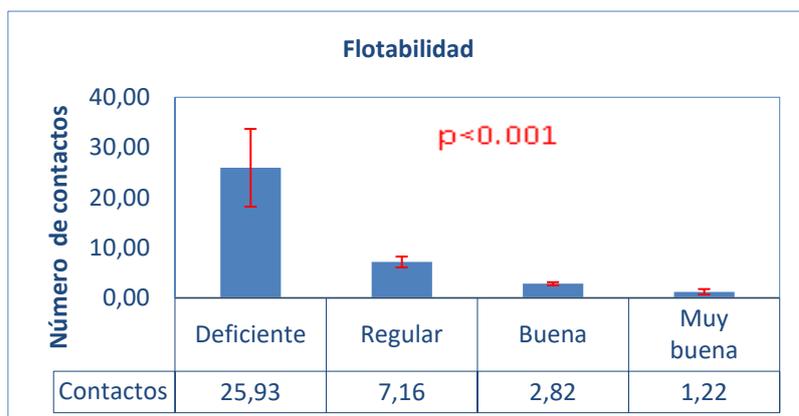
#### *Análisis de la relación que existe entre el comportamiento de los buceadores y las características de los centros de buceo*

A continuación, se detallan los resultados de los análisis estadísticos que se han llevado cabo:

- Categoría de centro: Aunque hay diferencias en el número medio de contactos, esta diferencia no es estadísticamente significativa (Mann-Whitney  $p=0.555$ )
- Valoración del ecobriefing: Como se ha comentado anteriormente los buceadores han recibido una explicación previa o ecobriefing en el 100% de las inmersiones que se ha llevado a cabo. Se ha comparado estadísticamente el número de contactos con la valoración de la explicación previa o ecobriefing. No se han observado diferencias significativas entre la valoración del ecobriefing y el número de contactos efectuados en 10 minutos de inmersión (Kruskal-Wallis  $p=0.621$ )
- Ratio de buceadores por guía: Se ha estudiado la relación entre la ratio buceadores/guía y el número de contactos efectuados. No se han observado diferencias significativas entre esta ratio y el número de contactos efectuados en 10 minutos de inmersión (Kruskal-Wallis  $p=0.981$ )

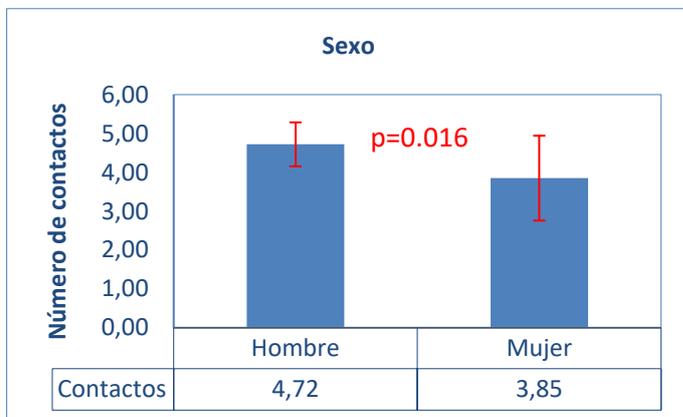
#### *Análisis de la relación que existe entre el comportamiento de los buceadores y su flotabilidad*

Se ha estudiado la relación entre el número medio de contactos y la valoración de la flotabilidad que se ha llevado a cabo. Se han observado diferencias significativas (Kruskal-Wallis  $p<0,001$ ) que relacionan la flotabilidad con el comportamiento de los buceadores haciendo inmersiones. (Fig. 6).



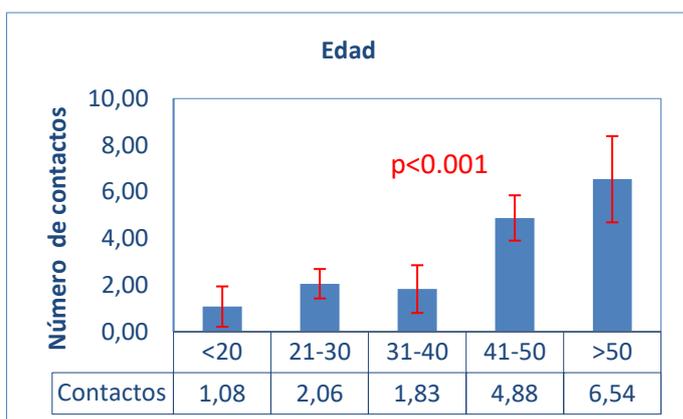
**Figura 6.** Número medio de contactos en función de la valoración de la flotabilidad.

### Análisis de la relación que existe entre el comportamiento de los buceadores y las características de los propios buceadores.



Se han observado diferencias significativas en el número medio de contactos en función del sexo (Mann-Whitney  $p=0.016$ ). Los hombres efectúan más contactos que las mujeres (Fig. 7).

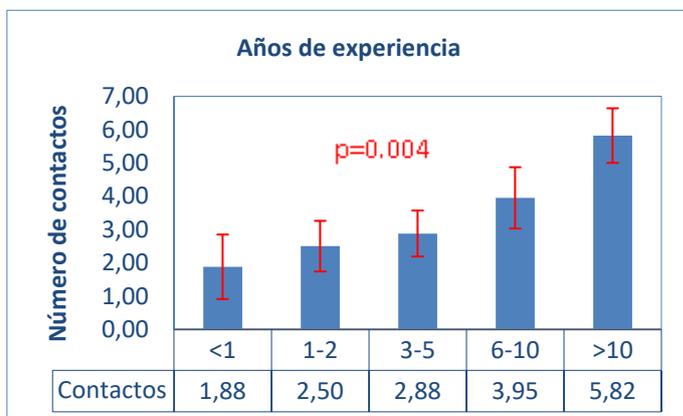
**Figura 7.:** Número medio de contactos en función del sexo.



Se han observado diferencias significativas en el número de contactos en función de la edad (Kruskal-Wallis  $p<0,001$ ). A más edad, más contactos (Fig. 8).

**Figura 8.:** Número medio de contactos en función de la edad.

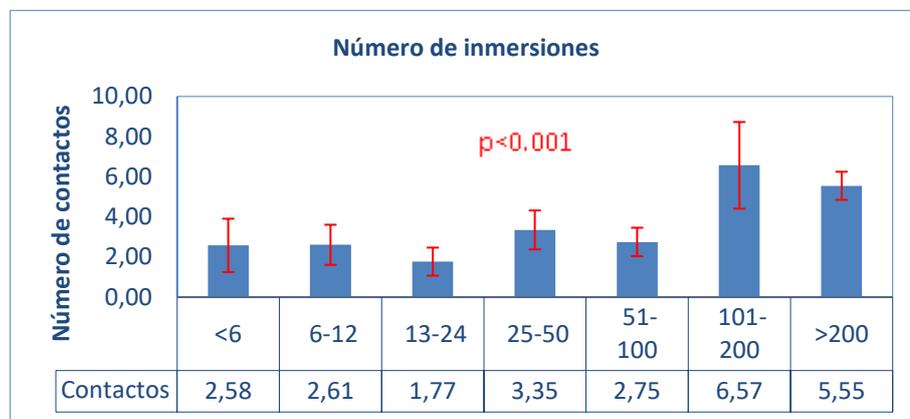
No se ha observado diferencias significativas que relacionen el número de contactos con el nivel o titulación de buceo (Kruskal-Wallis  $p=0,212$ ).



Se han observado diferencias significativas en el número de contactos en función de los años de experiencia (Kruskal-Wallis  $p=0.004$ ). A más años de experiencia, más contactos (Fig.9).

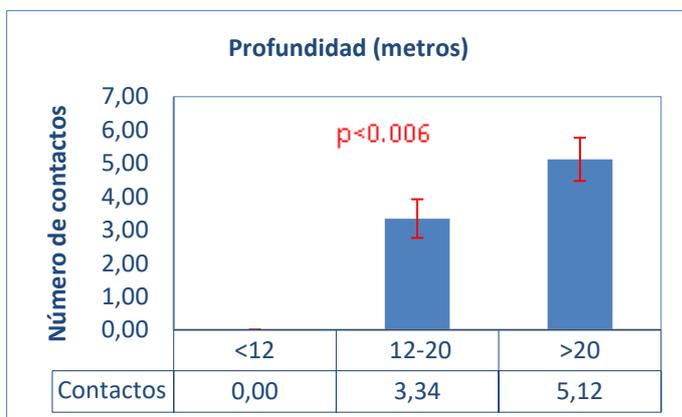
**Figura 9.:** Número medio de contactos en función de los años de experiencia.

Se han observado diferencias significativas en el número de contactos en función de la experiencia considerando el número de inmersiones totales (Kruskal-Wallis  $p < 0.001$ ). A mayor número de inmersiones, más contactos (Fig. 10).



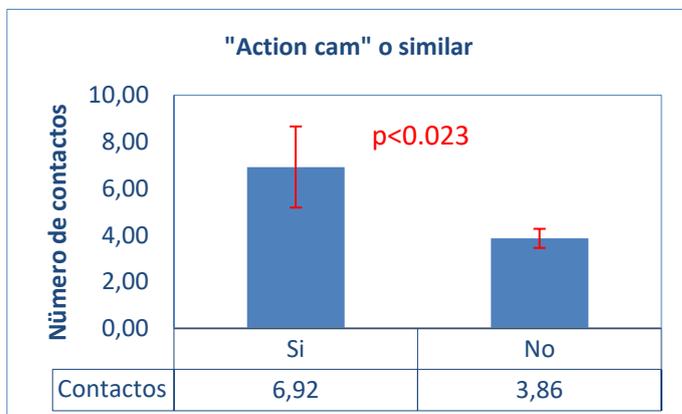
**Figura 10.** Número medio de contactos en función del número total de inmersiones.

No se ha observado diferencias significativas que relacionen el número de contactos con el número de inmersiones hechas en las Islas Medes (Kruskal-Wallis  $p = 0,510$ ).



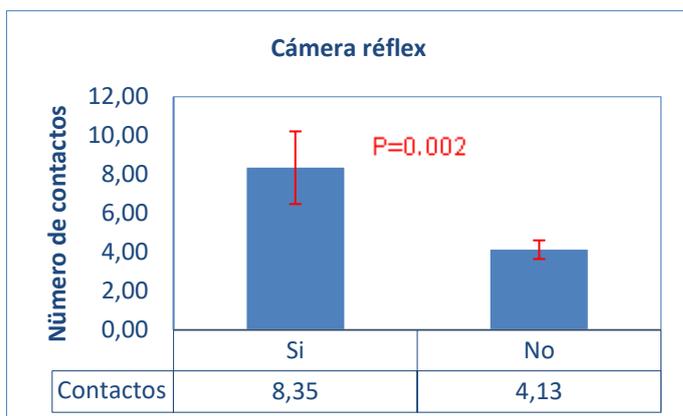
Se han observado diferencias significativas en el número de contactos en función de la profundidad (Kruskal-Wallis  $p < 0.006$ ). A mayor profundidad, más contactos (Fig. 11).

**Figura 11.** Número medio de contactos en función de la profundidad máxima.



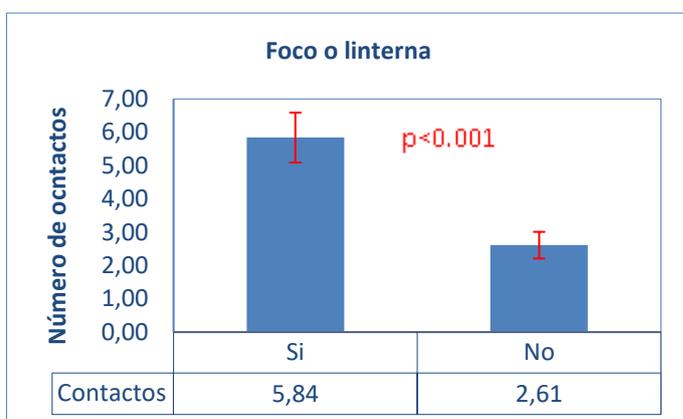
Se han observado diferencias significativas entre el número de contactos que hacen los buceadores que llevan cámara fotográfica de tipo "action cam" o similar y los que no llevan (Mann-Whitney  $p = 0.023$ ). Los que llevan "action cam" o similar hacen más contactos (Fig. 12).

**Figura 12.** Número medio de contactos en función de si llevan "action cam" o similar.



Se han observado diferencias significativas entre el número de contactos que hacen los buceadores que llevan cámara fotográfica de tipo "réflex" y los que no llevan (Mann-Whitney  $p=0.002$ ). Los que llevan cámara "réflex" hacen más contactos (Fig. 13).

**Figura 13.** Número medio de contactos en función de si llevan cámara "réflex".



Se han observado diferencias significativas entre el número de contactos que hacen los buceadores que llevan foco o linterna y los que no lo llevan (Mann-Whitney  $p<0,001$ ). Los que llevan foco o linterna hacen más contactos (Fig. 14).

**Figura 14.** Número medio de contactos en función de si llevan foco.

## DISCUSIÓN

El presente estudio da continuidad a los estudios realizados el año 2004 sobre el uso del espacio en las Islas Medas, el año 2010 sobre comportamiento de los buceadores y en el año 2015 sobre el uso del espacio de las nuevas boyas de inmersión instaladas.

El estudio se ha realizado en base a las 13 boyas que se utilizan actualmente por parte de los centros de buceo, siendo la primera vez que se hace un estudio de estas características en todas estas zonas de buceo.

Para la obtención de datos se han llevado a cabo un total de 158 inmersiones y se ha realizado el seguimiento o monitorización del comportamiento de 419 buceadores. En estudios anteriores el número de buceadores monitorizados fue notablemente inferior, 166 buceadores.

## Datos generales previos a la inmersión

En los últimos años, para el desarrollo de la actividad turística del buceo en las Islas Medas, se han introducido ciertos cambios. Actualmente la totalidad de las inmersiones son guiadas, participa al menos 1 guía en las inmersiones realizadas con centros del grupo A, y 1 guía cada 6

buceadores en las inmersiones realizadas con centros del grupo B. Además, se hace un ecobriefing o explicación previa a la totalidad de las inmersiones.

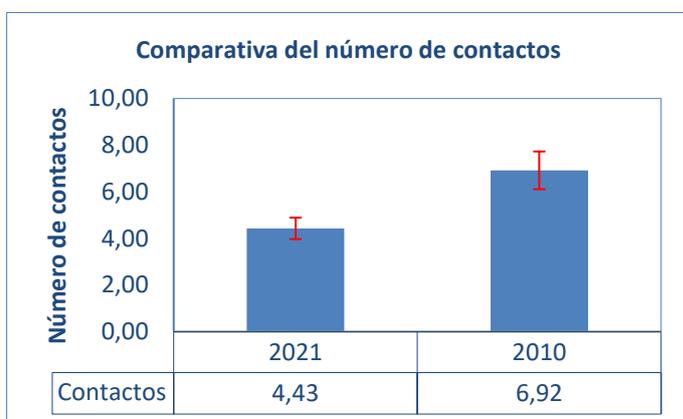
A todo ello hay que sumar la formación que han recibido los centros de buceo en general, y los guías en particular. Por un lado, por parte de la administración con los cursos periódicos de guías. Y, por otro lado, por parte de otras iniciativas como las llevadas a cabo por SUBMON<sup>1</sup> o la Asociación de Centros Turísticos Subacuáticos de la Costa Brava<sup>2</sup>.

En la totalidad de las inmersiones que se han llevado a cabo se ha realizado una explicación previa o ecobriefing, con una valoración media de  $3.74 \pm 0.04$ , y se ha contado con la participación de guías de inmersión, con una ratio media de  $9.92 \pm 0.80$  buceadores por guía para los centros del grupo A, y de  $4.27 \pm 0.51$  buceadores por guía para los centros del grupo B.

## Comportamiento de los buceadores durante la inmersión

El hecho de la obligatoriedad de las explicaciones previas o ecobriefing y de las inmersiones guiadas, junto a la formación que han recibido los centros y los guías de inmersión, se ha visto reflejado en el número medio de contactos observado, que ha sido de  $4.43 \pm 0.46$ . Este valor es inferior al observado en el año 2010 (Sanchez et al, 2010) que fue de  $6.92 \pm 0.81$  contactos.

Se han observado diferencias estadísticamente significativas entre el número de contactos este año y el del año 2010 (Mann-Whitney  $p < 0.001$ ) (Fig. 15).



**Figura 15.** Número medio de contactos en función del año de estudio.

A pesar de haberse valorado la flotabilidad como buena, la principal fuente de contactos son los contactos efectuados con las aletas. El porcentaje de este tipo de impactos (72.99%) es más elevado que el observado en el año 2010 (46.96%).

Un hecho a destacar es que ha mejorado el valor correspondiente a los contactos producidos con las manos, que ha pasado del 29.89% (año 2010) al 14.99% (año 2021).

<sup>1</sup> Proyecto "Wildsea Divers": Buceo respetuoso en Áreas Marinas del Mediterráneo Español, que se llevó a cabo con el apoyo de la Fundación Biodiversidad.

<sup>2</sup> Formación de monitores y guías de buceo (ecoguías) para la conservación de los hábitats marinos de interés pesquero en la Costa Brava, que se llevó a cabo con el apoyo del GALP Costa Brava.

Respecto al efecto ocasionado por los contactos, se mantiene la resuspensión de sedimento como el efecto más frecuente (43,07%). A destacar que el contacto con especies frágiles ha disminuido, pasando del 30.71% en el año 2010 al 9.86%. En relación con la rotura de especies frágiles, este ha pasado del 0.99% al 0.11%.

## Datos generales de la inmersión

La duración media de las inmersiones monitorizadas ha disminuido respecto a la del estudio de 2004, ha pasado de 51 minutos en el año 2010 a  $46.57 \pm 0.47$  minutos en el año 2021.

Respecto a la longitud de los recorridos que hacen los buceadores, la distancia media de este año ( $609.70 \pm 10.25$  metros), es superior a la distancia media del año 2004 (485 metros).

En relación con el perfil tipo de buceador que hace inmersión en las Islas Medes, este ha variado ligeramente respecto al observado en estudios anteriores (Sanchez et al, 2010). Siguen haciendo inmersión más hombres que mujeres, pero se ha incrementado el número de buceadores de más de 50 años, pasando del 16.27% (2010) al 42.24% (2021). También se ha incrementado el número de buceadores que han realizado más de 200 inmersiones. Pasando del 21.10% (2010) al 41.53% (2021).

El resto de los descriptores, como nivel de buceo o años de experiencia se ha mantenido sin variaciones, predominan los buceadores con un nivel 2 de buceo, con más de 10 años de experiencia que hacen inmersión a más de 20 metros de profundidad.

El número de buceadores que hace inmersión con cámara o foco se ha mantenido más o menos constante. En el año 2010 llevaban cámara el 25.90% de los buceadores, y estos años el porcentaje ha sido del 25.30% (17.90% con "action cam" y el 7.40% con cámara réflex). Respecto al uso del foco, éste se ha incrementado ligeramente, ha pasado del 54.82% (2010) al 56.56% (2021).

## Análisis estadístico de los datos

Se ha realizado una comparación estadística entre el presente estudio y el realizado en año 2010 (Sanchez at, 2010).

En el estudio del año 2010, se constató quién había diferencias estadísticamente significativas entre el comportamiento de los buceadores que habían hecho inmersión con centros del grupo A respecto a los centros B. Este año no se ha constatado esta diferencia.

No se ha observado diferencias en el comportamiento de los buceadores en función de la ratio número de guías por número de buceadores. Tampoco se han observado diferencias en el comportamiento en función de la valoración de la explicación previa o ecobriefing.

En el estudio del año 2010 se habían observado diferencias significativas en función de la tipología de inmersión, con más contactos en las zonas de inmersión con perfil horizontal. Este año, este hecho no se ha constatado, ni comparando la tipología de zonas de buceo, ni comparando cada una de las zonas.

Se ha introducido este año un nuevo descriptor que es la valoración de la flotabilidad de los buceadores que se han monitorizado. Se ha observado diferencias significativas en el comportamiento en función de la flotabilidad. Efectuando más contactos lo que presentan una flotabilidad más deficiente.

Respecto al estudio del año 2010, se han observado variaciones en el comportamiento de los buceadores en función de determinadas características de los propios buceadores. Se ha incrementado el número de contactos en función del sexo (más en hombres), en función de la edad (más en los mayores de 50 años) y en función de los años de experiencia (más en los más expertos).

No se han observado diferencias en el comportamiento en función de la titulación de los buceadores, ni en función del número de inmersiones que han hecho los buceadores en las Islas Medes.

Si que se han encontrado diferencias significativas en el comportamiento en función de la profundidad, incrementándose el número de contactos en las inmersiones más profundas. Este hecho no se observó en el estudio del 2010.

En relación con el comportamiento de los buceadores cuando llevan cámara, tanto en el estudio del año 2010, como en el que se ha llevado a cabo este año, se han observado diferencias significativas entre los buceadores que llevan cámaras con indiferencia del tipo (action cam o réflex).

Si que se han encontrado diferencias entre los buceadores que llevaban foco y los que no. En contraste del resultado observado en el estudio del año 2010.

## CONCLUSIONES

### Datos generales previos a la inmersión

En las Islas Medes se han llevado a cabo tres tipologías de estudio relacionados con el comportamiento de los buceadores. En el año 2004 se estudió el uso del espacio de las 12 zonas de buceo que se usaban (Lorente et al, 2004). En el año 2010 se estudió el comportamiento desde el punto de vista del número de contactos que efectuaban los submarinistas en función de determinados parámetros (Sanchez et al, 2010), y en el año 2015 se hizo un nuevo estudio del uso del espacio sobre las nuevas boyas que se definieron en la Orden AAM/112/2015 (Sanchez et al, 2015). Al margen de estos estudios, en el año 2012 se llevó a cabo una propuesta de gestión del buceo en las Islas Medes en base a la capacidad de carga y el límite de cambio aceptable (Sanchez y Gazo, 2012).

Con posterioridad a todos estos estudios, en el año 2017, con la publicación del Real Decreto 1005/2017, de 24 de noviembre, por el que se modifica el Plan rector de uso y gestión del área protegida de las islas Medes, se introdujeron dos cambios en la forma en que los centros de buceo trabajaban. Por un lado, se estableció la obligatoriedad de guiar la totalidad de las inmersiones. Por otra lado, se estipuló que antes de cada inmersión, un guía submarino tenía que dar una explicación o ecobriefing con recomendaciones sobre el comportamiento

subacuático respetuoso y la fragilidad de las comunidades biológicas que se pueden observar en los fondos marinos de la Islas Medes.

En todas las inmersiones que se han monitorizado se ha constatado la participación de guías con una ratio que da cumplimiento al Decreto 1005/2017. Asimismo, se ha comprobado y valorado el ecobriefing (explicación previa) que se ha llevado a cabo en la totalidad de las inmersiones. La valoración del ecobriefing es en general muy buena, pero hay que adaptarla haciendo énfasis en algunos de los aspectos que se considerarán en posteriores apartados.

## Comportamiento de los buceadores durante la inmersión

Los cambios en la forma de trabajar, con la obligatoriedad de guiaje y las explicaciones previas (ecobriefing), junto con la formación específica que han recibido los centros de buceo por parte del propio parque, de SUBMON y de la Asociación de Centros Turísticos Subacuáticos de la Costa Brava, han derivado en un cambio de comportamiento de los buceadores, que se ha constatado en el número medio de contactos observados, que ha pasado de  $6.92 \pm 0.81$  contactos en el año 2010 (Sanchez et al, 2010), a  $4.43 \pm 0.46$  contactos en el actual estudio.

En el Real Decreto 1005/2017 se establece que los centros de buceo del grupo A deben contar, al menos, con un/a guía submarino/a, en sus inmersiones. Del mismo modo, los centros del grupo B deben contar con, al menos, un/a guía submarino/a cada 6 buceadores y cada salida se puede hacer con un máximo de 18 personas y sus guías correspondientes.

A pesar de esta diferenciación en la forma de trabajar, entre los centros de buceo del grupo A y los del grupo B, no se han observado, en el actual estudio, diferencias en el comportamiento de los buceadores. Este hecho se atribuye a la baja participación, en este estudio, de los centros que exclusivamente trabajan como grupo B.

Uno de los hechos destacables es que la mayoría de los contactos se producen con las aletas y originan resuspensión de sedimento. Esta tipología de contacto es a causa problemas de flotabilidad de los buceadores. Este hecho debe contemplarse haciendo énfasis de esta problemática en las explicaciones previas o ecobriefing y en el guiado de las inmersiones con el objetivo de minimizar este problema.

## Datos generales de la inmersión

### *Registro de los recorridos*

Se han observado solapamientos entre los recorridos estudiados en determinadas zonas de inmersión anexas. Se considera que esto se produce debido a dos factores bien diferenciados. Por un lado, a consecuencia de establecer boyas de inmersión demasiado cercanas. Por otro lado, debido a gestionar sin criterios diferenciadores los itinerarios de diferentes boyas de inmersión. Este hecho ocasiona que diferentes boyas de inmersión tengan itinerarios o zonas compartidas. De continuar el solapamiento, deberían contemplarse, a efectos de gestión, estas dos zonas como una sola.

### *Datos generales de los buceadores*

Los buceadores que visitan las Islas Medes valoran positivamente la calidad del agua, de las especies, de los hábitats, incluso el número de otros buceadores que se encuentran en las Inmersiones. El ecobriefing también es valorado positivamente, pero no así el guiado.

Un 37.95% de los buceadores ha valorado el guiado con la valoración más baja (1/7). Este hecho no está relacionado con la calidad de las explicaciones previas, que se ha valorado con buena nota por el equipo responsable del presente informe, sino debido al perfil de buceador que más visita las Islas Medes, un perfil de buceador de más de 50 años, con muchos años haciendo inmersión y muchas inmersiones. Este tipo de perfil prefiere las inmersiones sin participación de guía. Es por este hecho que se considera que se debería explicar de forma clara en el ecobriefing los objetivos de la participación del guía en la inmersión, que son: orientar a los buceadores por la zona de buceo, velar por la seguridad de los buceadores, y asegurar la conservación de los hábitats y las especies presentes en la zona de inmersión.

También es destacable que la mayoría de los buceadores es consciente de que tener mala flotabilidad, de tocar de forma intencionada o que dar de comer a los peces les afecta de forma negativa. Sin embargo, hay disparidad de opiniones sobre que la fotografía submarina sea un factor de daño potencial. Es por este hecho que se recomienda hacer énfasis de este hecho en las explicaciones previas (ecobriefing).

## Análisis estadístico de los datos

Se considera que el análisis estadístico de los datos, comparando el número de contactos en función de determinados aspectos relacionados a la inmersión, es fundamental para conocer dónde se debe incidir para minimizar el impacto del buceo sobre los hábitats y las especies de las Islas Medes.

Uno de los aspectos a destacar es el hecho de no haberse encontrado diferencias significativas entre el comportamiento de los buceadores (número de contactos) en función de las zonas de buceo. Debe considerarse que las zonas de buceo no tienen las mismas características ni las mismas comunidades marinas, este hecho conlleva que se deba valorar de forma diferente los contactos de las zonas donde dominan comunidades fotófilas, respecto a las zonas donde dominan comunidades de crecimiento lento como el coralígeno. Sería muy interesante recuperar la caracterización de las zonas de buceo en función del porcentaje de cada comunidad descrito en Lorente et al, 2004, para poder establecer las zonas de alto riesgo y que el ecobriefing y el guiado se adaptase a las características de fragilidad de estas zonas.

Hay características de los buceadores como la edad, su experiencia y el número de inmersiones realizadas que se ha comprobado que es un factor directamente relacionado con el comportamiento, y consecuentemente del número de contactos sobre el fondo marino. Los centros de buceo deberían considerar este hecho y adaptar el ecobriefing y el guiado cuando detecten este perfil de buceadores "expertos" (más de 50 años, muchos años de experiencia y muchas inmersiones).

De la misma forma hay un factor directamente relacionado con el comportamiento de los buceadores, que es el hecho de llevar cámara (de cualquier tipo) o foco. La mayoría de los contactos que se han observado los han producido buceadores cuando hacían fotografías u

observaban agujeros o pequeñas grietas con la ayuda de un foco. Debería contemplarse, por parte de los centros, la identificación de los buceadores con cámara o foco para establecer explicaciones previas (ecobriefing) y guiajes exclusivos para esta tipología de buceadores.

## RECOMENDACIONES

Se enumeran a continuación una serie de recomendaciones para mejorar el comportamiento de los buceadores y la gestión del buceo en las Islas Medes:

- Definir los puntos de riesgo en función de la presencia de comunidades frágiles dentro de cada zona de buceo.
- Hacer más énfasis en las explicaciones previas o ecobriefing y ser más activos en el guiado de las inmersiones para minimizar los efectos de una flotabilidad deficiente.
- Adaptar el ecobriefing y el guiado de las inmersiones para evitar el solapamiento entre los recorridos de zonas de buceo próximas.
- Introducir en el ecobriefing la importancia clave del guía de inmersión para orientar a los buceadores en las zonas de buceo, velar por la seguridad de grupo y asegurar la conservación de los hábitats y las especies.
- Establecer explicaciones previas y guiajes adaptativos en función de los siguientes aspectos:
  - Presencia de puntos de riesgo en las zonas de inmersión.
  - Grupos con buceadores "expertos".
  - Inmersiones por debajo de los 20 metros de profundidad.
  - Buceadores con cámara fotográfica,
  - Buceadores con foco.
- Contemplar todos los puntos anteriores en futuros cursos de guías de buceo.
- Hacer estudios periódicos de los recorridos de los buceadores para detectar el solapamiento de recorridos de diferentes zonas de buceo. Estos estudios deberían realizarse al comienzo de temporada con el objetivo de tener resultados de forma inmediata y poder aplicar una gestión adaptativa real dentro de la misma temporada.
- Hacer estudio periódicos del comportamiento de los buceadores como herramienta para llevar a cabo una gestión adaptativa. Estos estudios deberían realizarse al comienzo de temporada con el objetivo de tener resultados de forma inmediata y poder aplicar una gestión adaptativa real dentro de la misma temporada.

## LA SITUACIÓN ACTUAL

A raíz de la presentación de los resultados del presente estudio, los centros de buceo han decidido pasar directamente a la acción. El hecho de conocer los puntos débiles del buceo en las Islas Medes, los ha llevado a crear su propio documento de trabajo: "el protocolo de corrección del comportamiento de los buceadores". En este protocolo se han definido diferentes líneas de actuación en función de los problemas/debilidades que se han descrito en el presente estudio (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Líneas de actuación en función de los problemas/debilidades detectadas.

Problemas/debilidades	Líneas de actuación
Solapamiento de zonas de buceo	Creación de itinerarios predefinidos
Contacto con especies frágiles	Creación de itinerarios predefinidos
Buceadores poco respetuosos	Ecobriefing específico
	Inmersiones de adaptación (check dive)
	Protocolo específico de actuación
Falta de formación del personal	Formación dirigida al ecobriefing
	Elaboración de una guía interna de trabajo

Fuente: Centros de buceo de l'Estartit.

En este documento los centros de buceo proponen crear explicaciones previas (ecobriefing) y guíajes específicos para 4 perfiles de buceadores que son los más contactan con el fondo afectando a comunidades sensibles (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Problemas detectados en función de determinados perfiles de buceadores

Perfiles de buceadores	Problemas detectados
Buceadores con cámara de fotos	Contactos con el fondo al estabilizarse
	Contactos con el fondo en las aproximaciones
	Interacción con la fauna
Buceadores con foco	Contactos al observar en grietas o agujeros
	Contactos con el fondo en las aproximaciones
	Interacción con la fauna
Buceadores inexpertos	Contactos con el fondo por mala flotabilidad
Buceadores adultos con nivel de experto	Contactos con el fondo por mala flotabilidad
	Formación "a la antigua"
	Falta de sensibilización.

Fuente: Centros de buceo de l'Estartit.

En el caso específico de las explicaciones previas o ecobriefing, los centros de buceo han puesto práctica unas explicaciones generales con la siguiente estructura:

- Breve explicación de la situación de las Islas Medes y la figura del Parque Natural.
- Descripción de la zona de inmersión.

- Descripción e indicaciones del itinerario que se llevará a cabo.
- Valores naturales del punto de inmersión, poniendo énfasis en las especies y hábitats sensibles.
- Medidas de seguridad.
- Buenas prácticas.
- Explicaciones de las señales de corrección del comportamiento.

Además, se han implementado explicaciones específicas destinadas a los perfiles que se han definido en el cuadro 2.

También se han establecido unas pautas destinadas al personal de los centros de buceo que participan en las inmersiones. Antes de las inmersiones, el personal supervisa el lastre y la buena configuración del equipo de todos los clientes, haciendo especial atención en la sujeción de las partes del equipo que pueden contactar con el fondo accidentalmente.

Durante la inmersión se ha hecho hincapié en que el guía ponga atención en la flotabilidad del grupo guiado, controlando al grupo para que se mantengan juntos, siguiendo el itinerario definido, y controlando la distancia con el fondo y las paredes. Además, se mantiene especial atención en los momentos más delicados como cerca de paredes con gorgonias, interior de cuevas y túneles y zonas con posidonia.

Como novedad, se ha introducido el concepto de debriefing o explicación al finalizar la inmersión. En estas explicaciones se incluyen comentarios sobre las especies que se han observado, se hace énfasis en todo lo que se ha hecho bien y se les comenta las correcciones de la flotabilidad que se les ha indicado, citando el lugar o momento de la corrección, la importancia de la corrección y dando consejos para evitar los contactos con fondo y las posibles afectaciones sobre hábitats y especies.

## BIBLIOGRAFIA

Davis, D. y Tisdell, C. (1995): Recreational scuba-diving and carrying capacity in marine protected areas. *Ocean and Coastal Management*, 26:19–40.

Hawkins, J.P. y Roberts, C.M. (1997): Estimating the carrying capacity of coral reefs for recreational scuba diving. *Proceeding in the 8th Coral Reef Symposium* 2:1923-26

Hawkins, J. P.; Roberts, C. M.; Van'tHof, T.; de Meyer, K.; Tratalos, J., y Aldam, C. (1999): Effects of recreational scuba diving on Caribbean coral and fish communities. *Conservation Biology*, 13: 888–897.

Hawkins, J. P.; Roberts, C. M.; Kooistra, D.; Buchan, K. I White, S. (2005): Sustainability of scuba diving tourism on coral reefs of Saba. *Coastal Management*, 33: 373–387.

Lorente, A.; Sánchez, J. y Gazo, M. (2004): Estudio del uso del Espacio y Comportamiento de los Submarinistas en el Área Protegida de las Islas Medes. Departamento de Medio Ambiente de la Generalitat de Catalunya y SUBMON.

Luna, B.; Pérez, C.V. y Sánchez-Lizaso, J.L. (2009): Benthic impacts of recreational divers in a Mediterranean Marine Protected Area. *ICES Journal of Marine Science*, 66: 517 – 523.

Rouphael, A.B. e Inglis, G.J. (1997). Impacts of recreational scuba diving at sites with different reef topographies. *Biological Conservation*, 82: 329–336.

Sanchez J., Bartolí A. y Gazo M. (2010): Impacto del buceo sobre las comunidades bentónicas, como herramienta para el establecimiento de la capacidad de carga, en las islas Medes. Memoria técnica. Parque Natural de El Montgrí, Les Illes Medes i el Baix Ter. Departamento de Medio Ambiente y Vivienda, Generalitat de Catalunya y SUBMON.

Sanchez, J. y Gazo, M. (2012): Gestión del buceo en las Islas Medes: Capacidad de Carga y Límite de Cambio Aceptable. Informe técnico. Parque Natural del Montgrí, les Illes Medes y el Baix Ter. Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural, Generalitat de Catalunya y SUBMON.

Sánchez, J., Gazo, M. y Dalmau, A. (2015): Uso del espacio de los buceadores en las nuevas zonas de inmersión de las Islas Medes. Parque Natural del Montgrí, les Illes Medes y el Baix Ter. Departamento de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Medio Natural, Generalitat de Catalunya y SUBMON.

Zakai, D. y Chadwick-Furman, N. E. (2002): Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation*, 105: 179–187.

## AGRADECIMIENTOS

En todos los centros de buceo de L'Estartit por su colaboración en la toma de datos. Sin su cooperación este estudio no hubiera sido posible.

A todo el equipo técnico del Parque Natural del Montgrí, las Islas Medes y el Baix Ter por su apoyo y ayuda.