

Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico  
(ICCAT CICTA CICAA)



**PROGRAMA DE INVESTIGACIÓN SOBRE EL ATÚN ROJO PARA TODO EL ATLÁNTICO (GBYP)**

**PROSPECCIÓN AÉREA PARA EL SEGUIMIENTO DE LAS CONCENTRACIONES DE  
REPRODUCTORES DE ATÚN ROJO EN EL MAR MEDITERRÁNEO**

**MAR BALEAR (ÁREA A)**

**JUNIO 2025**

**GRUP** *AiR* **Med**



Elaborado por:

*Mónica Pérez-Gil*

*Enrique Pérez-Gil*

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA METODOLOGÍA.....	5
2.1. MÉTODO DE MUESTREO.....	5
2.2. EQUIPO TÉCNICO Y HUMANO.....	6
2.3. TOMA DE DATOS.....	8
2.4. VALIDACIÓN DE LOS DATOS.....	10
3. RESULTADOS.....	10
3.1. Datos de esfuerzo.....	10
3.2. Avistamientos de atún rojo.....	13
3.3. Avistamientos de otras especies.....	14
4. COMENTARIOS Y PROPUESTAS.....	16
5. BIBLIOGRAFÍA.....	18
6. ANEXO I. FICHAS DE VUELO.....	19
7. ANEXO II. FOTOGRAFÍAS.....	37

## RESUMEN

El Programa de Investigación sobre el Atún Rojo para todo el Atlántico (GBYP) de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA), o ICCAT de sus siglas en inglés, es una iniciativa cuyo principal objetivo es mejorar la gestión y conservación del atún rojo del Atlántico y el Mediterráneo. Para ello, desde su creación, ha financiado y puesto en marcha diferentes programas y campañas. Uno de ellos es la realización de muestreos sistemáticos periódicos para la obtención de estimas de abundancia de atunes reproductores en el Mediterráneo, mediante prospección aérea y aplicando la metodología Distance Sampling. El objetivo de estos muestreos es doble: por un lado, reducir la incertidumbre en las evaluaciones de *stock* del atún rojo y, por otro, proporcionar un asesoramiento de gestión robusto y científicamente sólido, mediante la recopilación de datos independientes de la pesca. En este informe se describen los trabajos realizados por la compañía Grup Air Med en el marco del “Servicio para la prospección aérea para el seguimiento de las concentraciones de reproductores de atún rojo en el mar Mediterráneo”. Las campañas han tenido lugar entre los días 8 y 26 de junio en el mar Balear (Área A). Los 18 vuelos de trabajo realizados, que suman un total de 58:49:18 horas de vuelo (38:01:26 en esfuerzo y 30:46:37 en transecto), han permitido completar las 4 réplicas previstas (30 transectos), a excepción de los transectos número 8 de las réplicas 1 y 4, por no contar con permisos para volar en ese área por parte de aviación general. Como resultado, se registraron un total de 649 avistamientos, de los que 31 fueron de atún rojo.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Programa de Investigación sobre el Atún Rojo (*Thunnus thynnus*) para todo el Atlántico (GBYP), es una iniciativa de investigación de la Comisión Internacional para la Conservación del Atún Atlántico (CICAA) -ICCAT, de sus siglas en inglés-, que está financiado por la Unión Europea y otros países. Fue creado oficialmente por la Comisión de ICCAT en 2008, como respuesta a la necesidad de crear una amplia base de datos sobre el atún rojo, con el fin de ampliar el conocimiento de esta especie. Su principal objetivo es mejorar la gestión y conservación del atún rojo.

Para lograrlo, este programa está enfocado en mejorar los conocimientos de los procesos ecológicos y biológicos clave, así como la actual metodología de evaluación, de manera que esto repercuta en mejores procedimientos de ordenación y asesoramiento. Sus tareas principales son reducir la incertidumbre en las evaluaciones de los *stock* y facilitar un asesoramiento en la gestión que sea sólido y fiable.

Actualmente, la mayor parte de los datos utilizados en las evaluaciones de los *stocks* provienen de las pesquerías, lo que significa que pueden verse influenciados por cambios en los patrones de explotación y en los propios cupos de captura que se establecen cada año. Esta dependencia podría estar generando sesgos, por lo que se hace imprescindible disponer de otras fuentes alternativas e independientes de la pesquería.

El GBYP integra distintas líneas de investigación como el marcado y recaptura de individuos, la recopilación y análisis de muestras biológicas, la recuperación de datos históricos y las prospecciones aéreas, siendo esta última, la que es objeto de este informe.

Desde el año 2010 se han venido realizando en distintas áreas del Mediterráneo, campañas aéreas desde avioneta para la localización de grupos reproductores de atún rojo aplicando la metodología *Distance Sampling*. Este método permite obtener estimas de abundancia relativa de la biomasa del *stock* reproductor, de forma completamente independiente de las pesquerías.

A lo largo de los años, la prospección aérea del GBYP se ha enfrentado a numerosos desafíos logísticos y presupuestarios que han obligado a realizar cambios en el diseño de los muestreos, en particular, en las áreas. En sus comienzos, entre 2010 y 2011, los censos aéreos se enfocaron en cuatro zonas del Mediterráneo: mar Balear (A), mar Tirreno meridional (C), Canal de Sicilia (E) y mar de Levante (G). Posteriormente, entre 2013 y 2015, se amplió el área de muestreo a todo el Mediterráneo, estableciéndose las siguientes áreas: mar Balear (A), mar de Cerdeña (B), mar Tirreno meridional (C), mar Jónico (D), mar de Libia (F), Canal de Sicilia (E) y mar de Levante (G). Posteriormente, entre 2017 y 2019, el esfuerzo se concentró nuevamente en las cuatro áreas principales de desove. Sin embargo, por nuevas restricciones presupuestarias y por cambios detectados en las condiciones ambientales que afectan negativamente a la detectabilidad de los reproductores con esta metodología, la prospección aérea en el mar de Levante se canceló a partir de 2019. Por último, en 2025, se decidió cancelar también las campañas en las áreas del Mediterráneo central: mar Tirreno meridional (C) y Canal de Sicilia (E), manteniéndose como única zona de muestreo el mar Balear (A). Con ello, se logra preservar la continuidad de la serie temporal de las estimas de abundancias obtenidas desde 2010. Este área se perfila como zona estratégica para el desove del atún rojo, por lo que el seguimiento ininterrumpido aquí, permitirá contribuir de manera significativa al seguimiento de los parámetros demográficos de esta especie y sus fluctuaciones temporales.

## 2. DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA METODOLOGÍA

Todas las actividades se realizan conforme al mandato de la licitación de ICCAT y los anexos contractuales. ICCAT proporciona previamente el diseño de los bloques de muestreo y los transectos de las réplicas. Se dispone de un protocolo establecido y de fichas, tanto digitales como en formato físico, para el registro del esfuerzo y los avistamientos. Aunque el análisis de datos no forma parte del alcance de este contrato, se incluye una descripción general de la metodología en el apartado correspondiente para facilitar la comprensión de las tareas ejecutadas.

### 2.1. MÉTODO DE MUESTREO

Para la realización de la prospección aérea, como ya se comentó, se utiliza la metodología Distance sampling (Buckland *et al.*, 2015), un método de muestreo estadístico ampliamente empleado en ecología cuantitativa, para estimar la densidad y el tamaño poblacional de una especie, en un área determinada, dentro de un periodo de estudio concreto. Su fundamento radica en recorrer transectos lineales prediseñados buscando individuos o grupos de individuos a ambos lados de la línea del transecto, registrando las distancias perpendiculares a cada detección de un individuo o un grupo de individuos. Los transectos se agrupan en réplicas, que, en la medida de lo posible, se deben muestrear de forma consecutiva en el tiempo.

El método asume que la probabilidad de detectar un individuo disminuye a medida que aumenta su distancia al observador o al transecto, por lo que posteriormente, mediante funciones estadísticas, se modela una "función de detección" que permite estimar cuántos individuos se pasaron por alto, en las mayores distancias. Para que el método sea válido y obtener estimas de abundancia robustas, la precisión en la medida de las distancias es clave.

En los estudios aéreos, al estar la plataforma de observación en altura (por encima de la línea del nivel del mar donde se detectan los animales), la distancia perpendicular horizontal se obtiene a partir de los ángulos de declinación ( $\alpha$ ) registrados desde la perpendicular al objeto, según la siguiente fórmula:

$$\text{Distancia horizontal al punto} = \frac{\text{Altitud del avión}}{\tan(\alpha)}$$

Además, para que el método sea válido, se asume que se cumplen una serie de supuestos. Se detallan a continuación, con las consideraciones específicas referidas al uso de avionetas como plataforma de observación.

- Detección segura en la línea. Todos los individuos ubicados exactamente en la línea del transecto son detectados con una probabilidad del 100%. Para ello es necesario utilizar ventanillas de observación tipo burbuja que aseguran la visión directa de la línea de transecto por parte de los observadores.
- Precisión en la medición de distancias. Los ángulos de declinación ( $\alpha$ ) se deben registrar desde la perpendicular al objeto y sin errores significativos, ya que mediciones incorrectas pueden sesgar los resultados. Para tener mayor precisión se utiliza un clinómetro.
- Ausencia de respuesta de los individuos antes de la detección. Se asume que los animales no reaccionan a la presencia del observador antes de ser detectados, ya que esto podría alterar la distribución de las distancias registradas. En una avioneta la velocidad y la altitud de vuelo,

minimizan cualquier posible reacción de los animales antes de la detección, hasta el punto de considerarse despreciable.

- Independencia en las detecciones. La detección de un individuo no influye en la detección de otros, evitando sesgos por comportamiento grupal o efectos de atracción/evitación. Por ello, para los análisis solo se deben considerar los avistamientos en esfuerzo y en transecto, excluyendo detecciones secundarias o fuera de los transectos establecidos.
- Distribución aleatoria de los transectos. Para que la muestra sea representativa de la población total, la ubicación de los transectos debe ser aleatoria y cubrir el área de manera sistemática sin sesgo. Por ello, los transectos se diseñan con el *software* Distance 8.0 (Thomas *et al.*, 2010), que asegura la aleatoriedad y la cobertura homogénea del área de estudio.

## 2.2. EQUIPO TÉCNICO Y HUMANO

Los vuelos se llevan a cabo utilizando una avioneta Partenavia P-68 (Imagen 1), que cuenta con una autonomía de vuelo de más de 7 horas y cumple con todos los requisitos de seguridad y rescate establecidos por la legislación vigente. Dispone de suministro eléctrico de 220 voltios, que permite conectar un ordenador portátil, y de un sistema para aislar las comunicaciones entre el piloto y la torre de control del resto de la tripulación, para asegurar una correcta grabación de los datos de avistamientos durante el vuelo. Está equipada con dos ventanas laterales de burbuja (una en cada lado), que permiten observar en el área directamente debajo de la aeronave, en el eje vertical proyectado desde la base central de la avioneta hasta la superficie del mar.



Imagen 1. Avión Partenavia P-68 utilizada durante la prospección aérea de atún rojo en el mar Balear.

En cada vuelo, el equipo está conformado por un observador profesional (PS), dos observadores científicos (SS) y un piloto (P) (Imágenes 2, 3 y 4). Además, uno de los observadores científicos actúa de *Cruise Leader* (CL). Los observadores científicos se ubican en las ventanas de burbuja a ambos lados de la aeronave, y rotan las posiciones en cada vuelo, siendo uno de ellos el que ejerce de *data logger*. El observador profesional ocupa el asiento del copiloto



**Imagen 2. Integrantes del equipo de trabajo durante la semana 1, de izquierda de derecha, Mónica Pérez-Gil (SS y CL), Julià Armengol (P), Xoan Aucante (PS) y Enrique Pérez-Gil (SS).**



**Imagen 3. Integrantes del equipo de trabajo durante la semana 2, de izquierda de derecha, Xoan Aucante (PS), Julià Armengol (P), Gara Goñi (SS) y Mónica Pérez-Gil (SS y CL),.**



**Imagen 4. Integrantes del equipo de trabajo durante la semana 3, de izquierda de derecha, Xoan Aucante (PS), Enrique Pérez-Gil (SS y CL), Gara Goñi (SS) y Julià Armengol (P).**

### 2.3. TOMA DE DATOS

La toma de datos se realiza siguiendo el ICCAT Atlantic-Wide Research Programme for Bluefin Tuna (GBYP), AERIAL SURVEY PROTOCOL. Se utilizan los transectos previamente diseñados y organizados en cuatro réplicas. La altitud de vuelo durante los muestreos es de 1000 pies y la velocidad de trabajo de 100 nudos. Además de los avistamientos de atún rojo, se registran otras especies como otros túnidos, peces, cetáceos y tortugas, siempre que no afecte negativamente a la probabilidad de detectar atún.

En el contexto de la metodología *Distance Sampling*, los transectos de una misma réplica deben ser sinópticos para que la recopilación de datos se realice de manera simultánea o en un período de tiempo lo suficientemente corto como para que las condiciones ambientales y la distribución de la población no cambien significativamente. Sin embargo, también es crucial, en la planificación diaria de las operaciones, atender a las condiciones meteorológicas. Se prioriza la ejecución de transectos en áreas caracterizadas por la ausencia de nubes bajas y calima densa, así como por un régimen de viento preferentemente dentro de las categorías 0 a 1 en la escala de *Beaufort*. Esto es así porque a partir de una fuerza de viento igual o superior a 2.5 en la escala de *Beaufort*, se inicia la formación de "borregos" (olas con crestas espumosas). Estos fenómenos pueden generar falsos positivos, comprometiendo la discriminación visual por parte del observador y, consecuentemente, dispersando su atención respecto a indicios reales de presencia de animales. Además, el incremento de la intensidad del viento y el consiguiente rizado de la superficie del mar amplifican la extensión del reflejo del sol, dando lugar a zonas de *glare* donde la detectabilidad de los grupos puede ser sustancialmente reducida, llegando incluso a ser nula. También se atiende a los horarios de apertura y cierre del aeropuerto y de su gasolinera.

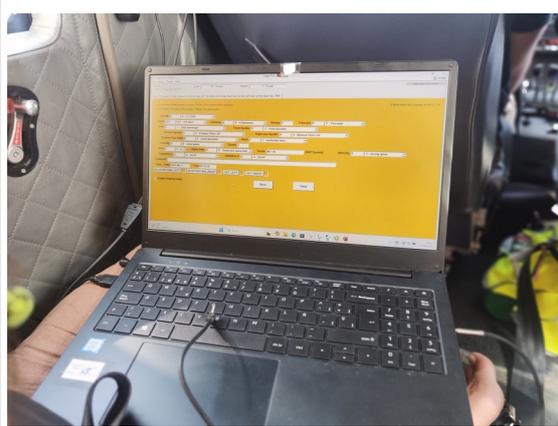
Para el registro de la información se utiliza en software Logger 2010, de IFAW, con módulos diseñados expresamente para este proyecto. Estos módulos o plantillas se actualizan incorporando los datos del personal asignado y optimizando determinados campos. Esta optimización tiene como objetivo minimizar el tiempo de entrada de datos por avistamiento, con los datos, lo que, a su vez, permite maximizar el tiempo de búsqueda activa del observador que está actuando como *data logger*. El ordenador requiere un puerto USB y una interfaz de audio de 3.5 mm. A este equipo se interconecta una antena GPS con capacidad de salida NMEA (Imagen 5) y un cable *minijack-minijack* (Imagen 6), que conecta el ordenador con el sistema de comunicaciones de la avioneta, posibilitando así la realización de grabaciones de respaldo directamente desde la aplicación Logger 2010.



Imagen 5. Antena GPS conectada al ordenador para la toma automática de datos de posicionamiento.



Imagen 6. Cable minijack-minijack con adaptador de clavija para conectar el sistema de comunicaciones de la avioneta con el sistema de audio del ordenador.



**Imagen 7. Interface del programa Logger 2010 utilizado para la toma de datos.**



**Imagen 8. Salida del micro de la avioneta que se conecta directamente al puerto 3.5 del ordenador para poder grabar las comunicaciones a bordo.**

Desde el momento del despegue y hasta el aterrizaje, siempre que las condiciones ambientales y logísticas lo permiten, se vuela con los dos observadores en esfuerzo de búsqueda. Se registran, asociadas al esfuerzo, las condiciones del mar (escala *Beaufort*), intensidad y ángulo del brillo, turbidez, niebla, cobertura de nubes, y una evaluación subjetiva de la calidad de detección (buena, moderada o pobre). Estos datos, se actualizan cada vez que se detecta un cambio significativo y siempre al inicio de un transecto o tramo de transecto.

Durante el esfuerzo los dos observadores científicos se colocan en posición de trabajo con la cabeza dentro de la ventana de burbuja (Imagen 9 y 10) . Cuando se produce una detección, se registra el ángulo de declinación al animal o grupo de animales y los datos referidos al tamaño de grupo utilizando para ello un clinómetro SUUNTO modelo PM5 (Imagen 11). Únicamente en el caso de que la detección corresponda a la especie objetivo, se para el esfuerzo y se sale del transecto para orbitar sobre el grupo y lograr así hacer una estimación del tamaño de grupo, clases de edad y peso. En ese momento se toman fotografías para apoyar la identificación y el conteo de individuos.



**Imagen 9. Observadora con la cabeza dentro de la ventana tipo burbuja, en la posición correcta a la hora de tomar un ángulo.**



**Imagen 10. Observador tomando un ángulo desde la ventana tipo burbuja.**

Cuando es el observador profesional el que detecta un cardumen de atunes, avisa inmediatamente al resto de la tripulación para seguir el protocolo de avistamiento. Los datos iniciales registrados incluyen la hora y posición de la detección, el ángulo de declinación y la confirmación de si se tomó en la perpendicular o no. La información relativa al tamaño del grupo, las clases de edad estimadas y el peso aproximado se consigna una vez que se ha abandonado el transecto y se orbita sobre el grupo.

Para la toma de las fotos de los cardúmenes durante los vuelos se utiliza una cámara réflex Canon EOS50D (Imagen 12), con un objetivo Sigma estabilizado 18-200mm. Las fotografías se realizan dando prioridad a la velocidad y utilizando el modo ráfaga.



**Imagen 11. Clinómetro SUUNTO modelo PM5 utilizado durante los vuelos para medir los ángulos.**



**Imagen 12. Cámara Canon EOS 50D utilizada para la realización de fotografías durante el muestreo aéreo.**

## 2.4. VALIDACIÓN DE LOS DATOS

Al finalizar cada vuelo los datos se validan con las aplicaciones Logger ShowData y QGIS 3.42.3. En caso de detectar errores o existir dudas, se revisan las grabaciones realizadas durante los vuelos y se subsana o completa los datos. Además, se descargan las cámaras y se almacenan las fotos ordenadas.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. DATOS DE ESFUERZO

Las campañas se realizan entre los días 8 y 28 de junio de 2025, en el mar Balear, teniendo como aeropuerto base el Aeródromo de Son Bonet (Mallorca). Se completaron las 4 réplicas (salvo los situados más al Este (línea 8, de las réplicas 1 y 4, ya que no se tenía autorización para volar en esa zona, pues se entraría en la CTR próxima al aeropuerto de Menorca). Para ello se hicieron 18 vuelos, que suman un total de 58:49:18 horas de vuelo (30:46:37 en transecto), recorriendo un total de 3972,23 millas náuticas en esfuerzo, de las que 3150,18 fueron en transecto. Se incluye, en la Tabla 1, un resumen de los vuelos realizados y días no volados, con información sobre los motivos que impidieron volar, donde procede.

Tabla 1.

FECHA	ACTIVIDAD	MOTIVO
08/06/2025	Vuelo 0	Posicionamiento en Mallorca.
09/06/2025	Vuelo 1	
	Vuelo 2	
10/06/2025	Vuelo 3	
11/06/2025	Vuelo 4	
12/06/2025	Vuelo 5	
13/06/2025	Vuelo 6	
14/06/2025	Stand-by	Mala meteorología
15/06/2025	Stand-by	Mala meteorología
16/06/2025	Stand-by	Mala meteorología
17/06/2025	Vuelo 7	
	Vuelo 8	
18/06/2025	Vuelo 9	
	Vuelo 10	
19/06/2025	Vuelo 0	Traslado a Reus para la revisión de las 50 horas
20/06/2025	Vuelo 11	
21/06/2025	Vuelo 12	
22/06/2025	Vuelo 13	
23/06/2025	Vuelo 14	
24/06/2025	Vuelo 15	
25/06/2025	Vuelo 16	
26/06/2025	Vuelo 17	
	Vuelo 18	
27/06/2025	Vuelo 0	Posicionamiento en Reus

El Mapa 1 representa los recorridos realizados resaltando los tramos por colores en función de las condiciones de esfuerzo: en esfuerzo y fuera de esfuerzo.



**Mapa 1. recorridos realizados**

### 3.2. AVISTAMIENTOS DE ATÚN ROJO

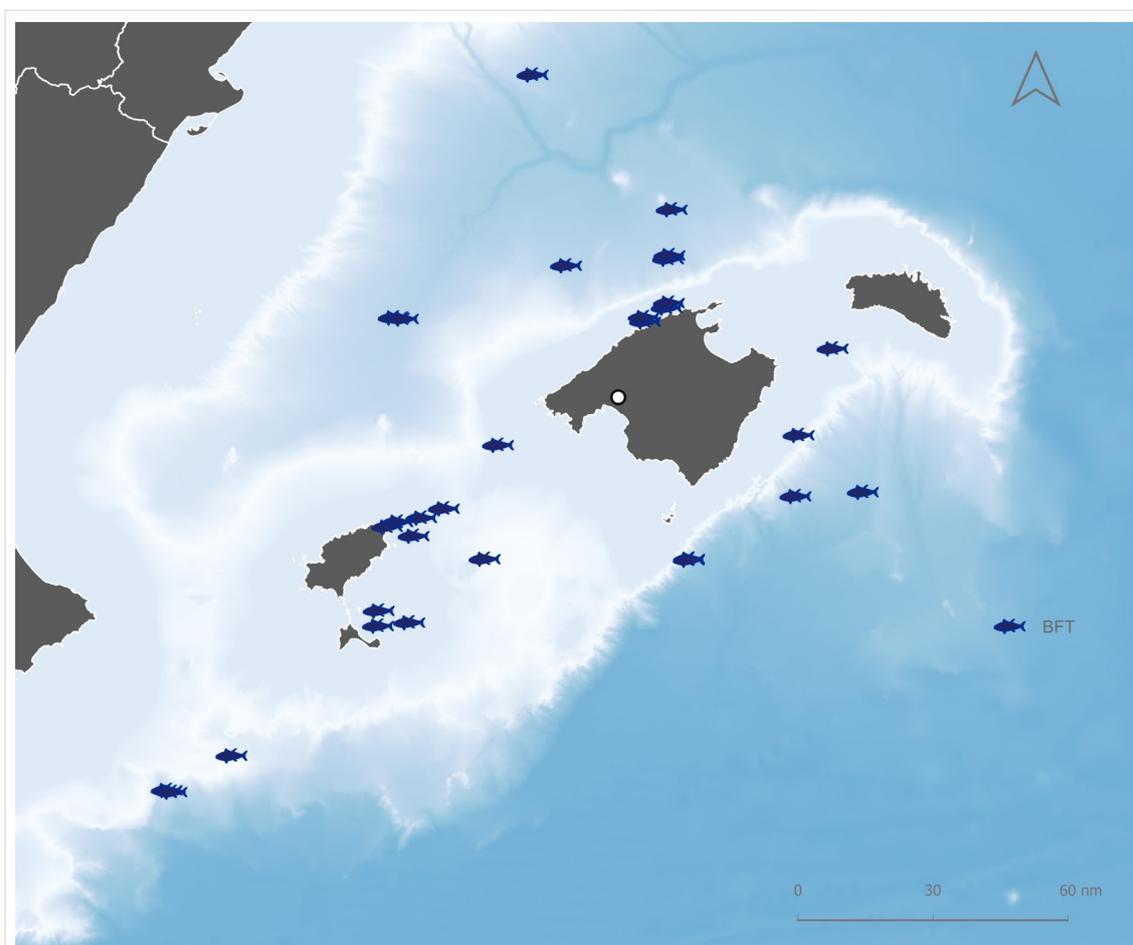
Se registran un total de 31 avistamientos de atún rojo, de los que 23 fueron en transecto (20 en esfuerzo y 3 secundarios), 4 en esfuerzo pero fuera de transecto y 4 fuera de transecto y de esfuerzo (Tabla 2 y Mapa 2). De los datos disponibles se obtiene un total de 11385 individuos, con un peso total de 1 477 125 kilos. Estos datos corresponden a la suma de los valores estimados por el PS en los avistamientos en que se pudo localizar el grupo y se estuvo con los animales el tiempo suficiente para obtener datos fiables. Según esta información, el 7,51% de los animales detectados fueron pequeños (menos de 25 kilos), el 44,55% medianos (entre 25 y 150 kilos) y el 47,94% grandes (hasta 300 kilos). No se registran ningún grupo con atunes gigantes. Los avistamientos se distribuyen por réplicas y transectos como se muestra en la Tabla 3.

**Tabla 2. Avistamientos de atún rojo registrados en las prospecciones aéreas de 2025 en el mar Balear. Los datos de tamaño de grupo, clases de edad y estimas de peso son los proporcionados pro el observador profesional. Se indican las distintas clases de edad como pequeños (P) medianos (M), grandes (L) y gigantes (G). El guión (-) indica falta de datos.**

Nº	FECHA	HORA UTC	LATITUD	LONGITUD	TAMAÑO GRUPO	PESO TOTAL (KILOS)	% P	% M	% L	% G
152	17/06/2025	07:07:38	39,77820	3,72634	1200	2500 00	0	20	80	0
185	17/06/2025	11:30:31	39,07270	1,72431	1000	100 000	0	90	10	0
189	17/06/2025	11:54:21	38,74887	1,70947	-	-	-	-	-	-
290	18/06/2025	12:18:17	40,08976	2,44199	600	130 000	0	0	100	0
299	18/06/2025	13:01:47	40,80227	2,27241	15	150	100	0	0	0
307	18/06/2025	14:44:47	39,41656	2,12190	1900	300 000	0	20	80	0
348	21/06/2025	07:05:54	39,88135	2,82468	-	-	-	-	-	-
349	21/06/2025	07:06:36	39,89760	2,81786	70	1400	100	0	0	0
351	21/06/2025	07:16:12	39,93324	2,92800	70	4550	0	100	0	0
353	21/06/2025	07:18:36	39,95144	2,93889	60	3900	0	100	0	0
358	21/06/2025	07:32:21	40,11572	2,93489	250	16 250	100	0	0	0
360	21/06/2025	07:38:34	40,12922	2,94127	50	1000	100	0	0	0
364	21/06/2025	07:49:06	40,30055	2,95221	70	1400	100	0	0	0
376	21/06/2025	09:11:41	39,24085	3,86510	-	-	-	-	-	-
377	21/06/2025	09:11:56	39,24085	3,86510	100	2000	100	0	0	0
446	22/06/2025	08:23:31	38,23891	0,88226	1100	200 000	0	30	70	0
514	23/06/2025	09:58:36	39,22701	3,54360	30	375	100	0	0	0
521	23/06/2025	10:09:58	39,45548	3,56025	20	250	100	0	0	0
547	24/06/2025	08:43:27	39,14102	1,75955	40	2600	0	100	0	0
549	24/06/2025	09:00:27	39,12465	1,64639	700	90 000	0	20	80	0
550	24/06/2025	09:06:55	39,10570	1,59760	160	20 000	0	20	80	0
558	24/06/2025	09:43:15	39,88794	1,61366	800	120 000	0	50	50	0
559	24/06/2025	09:48:08	39,88421	1,65756	1400	170 000	0	70	30	0
563	25/06/2025	12:15:14	38,10398	0,58170	500	20 000	0	100	0	0
564	25/06/2025	12:19:34	38,09765	0,60424	1000	40 000	0	100	0	0
600	26/06/2025	07:15:00	39,17672	1,86655	10	130	100	0	0	0
609	26/06/2025	07:34:10	38,79123	1,56390	20	260	100	0	0	0
612	26/06/2025	07:42:46	38,73454	1,56204	40	520	100	0	0	0
632	26/06/2025	08:59:24	38,98988	2,06363	50	650	100	0	0	0
636	26/06/2025	11:42:23	38,99433	3,03606	30	390	100	0	0	0
638	26/06/2025	11:45:53	38,98996	3,03406	100	1300	100	0	0	0

**Tabla 3. Número de avistamientos de atún rojo en las distintas réplicas y transectos realizados.**

TRANSECTO	1	2	3	4	5	6	7
RÉPLICA 1	0	0	2	0	0	0	1
RÉPLICA 2	0	0	0	0	0	0	0
RÉPLICA 3	1	0	0	1	5	0	2
RÉPLICA 4	2	0	4	2	0	1	2



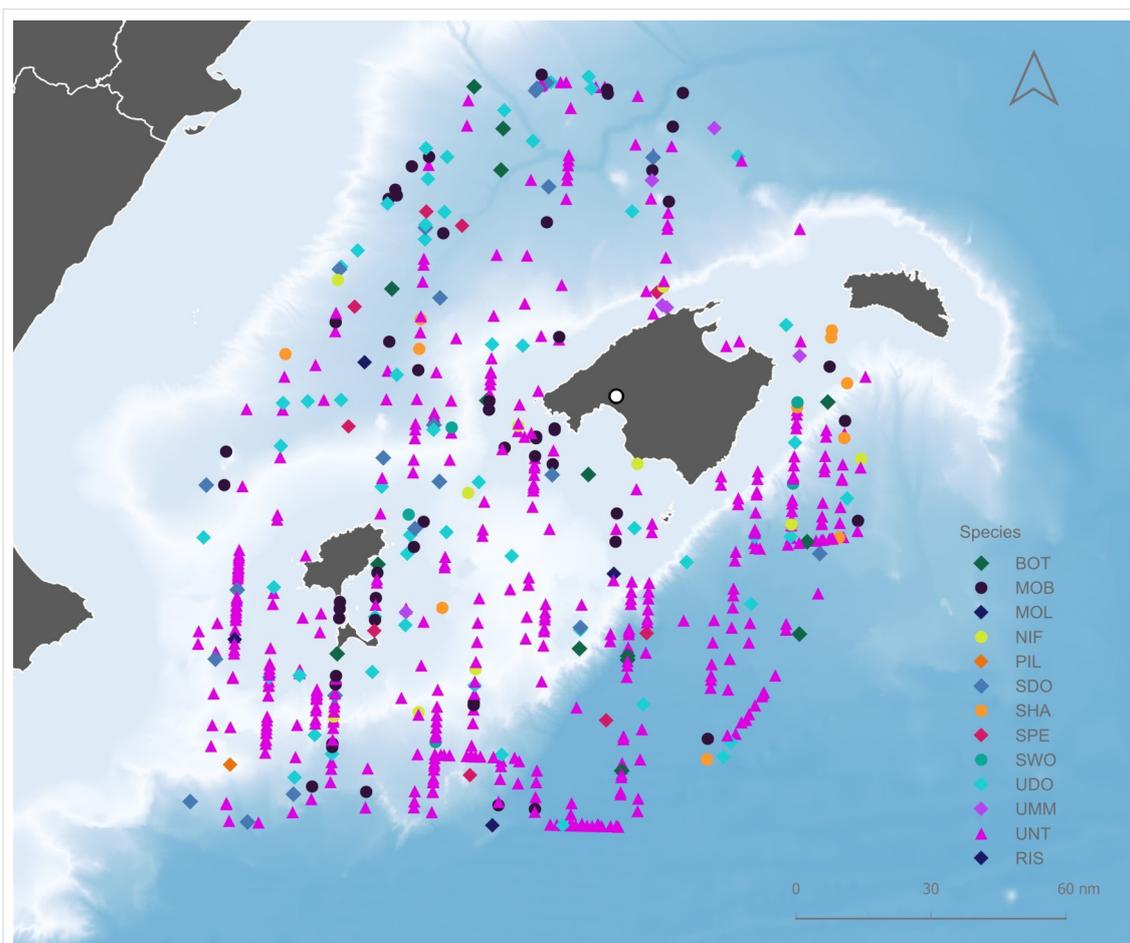
**Mapa 2. Avistamientos de atún rojo registrados en las prospecciones aéreas de 2025, en el mar Balear.**

### 3.3. AVISTAMIENTOS DE OTRAS ESPECIES

En lo que respecta a otros taxones, se obtienen un total de 618 avistamientos, que se resumen en la Tabla 4. El registro más común fue en de tortugas de la familia Cheloniidae, sin que sea posible determinar a nivel de especie. Se incluye una explicación al respecto en el capítulo 4.

Tabla 4. Número de avistamientos registrados de los distintos taxones en las prospecciones aéreas de 2025 en el mar Balear.

CÓDIGO	NOMBRE COMÚN	TAXÓN	N.º de avistamientos
BOT	Delfín mular	<i>Tursiops truncatus</i>	15
MOB	Manta	<i>Mobula spp.</i>	53
MOL	Pez luna	<i>Mola mola</i>	2
NIF	Pez no identificado		10
PIL	Calderón común	<i>Globicephala melas</i>	1
RIS	Calderón gris	<i>Grampus griseus</i>	2
SDO	Delfín listado	<i>Stenella coeruleoalba</i>	22
SHA	Tiburón		11
SPE	Cachalote	<i>Physeter macrocephalus</i>	9
SWO	Pez espada	<i>Xiphias gladius</i>	5
UDO	Delfín no identificado	Delphinidae	56
UMM	Cetáceo no identificado	Cetacea	6
UNT	Tortuga no identificada	Cheloniidae	426
TOTAL			618



Mapa 3. Avistamientos de otras especies registradas en las prospecciones aéreas de 2025, en el mar Balear.

## 4. COMENTARIOS Y PROPUESTAS

Cabe señalar que este año la temperatura del agua en superficie en el mar Mediterráneo ha batido récords históricos ([www.copernicus.eu](http://www.copernicus.eu)), por lo que es probable que el comportamiento de los atunes se haya visto modificado, pudiendo esto afectar a la detectabilidad de los grupos desde la avioneta.

Con respecto a los registros de tortugas, hay que destacar que los muestreos aéreos presentan dificultades para discriminar entre las distintas especies de la familia Cheloniidae como ya sugieren DiMatteo *et al.* (2025). En el marco de otros muestreos aéreos focalizados en cetáceos y tortugas marinas, como los incluidos en el programa ASI (Aerial Survey Initiative) de ACCOBAMS (ACOBAMS, 2022; Panigada *et al.*, 2025), o en los muestreos aéreos incluidos en los programas de seguimiento de Estrategias Marinas, que se rigen por el Protocolo Nacional de muestreo aéreo de cetáceos mediante distance sampling (IEO, 2022), se considera que no es posible discriminar a nivel de especie los individuos de esta familia. Esto es así, a pesar de que en ambos casos la altitud de vuelo es de 600 pies (400 pies más bajo), factor que va en beneficio de una identificación más certera. Dicho esto, puesto que en el área de trabajo, la población de tortuga boba en comparación con otras especies es significativamente mayor (Casale y Heppell, 2016; Tomas *et al.*, 2008), a la hora de utilizar estos datos para posibles análisis, se puede asumir de una forma razonable, que los avistamientos registrados como no identificados corresponden a tortuga boba, pero de debe hacer mención a este punto.

Como se ha comentado anteriormente, para el registro de los datos se ha utilizado el software Logger 2010 que, si bien ofrece grandes ventajas en cuanto a la posibilidad de personalizar cómo se recoge y presenta la información, es un programa que está pensado para tomar datos desde un barco, donde generalmente se cuenta con personal dedicado exclusivamente a recoger la información y hay tiempo suficiente para completar el registro en tiempo real.

En la avioneta todo sucede mucho más deprisa y el mismo *data logger* es a su vez observador, por lo que el registro de los datos se debe llevar a cabo en el menor tiempo posible para que pueda continuar en esfuerzo. Esto aumenta la probabilidad de cometer errores y de perderse algún avistamiento y en muchas ocasiones se hace necesario revisar y corregir los datos una vez en tierra. Esta corrección se lleva a cabo con el propio Logger, con QGIS y a veces escuchando las grabaciones de audio para confirmar o completar la información. Además, para presentar los entregables intermedios en Excel hay que estar haciendo los cálculos y exportando a Excel los datos de cada vuelo diariamente, con el esfuerzo extra que esto conlleva.

Como sugerencia para futuras campañas, y a fin de optimizar estos aspectos, se propone valorar algunas opciones:

**Utilizar el software SAMMOA 1.1.2**, diseñado específicamente para muestreos aéreos de megafauna marina (Nivière *et al.*, 2024). Esta herramienta cuenta con un sistema de grabación de audio sincronizado y presenta algunas ventajas:

- Permite incorporar el plan de vuelo con líneas de seguimiento predefinidas antes del despegue.
- Detecta automáticamente la existencia de incoherencias.

- Validar los datos mediante grabaciones de voz directamente en la misma interfaz, ya que cada evento queda asociado a su momento de la grabación, evitando así tener que buscarlo dentro del archivo.
- Exportar directamente datos en formatos compatibles con el Sistema de Información Geográfica (SIG).

**Revisar el protocolo de recogida de datos en el aire**, con el fin de reducir al mínimo el tiempo empleado en la avioneta para registrar toda la información. En concreto, valorar si realmente es necesario registrar las posiciones de salida del transecto (LE), reinicio del transecto (RE), comienzo de los círculos, y además anotar si se ha abandonado el transecto o no. En caso de necesitar esta información, se podría obtener fácilmente utilizando software GIS una vez en tierra. De esta forma se mejora la precisión, se reduce la posibilidad de cometer errores y el tiempo que el *datta logger* desvía su atención para anotar los datos en el ordenador.

## 5. BIBLIOGRAFÍA

- ACCOBAMS, 2021. Estimates of abundance and distribution of cetaceans, marine mega-fauna and marine litter in the Mediterranean Sea from 2018-2019 surveys. By Panigada S., Boisseau O., Canadas A., Lambert C., Laran S., McLanaghan R., Moscrop A. Ed. ACCOBAMS - ACCOBAMS Survey Initiative Project, Monaco, 177 pp.
- Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Marques, T. A. y Oedekoven, C. S. (2015). Distance sampling: methods and applications (Vol. 431): Springer.
- Casale, P., Broderick, A. C., Camiñas, J. A., Cardona, L., Carrereas, C., Demetropoulos, A., et al. (2018). Mediterranean Sea turtles: current knowledge and priorities for conservation and research. *Endang. Species Res.* 36, 229–267. doi: 10.3354/esr00901
- DiMatteo A, Cañadas A, Roberts J, Sparks L, Panigada S, Boisseau O, Moscrop A, Fortuna CM, Lauriano G, Holcer D, Peltier H, Ridoux V, Raga JA, Toma ´sJ, Broderick AC, Godley BJ, Haywood J, March D, Snape R, Sagarminaga R and Hochscheid S (2022) Basin-wide estimates of loggerhead turtle abundance in the Mediterranean Sea derived from line transect surveys. *Front. Mar. Sci.* 9:930412. doi: 10.3389/fmars.2022.930412
- IEO (2022) Protocolo Nacional de muestreo aéreo de cetáceos mediante distance sampling. Versión 1.0. Centro Nacional Instituto Español de Oceanografía del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (IEO-CSIC). Estrategias Marinas Españolas. 28pp.
- Nivière, M., Blanchard, A., Jraifi, O., Van Canneyt, O., Dorémus, G., Spitz, J., Mansoux, B., Panigada, S. y Laran, S. (2024). PelaSIG, a QGIS plugin for marine megafauna census: application to the aerial ACCOBAMS Survey Initiative dataset. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1270335.
- Panigada, S., Pierantonio, N., Araújo, H., David, L., Di-Méglio, N., Dorémus, G., ... & Cañadas, A. (2024). The ACCOBAMS Survey Initiative: the first synoptic assessment of cetacean abundance in the Mediterranean Sea through aerial surveys. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1270513.
- Thomas, L., Buckland, S. T., Rexstad, E. A., Laake, J. L., Strindberg, S., Hedley, S. L., Bishop, J. R., Marques, T. A. y Burnham, K. P. (2010). Distance software: design and analysis of distance sampling surveys for estimating population size. *Journal of Applied Ecology*, 47(1), 5-14.

## 6. ANEXO I. FICHAS DE VUELO

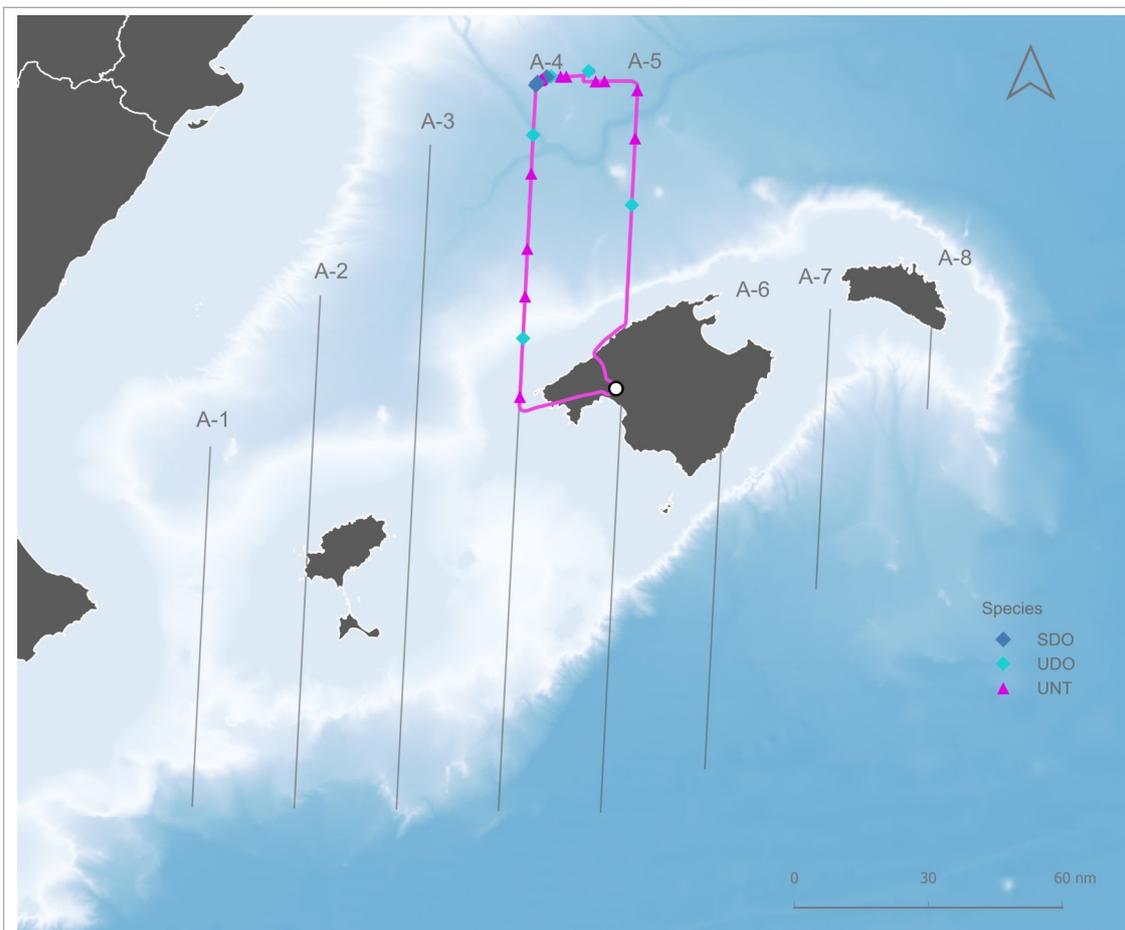
### VUELO 1

#### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	09-jun-25
Survey	1
Departure Time	7:15:47
Landing Time	9:14:18
Total Time	1:58:31
On effort Time	1:26:17
Off effort Time	0:32:14

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>0</b>	SDO	3
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	5
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	12
MOB	0	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	20

#### Recorrido y avistamientos



Mapa 4. Vuelo 1 realizado el día 09 de junio de 2025.

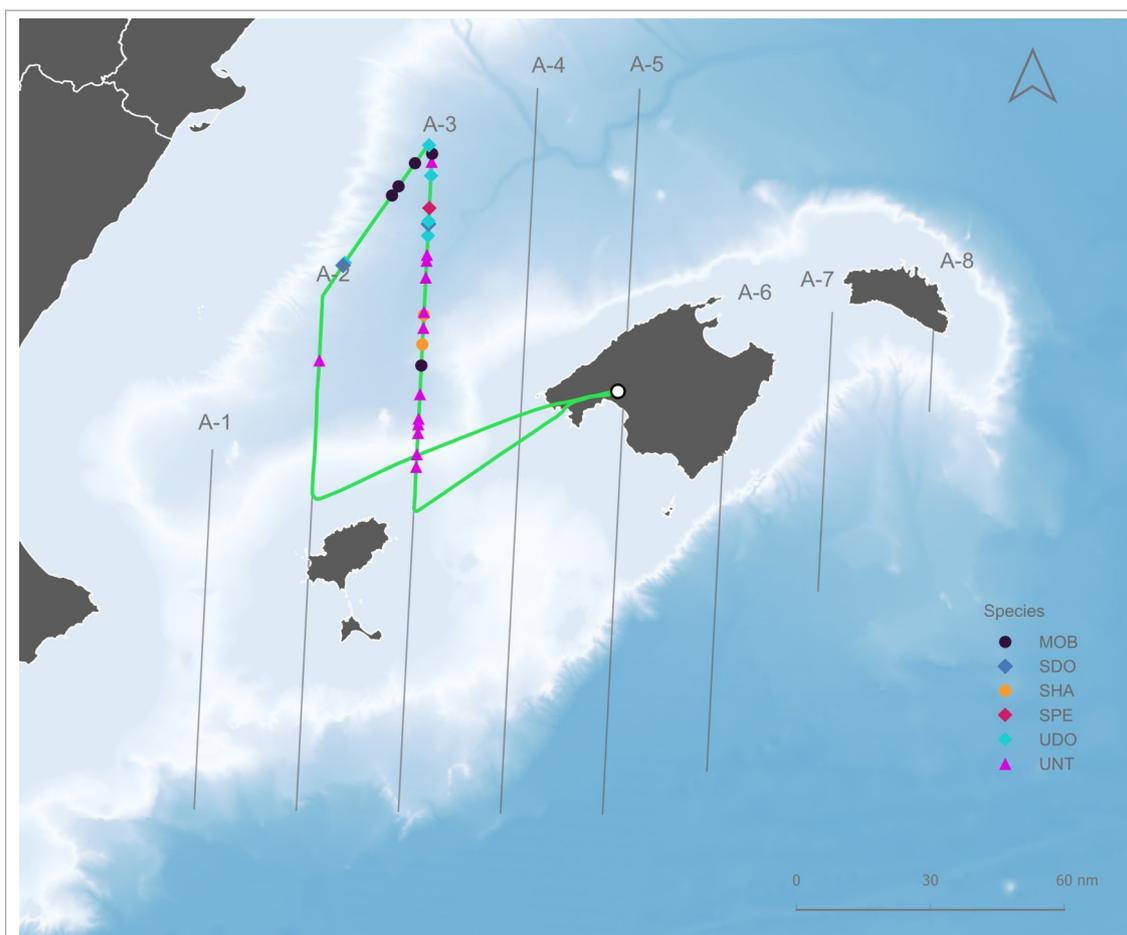
## VUELO 2

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	09-jun-25
Survey	2
Departure Time	10:26:13
Landing Time	13:15:26
Total Time	2:49:13
On effort Time	1:37:15
Off effort Time	1:11:58

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
<b>BFT</b>	<b>0</b>	SDO	2
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	5
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	13
MOB	5	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	2	<b>TOTAL</b>	<b>28</b>

### Recorrido y avistamientos



Mapa 5. Vuelo 2 realizado el día 09 de junio de 2025.

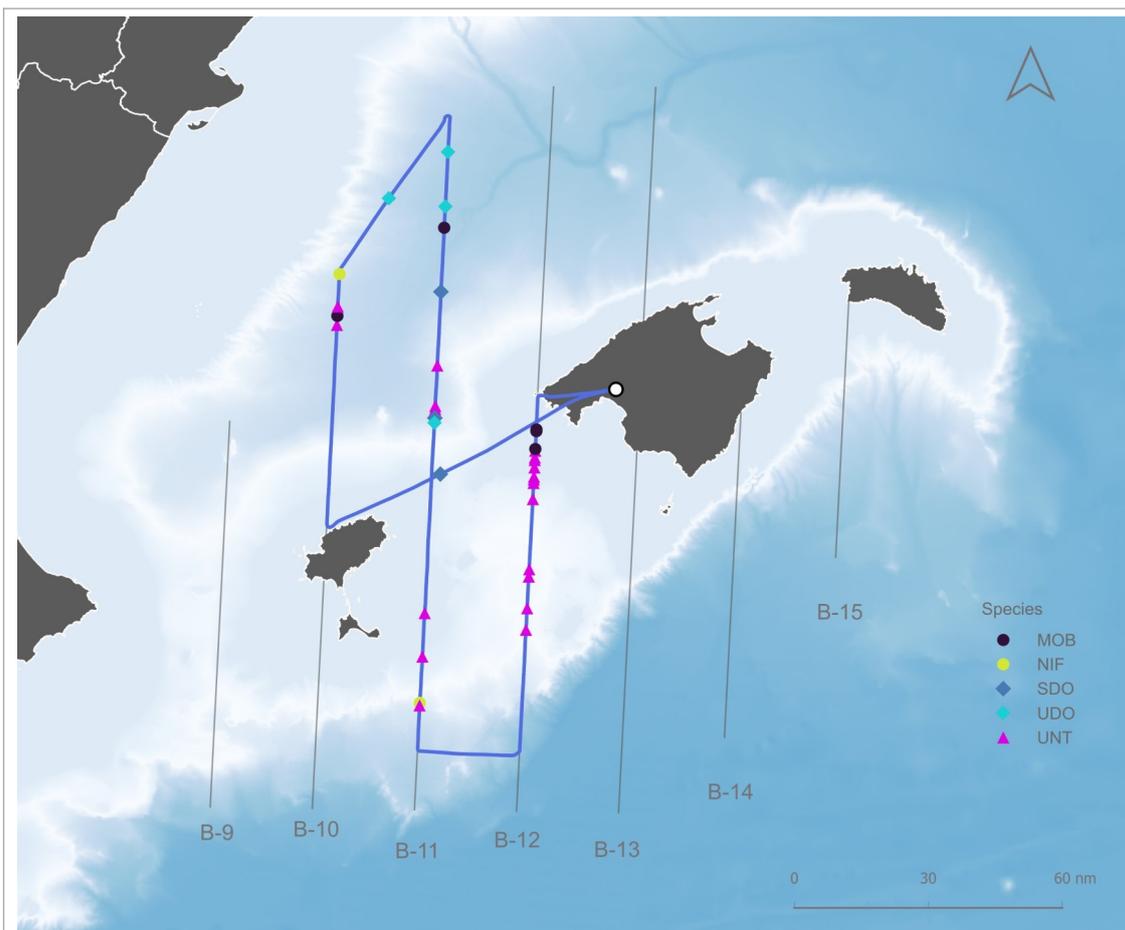
### VUELO 3

#### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	10-jun-25
Survey	3
Departure Time	7:17:27
Landing Time	11:17:27
Total Time	4:00:00
On effort Time	3:04:42
Off effort Time	0:56:18

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>0</b>	SDO	3
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	4
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	20
MOB	5	UMM	0
NIC	0		
NIF	2		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	34

#### Recorrido y avistamientos



Mapa 6. Vuelo 3 realizado el día 10 de junio de 2025.

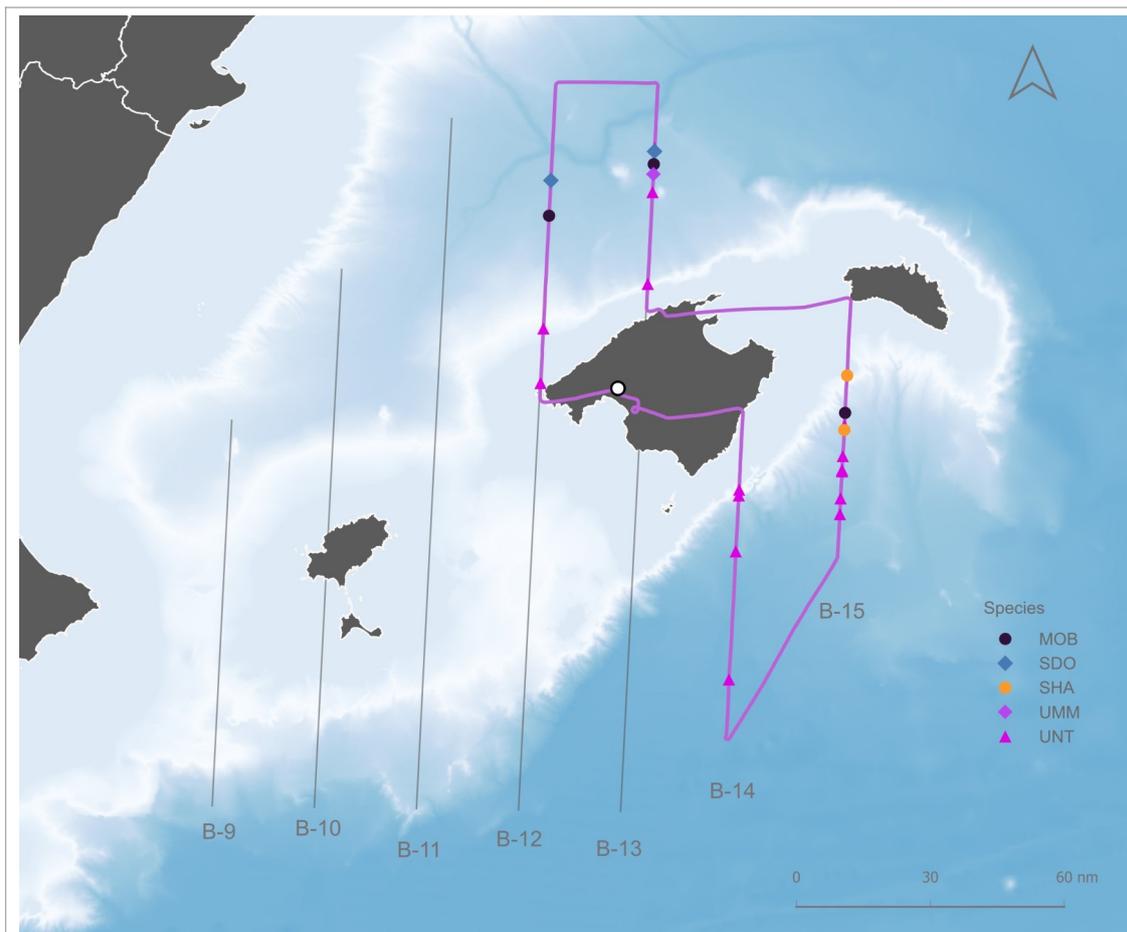
## VUELO 4

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	11-jun-25
Survey	4
Departure Time	7:05:09
Landing Time	10:56:24
Total Time	3:51:15
On effort Time	2:22:33
Off effort Time	1:28:42

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>0</b>	SDO	2
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	0
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	15
MOB	3	UMM	1
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	2	TOTAL	22

### Recorrido y avistamientos



Mapa 7. Vuelo 4 realizado el día 11 de junio de 2025.

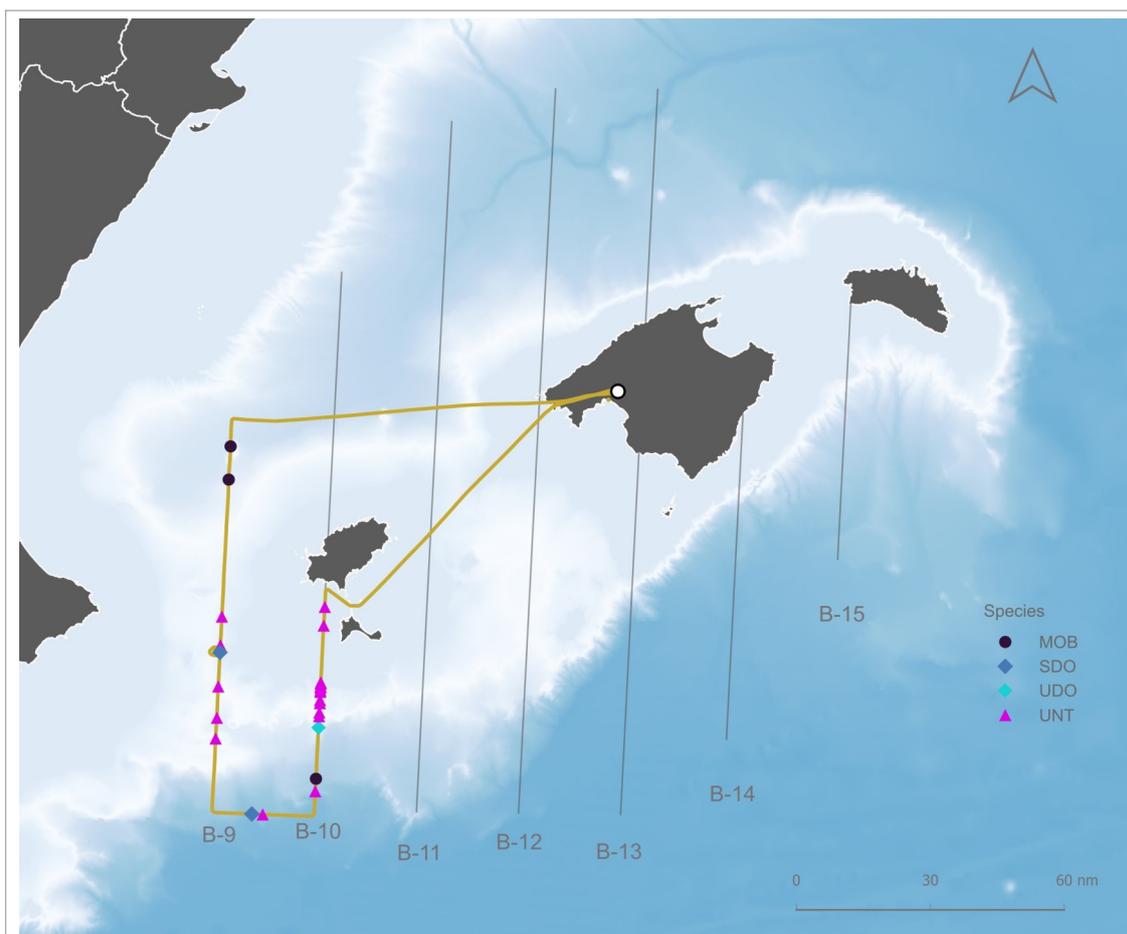
## VUELO 5

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	12-jun-25
Survey	5
Departure Time	12:01:43
Landing Time	15:11:20
Total Time	3:09:37
On effort Time	2:24:21
Off effort Time	0:45:16

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>0</b>	SDO	2
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	1
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	19
MOB	3	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	25

### Recorrido y avistamientos



Mapa 8. Vuelo 5 realizado el día 11 de junio de 2025.

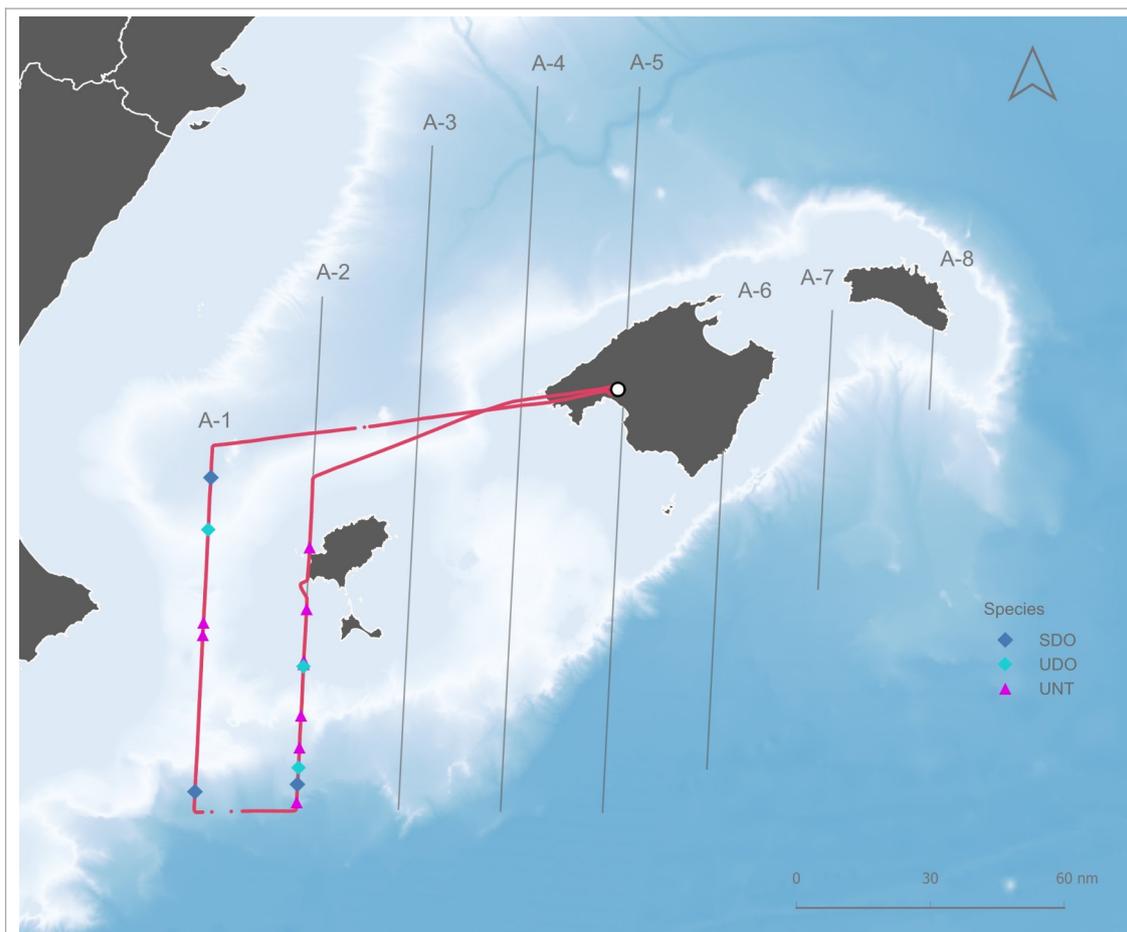
## VUELO 6

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	13-jun-25
Survey	6
Departure Time	7:02:09
Landing Time	10:12:39
Total Time	3:10:30
On effort Time	1:32:21
Off effort Time	1:38:09

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>0</b>	SDO	3
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	3
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	10
MOB	0	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	16

### Recorrido y avistamientos



Mapa 9. Vuelo 6 realizado el día 13 de junio de 2025.

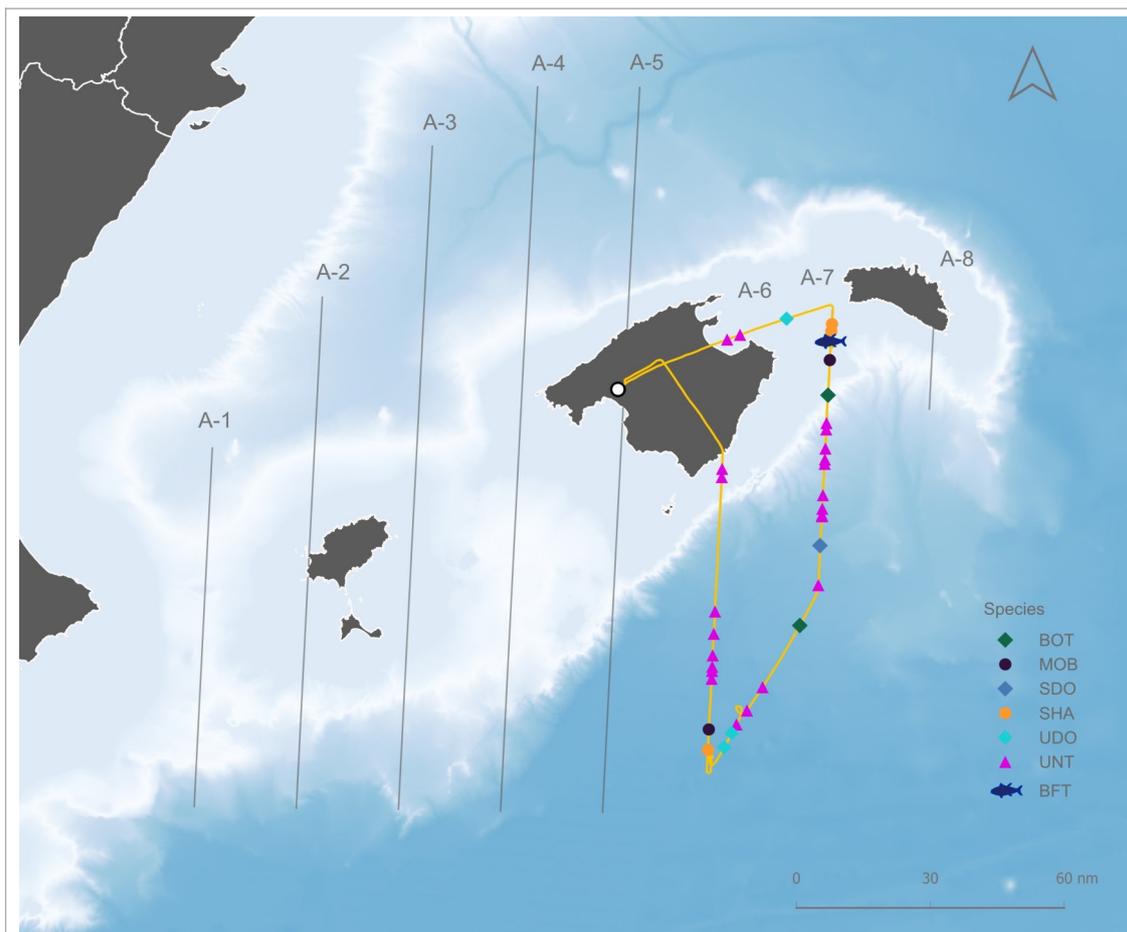
## VUELO 7

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	17-jun-25
Survey	7
Departure Time	6:32:00
Landing Time	9:32:07
Total Time	3:00:07
On effort Time	2:05:59
Off effort Time	0:54:08

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>1</b>	SDO	1
BOT	2	SWO	0
CUV	0	UDO	3
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	23
MOB	2	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	3	TOTAL	35

### Recorrido y avistamientos



Mapa 10. Vuelo 7 realizado el día 13 de junio de 2025.

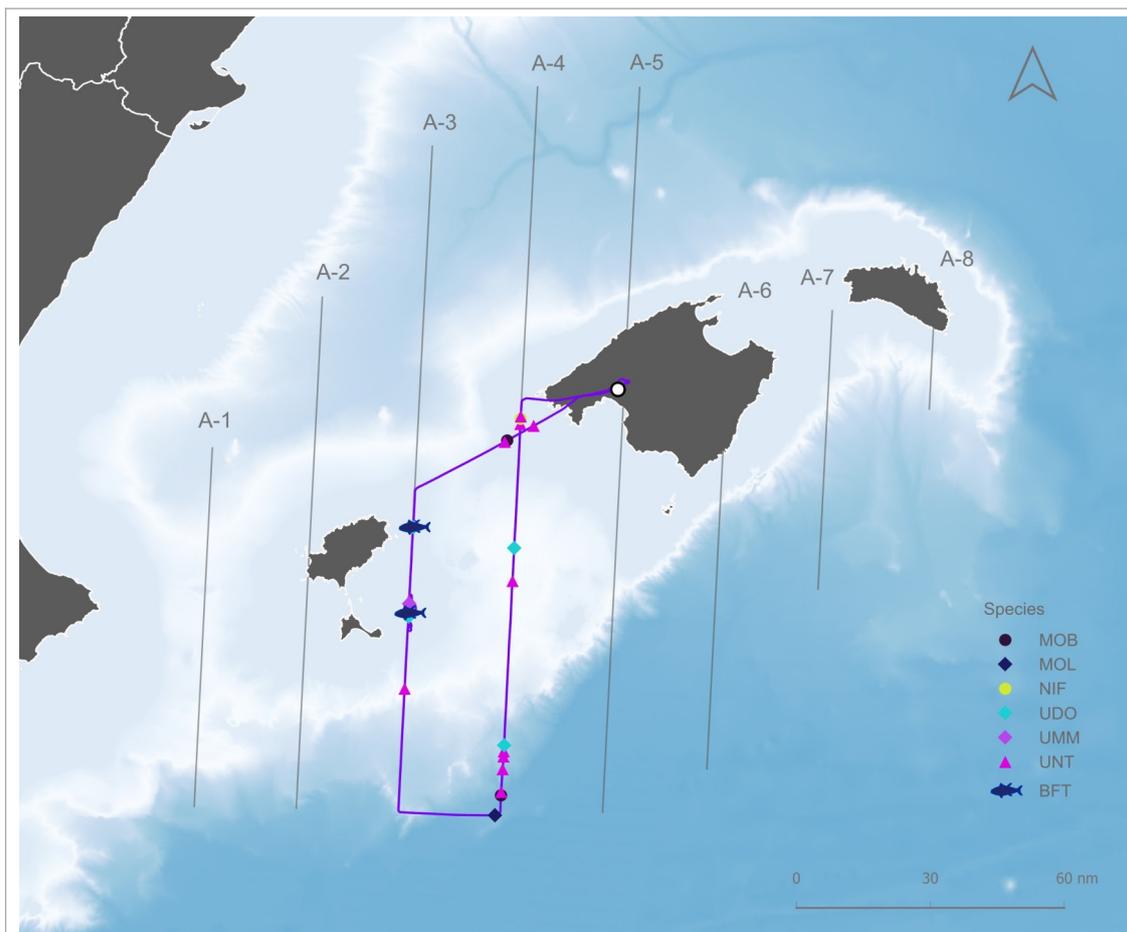
## VUELO 8

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	17-jun-25
Survey	8
Departure Time	10:58:49
Landing Time	14:00:49
Total Time	3:02:00
On effort Time	2:03:41
Off effort Time	0:58:19

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>2</b>	SDO	0
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	4
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	11
MOB	2	UMM	1
NIC	0		
NIF	1		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	20

### Recorrido y avistamientos



Mapa 11. Vuelo 8 realizado el día 17 de junio de 2025.

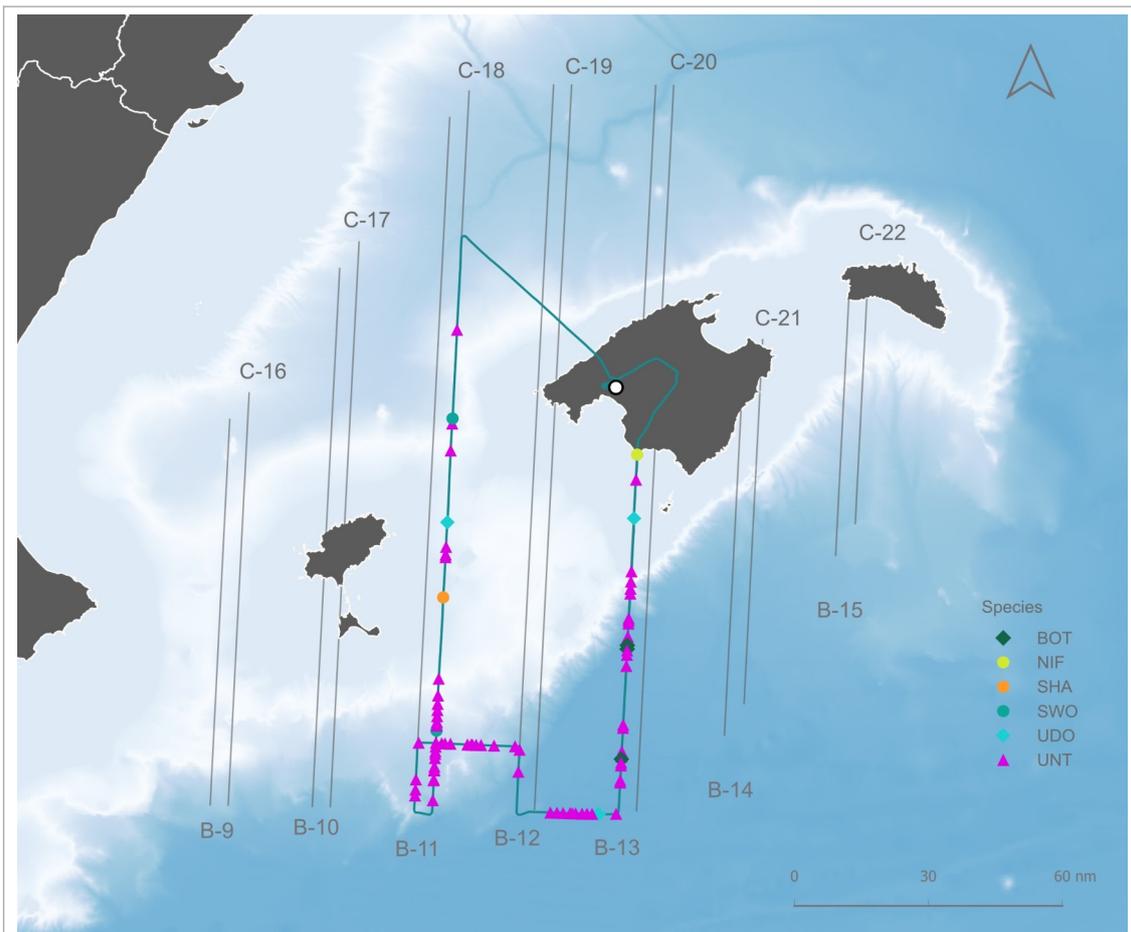
## VUELO 9

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	18-jun-25
Survey	9
Departure Time	6:39:20
Landing Time	10:27:50
Total Time	3:48:30
On effort Time	2:48:47
Off effort Time	0:59:43

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>0</b>	SDO	0
BOT	3	SWO	2
CUV	0	UDO	3
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	70
MOB	0	UMM	0
NIC	0		
NIF	1		
PIL	0		
SHA	1	TOTAL	80

### Recorrido y avistamientos



Mapa 12. Vuelo 9 realizado el día 18 de junio de 2025.

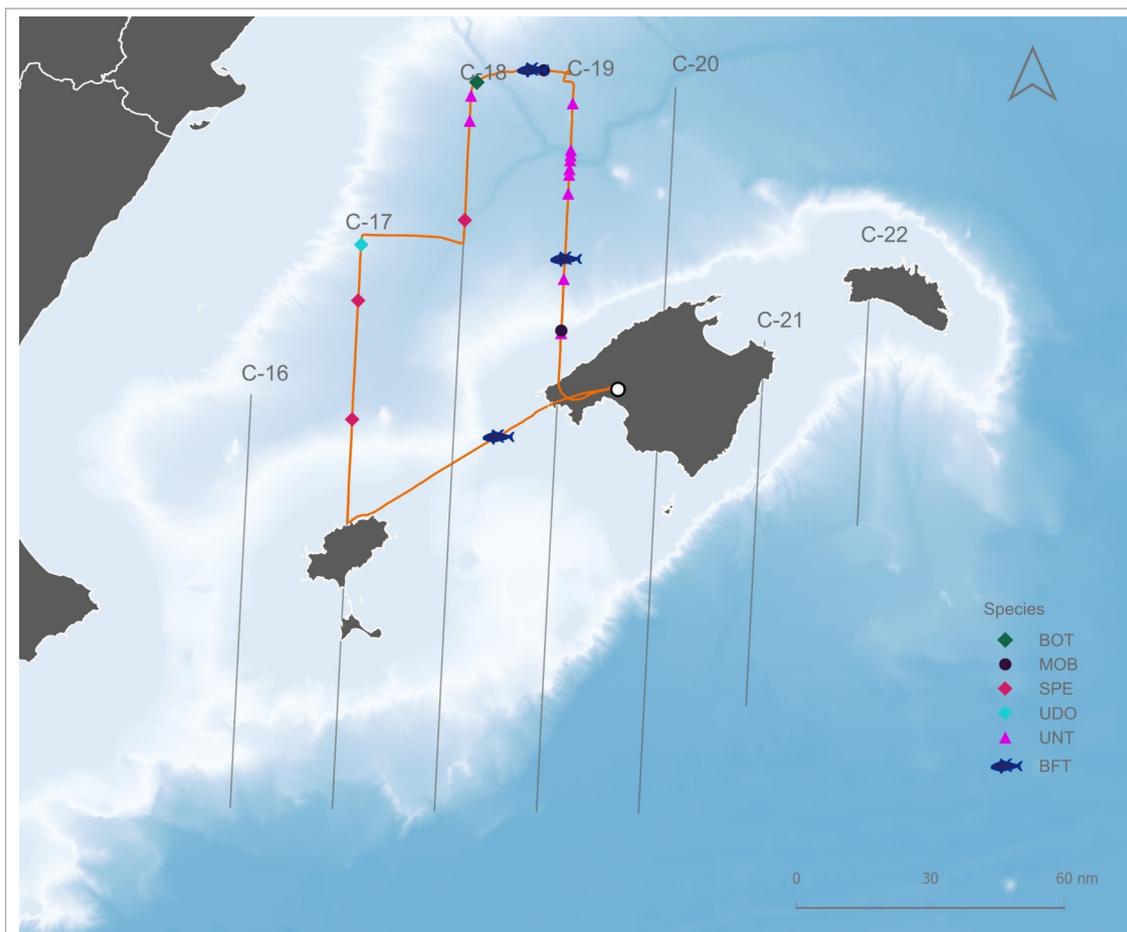
## VUELO 10

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	18-jun-25
Survey	10
Departure Time	11:52:50
Landing Time	15:09:40
Total Time	3:16:50
On effort Time	1:46:47
Off effort Time	1:30:03

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	3
<b>BFT</b>	<b>3</b>	SDO	0
BOT	1	SWO	0
CUV	0	UDO	1
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	11
MOB	2	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	21

### Recorrido y avistamientos



Mapa 13. Vuelo 10 realizado el día 18 de junio de 2025.

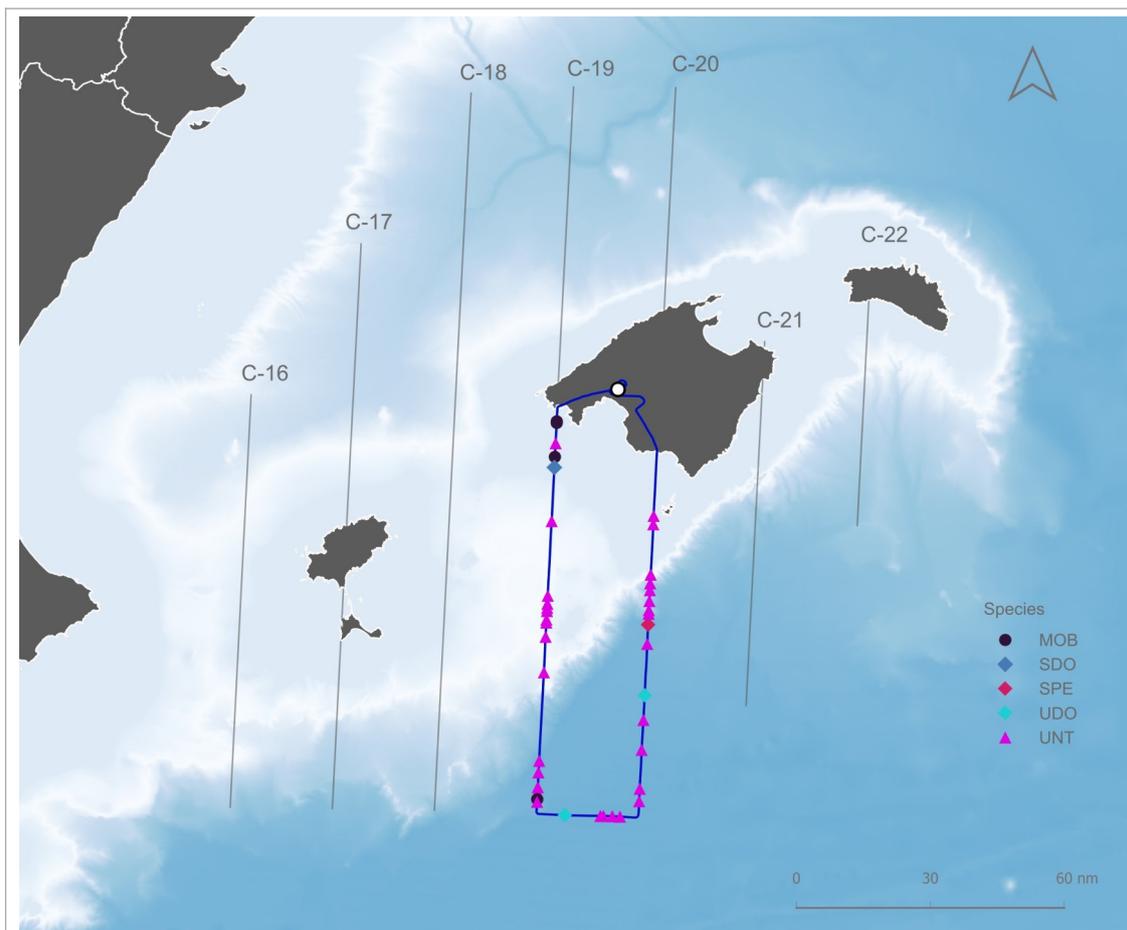
## VUELO 11

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	20-jun-25
Survey	11
Departure Time	8:05:27
Landing Time	10:30:58
Total Time	2:25:31
On effort Time	1:57:17
Off effort Time	0:28:14

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
<b>BFT</b>	<b>0</b>	SDO	1
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	2
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	32
MOB	4	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	40

### Recorrido y avistamientos



Mapa 14. Vuelo 11 realizado el día 20 de junio de 2025.

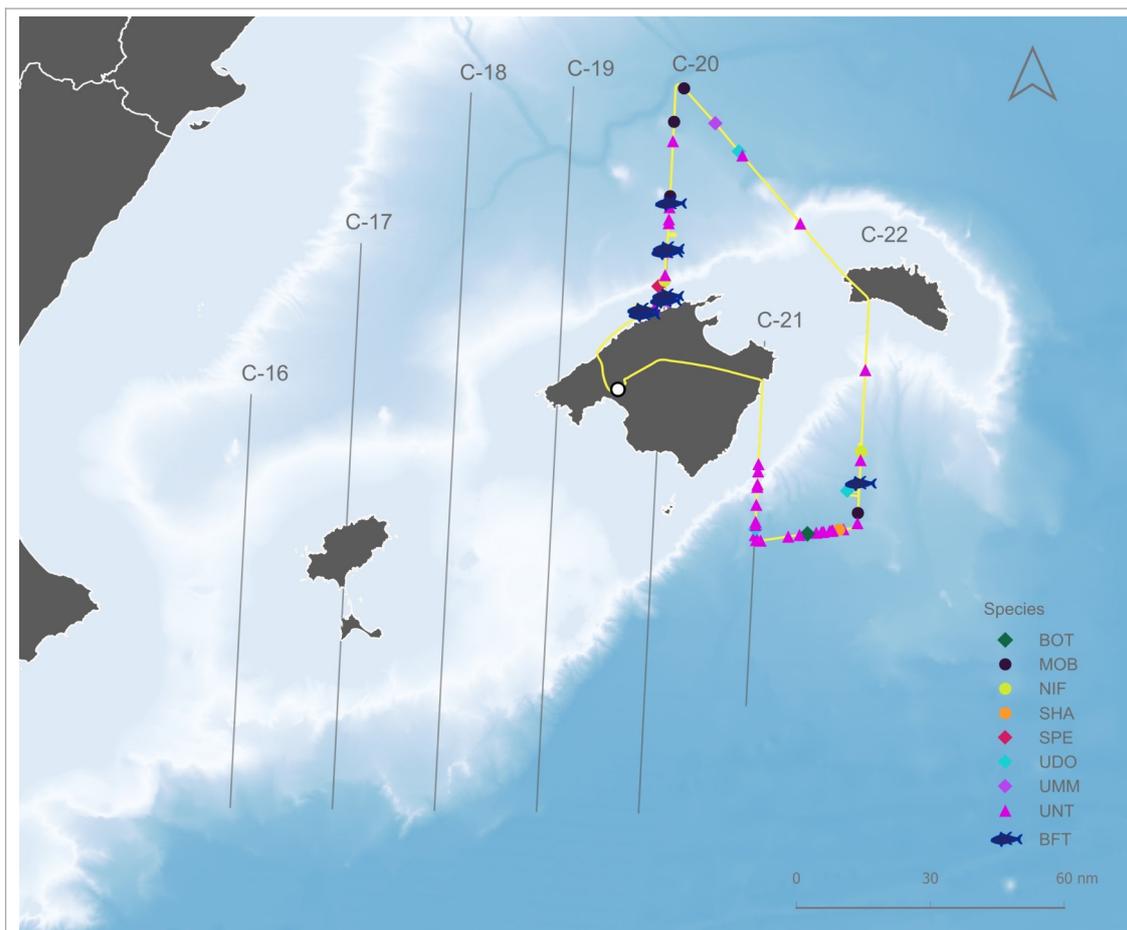
## VUELO 12

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	21-jun-25
Survey	12
Departure Time	6:52:34
Landing Time	10:21:15
Total Time	3:28:41
On effort Time	2:06:23
Off effort Time	1:22:18

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
<b>BFT</b>	<b>8</b>	SDO	0
BOT	1	SWO	0
CUV	0	UDO	3
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	31
MOB	4	UMM	3
NIC	0		
NIF	2		
PIL	0		
SHA	1	TOTAL	51

### Recorrido y avistamientos



Mapa 15. Vuelo 12 realizado el día 21 de junio de 2025.

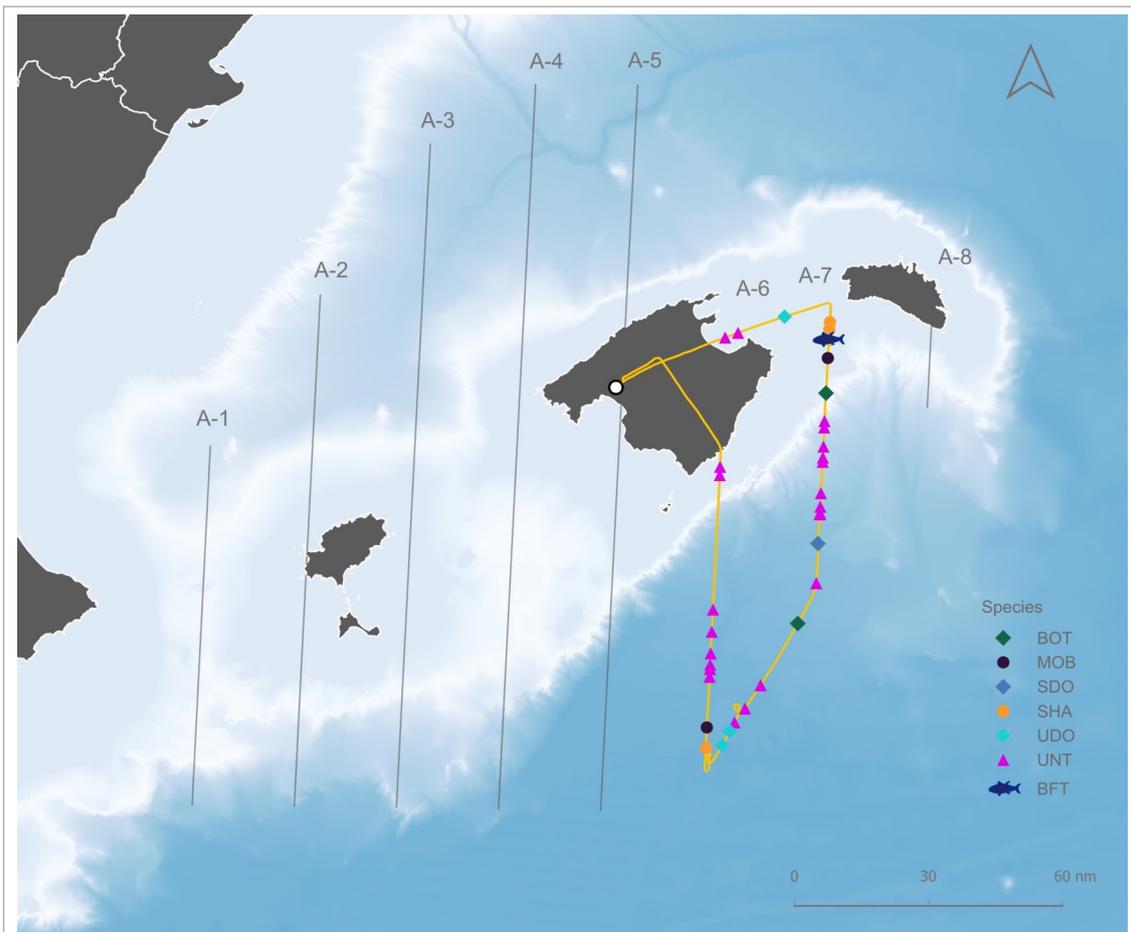
## VUELO 13

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	22-jun-25
Survey	13
Departure Time	6:46:48
Landing Time	10:17:31
Total Time	3:30:43
On effort Time	2:11:05
Off effort Time	1:19:38

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>1</b>	SDO	2
BOT	2	SWO	0
CUV	0	UDO	5
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	53
MOB	8	UMM	0
NIC	0		
NIF	2		
PIL	1		
SHA	0	TOTAL	74

### Recorrido y avistamientos



Mapa 16. Vuelo 13 realizado el día 22 de junio de 2025.

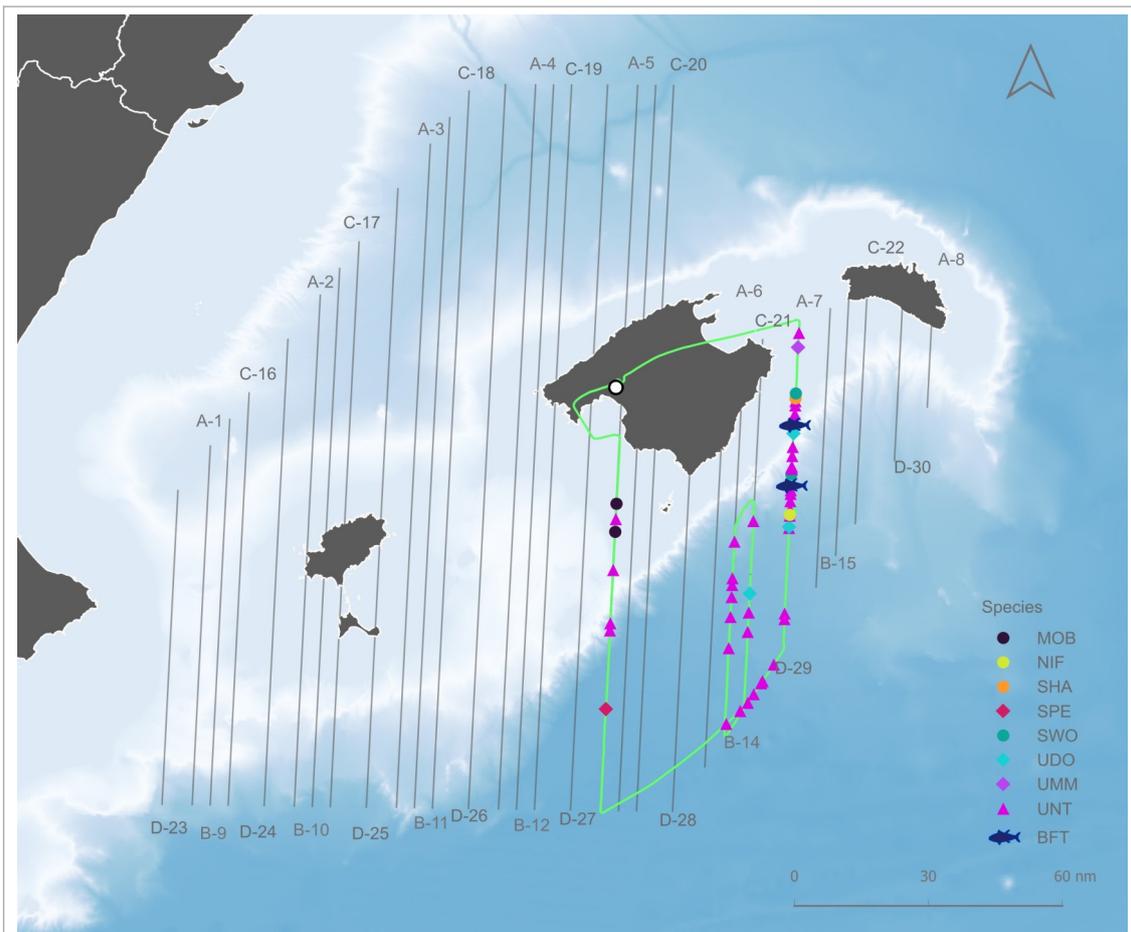
## VUELO 14

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	23-jun-25
Survey	14
Departure Time	6:50:58
Landing Time	10:50:08
Total Time	3:59:10
On effort Time	2:56:15
Off effort Time	1:02:55

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	1
<b>BFT</b>	<b>2</b>	SDO	0
BOT	0	SWO	2
CUV	0	UDO	3
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	38
MOB	2	UMM	1
NIC	0		
NIF	1		
PIL	0		
SHA	1	TOTAL	49

### Recorrido y avistamientos



Mapa 17. Vuelo 14 realizado el día 23 de junio de 2025.

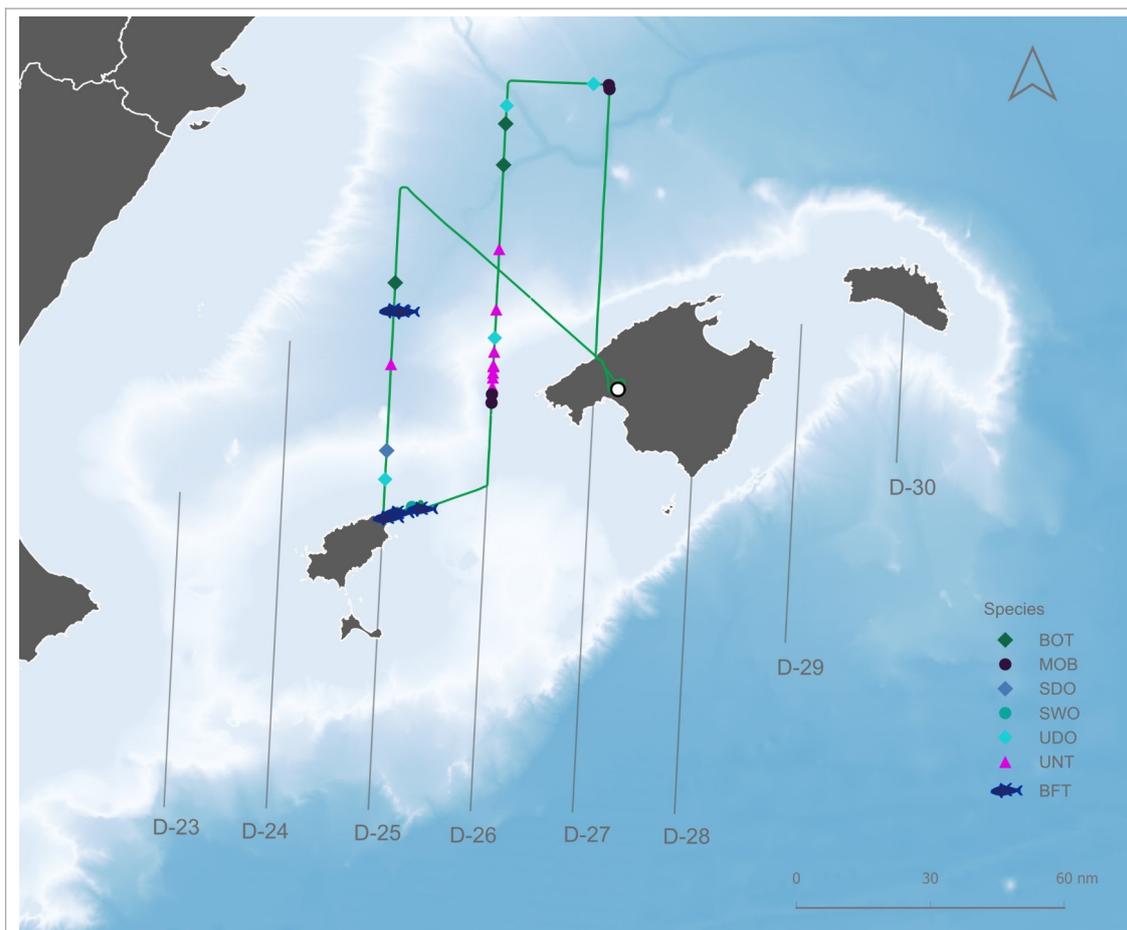
## VUELO 15

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	24-jun-25
Survey	15
Departure Time	6:45:57
Landing Time	10:42:28
Total Time	3:56:31
On effort Time	2:15:01
Off effort Time	1:41:30

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>5</b>	SDO	1
BOT	3	SWO	1
CUV	0	UDO	4
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	13
MOB	6	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	33

### Recorrido y avistamientos



Mapa 18. Vuelo 15 realizado el día 24 de junio de 2025.

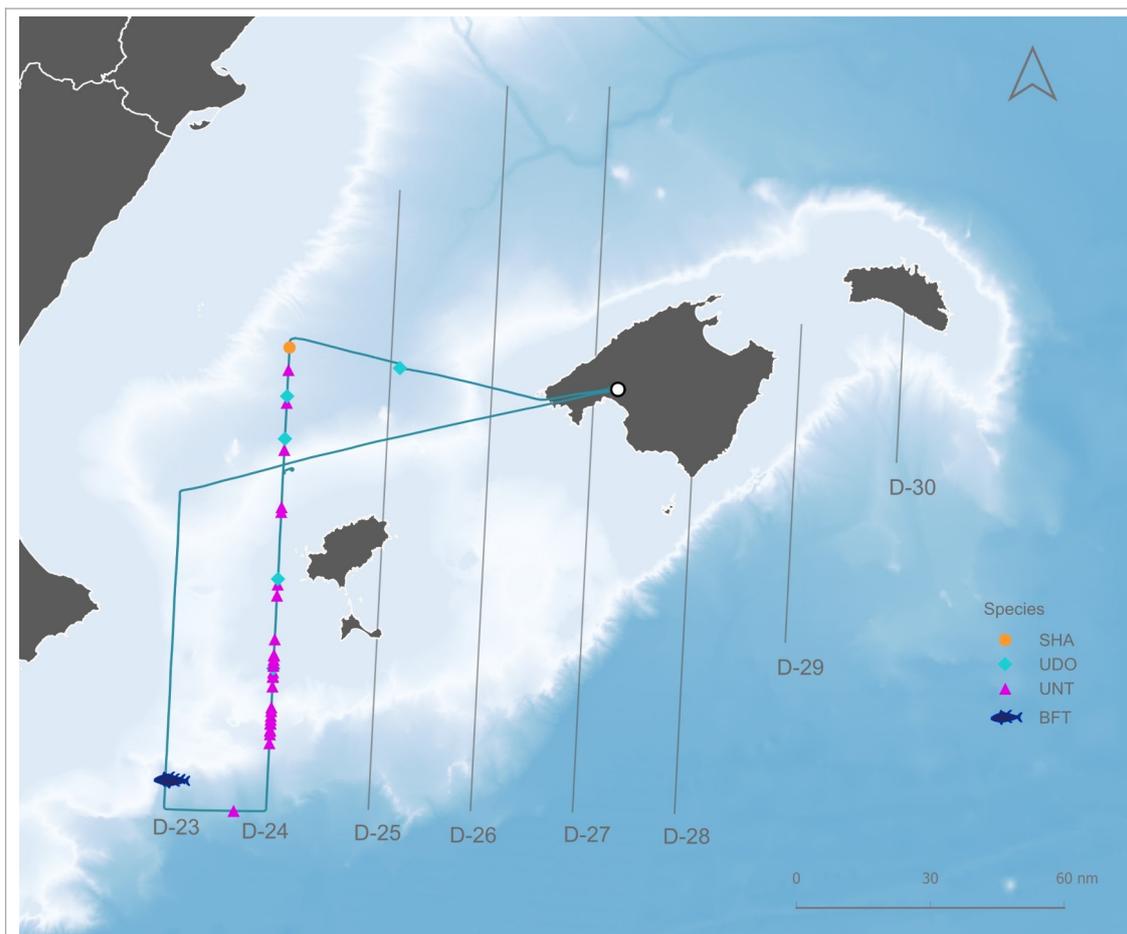
## VUELO 16

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	25-jun-25
Survey	16
Departure Time	10:49:18
Landing Time	14:39:10
Total Time	3:49:52
On effort Time	2:15:11
Off effort Time	1:34:41

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>2</b>	SDO	0
BOT	0	SWO	0
CUV	0	UDO	5
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	28
MOB	0	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	1	TOTAL	36

### Recorrido y avistamientos



Mapa 19. Vuelo 16 realizado el día 25 de junio de 2025.

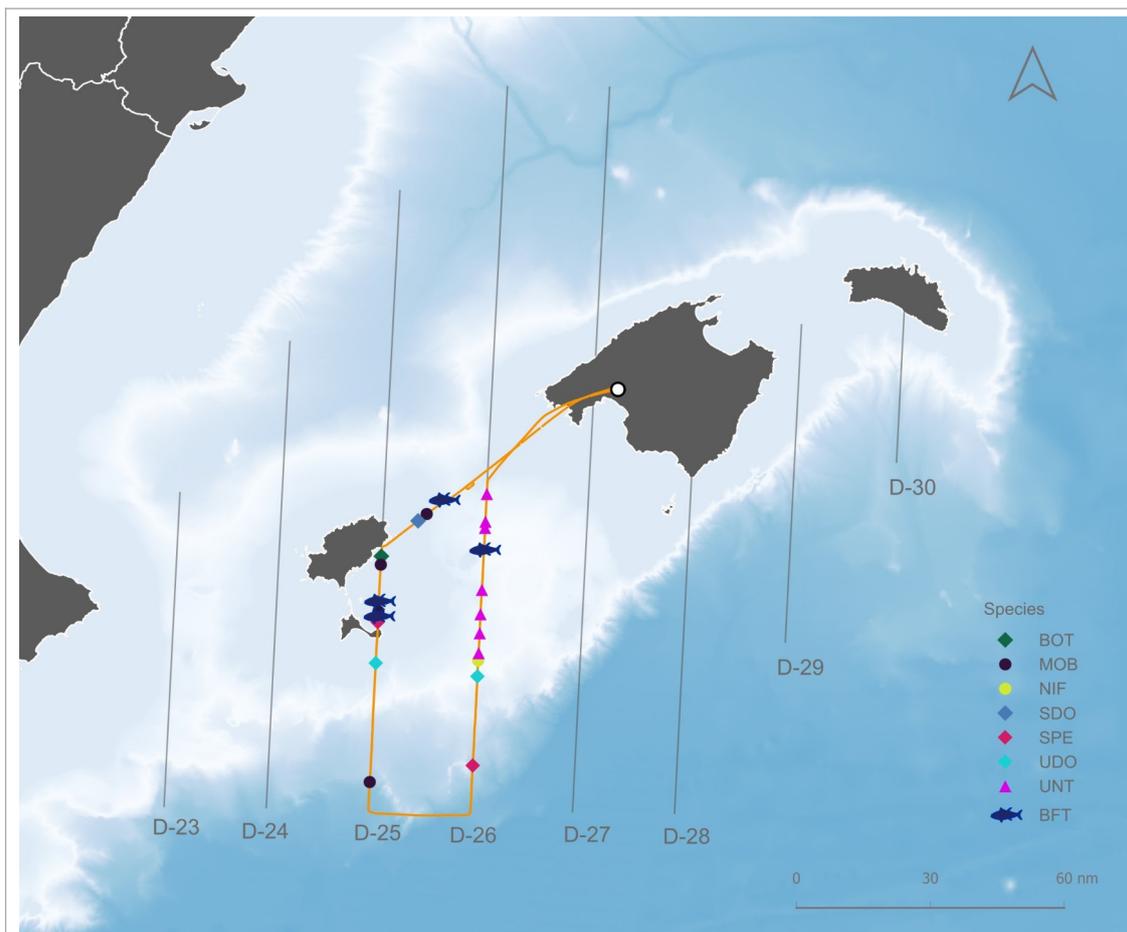
## VUELO 17

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	26-jun-25
Survey	17
Departure Time	6:49:27
Landing Time	9:37:07
Total Time	2:47:40
On effort Time	1:32:33
Off effort Time	1:15:07

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	2
<b>BFT</b>	<b>3</b>	SDO	1
BOT	1	SWO	0
CUV	0	UDO	3
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	17
MOB	7	UMM	0
NIC	0		
NIF	1		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	35

### Recorrido y avistamientos



Mapa 20. Vuelo 17 realizado el día 26 de junio de 2025.

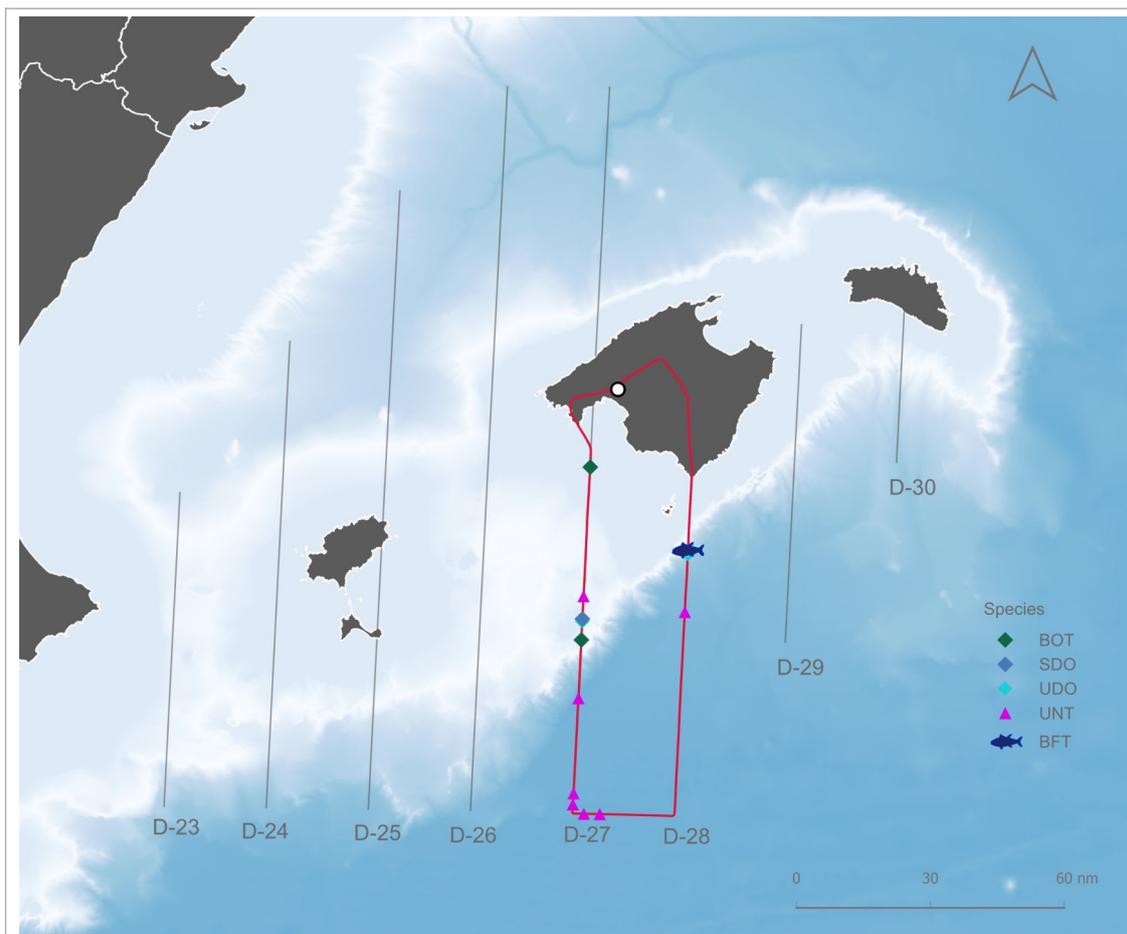
## VUELO 18

### Datos del muestreo

SURVEY DATA SUMMARY	
Date	26-jun-25
Survey	18
Departure Time	11:10:02
Landing Time	13:41:18
Total Time	2:31:16
On effort Time	1:55:57
Off effort Time	0:35:19

SIGHTINGS DATA SUMMARY			
ALB	0	SPE	0
<b>BFT</b>	<b>2</b>	SDO	1
BOT	2	SWO	0
CUV	0	UDO	2
FIN	0	UND	0
CAR	0	UNT	7
MOB	0	UMM	0
NIC	0		
NIF	0		
PIL	0		
SHA	0	TOTAL	10

### Recorrido y avistamientos



Mapa 21. Vuelo 18 realizado el día 26 de junio de 2025.

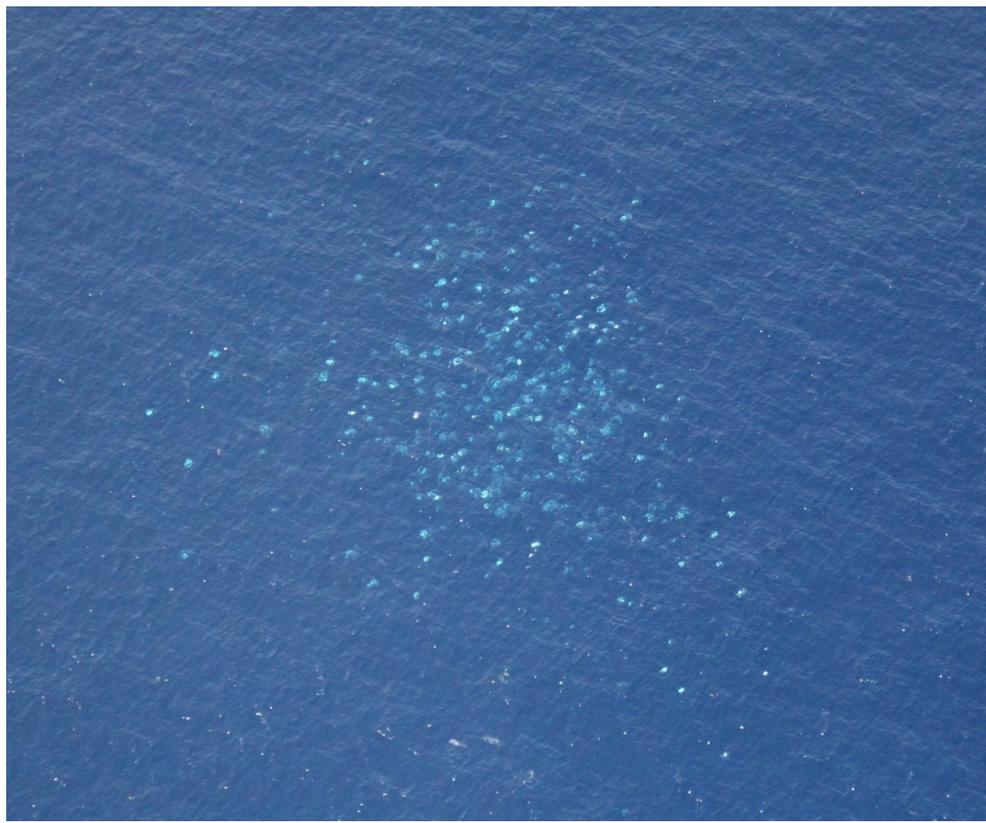
## 7. ANEXO II. FOTOGRAFÍAS



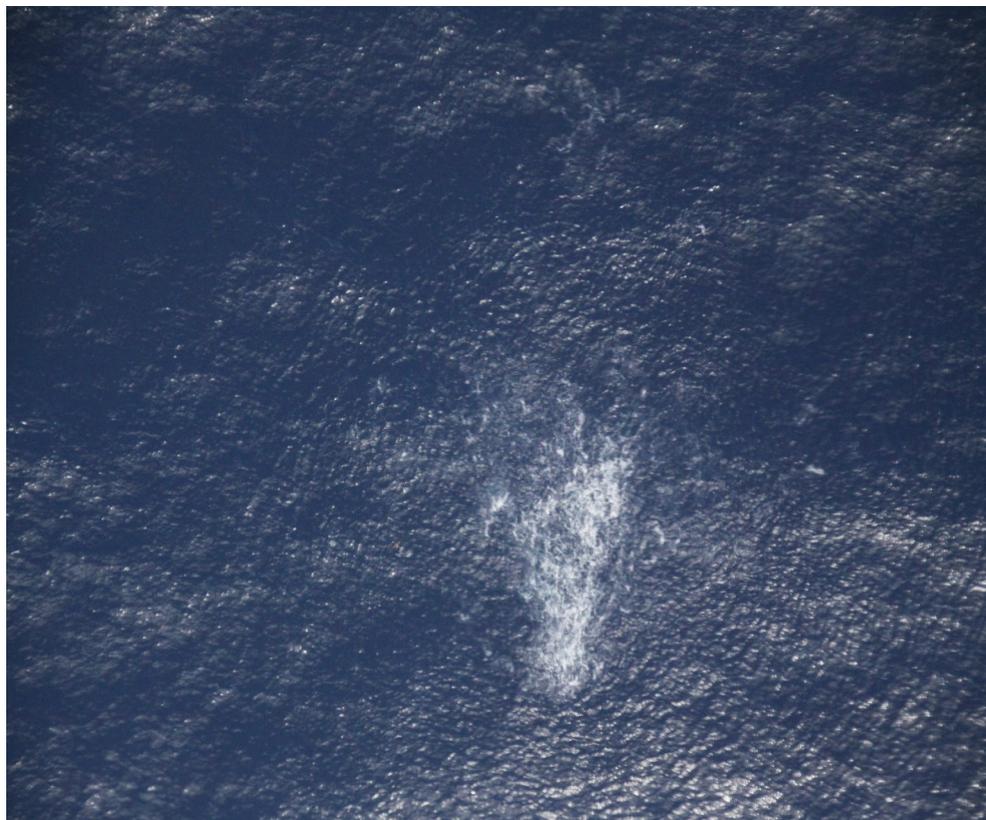
Grupo de 30 delfines mulares (*Tursiops truncatus*)



Grupo de delfines sin identificar



Grupo de 1000 atunes rojos (*Thunnus thynnus*), de entre 80 y 220 kilos



Grupo de 1000 atunes rojos (*Thunnus thynnus*), de entre 30 y 50 kilos