

# Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta - GPS Cala Morell (Menorca) junio-julio de 2010



SEO/BirdLife

INDEMARES



INDEMARES



CSIC



OCEANA

SECAC



# **Campaña de marcaje de SEO/BirdLife: Pardela cenicienta - GPS Cala Morell (Menorca) junio-julio de 2010**

## **Marcajes:**

Beneharo Rodríguez  
Juan Bécares  
Santiago Bateman  
Marcel Gil

## **Textos:**

Juan Bécares  
Beneharo Rodríguez  
José Manuel Arcos

## **Datos y mapas:**

Juan Bécares

## **Fotografías<sup>1</sup>:**

Juan Bécares

## **Coordinación:**

José Manuel Arcos

## **Dirección:**

Asunción Ruiz

---

<sup>1</sup> Pardela cenicienta *Calonectris diomedea* en la colonia de Cala Morell, Menorca. Foto: Juan Bécares

## ÍNDICE

---

<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>MATERIAL Y MÉTODOS</b> .....	4
Área de estudio y especie objetivo .....	4
Consideraciones previas sobre los emisores.....	5
Estrategia de marcaje .....	7
Censo de balsas .....	10
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	11
Esfuerzo y cobertura .....	11
Funcionamiento de los registradores de GPS .....	12
Patrones distribución, ritmos de actividad y ecología trófica .....	13
<b>CONSIDERACIONES FINALES</b> .....	18
<b>Agradecimientos</b> .....	19
<b>REFERENCIAS</b> .....	19
<b>APÉNDICE I</b> ( <i>Viajes de alimentación de cada ejemplar</i> ) .....	21
<b>APÉNDICE II</b> ( <i>Kernels de alimentación y descanso</i> ) .....	34
<b>APÉNDICE III</b> ( <i>Seguimiento diario de las horas y conteos de balsas</i> ) .....	47



## INTRODUCCIÓN

---

La Fundación Biodiversidad coordina el proyecto *Inventario y Designación De La Red Natura 2000 en Áreas Marinas del Estado Español*, INDEMARES (LIFE + 07/NAT/E/000732; 2009-2013), que cuenta también con las siguientes entidades beneficiarias: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM), Instituto Español de Oceanografía (IEO), Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), OCEANA, WWF-España (WWF), Alnitak, Coordinadora para el Estudio de los Mamíferos Marinos (CEMMA), Sociedad Española para el estudio de los cetáceos en el archipiélago Canario (SECAC) y la Sociedad Española de Ornitología (SEO/BirdLife).

Este proyecto tiene por objetivo identificar y caracterizar las áreas marinas prioritarias para su conservación en base a los criterios de las Directivas Hábitats y Aves, colaborando de esta forma al cumplimiento de las obligaciones establecidas por la Unión Europea a los Estados Miembros en materia ambiental, lo que constituye una aportación fundamental en el marco de la nueva Directiva sobre la Estrategia Marina. El trabajo se concentra en 10 áreas objetivo, pre-seleccionadas por sus valores en cuanto a hábitats y especies marinas.

La Sociedad Española de Ornitología finalizó en 2009 el proyecto *Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España* (LIFE04 NAT/ES/000049; 2004-2009), que abarcó la totalidad de las aguas españolas y permitió identificar y delimitar las zonas marinas más importantes para la conservación de las aves en España (Arcos *et al.* 2009). Este proyecto ha proporcionado una visión de conjunto que ha permitido identificar las áreas prioritarias para la conservación de las aves en aguas españolas. En total son 42 espacios que abarcan casi 43.000 km<sup>2</sup>, más otros 4 espacios (c. 15.000 km<sup>2</sup>) que *a priori* son de gran valor pero que quedaron como IBA potenciales por considerarse insuficiente la información recogida en ellos. Partiendo de esos resultados, el trabajo sobre aves debe dirigirse a:

- 1) Estudios de seguimiento a gran escala que permitan ratificar el inventario de IBA marinas, mediante: (a) confirmación (o no) de los valores orníticos de aquellas zonas *a priori* importantes, que quedaron como IBA marinas potenciales por considerarse insuficiente la información disponible; (b) comprobación de la estabilidad del inventario de IBA marinas a largo plazo, y (c) evaluación de posibles cambios en los patrones de distribución de las aves a lo largo del tiempo.
- 2) Estudios de detalle en las áreas prioritarias (IBA marinas), que proporcionen información de calidad sobre los patrones de distribución de las aves marinas a pequeña y mediana escala, sus ritmos de actividad y los usos que hacen del medio (interacciones con otros organismos y con actividades humanas, amenazas), y que en última instancia permitan desarrollar las medidas de gestión adecuadas para mantener su buen estado de conservación (o mejorarlo).

El trabajo de campo en INDEMARES, dirigido a lograr estos objetivos, se centra principalmente en la realización de censos desde embarcación y el seguimiento remoto de aves, al igual que en el proyecto precedente de IBA marinas. Asimismo se

incluyen acciones más directamente relacionadas con las actividades humanas, como encuestas, reuniones participativas, salidas en pesqueros, etc.

El objetivo final de este trabajo es el de complementar y afianzar la base establecida ya por el inventario de IBA marinas para designar la red de Zonas de Especial Protección para las Aves (ZEPA) marinas en España, que en cumplimiento de la Directiva Aves contribuye a la red Natura 2000. Dicha red debe ser coherente, cubriendo las áreas más importantes para las aves marinas en España, y requiere de la información de detalle obtenida durante el proyecto INDEMARES para la adecuada gestión de sus valores.

La presente campaña se desarrolló en una de las colonias más importantes de pardela cenicienta *Calonectris diomedea* de las islas Baleares, motivo por el cual ha sido incluida dentro de la red de IBA marina ( *Aguas del norte y oeste de Menorca* , ES418). La zona se encuentra muy próxima al área INDEMARES denominada *Canal de Menorca*, también identificada como IBA marina por ser una zona de alimentación importante para la pardela cenicienta (por lo menos para la población menorquina) y la pardela balear *Puffinus mauretanicus*, y por albergar colonias de cormorán moñudo *Phalacrocorax aristotelis* y gaviota de Audouin *Larus audouinii*. Aunque en Menorca la densidad de población es baja y las condiciones del mar en el norte no favorecen la presencia humana, existe una flota pesquera relativamente importante. Por ello conocer con detalle el uso que hacen las aves, en este caso la pardela cenicienta, de estas aguas es importante para poder establecer medidas de gestión efectivas para su conservación. Éste era el objetivo de la presente campaña, que complementa acciones de marcajes anteriores con los menos precisos emisores de vía satélite, así como con registradores de GPS. En este último caso la información previa correspondía la periodo de crecimiento de pollos (agosto-septiembre), por lo que se centró el trabajo en la época de incubación (junio-julio), de cara a complementar los datos existentes. Durante la incubación las aves pueden ser más propensas a utilizar las aguas más próximas al nido, por lo que se valoró que podía aportar datos de especial interés para el área INDEMARES del Canal de Menorca. Indirectamente también se esperó recabar información de otras áreas INDEMARES distantes ( *Cañón de Creus* y *Delta del Ebro-Columbretes* ), así como otras IBA marinas en la plataforma del levante ibérico, ya que las aves de Baleares suelen desplazarse hasta allí para alimentarse (Louzao *et al.*, 2009).

## **MATERIAL Y MÉTODOS**

### **Área de estudio y especie objetivo**

La colonia de pardela cenicienta *Calonectris diomedea* elegida para la realización de este marcaje fue la de Cala Morell, en la costa norte de la Isla de Menorca (Fig. 1). Esta costa cuenta con la mayor colonia de cría de dicha especie en todas las islas Baleares (estimada entre 1.000 y 6.000 parejas según autores, Martí & del Moral 2003), así como en el conjunto del Mediterráneo español. La zona se sitúa relativamente cerca del área INDEMARES *Canal de Menorca*, que cuenta entre sus valores a la pardela cenicienta (importante área de alimentación). La colonia de Cala Morell ya era

conocida por el equipo de campo de SEO/BirdLife, y presenta varios nidos de fácil acceso que facilitan el estudio de las pardelas.



**Figura 1.** Aspecto de la colonia de pardela cenicienta en Cala Morell,  
Foto: Juan Bécares.

### Consideraciones previas sobre los emisores

Tras el buen resultado (datos de gran precisión y elevada frecuencia) obtenido en la misma colonia de pardelas cenicientas con registradores GPS en 2007, dentro del proyecto LIFE “Áreas importantes para las aves (IBA) marinas en España (LIFE04NAT/E/000049)”, estos aparatos han sido los elegidos para desarrollar esta acción en 2010 (ver Louzao *et al.* 2009). Aún así se han aprovechado las mejoras desarrolladas por el mismo fabricante, Earth & Ocean Ltd, para probar dos nuevos modelos de registradores:

- GPS de peso similar a los de 2007 (c. 23-25 g) pero con batería de mayor capacidad. Esto permite una mayor duración de los aparatos durante el marcaje y/o una mayor frecuencia de localizaciones.
- GPS más ligeros (15 g), con la misma batería que los de 2007, si bien la precisión es ligeramente inferior (dentro de lo aceptable para GPS, error de <100m). Éstos se usaron principalmente en gaviotas de Audouin, más pequeñas, pero se pudieron reutilizar en parte con las pardelas.

Estos dispositivos están encapsulados (Fig. 2) de forma que pueden resistir buceos de hasta 15 o 20 m de profundidad. Son relativamente fáciles de programar (Fig. 3), pudiendo ajustarse la frecuencia de registros y, si se considera oportuno, la desactivación del aparato por un periodo de tiempo dado cuando el GPS no capta señal (ver detalles más adelante).



Figura 2. Registradores de GPS pequeños utilizados previamente con gaviota de Audouin. Foto: Juan Bécares.

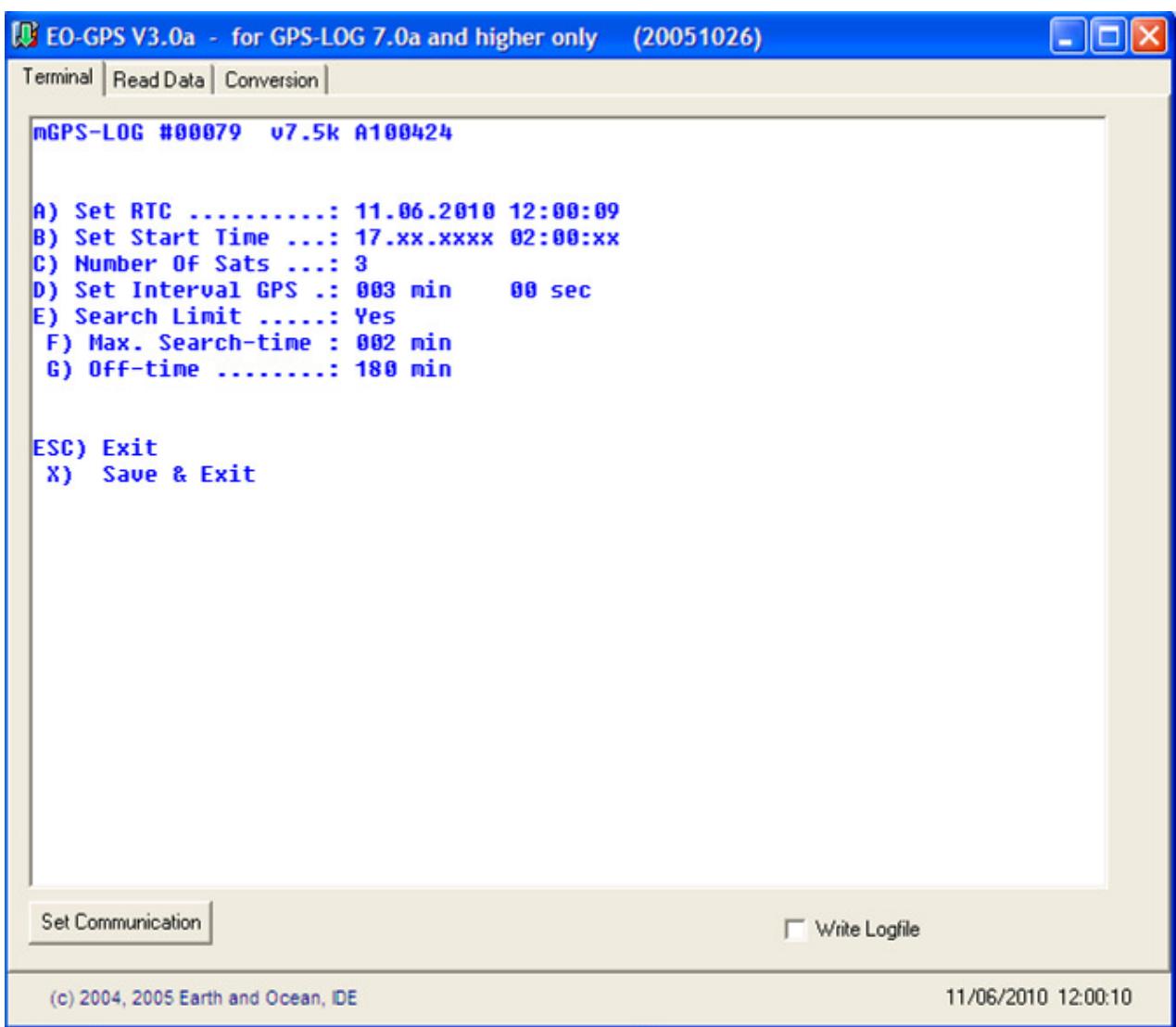
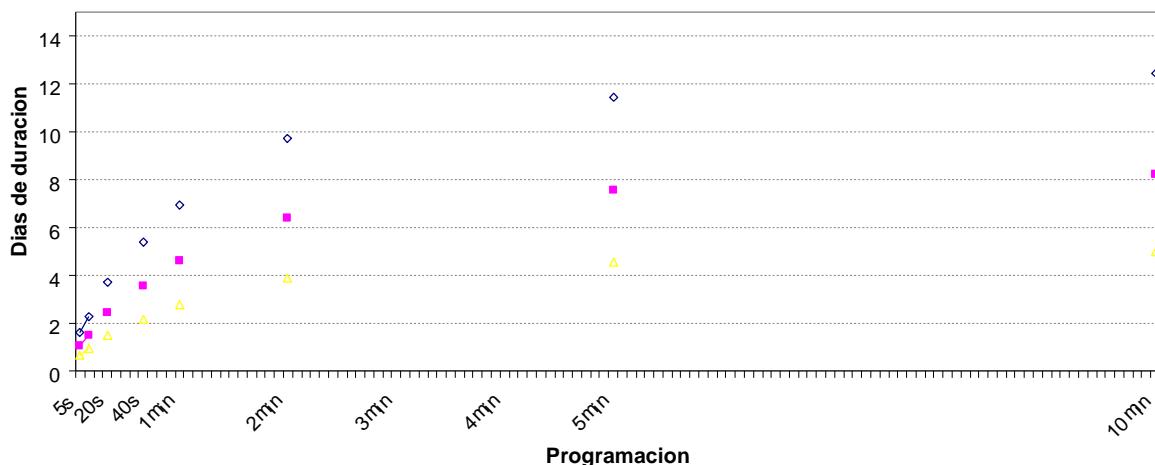


Figura 3. Ejemplo de programación con el software EO\_GPS de un registrador de GPS conectado al PC.

La duración de la batería de los GPS está relacionada con la frecuencia de registros, aunque la relación no es lineal (Fig. 4). El detalle sería máximo de programar los aparatos en continuo (con posiciones cada segundo), pero en tales condiciones la batería duraría poco más de un día. Al aumentar el tiempo entre localizaciones aumenta la duración de la batería, pero no de forma lineal, pues cuanto más tiempo transcurre entre una localización y otra, más gasta el GPS en ponerse a punto (posicionarse). Antes de usar los aparatos en el campo, por tanto, se probaron para valorar cual era la programación óptima (Fig. 4). Asimismo se fueron haciendo ajustes a medida que se recogían resultados.



**Figura 4.** Pruebas realizadas antes de los marcajes sobre la duración estimada de funcionamiento de los GPS de batería grande para pardela cenicienta, en función de la frecuencia de registro y de la posible interrupción de funcionamiento por encontrarse el ejemplar incubando dentro de la hora. Azul: duración sin cortes (sin que entre al nido); rosa: tres días sin cobertura (simulando que el ejemplar está incubando), y programado para que si en un minuto no encuentra cobertura la batería se apague tres horas; amarillo: tres días sin cobertura y programado para que si en dos minutos no encuentra batería se apague tres horas.

La elevada precisión de los GPS (con errores inferiores a 100 m, por norma  $<25$  m) supone un gran avance respecto a otros sistemas de seguimiento remoto, inclusive los PTT, que pese a haber sido empleados como aparatos de cierta precisión, su error puede ascender a cientos de metros o incluso unos pocos km. Esta mejora permite conocer con mucha mayor precisión los patrones de utilización del hábitat por parte de las aves marcadas, así como inferir su comportamiento. La principal desventaja de los GPS frente a los PTTs es que se necesita recapturar el ave para descargar la información, lo que no supone un inconveniente en el caso de la pardela cenicienta. Otra desventaja es el sistema de alimentación, ya que los GPS llevan una batería interna de duración limitada que no permite un seguimiento prolongado, mientras que los PTT pueden llevar alimentación solar.

### Estrategia de marcaje

Los esfuerzos de marcaje se han dirigido a completar los datos obtenidos durante el proyecto LIFE de IBA marinas (en 2007), cuando se estudiaron los movimientos de las pardelas cenicientas de Cala Morell durante la época de crecimiento de los pollos (agosto-septiembre). En esta ocasión se ha marcado durante el periodo de incubación, cuando los viajes de alimentación pueden responder a una estrategia distinta. El

principal objetivo era estudiar la utilización de las aguas del canal de Mallorca-Menorca por parte de las pardelas cenicientas de Menorca al inicio de la reproducción, si bien se esperaba también recoger información para otras zonas INDEMARES y/o IBA marinas de Baleares y del levante ibérico. Se realizaron dos rondas de marcaje y recuperación para incrementar el tamaño de muestra, variando entre ellas la programación de los registradores GPS (Tabla 1).

Los aparatos se programaron con frecuencias de registro de entre 2,5 y 10 minutos, en función del tamaño del GPS (modelo pequeño o grande) y de la experiencia acumulada (hacia el final de los marcajes se programaron con frecuencias más bajas, para garantizar que las aves completaban sus viajes). El principal problema logístico de los marcajes durante el periodo de incubación es que las aves pueden permanecer varios días dentro de la hora, hecho que puede reducir mucho la autonomía del registrador de GPS si el marcaje se realiza justo cuando se produce el relevo y el ejemplar marcado es el que se queda incubando (ya que el emisor no tiene cobertura dentro de la hora y gasta batería constantemente). Para minimizar este problema, los registradores de GPS colocados en la primera tanda se programaron de manera que si en un minuto no encontraban cobertura se apagaron durante tres horas. La medida fue eficaz en este sentido, ya que las baterías en ejemplares que permanecieron más de cinco días en la hora aguantaron posteriormente hasta más de 10 días en el mar. Por el contrario esta programación provocó grandes vacíos de información, ya que los GPS perdían cobertura en el mar con mayor facilidad que en las pruebas realizadas en tierra (probablemente por activarse el GS en periodos de buceo). Tras la recuperación de los primeros dispositivos, se decidió cambiar la programación, incrementando el periodo de búsqueda a tres minutos para apagarse durante 5 horas (Tabla 1).



**Tabla 1.** Programación de los registradores GPS utilizados en el seguimiento de la pardela cenicienta en Menorca.

	id	GPS	hura	anilla	Día inicio	Hora inicio	Programación (min)		
							Entre grabaciones	Búsqueda de señal	Apagado durante
Primera ronda	1	72	01	6170651	18.VI	2:00	2,5	1	180
	2	67	02	6059713	18.VI	2:00	2,5	1	180
	3	70	03	6059711	18.VI	2:00	2,5	1	180
	4	77	04	6170652	18.VI	2:00	2,5	1	180
	5	74	05	6170653	18.VI	2:00	2,5	1	180
	6	81	06	6059702	18.VI	2:00	2,5	1	180
	7	68	07	6170654	18.VI	2:00	2,5	1	180
	8	80	08	6170655	18.VI	2:00	2,5	1	180
	9	78	09	6170656	18.VI	2:00	2,5	1	180
	10	73	07	6098800	19.VI	2:00	2,5	1	180
	11	58	06	6059708	19.VI	2:00	2,5	1	180
	12	76	04	6170657	19.VI	2:00	2,5	1	180
	13	79	08	6082142	19.VI	2:00	2,5	1	180
	14	69	02	6059703	19.VI	2:00	2,5	1	180
	15	59	11	6170658	19.VI	2:00	2,5	1	180
	16	75	10	6170659	19.VI	2:00	2,5	1	180
	17	71	12	6170660	19.VI	2:00	2,5	1	180
Segunda ronda	18	81	05	6079513	25.VI	2:00	5	2	180
	19	57	03	6170668	25.VI	2:00	10	2	180
	20	73	10	6170667	25.VI	2:00	5	2	180
	21	64	01	6059710	25.VI	2:00	10	2	180
	22	59	14	6170662	26.VI	2:00	10	3	300
	23	71	20	6082181	27.VI	2:00	5	3	300
	24	80	18	6170664	27.VI	2:00	5	3	300
	25	77	19	6170665	27.VI	2:00	5	3	300
	26	67	15	6126103	27.VI	2:00	5	3	300
	27	70	16	6082151	27.VI	2:00	5	3	300
	28	69	15	6170670	30.VI	23:50	5	3	300
	29	74	21	6170669	30.VI	23:50	5	3	300
	30	75	22	6170671	3.VII	2:00	5	3	300

El sistema de anclaje consistió en la sujeción del aparato a las plumas del dorso del ave mediante un tipo especial de cinta adhesiva (TESA). El emisor queda fijado a las plumas del dorso, a la altura de la columna vertebral, de forma estable. En caso de extraviarse el ave, el emisor se pierde durante la muda de las plumas del dorso, evitando que su fijación prolongada pueda causar daños a largo plazo. Asimismo, el sistema de fijación y de retirada del aparato es sencillo, y reduce las molestias de manipulación. Una vez montados sobre el ave, los registradores de GPS incrementaban su peso en casi 5g, ya que se incluye el peso de la cinta TESA y la placa de metacrilato (Fig. 5). Aún así, todos ellos son adecuados para el marcaje de pardela cenicienta (ver Wilson *et al.* 2002, Phillips *et al.* 2003). La captura de las aves (adultos reproductores) se realizó a mano directamente en las huras, realizándose siempre la retirada y colocación de los registradores GPS al anochecer o durante la noche.

El análisis de la información se realizó siguiendo las directrices del programa *Tracking Ocean Wanderers* (BirdLife International, 2004), utilizando como unidad de muestreo el viaje. Esto es, para individuos reproductores, cualquier salida del nido, que puede oscilar entre uno y varios días, presumiblemente con fines de alimentación. Es decir, cada ave marcada realizaba *a priori* un viaje de alimentación, que puede durar hasta 15-20 días, a la vuelta del cual se le retiraba el emisor para ser colocado en otro ejemplar, evitando así un efecto prolongado sobre un individuo en particular. Para minimizar las molestias al ave por manipulación, los emisores no se han recuperado hasta haber transcurrido un mínimo de cinco días desde su marcaje. Como los ejemplares mientras están incubando permanecen durante el día en el nido, la revisión de éstos se realizó a última hora de la tarde cada día entre el 17 de junio y el 13 de julio, de manera que se podía controlar la tasa de relevo de cada uno de los nidos y a la vez saber en qué momento regresaba o se iba al mar el ejemplar marcado (APÉNDICE III). Como en algunos casos los ejemplares volvían al nido por la noche pero no realizaban el relevo, algunos ejemplares tienen más de un viaje (observado a partir de los datos obtenidos con el GPS).

### Censo de balsas

De manera paralela al marcaje, durante la campaña se realizaron censos regulares de las balsas de pardelas que se forman frente a la colonia. Estas balsas pueden ser una forma indirecta de estimar el número de parejas en la colonia, si se conoce la proporción de aves que visita cada noche la colonia en función de una serie de factores (fase lunar, meteorología, etc.) y, de éstas, qué proporción de individuos entra a formar parte de las balsas en horas de luz. Mediante la combinación de los datos de GPS con la de los censos se puede afinar en la estimación de estos factores de corrección, lo que permitiría poder obtener una estimación del número de parejas de la colonia de estudio, y aplicar los resultados a otras colonias. Así, se realizaron cada día tres censos de balsas (Fig. 6) que se forman frente a la colonia de cría al atardecer, en concreto dos horas antes de la puesta de sol, una hora antes y con la puesta de sol (APÉNDICE III), para ver el incremento de ejemplares a medida que avanza la tarde y poder así cotejar estos datos con los de seguimiento remoto.



**Figura 6.** Balsas de pardela cenicienta frente a la colonia de Cala Morell, Menorca. Foto: Juan Bécares.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Esfuerzo y cobertura

En total se marcaron 30 pardelas cenicientas en 22 nidos (Tabla 2) situados cerca de Cala Morell, en la isla de Menorca. De estos 30 marcas, 17 se realizaron en la primera tanda y el resto en la segunda (Tablas 1 y 2). De esta segunda ronda, al final se retiraron dos GPS antes de que el ave saliera al mar, ya que el relevo no se producía y además de haber perdido mucha batería, se reducía mucho la probabilidad de recaptura antes del final de campaña. Por lo tanto 28 pardelas salieron al mar equipadas con GPS. De éstas se llegaron a recuperar 26 ejemplares (todos con el registrador GPS), de los que 25 dieron datos validos.

**Tabla 2.** Detalles del seguimiento de las 30 pardelas cenicientas marcadas con GPS en Cala Morell en junio-julio de 2010: localización del nido, anilla, biometría del pico (Alt: altura del pico en el centro; Long: longitud total del pico), y fechas, peso y hora de colocación y retirada del GPS.

GPS	Hura	Anilla	Sexo	Pico		Colocación			Retirada	
				Alt	Long	Fecha	Peso	Hora	Fecha	Peso
81	06	6059702	m	13,65	52,55	17/06/10	745	23:42	23/06/10	670
69	02	6059703	m	13,34	50,91	18/06/10	710	22:33	29/06/10	635
58	06	6059708	h	13,46	48,93	18/06/10	585	21:30	10/07/10	540
64	01	6059710	h	11,96	46,53	24/06/10	620	22:54	06/07/10*	490
70	03	6059711	m	13,30	51,90	17/06/10	645	22:25	30/06/10	630
67	02	6059713	h	12,04	47,84	17/06/10	640	22:30	25/06/10	500
81	05	6079513	m	15,00	55,90	24/06/10	675	21:40	11/07/10	715
79	08	6082142	m	14,77	50,54	18/06/10	750	22:11	13/07/10	-
70	16	6082151	h	12,95	49,70	30/06/10	510	20:03	12/07/10	-
71	20	6082181	m	14,26	53,47	26/06/10	760	19:10	06/07/10	640
73	07	6098800	m	15,14	51,93	18/06/10	685	20:54	23/06/10	655
67	15	6126103	h	11,99	48,90	26/06/10	560	20:00	05/07/10	585
72	01	6170651	m	13,69	52,52	17/06/10	670	21:30	07/07/10	705
77	04	6170652	m	17,51	55,45	17/06/10	775	22:45	25/06/10	710
74	05	6170653	h	12,75	48,38	17/06/10	605	23:05	29/06/10	550
68	07	6170654	h	12,84	49,17	18/06/10	630	0:14	03/07/10	600
80	08	6170655	h	13,43	47,75	18/06/10	590	0:55	25/06/10	500
78	09	6170656	m	15,09	50,94	18/06/10	705	2:06	24/06/10	680
76	04	6170657	m	13,02	48,9	18/06/10	625	21:50	No recuper.	
59	11	6170658	h	11,70	48,27	18/06/10	600	23:04	24/06/10	635
75	10	6170659	m	14,49	52,57	18/06/10	590	23:45	02/07/10	-
71	12	6170660	h	11,56	47,66	19/06/10	630	0:09	08/07/10	600
59	14	6170662	h	12,20	47,90	25/06/10	640	19:07	07/07/10	640
80	18	6170664	h	12,15	47,30	26/06/10	570	19:30	08/07/10	540
77	19	6170665	h	13,93	46,00	26/06/10	490	19:40	No recuper.	
73	10	6170667	h	12,34	46,18	24/06/10	535	22:31	12/07/10	-
57	03	6170668	h	13,08	47,62	24/06/10	590	21:55	07/07/10	-
74	21	6170669	h	-	-	30/06/10	550	21:26	08/07/10	565
69	15	6170670	m	-	-	30/06/10	600	21:11	10/07/10**	675
75	22	6170671	h	12,51	44,17	02/07/10	480	20:45	05/07/10*	-

\* Se retira el GPS antes de que salga al mar, \*\* sin datos.

## Funcionamiento de los registradores de GPS

El funcionamiento de los registradores de GPS se considera muy satisfactorio, con un total de 47.649 localizaciones acumuladas entre las 25 pardelas que dieron datos (Tabla 3), y que muestran de forma muy detallada los patrones de movimiento de estas aves durante el periodo de incubación. Únicamente cabe mencionar el problema de algunas interrupciones durante los viajes de alimentación debido a la pérdida de cobertura en alta mar (probablemente por estar las aves bucenado). Este problema se redujo en la segunda ronda de marcas, al cambiar la programación de los aparatos para que tardaran más tiempo en apagarse en caso de no encontrar cobertura.

**Tabla 3.** Número de viajes, localizaciones y cortes (tanto por desconexión en el mar como entrada a la colonia) obtenidas para cada uno de los ejemplares de pardela cenicienta marcados.

HURA	anilla	Número de		
		viajes	localizaciones	cortes
06	6059702	3	1402	9
02	6059703	2	3026	19
06	6059708	1	1174	22
01	6059710	-	-	-
03	6059711	2	2381	14
02	6059713	1	89	2
05	6079513	1	2853	7
08	6082142	13	5641	50
16	6082151	5	2246	4
20	6082181	1	1651	0
07	6098800	1	787	8
15	6126103	2	1648	0
01	6170651	1	2650	28
04	6170652	2	394	7
05	6170653	1	2479	17
07	6170654	2	3309	23
08	6170655	1	147	1
09	6170656	1	1017	8
04	6170657	-	-	-
11	6170658	1	85	4
10	6170659	2	3176	19
12	6170660	1	2567	3
14	6170662	1	1114	0
18	6170664	1	2141	4
19	6170665	-	-	-
10	6170667	1	978	1
03	6170668	1	2849	4
21	6170669	1	1845	2
15	6170670	-	-	-
22	6170671	-	-	-

Si contar estas interrupciones, y contando que el ave estuviera todo el tiempo en el mar, el número de localizaciones por día y ave rondó las 490 si el registro de posiciones era cada 2,5 minutos, 245 con frecuencias de 5 minutos, y las 132 con frecuencias de 10 minutos (ver Tablas 1 y 3).

### Patrones distribución, ritmos de actividad y ecología trófica

Los resultados de los viajes realizados por las pardelas marcadas en esta campaña se presentan de forma resumida en las Figuras 7-14, y con más detalle en los Apéndices I y II. Las Figuras 7 y 8 muestran las localizaciones obtenidas para el conjunto de aves marcadas ( $n = 25$  exs), de forma conjunta (Fig. 7) y con más detalle para el área de Baleares (Fig. 8). Para esta última zona se representa también las áreas más utilizadas mediante un kernel global (Fig. 9), realizado a partir de todas las localizaciones de descanso y alimentación (ver Apéndice II). Para representar de manera conjunta los datos también se ha realizado una representación mediante cuadrículas en las que cada una de ellas muestra el número mínimo de ejemplares que la han utilizado en algún momento (Fig. 10, detalle en la Fig. 11) o el número mínimo de ejemplares teniendo en cuenta el número de días por ejemplar (Fig. 12, y Fig. 13 para detalle). Estos datos deben entenderse como mínimos, ya que los cortes producidos por pérdida de cobertura pueden haber provocado que para algunas cuadrículas consten menos viajes de los que realmente han recibido. Finalmente, la Figura 14 combina datos de uso de cuadrículas por ave y día con los resultados de censos directos en la campaña MEDITS, realizada en las mismas fechas (junio de 2010)

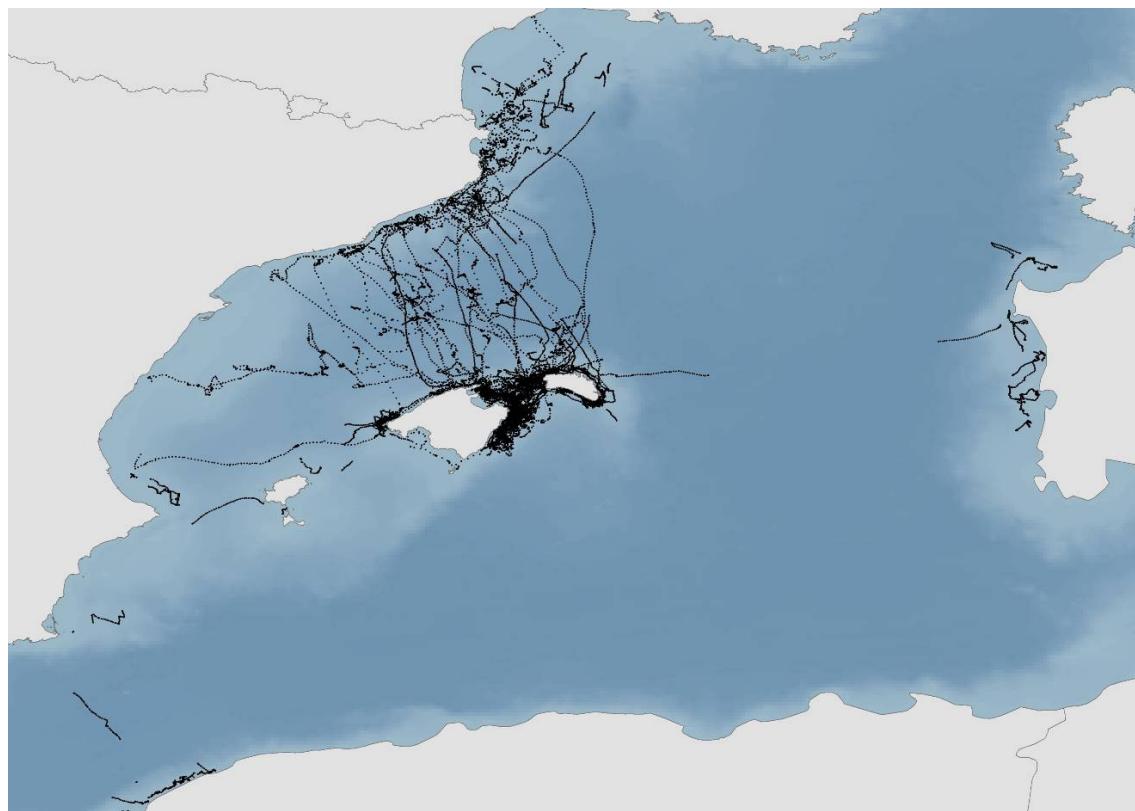
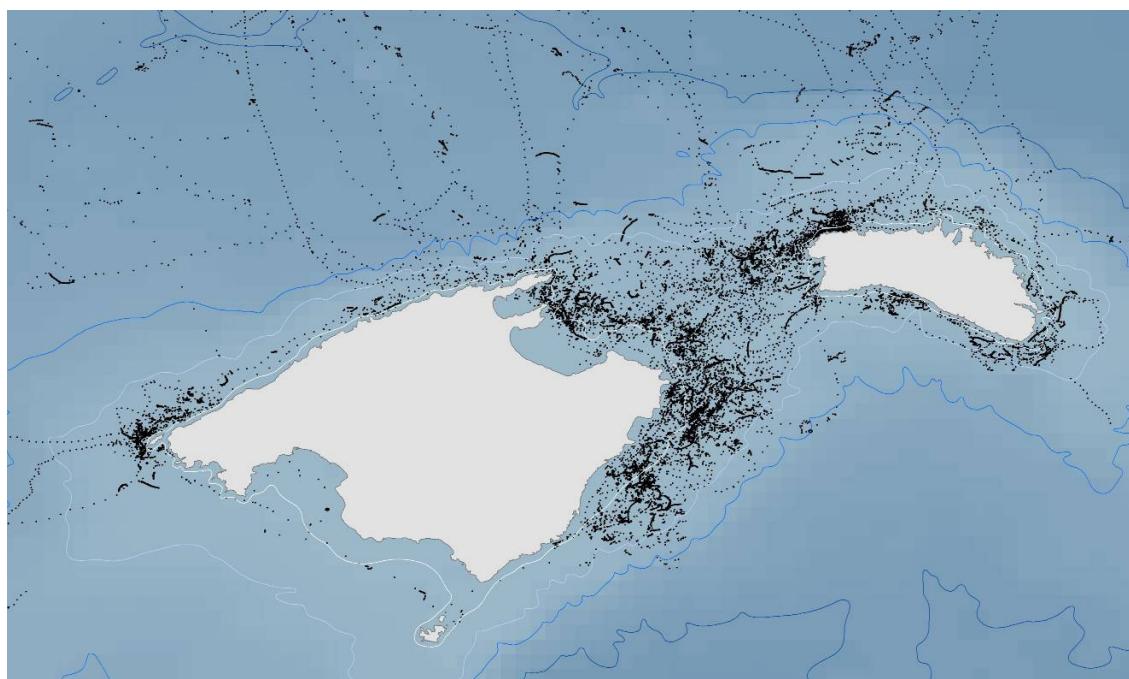
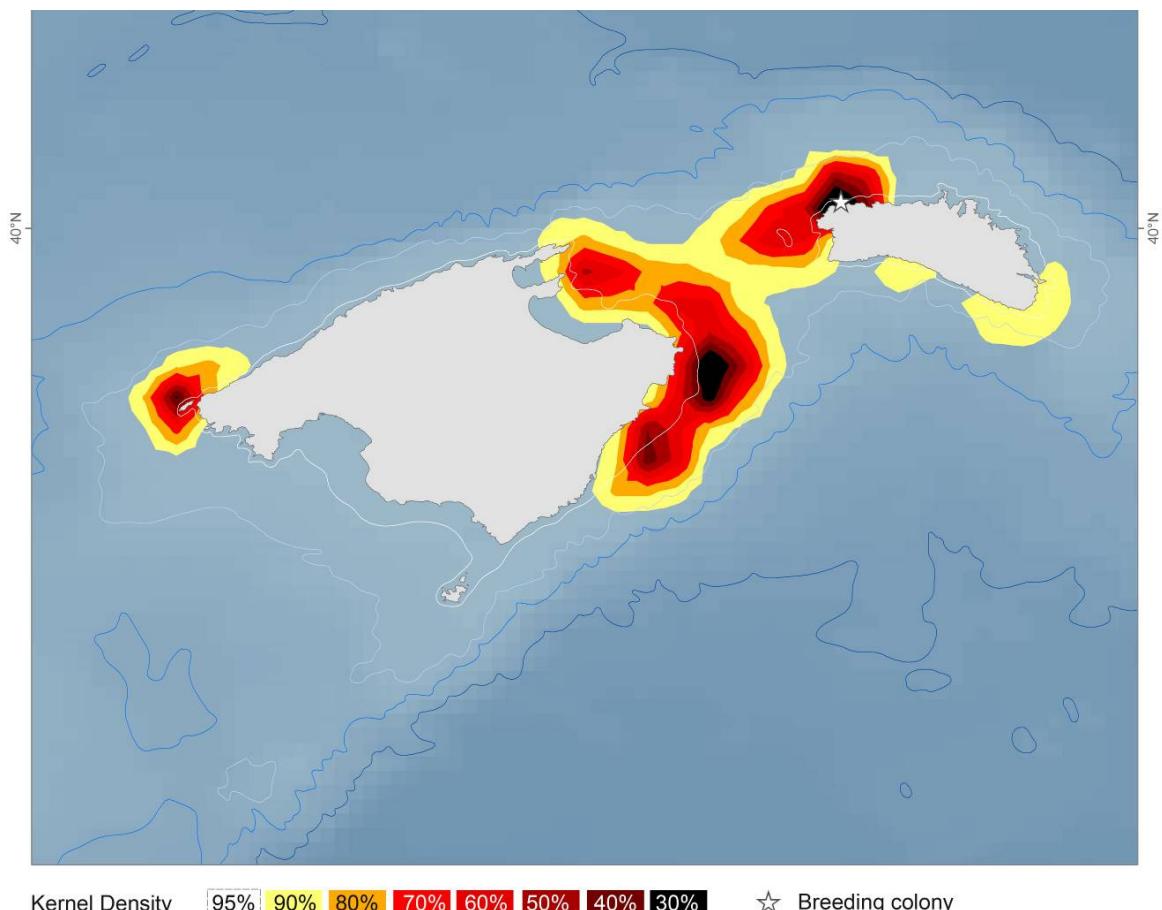


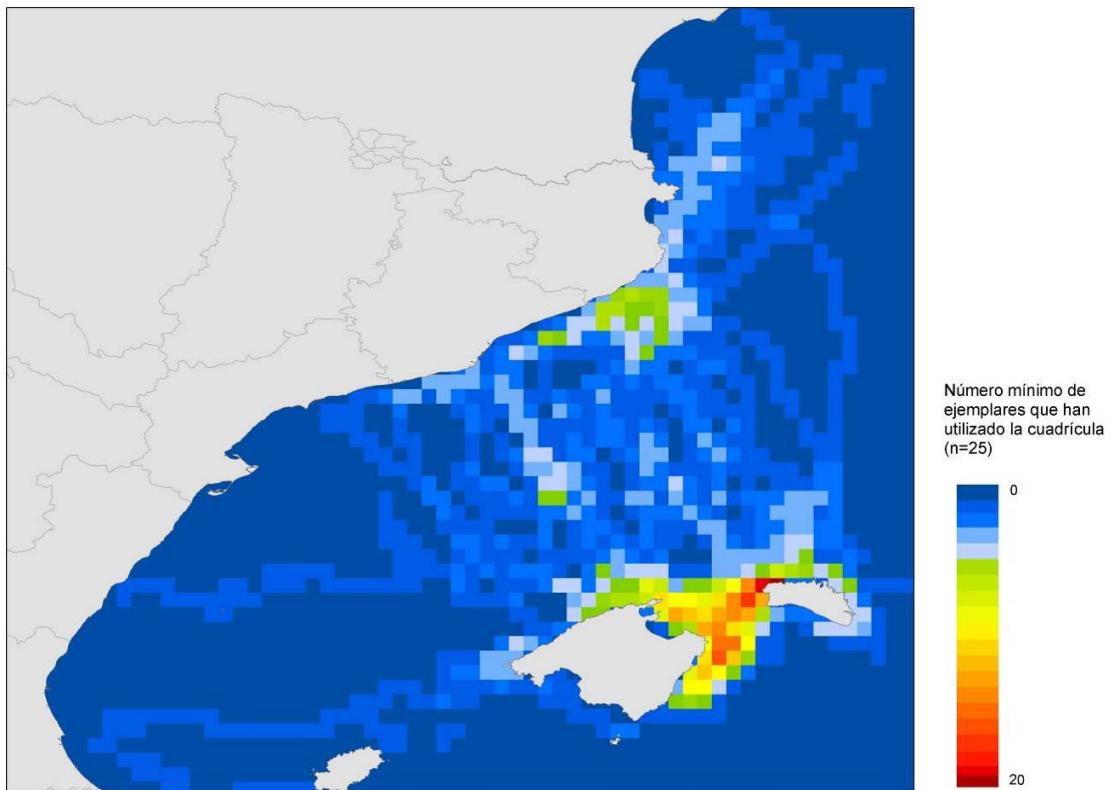
Figura 7. Totalidad de las localizaciones de pardela cenicienta marcadas en Menorca en 2010.



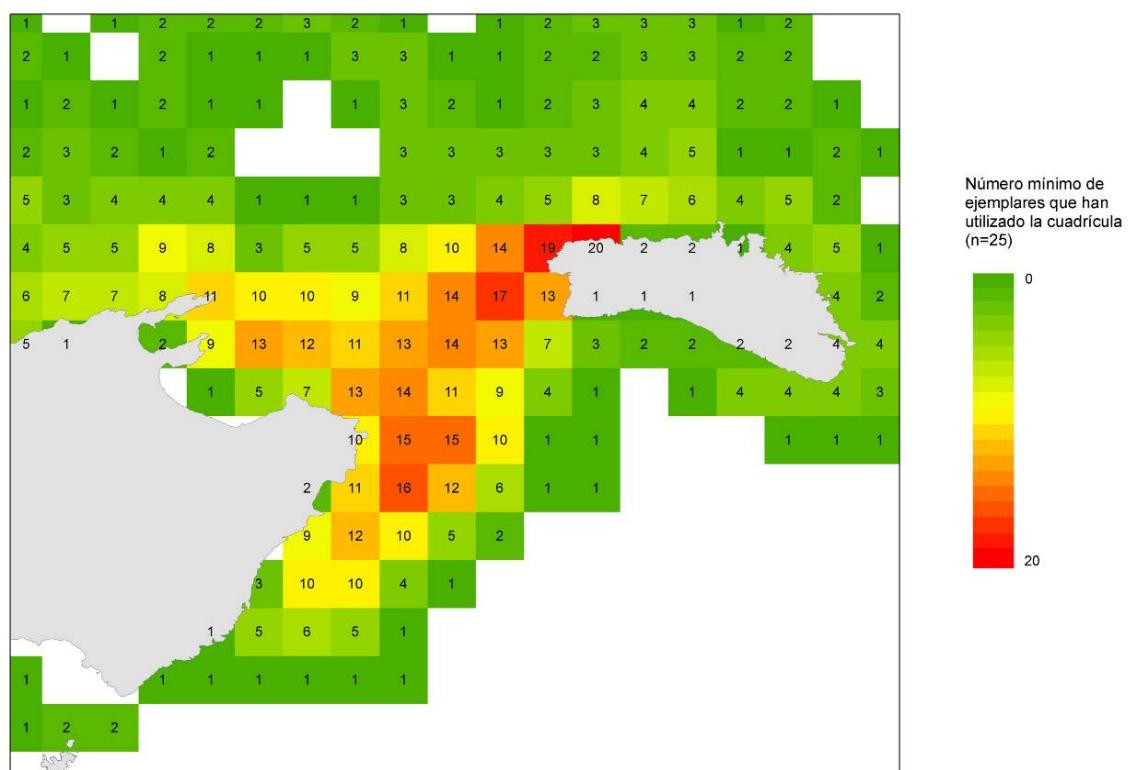
**Figura 8.** Detalle de la zona de mayor concentración de localizaciones.



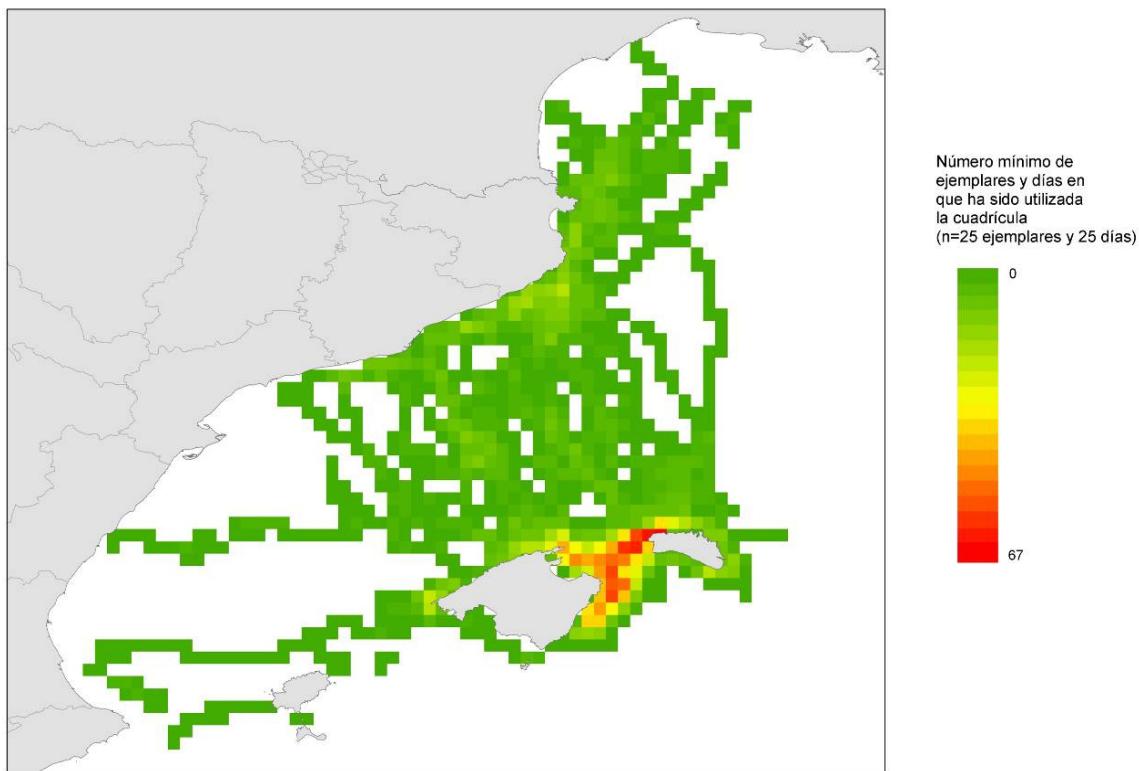
**Figura 9 .** Principales zonas de alimentación y descanso de las pardelas cenicientas reproductoras en Menorca durante el periodo de incubación.



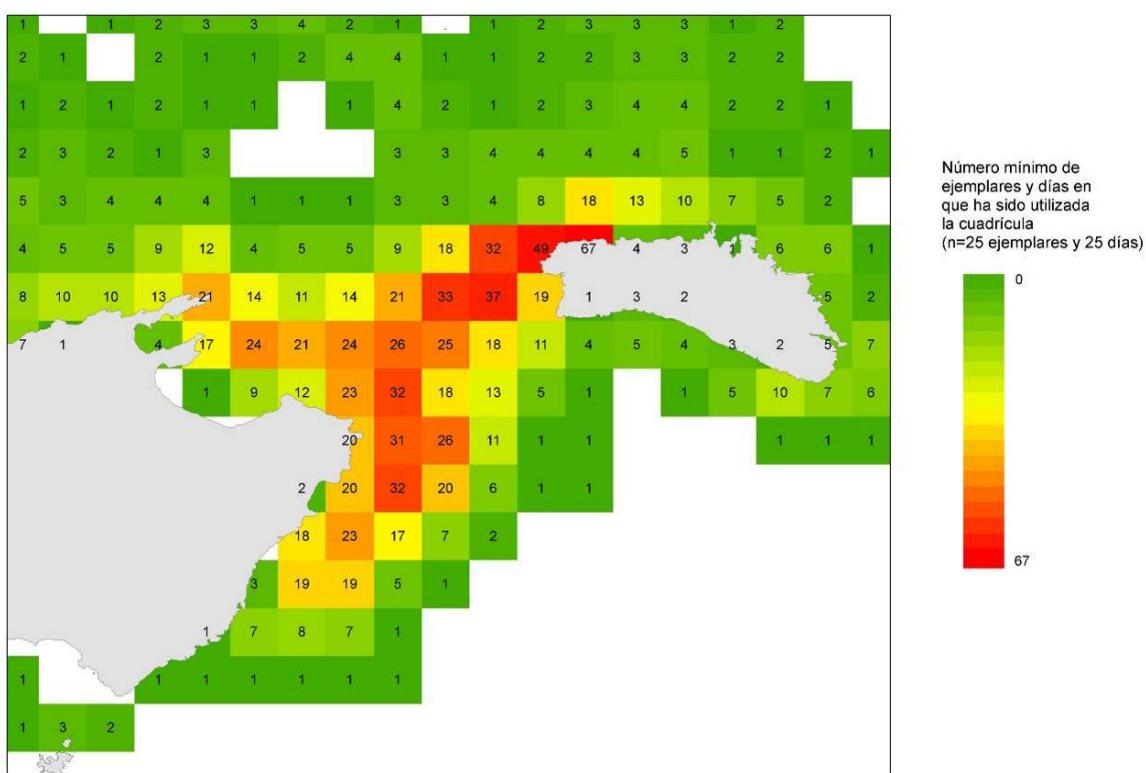
**Figura 10.** Cuadrículas de 5x5 millas náuticas donde se muestra el número mínimo de ejemplares de pardela cenicienta que ha utilizado en algún momento la cuadrícula.



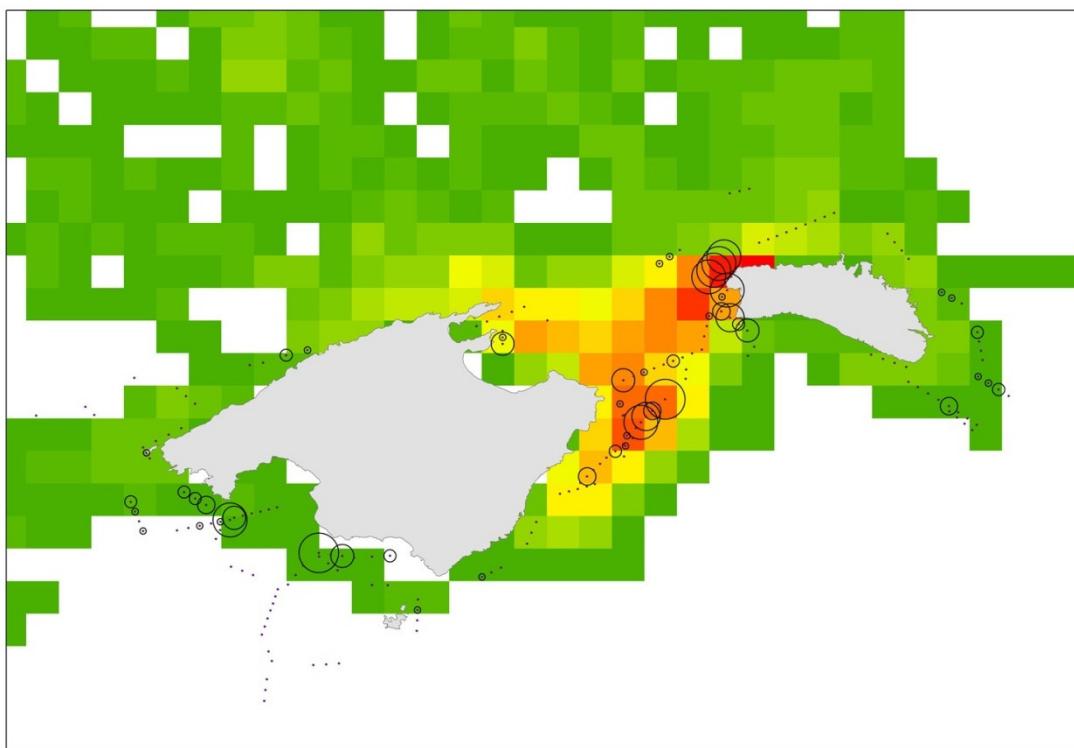
**Figura 11.** Detalle del canal de Mallorca-Menorca donde se muestran las cuadrículas de 5x5 millas náuticas con el número mínimo de ejemplares que ha utilizado cada cuadrícula. El número indica los ejemplares diferentes que han pasado por esa cuadrícula.



**Figura 12.** Principal área de estudio donde se muestran las cuadrículas de 5x5 millas náuticas con el número mínimo de ejemplares y días que ha utilizado la cuadrícula.



**Figura 13.** Detalle del canal de Mallorca-Menorca donde se muestran las cuadrículas de 5x5 millas náuticas con el número mínimo de ejemplares y días que ha utilizado la cuadrícula. El número indica el número de días y de ejemplares diferentes que han pasado por esa cuadrícula.



**Figura 14.** Principal área de estudio donde se muestran las cuadrículas de 5x5 millas náuticas con el número de ejemplares mínimo que ha utilizado la cuadrícula, a la vez que se representan las densidades de pardelas cenicientas observadas durante la campaña MEDITS de junio de 2010 (círculos de tamaño proporcional a la densidad).

Una proporción elevada de las aves marcadas se alimentó en aguas del Canal de Menorca, si bien también se registraron varios viajes a otras áreas más distantes. En el Canal de Menorca las áreas más utilizadas corresponden al oeste de Menorca (dentro de la IBA *Aguas del norte y oeste de Menorca* , ES418) y la zona más suroriental del canal, al este de la IBA *Aguas del Norte de Mallorca* (ES417). Ambas zonas coinciden con elevadas densidades de pardela cenicienta observadas durante los censos de la campaña MEDITS (junio de 2010), reforzando su valor. En el caso de la primera, los datos contrastan con los obtenidos en agosto-septiembre de 2007, cuando los viajes se concentraron principalmente en la zona norte de la isla. Queda por ver si el patrón observado es estable (propio del período de incubación) o se debe a un fenómeno temporal (anual), ya que las grandes densidades de aves en esta zona se relacionaron con elevada presencia de atunes, con los que las pardelas interaccionarían para alimentarse, y cuya localización también puede variar temporalmente. En el contexto de Baleares también cabe resaltar la importancia como zona de alimentación del suroeste de Mallorca (Fig. 9), coincidiendo con la otra IBA marina identificada como área de alimentación para la pardela cenicienta en el contexto de Baleares (*Aguas del poniente de Mallorca*, ES416).

De los 25 ejemplares que proporcionaron datos, 16 realizaron viajes fuera del ámbito de Baleares, una mayor proporción de lo que se observó en 2007 (Louzao *et al.*, 2009). Éstos se concentraron principalmente en la mitad norte de la costa catalana, con un uso particularmente intenso del área del Cañón de Blanes (Fig. 10), a 170 km de la colonia, y en menor medida del Cañón de Creus (área INDEMARES e IBA ES411) y las *Aguas del Baix Llobregat-Garraf* (IBA ES410). Es también destacable la práctica

ausencia de viajes a la zona del Delta del Ebro-Columbretes (área INDEMARES y una de las IBA marinas más importantes, ES409), lo que podría indicar una baja utilización de esa zona en pleno periodo de incubación y/o una fuerte segregación entre colonias, ya que la mayoría de viajes observados en esa zona corresponden a aves de Mallorca (Arcos *et al.*, 2009, Louzao *et al.*, 2009). Son destacables por su excepcionalidad dos de los viajes observados, uno a la costa argelina (a unos 600 km en línea recta de la colonia) y otro a la costa oeste de Cerdeña (a más de 400 km), pasando en ambos casos casi una semana alimentándose en esas zonas.

Por último queda analizar con detalle los resultados de los censos desde tierra de las balsas y su combinación con los datos de seguimiento remoto. Con ellos se podrán analizar con mayor detalle el uso que hacen las aves del entorno marino próximo de la colonia (ver Apéndice III).

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Los datos obtenidos vuelven a mostrar el gran valor de los registradores GPS para el estudio de la distribución y comportamiento de las aves marinas. La precisión de las localizaciones y su frecuencia permiten establecer no sólo las rutas y lugares visitados, sino que además permiten inferir su comportamiento y además establecer ritmos de actividad diaria.

En general los resultados han demostrado que existe una gran variación en los lugares y estrategias de alimentación. Aun así, los datos refuerzan la importancia del Canal de Menorca como área de alimentación para la pardela cenicienta, de forma aún más relevante de lo que sugerían los datos de marcajes realizados durante la época de crecimiento de pollos en 2007 (Arcos *et al.*, 2009; Louzao *et al.*, 2009). Se refuerza por tanto la importancia de las IBA marinas *Aguas del norte de Mallorca* (ES417) y *Aguas del norte y oeste de Menorca* (ES418), a la vez que se pone también de manifiesto la importancia del sector más oriental del Canal. El solapamiento de los datos de marcaje con los derivados de censos de la campaña MEDITS aún dan más peso a estos resultados. También se refuerza la importancia de la otra IBA marina identificada como área de alimentación de pardela cenicienta en Baleares, las Aguas del Poniente de Mallorca (ES416), que ha destacado pese a estar lejos de la colonia de estudio. En cuanto a las aguas más alejadas de la colonia, los datos refuerzan la importancia de algunas zonas del NE ibérico, como las *Aguas del Baix Llobregat-Garraf* (IBA ES410) y el *Mar del Empordà* (ES411), si bien la principal área de alimentación en esta época se sitúa en la zona del Cañón de Blanes, fuera del inventario de IBA marinas. Es remarcable la escasez de datos para la zona del Delta del Ebro-Columbretes, si bien podría responder a una tendencia a la segregación entre poblaciones, ya que en marcajes previos las aves de Mallorca fueron las que más frecuentaron esta zona. Aún así los datos de la campaña MEDIAS de julio de 2010 sugieren que la zona del Delta del Ebro-Columbretes pierde importancia para la pardela cenicienta en pleno verano. Por su espectacularidad cabe destacar dos viajes anecdóticos de gran distancia, uno a las costas de Argelia (600 km), y el otro a las de la isla de Cerdeña (400 km). Éstos y otros de los dirigidos a la costa del NE ibérico (que se adentraron en aguas del Golfo de León)

ponen de manifiesto la necesidad de abordar la conservación de estas aves desde una perspectiva internacional, incluso mientras están criando.

Los datos obtenidos en esta campaña y otras similares ayudan a perfilar los patrones de distribución y los ritmos de actividad de las pardelas cenicientas a lo largo del año, lo que permite identificar los espacios más sensibles para su conservación. Pero la información obtenida es útil más allá de estos espacios “clave”, y permite evaluar las amenazas potenciales que la especie afronta a lo largo de su área de distribución y permite contextualizar el ámbito en el que deben aplicarse medidas de conservación para mitigar tales amenazas. Así por ejemplo, la pardela cenicienta es una de las más afectadas en la mortalidad incidental provocada por la pesca de palangre (Belda & Sánchez, 2001; Igual et al., 2009; García-Barcelona *et al.*, 2010; Laneri *et al.*, 2010), y los datos de la presente campaña revelan un importante solapamiento con áreas de gran intensidad de pesca de palangre, dentro de los espacios propuestos para Red Natura 2000 y fuera de los mismos (García-Barcelona *et al.*, 2010).

Es importante remarcar que la información obtenida en esta campaña se suma a la de otras campañas de marcajes y de censo desde embarcación de esta y otras especies de aves marinas, así como a aproximaciones alternativas para evaluar interacción con actividades humanas y la información recogida por otros socios de INDEMARES para caracterizar las áreas objetivo del proyecto. Toda esta información deberá analizarse conjuntamente para poder elaborar finalmente unas directrices eficaces para la conservación de las zonas de mayor importancia, en primera instancia aquellas que pasen a integrar la red Natura 2000 en el mar.

## Agradecimientos

Queremos expresar nuestro agradecimiento al personal de la Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears por las facilidades con los permisos de marcaje, así como a Rafel Triay por su ayuda a la hora de caracterizar el área de estudio.

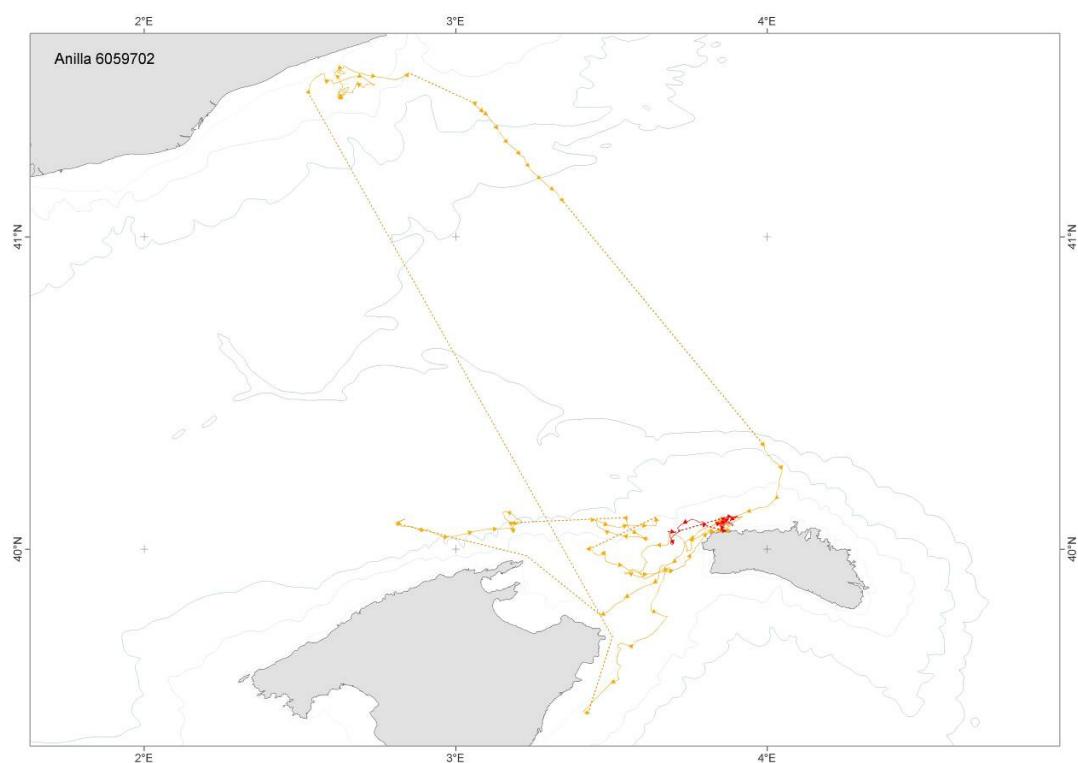
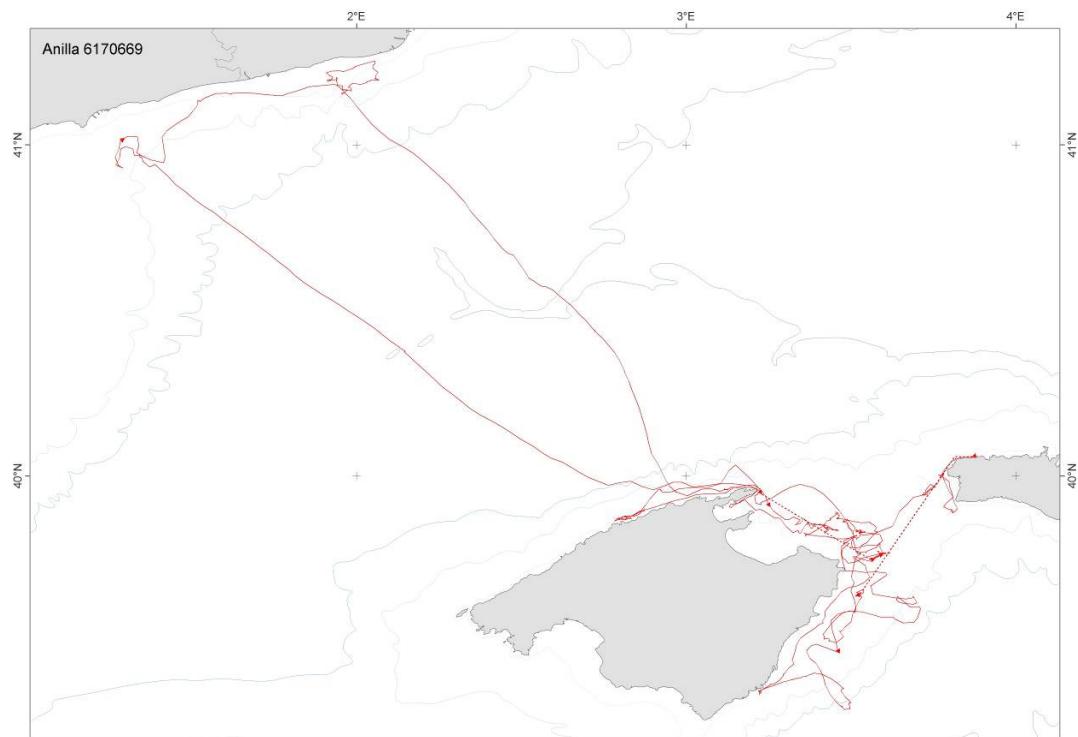
## REFERENCIAS

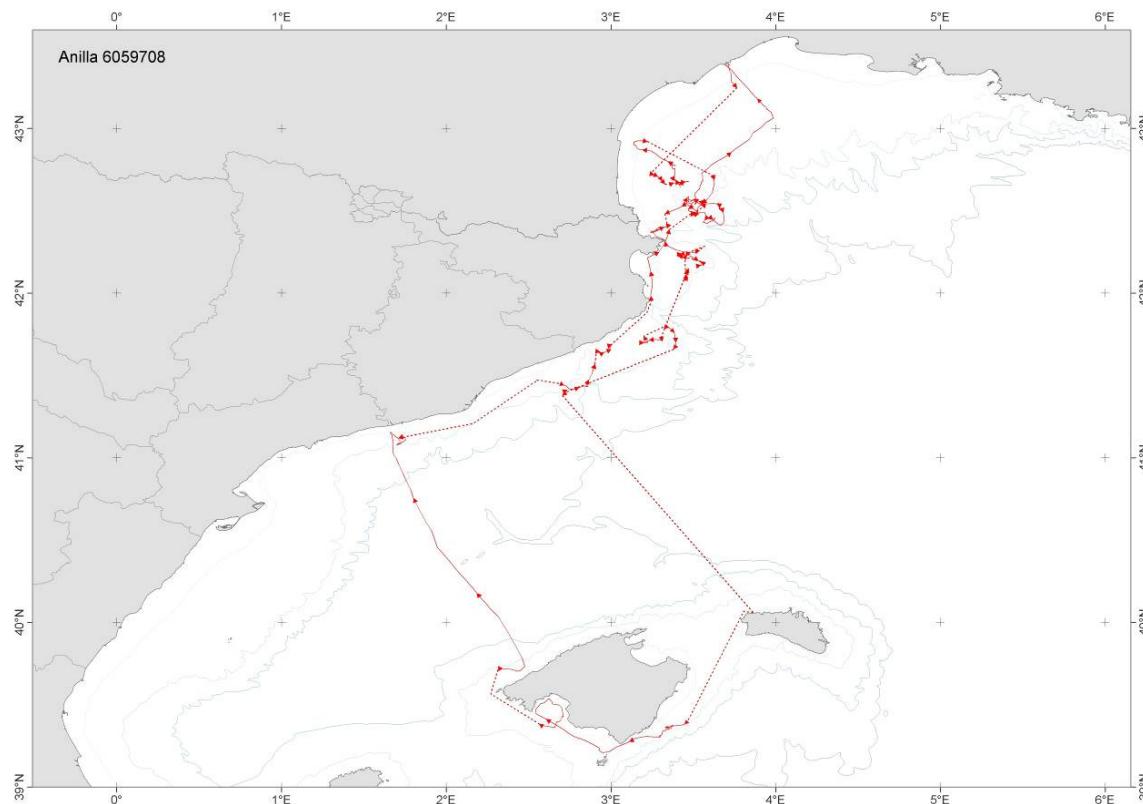
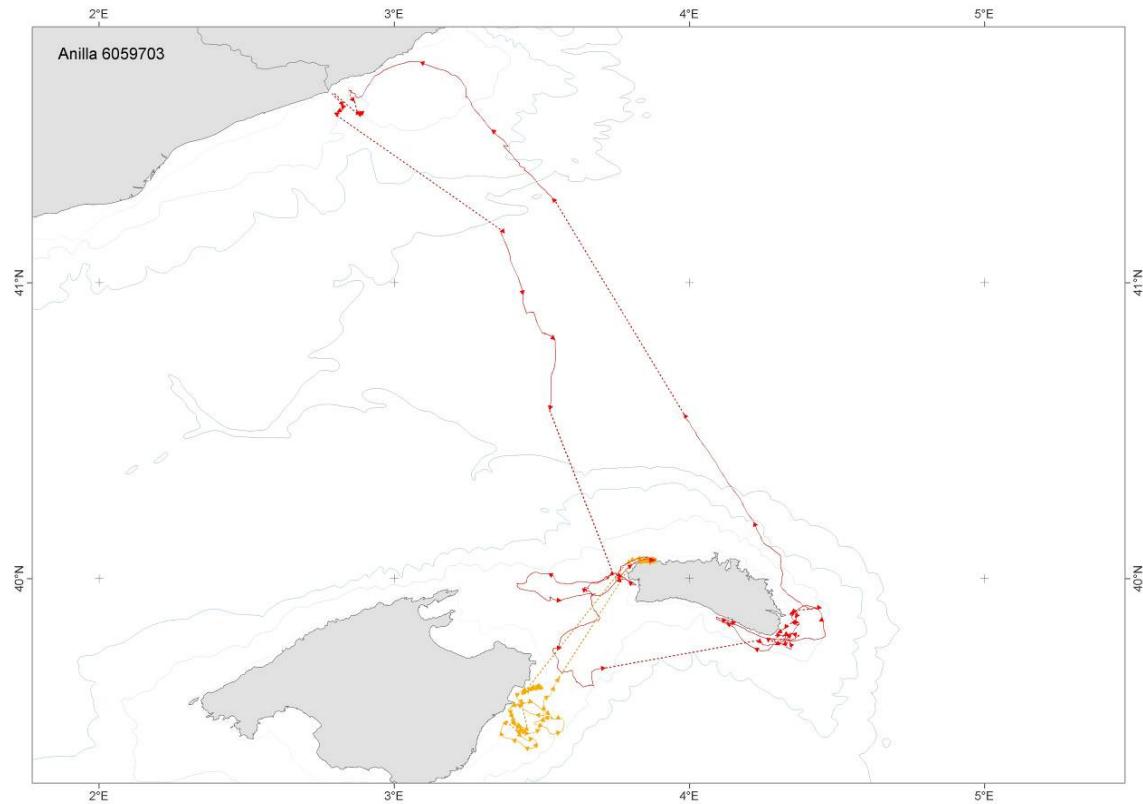
- Arcos, J.M., Bécares, J., Rodríguez, B. & Ruiz, A. (2009). *Áreas Importantes para la Conservación de las Aves marinas en España*. LIFE04NAT/ES/000049-SEO/BirdLife. Madrid.
- Belda, E.J. & Sánchez, A. (2001). Seabird mortality in the western Mediterranean: factors affecting bycatch and proposed mitigating measures. *Biological Conservation* 98: 357-363.
- Bellido, J.M., Brown, A.M., Valavanis, V.D., Giráldez, A., Pierce, G.J., Iglesias, M. & Palialexis, A. (2008). Identifying essential fish habitat for small pelagic species in Spanish Mediterranean waters. *Hydrobiologia* 612: 171-184.
- BirdLife International (2004). *Tracking Ocean Wanderers: the global distribution of albatrosses and petrels*. Results from the Global Procellariiform Tracking Workshop. 1-5 September, 2003, South Africa. BirdLife International. Cambridge.

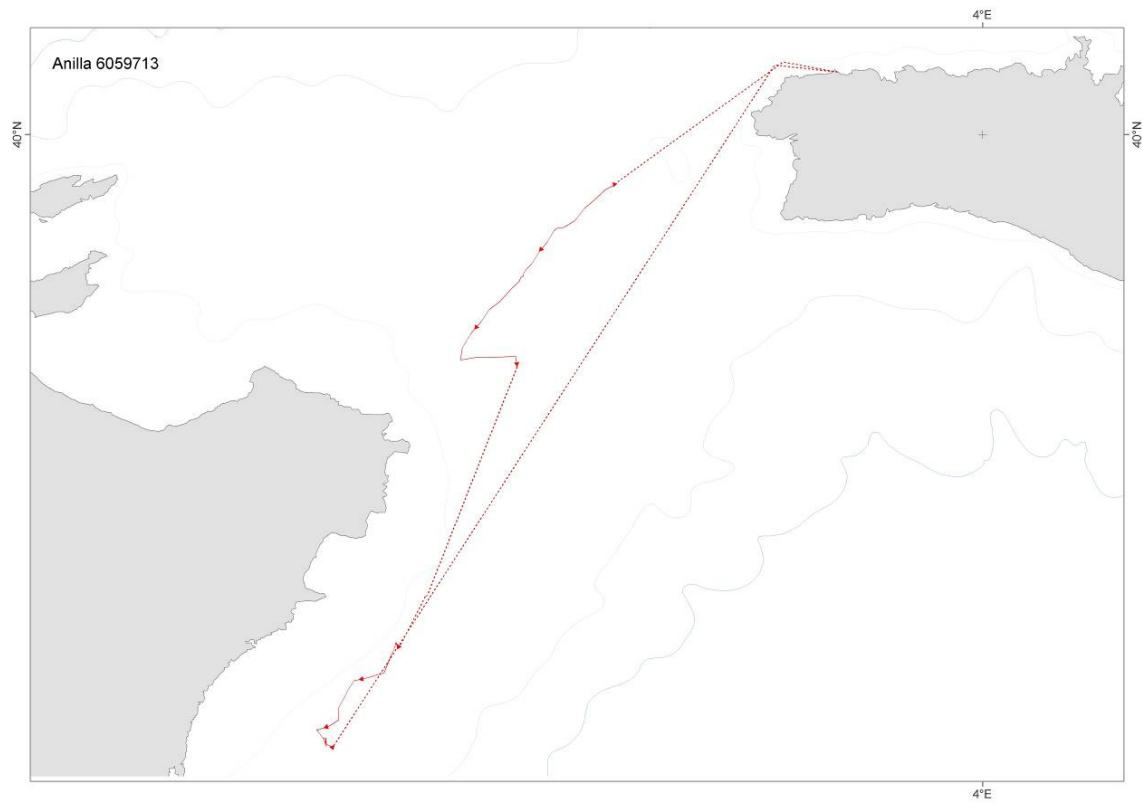
- García-Barcelona, S., Ortiz de Urbina, J.M., de la Serna, J.M., Alot, E. & Macías, D. (2010). Seabird bycatch in Spanish Mediterranean large pelagic longline fisheries, 2000-2008. *Aquatic Living Resources* 23: 363-371.
- Igual, J.M., G. Tavecchia, S. Jenouvrier, M.G. Forero y D. Oro. 2009. Buying years to extinction: is compensatory mitigation for marine bycatch a sufficient conservation measure for long-lived seabirds? *PLoS One*, 4: e4826.
- Laneri, K.F., Louzao, M., Martínez-Abraín, A., Arcos, J.M., Belda, E., Guallart, J., Sánchez, A., Giménez, M., Maestre, R. & Oro, D. 2010. Trawling regime influences longline seabird bycatch in the Mediterranean: new insights from a small-scale fishery. *Marine Ecology Progress Series* 420: 241-252.
- Louzao, M., Bécares, J., Rodríguez, B., Hyrenbach, K.D., Ruiz, A. & Arcos, J.M. (2009). Combining vessel-based surveys and tracking data to identify key marine areas for seabirds. *Marine Ecology Progress Series* 391: 183-197.
- Martí, R. & del Moral, J.C. (Eds) (2003). *Atlas de las Aves Reproductoras de España* . SEO/BirdLife & Ministerio de Medio Ambiente. Madrid.
- Phillips, R.A., Xavier, J. C. & Croxall, J. P. (2003). Effects of satellite transmitters on albatrosses and petrels. *Auk* 120, pp. 1082-1090
- Wilson, R.P., Gremillet, D., Syder, J., Kierspel, M. A. M., Garthe, S., Weimerskirch, H., Schafer-Neth, C., Scolaro, J. A., Bost, C. A., Plotz, J. & Nel, D. (2002) Remote-sensing systems and seabirds: their use, abuse and potential for measuring marine environmental variables. *Marine Ecology-Progress Series* 228, pp. 241-261

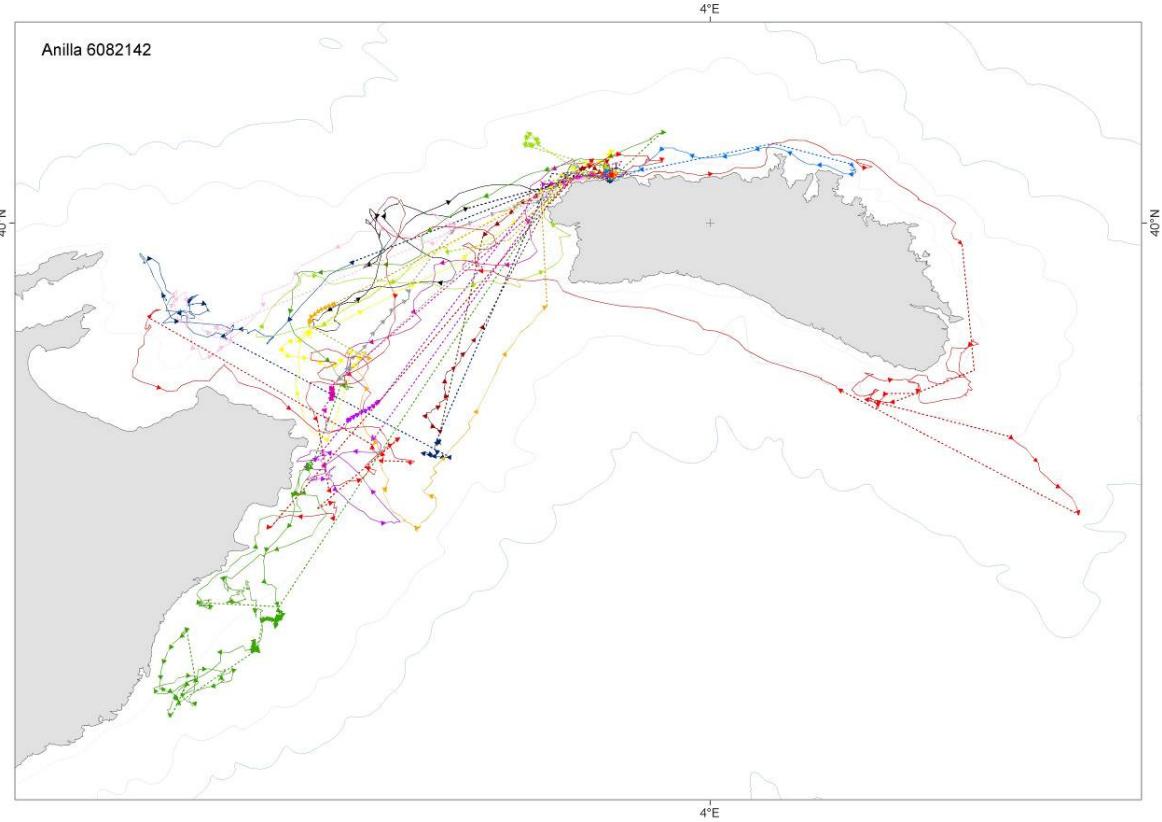
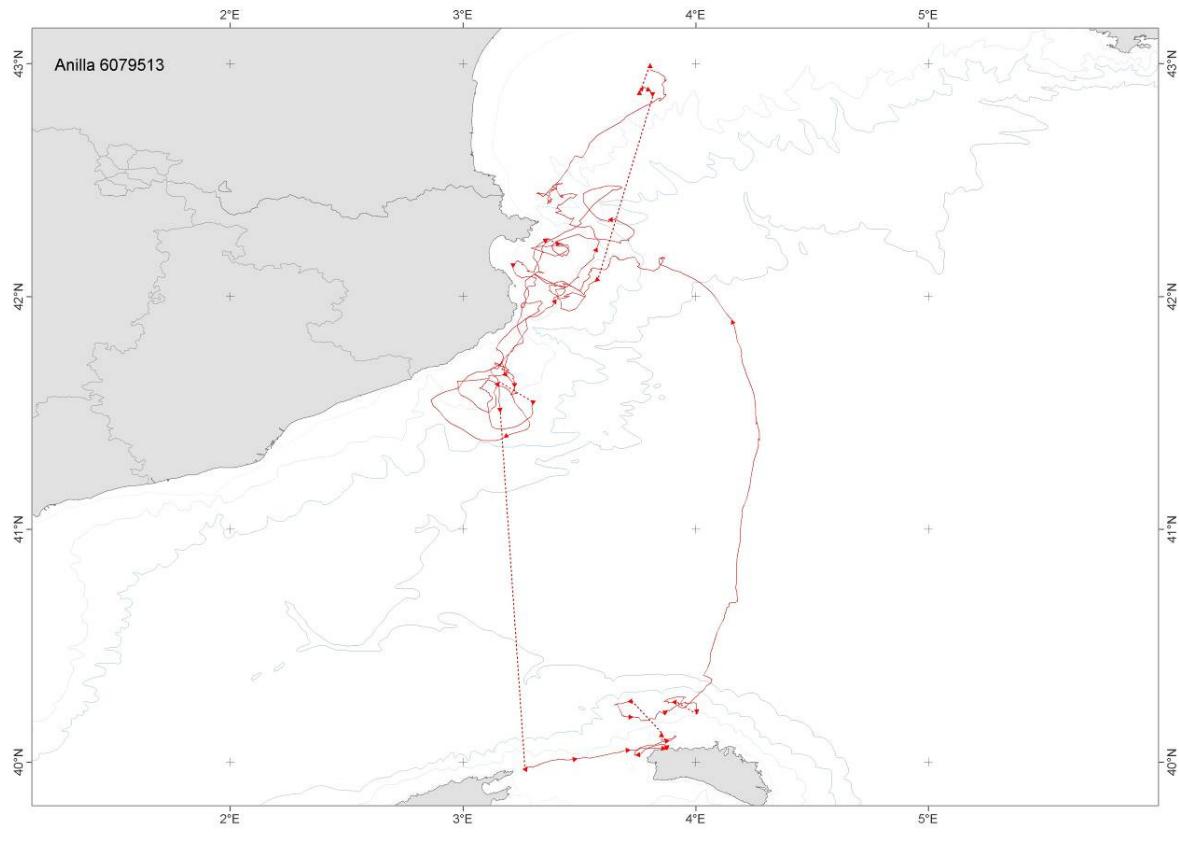
## APÉNDICE I (Viajes de alimentación de cada ejemplar)

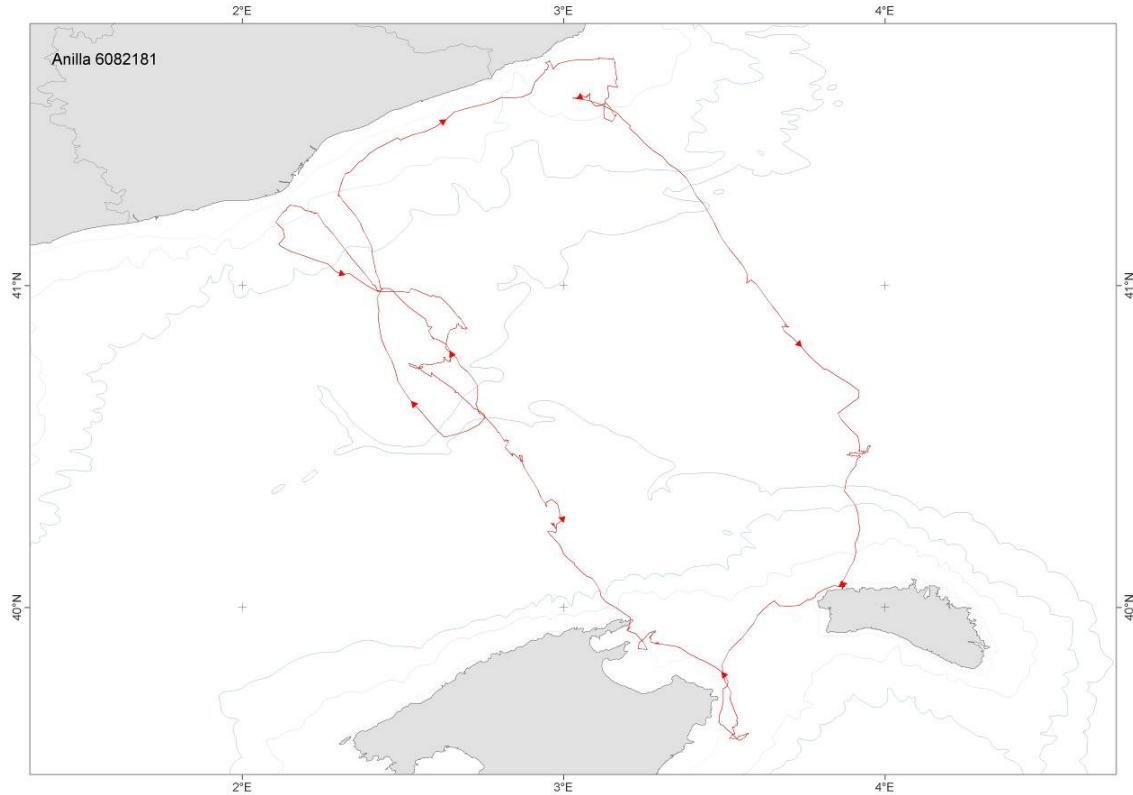
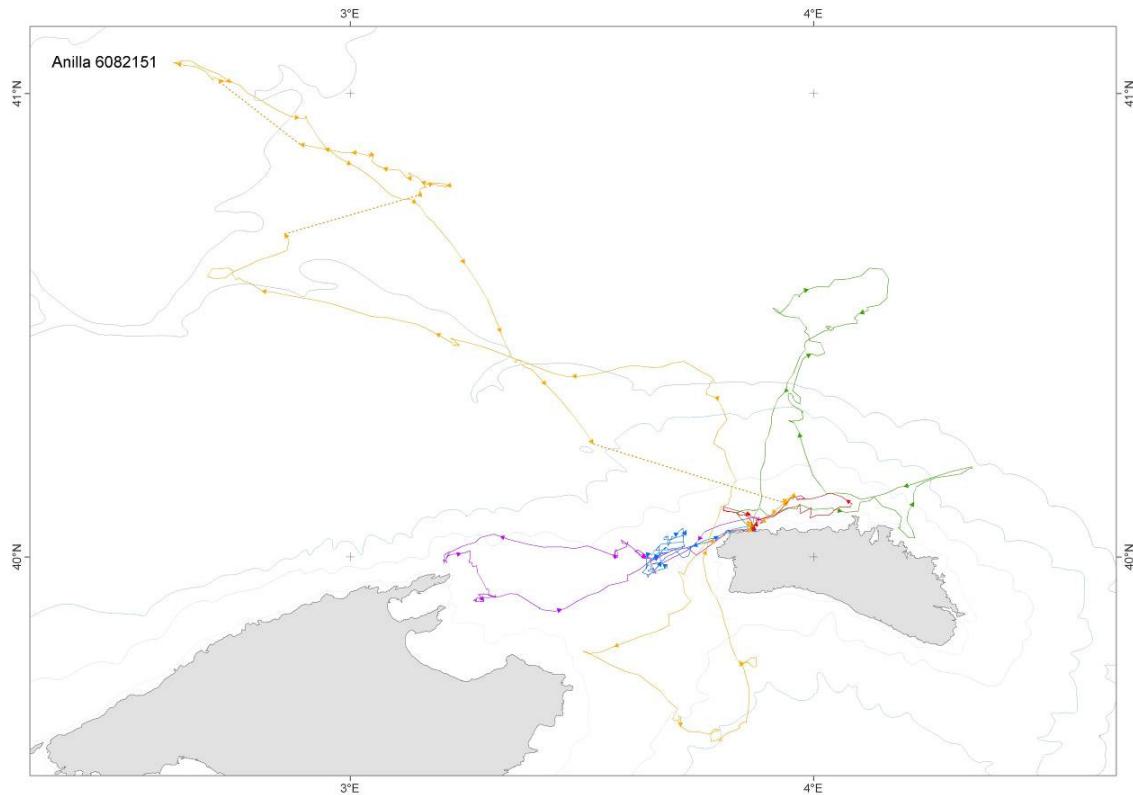
A continuación se muestra, para cada ejemplar de pardela cenicienta marcado con registrador de GP, el/los viajes realizados (cada color representa un viaje diferente desde la colonia de cría). Las líneas discontinuas indican los cortes en la recepción de la señal.

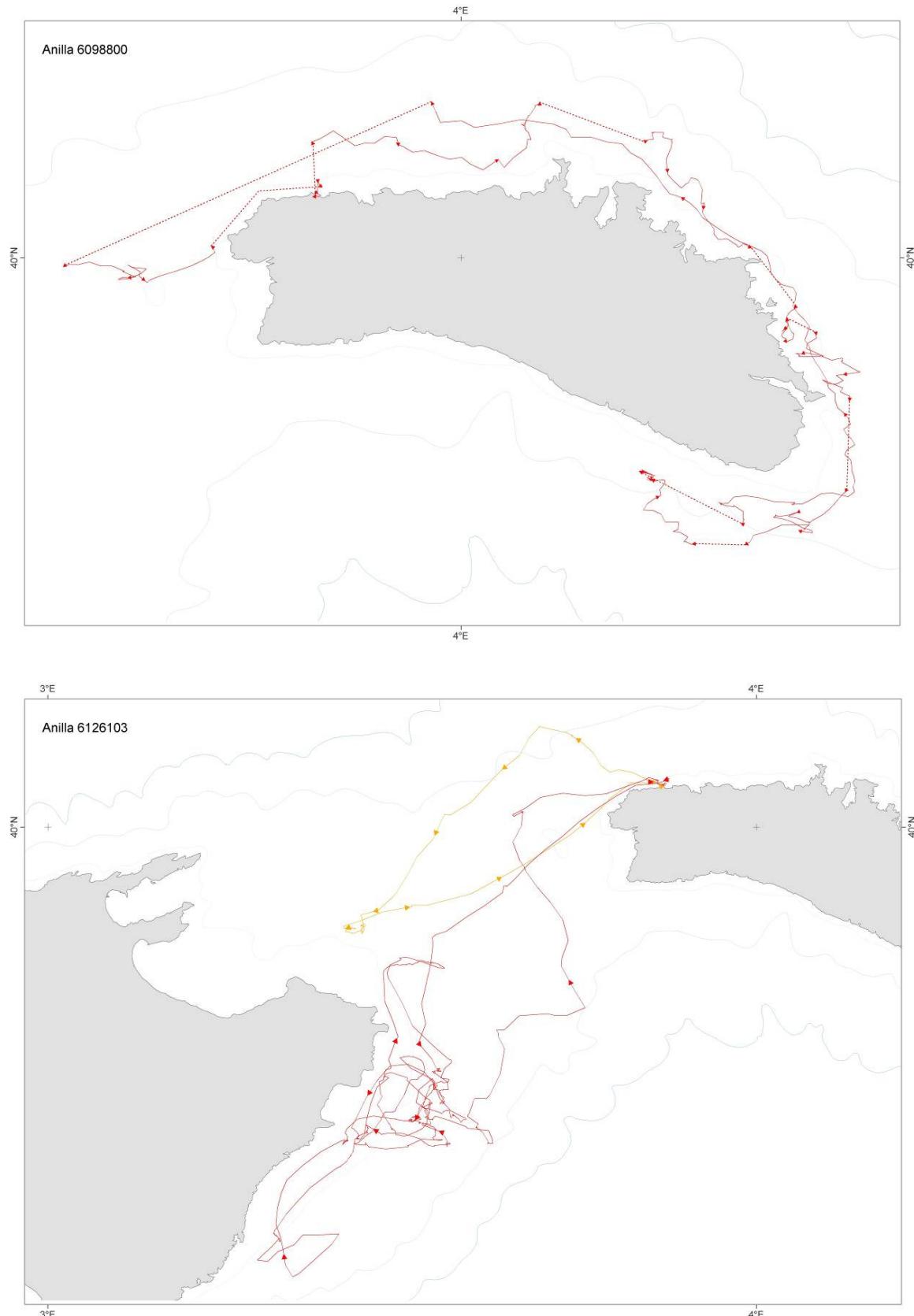


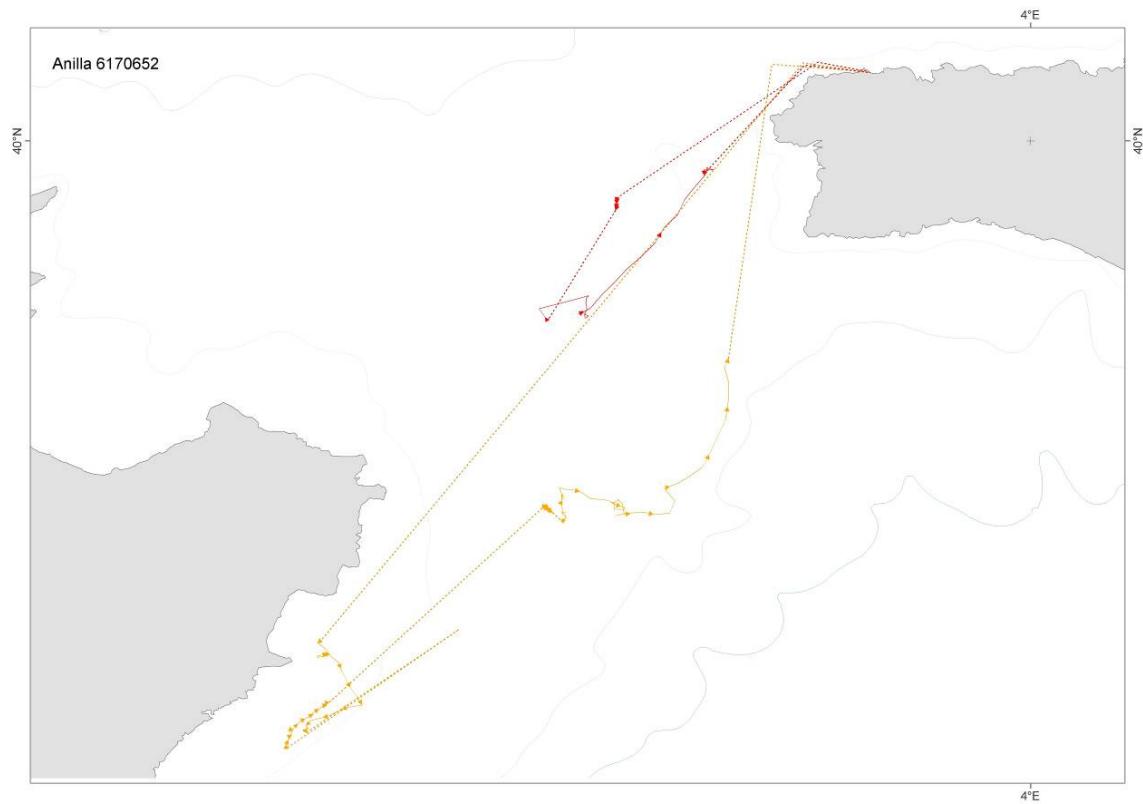
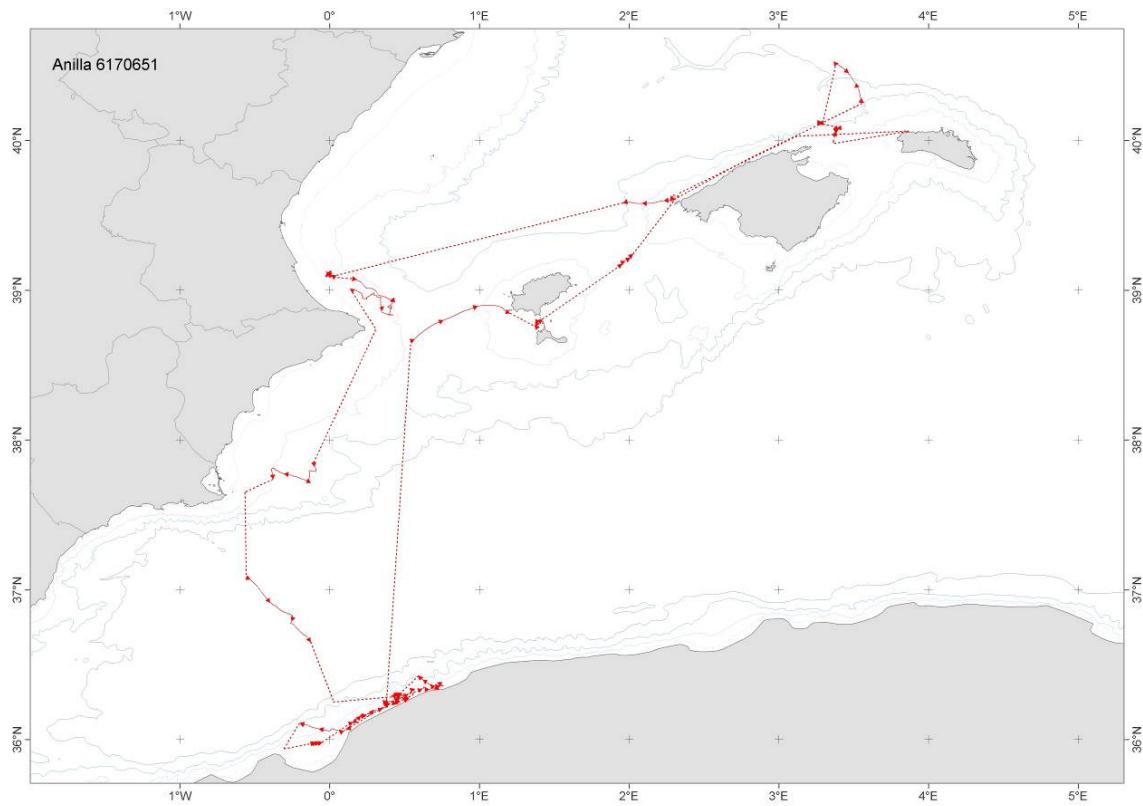


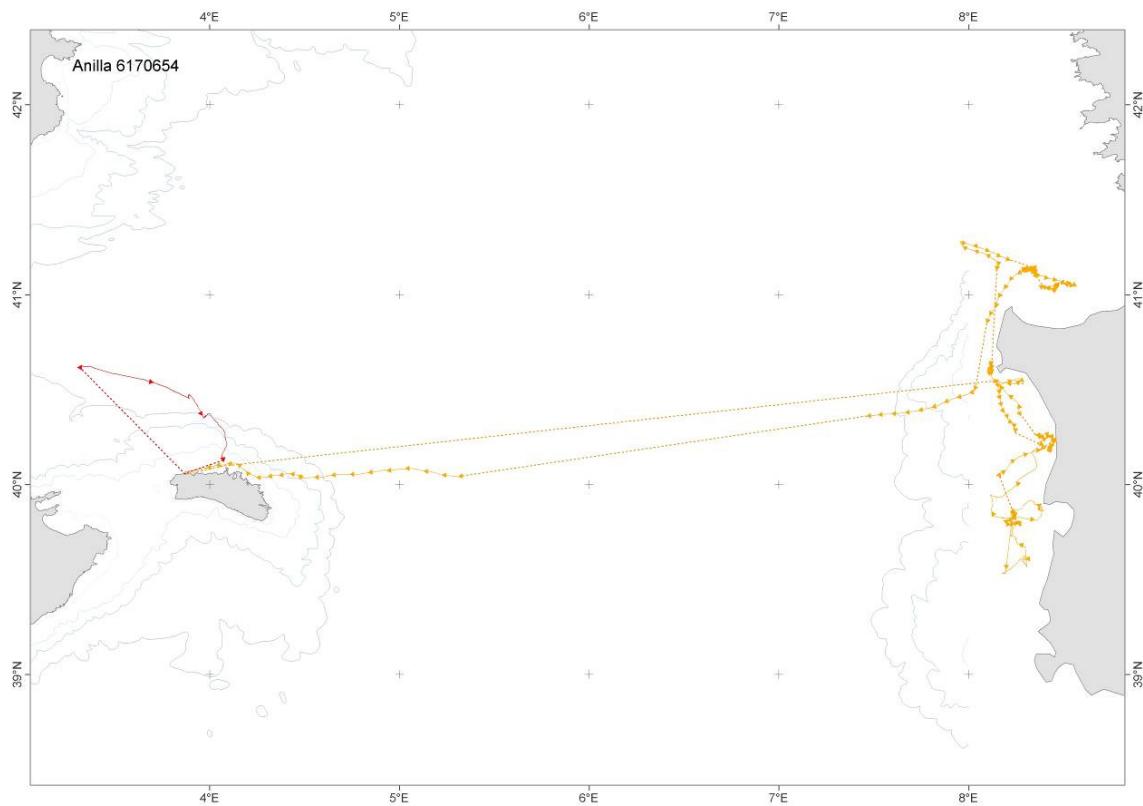
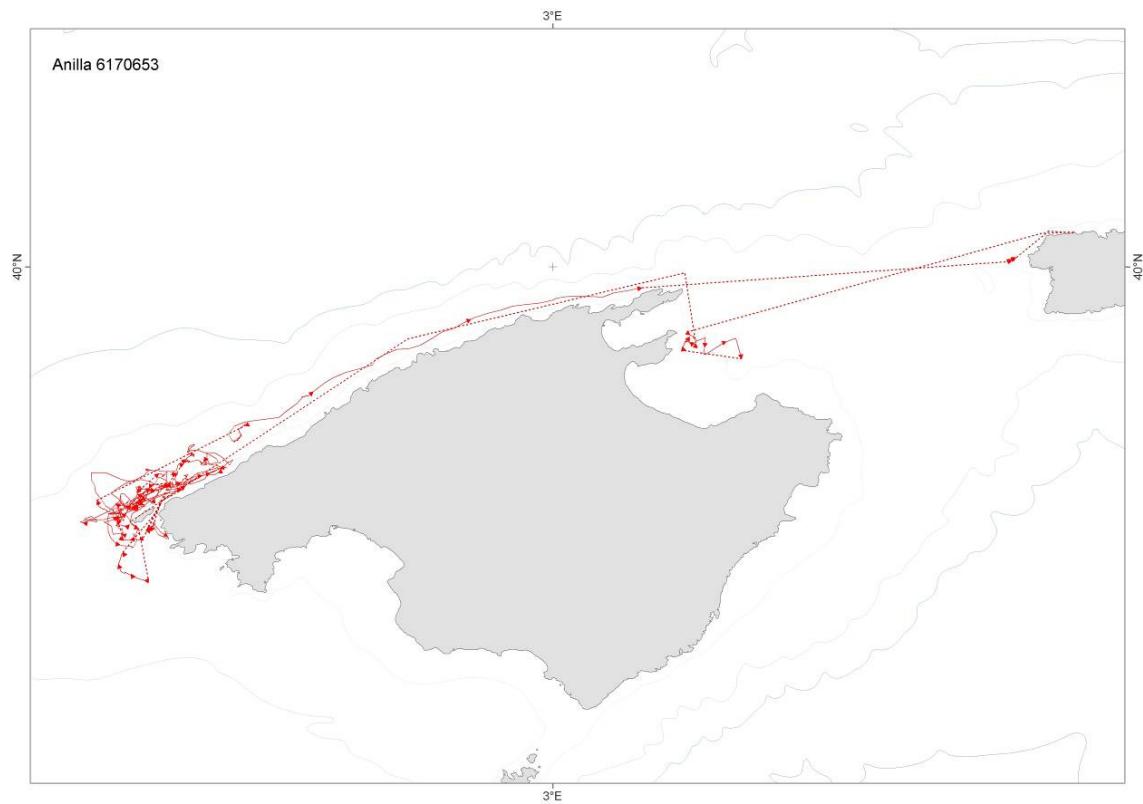


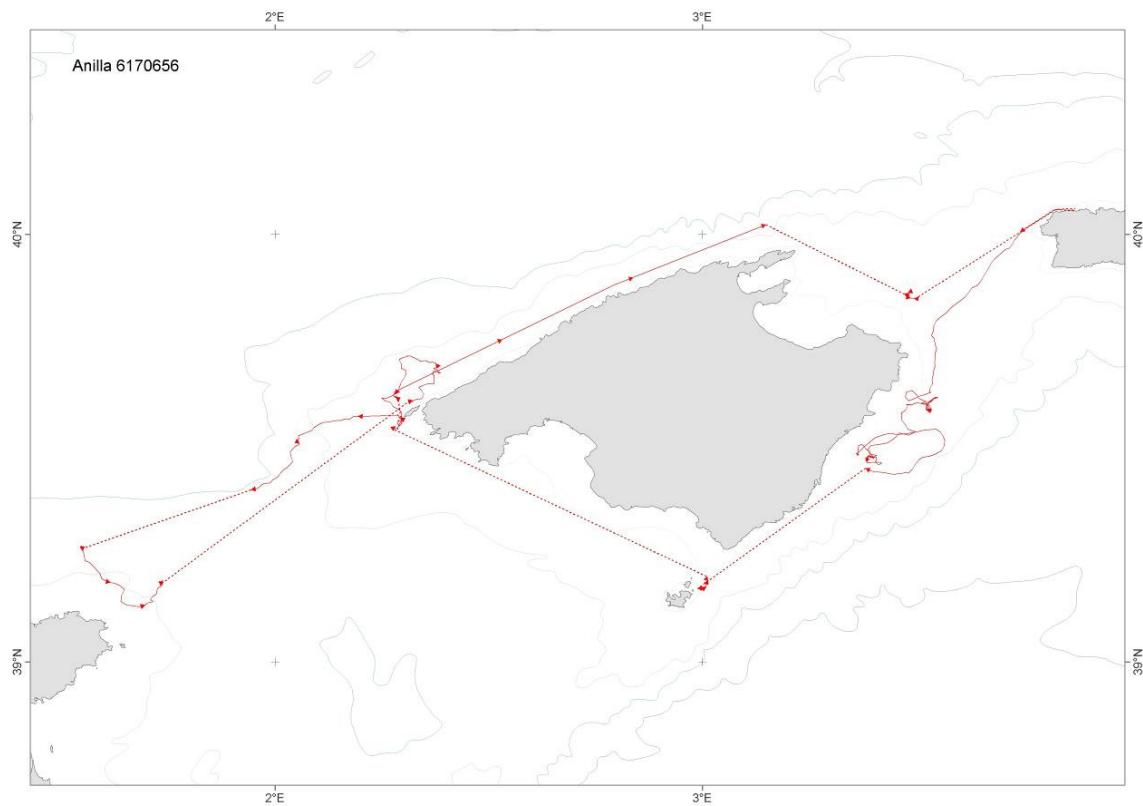
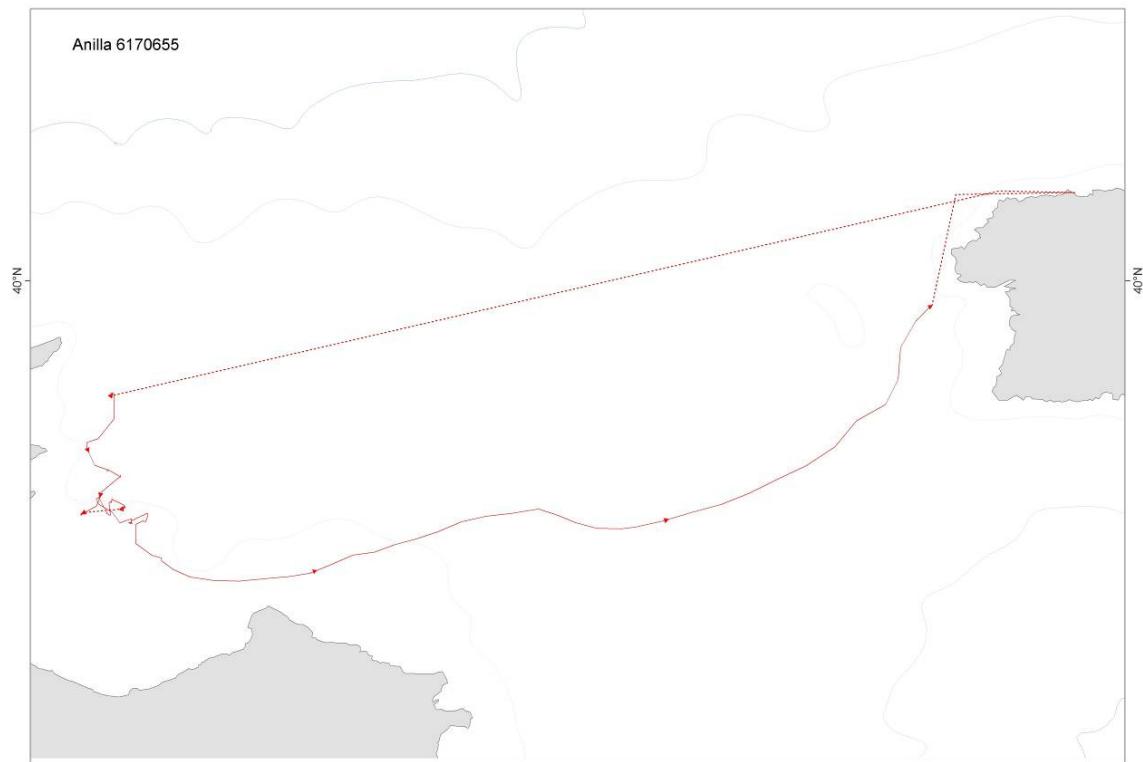


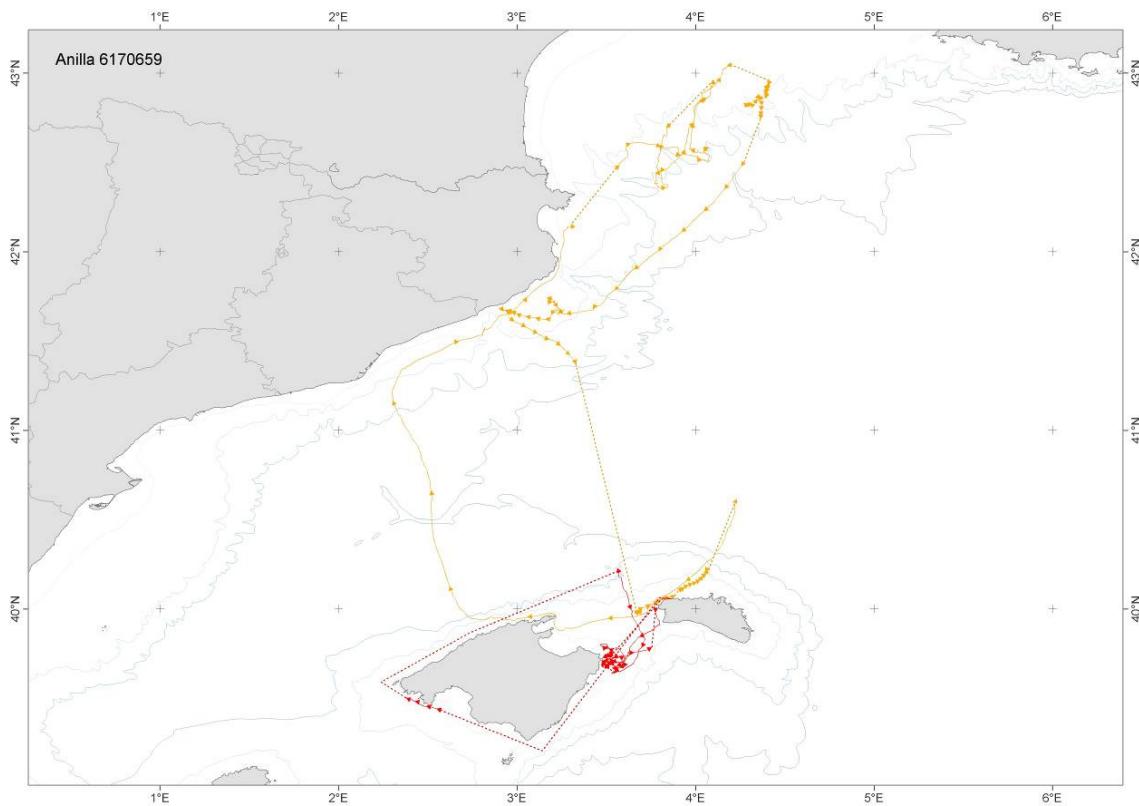
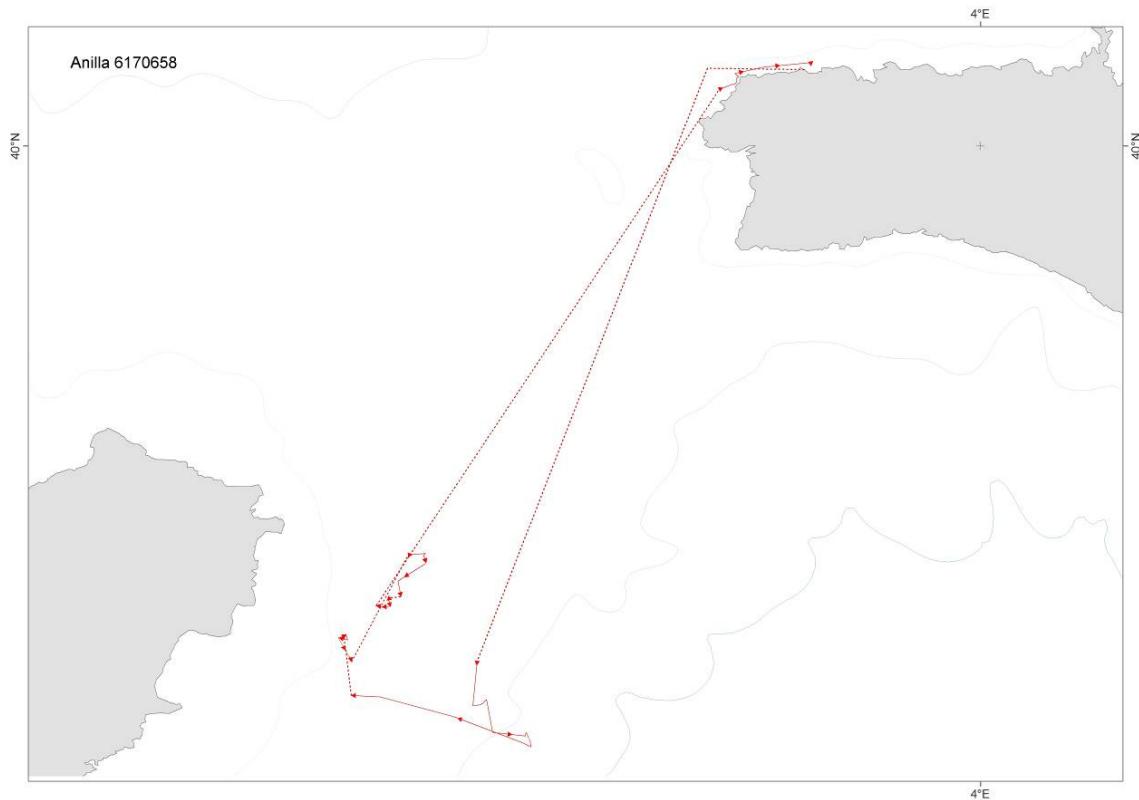


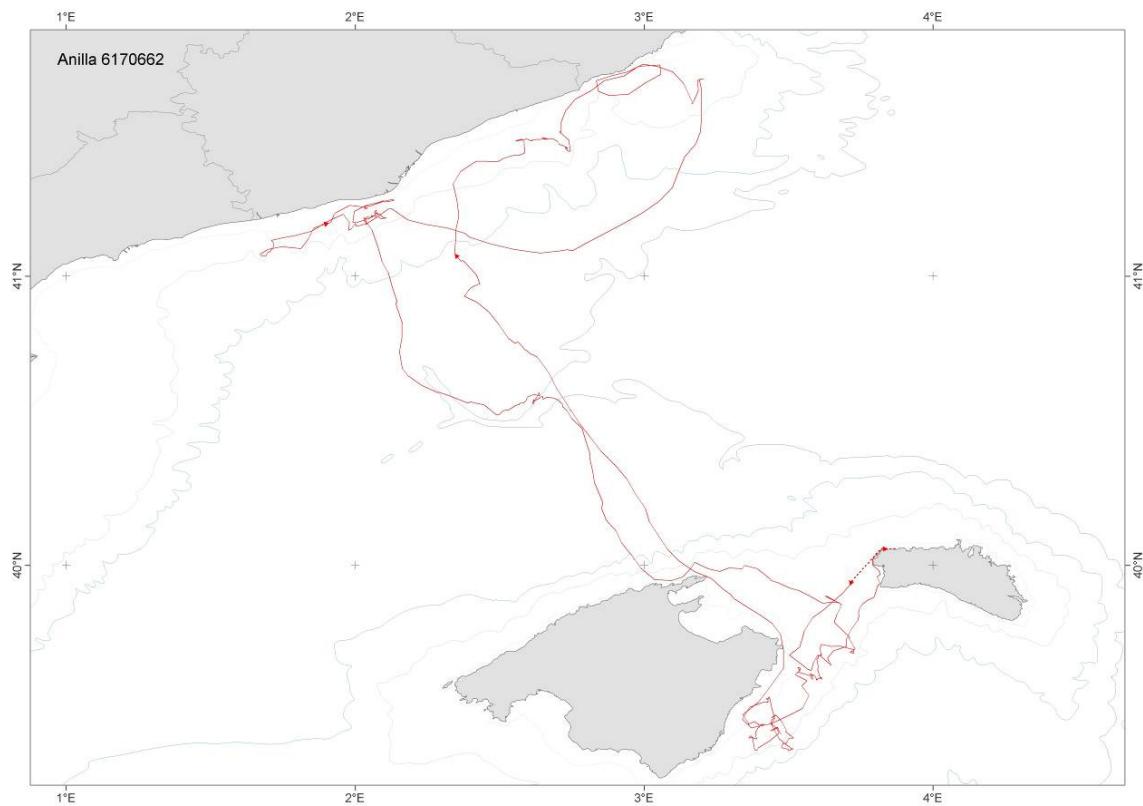
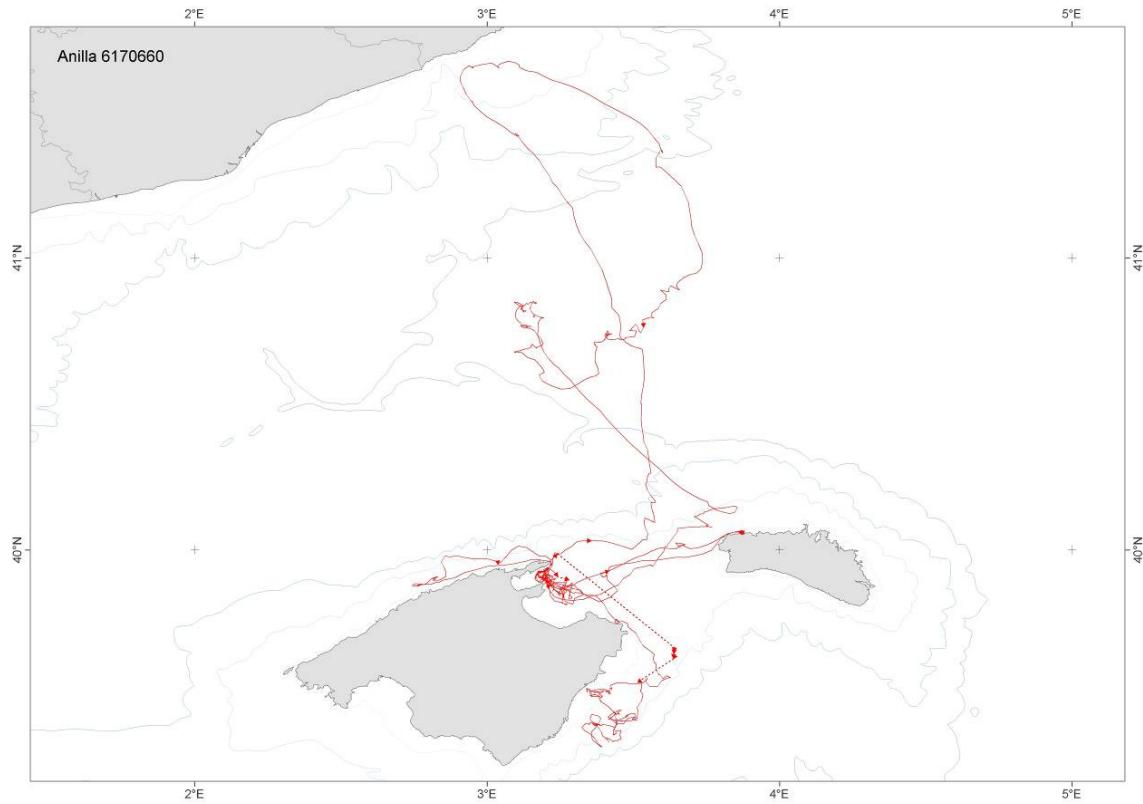


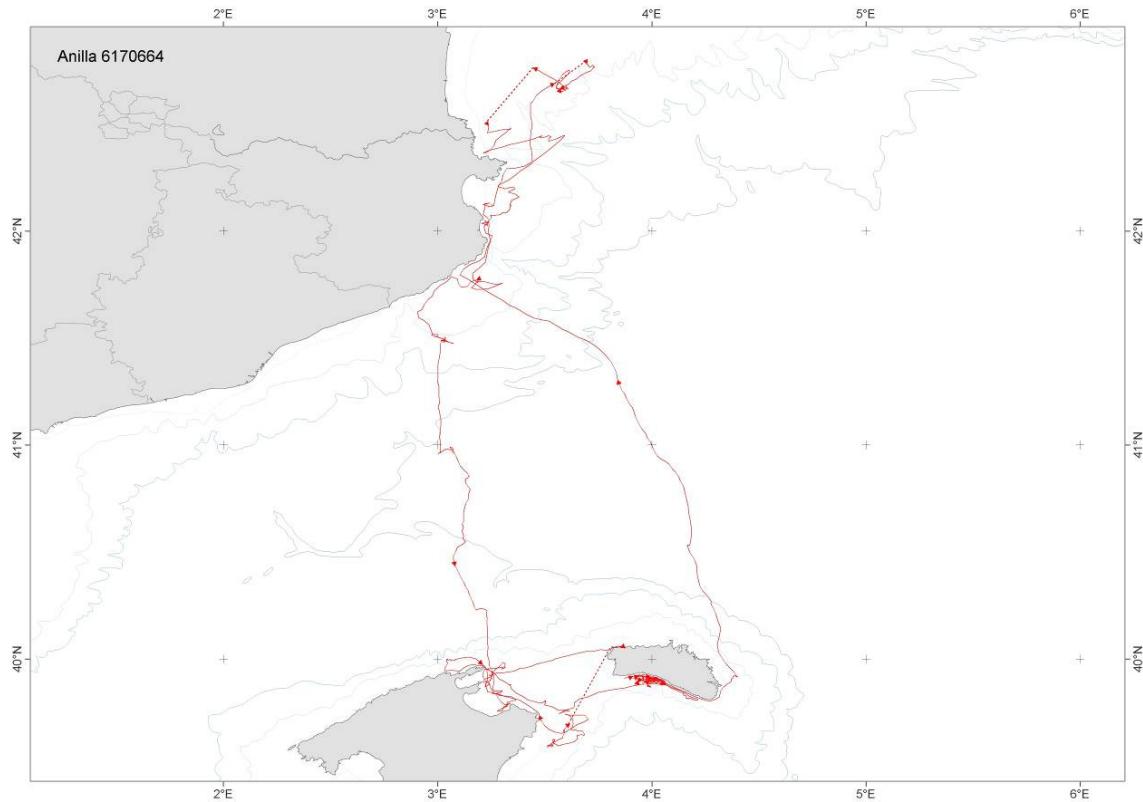


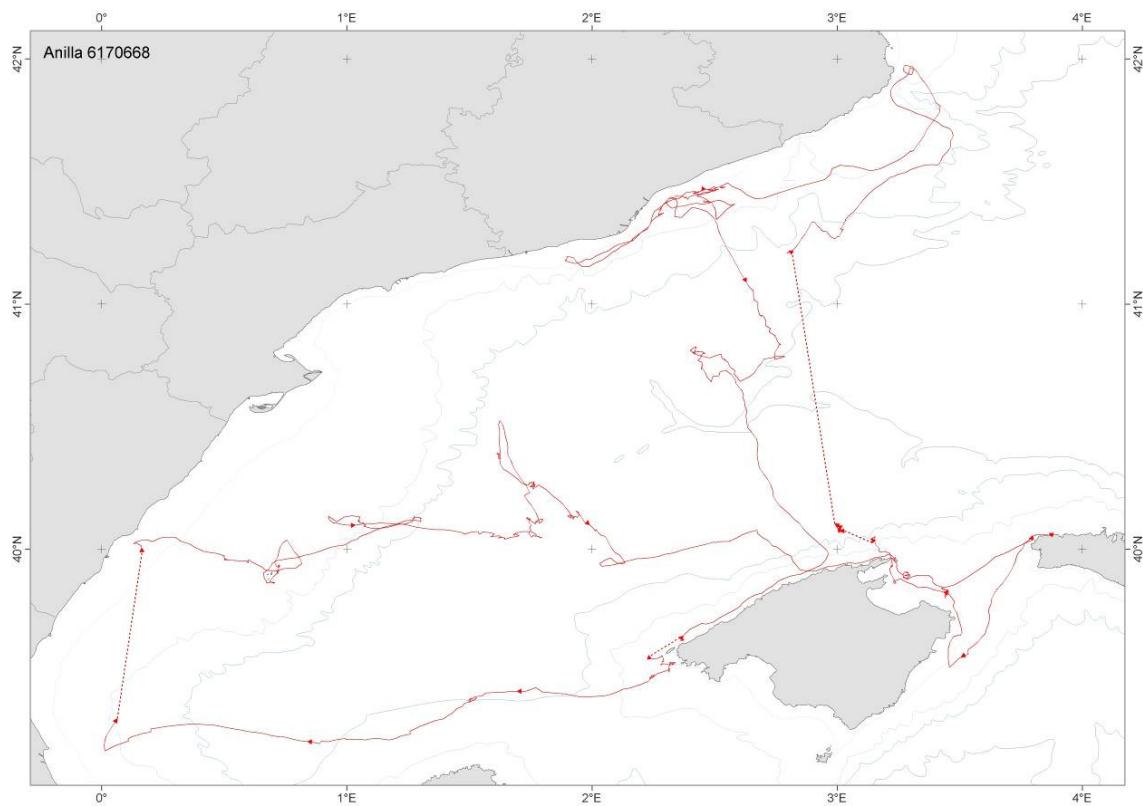






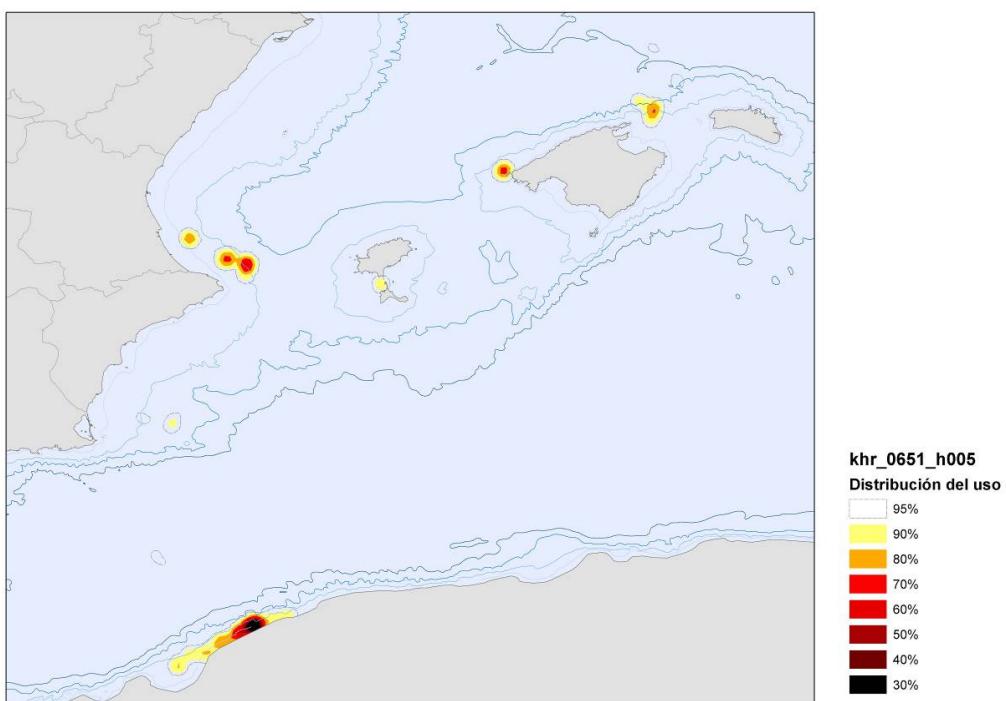
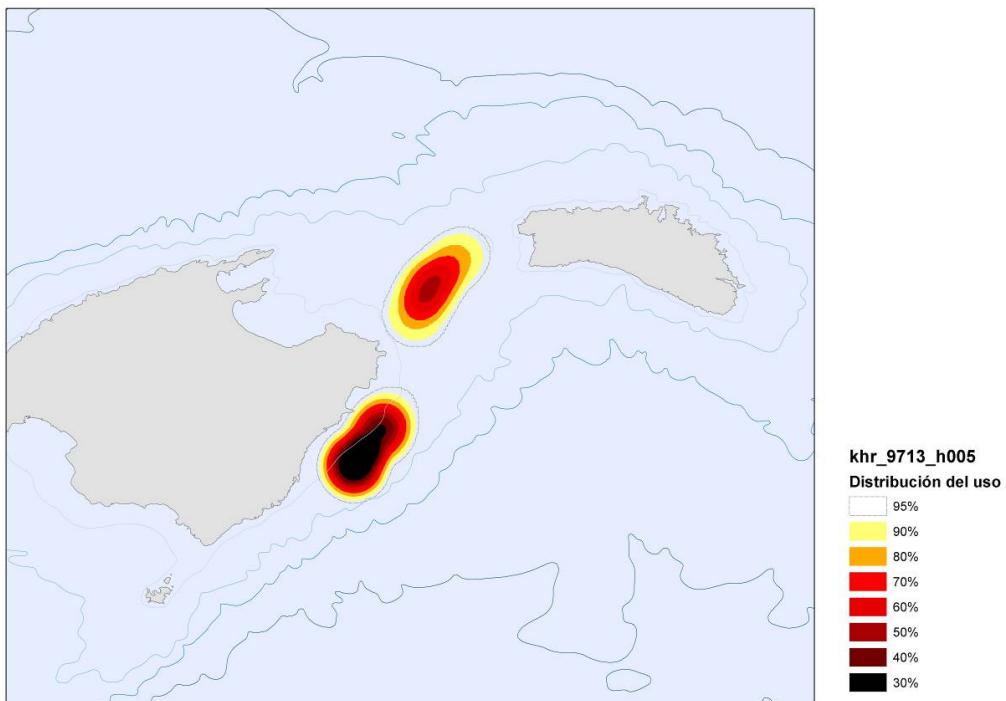


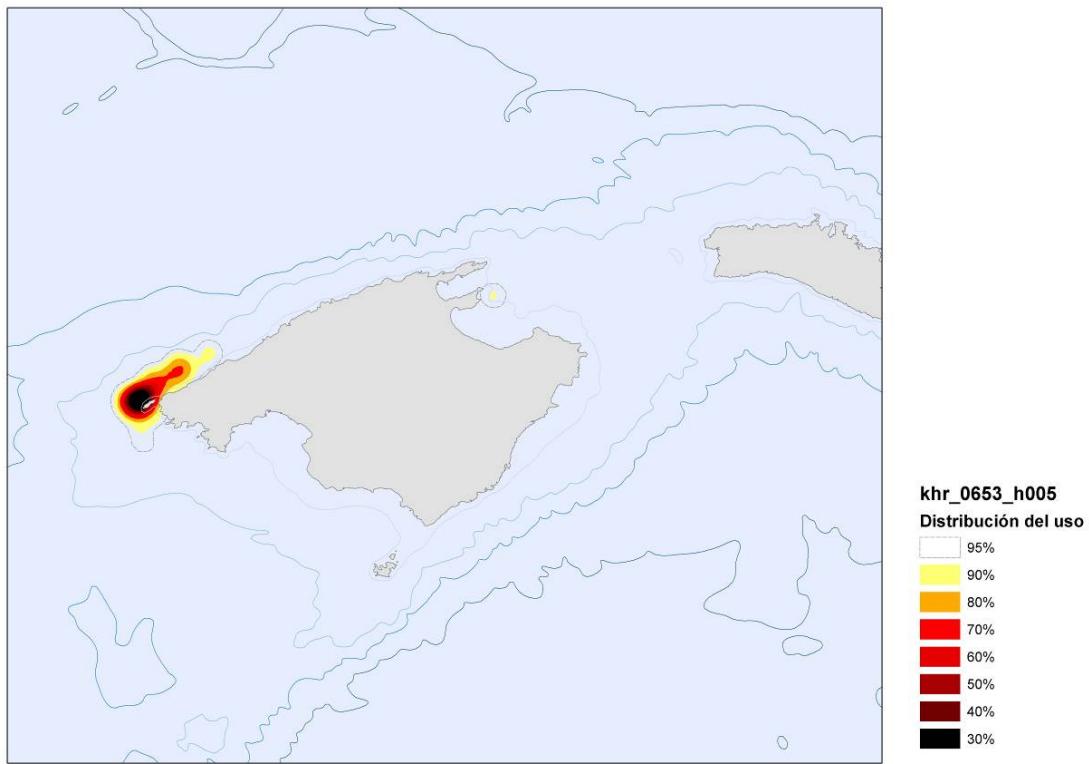
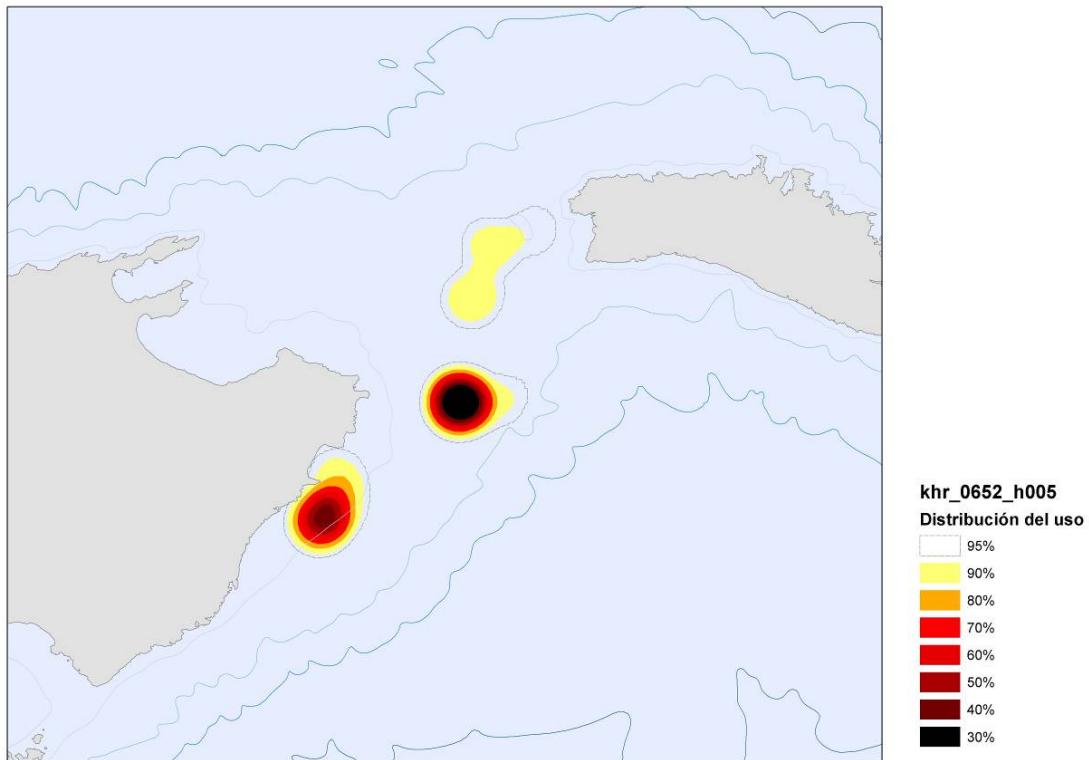


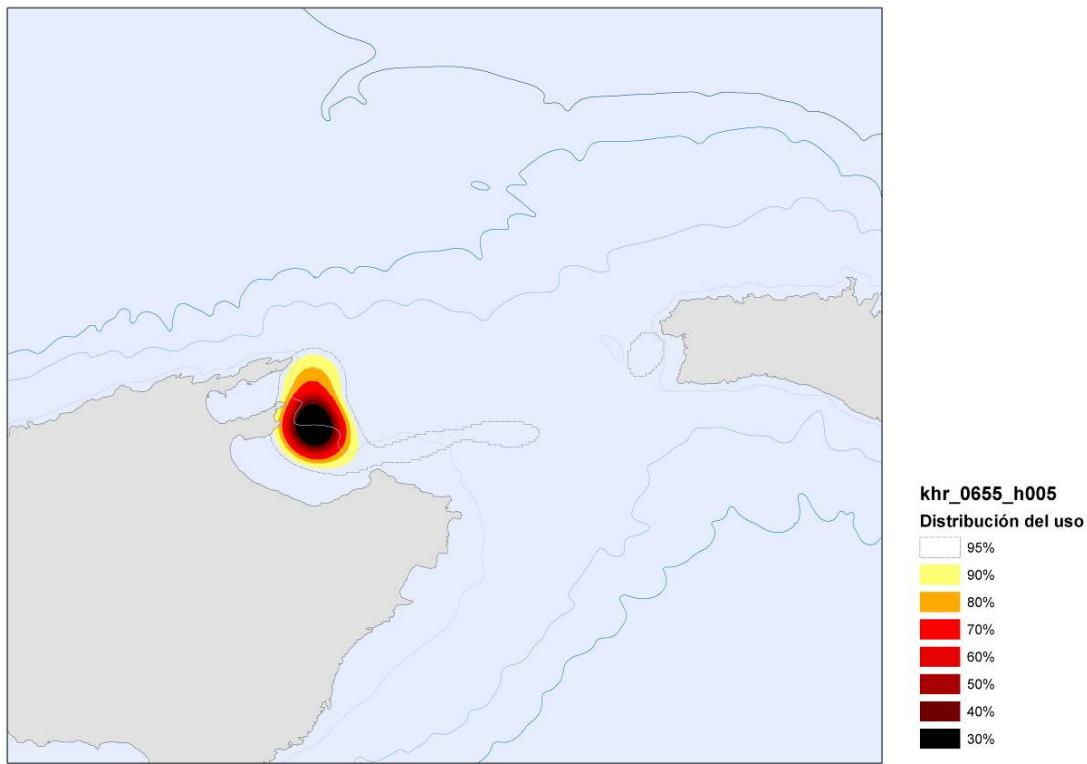
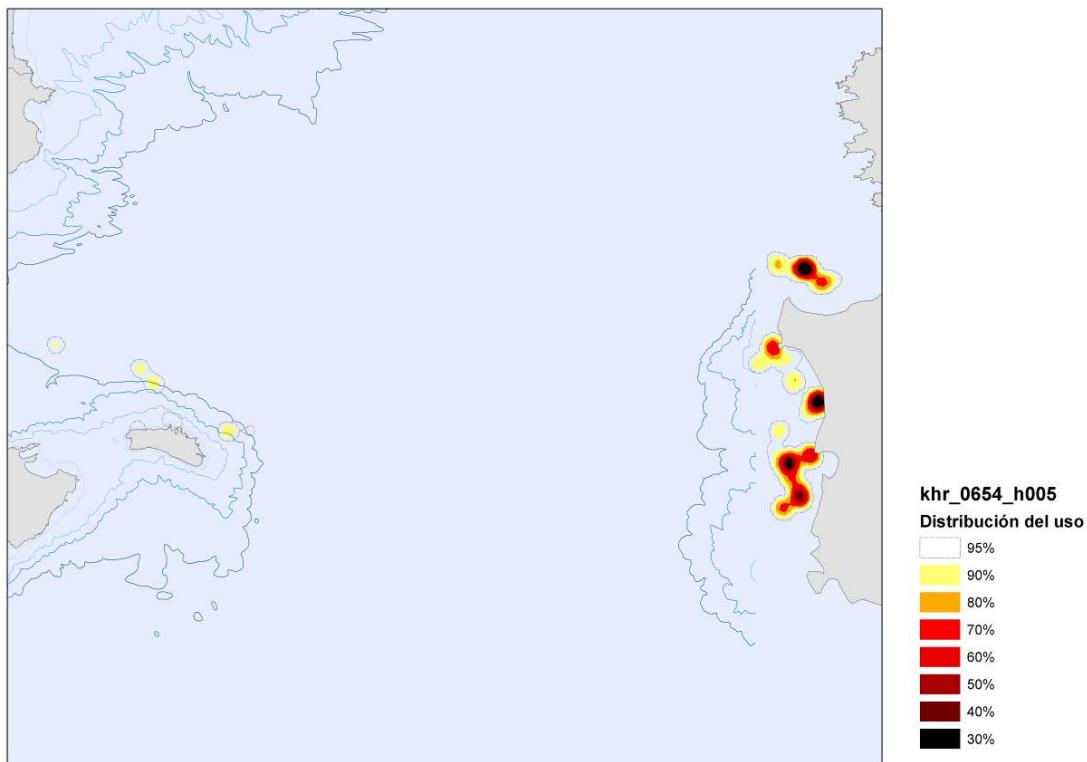


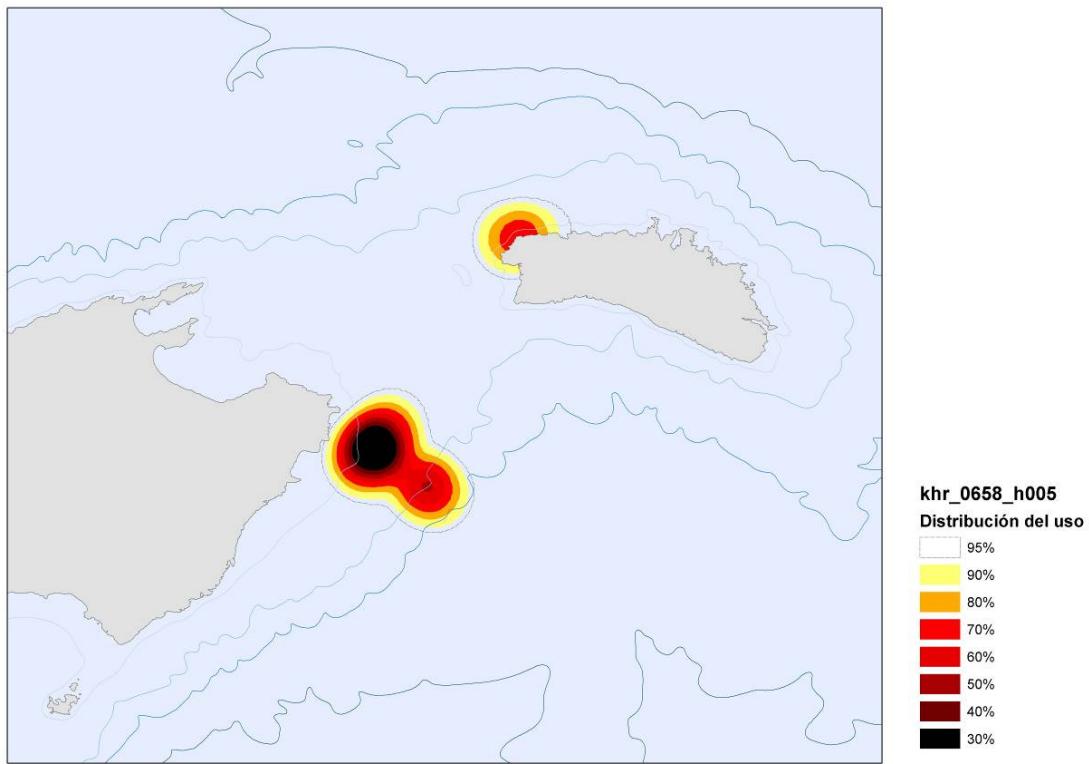
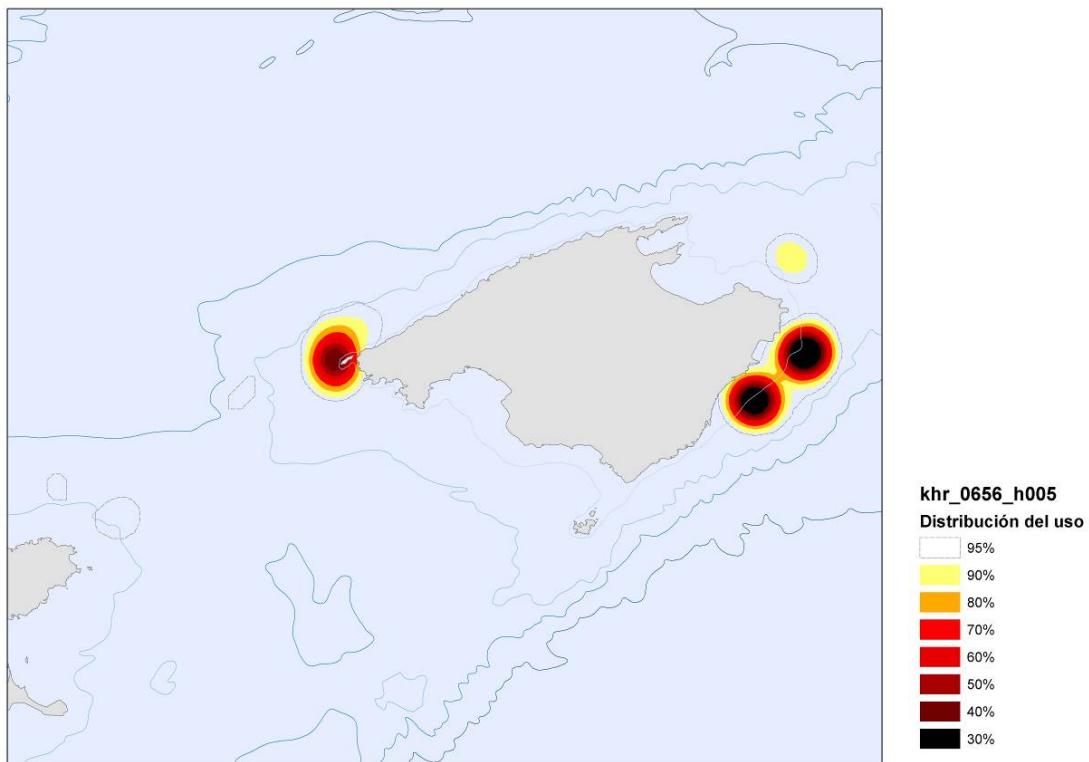
## APÉNDICE II (Kernels de alimentación y descanso)

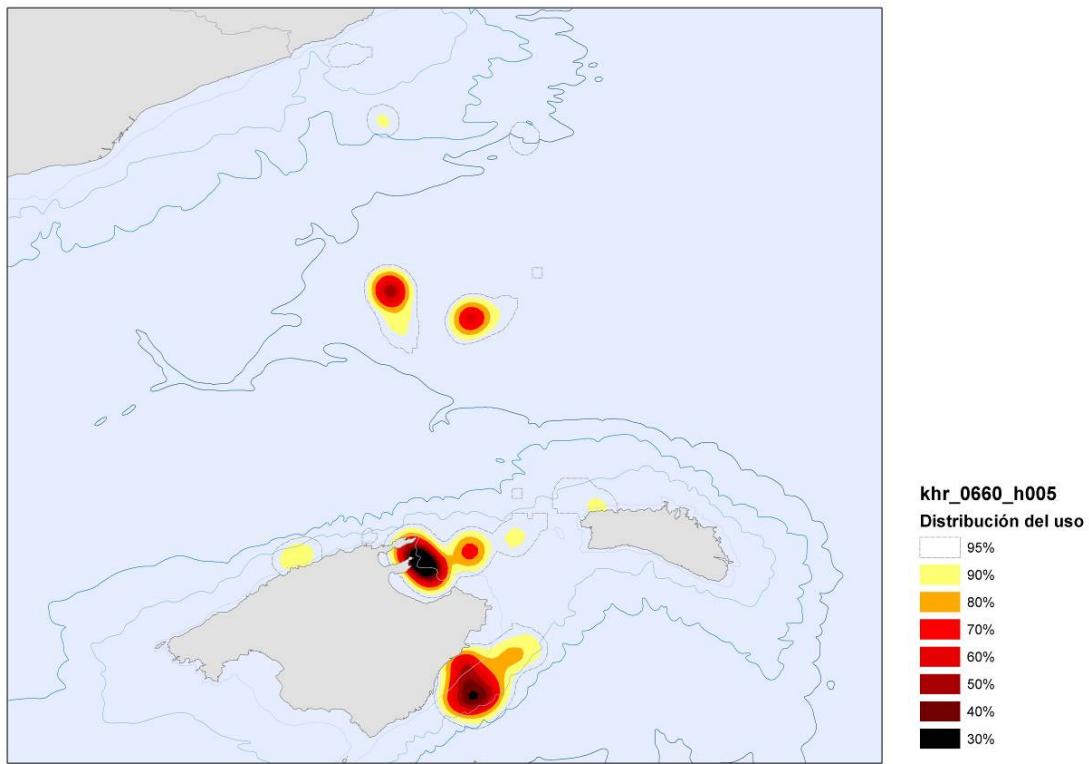
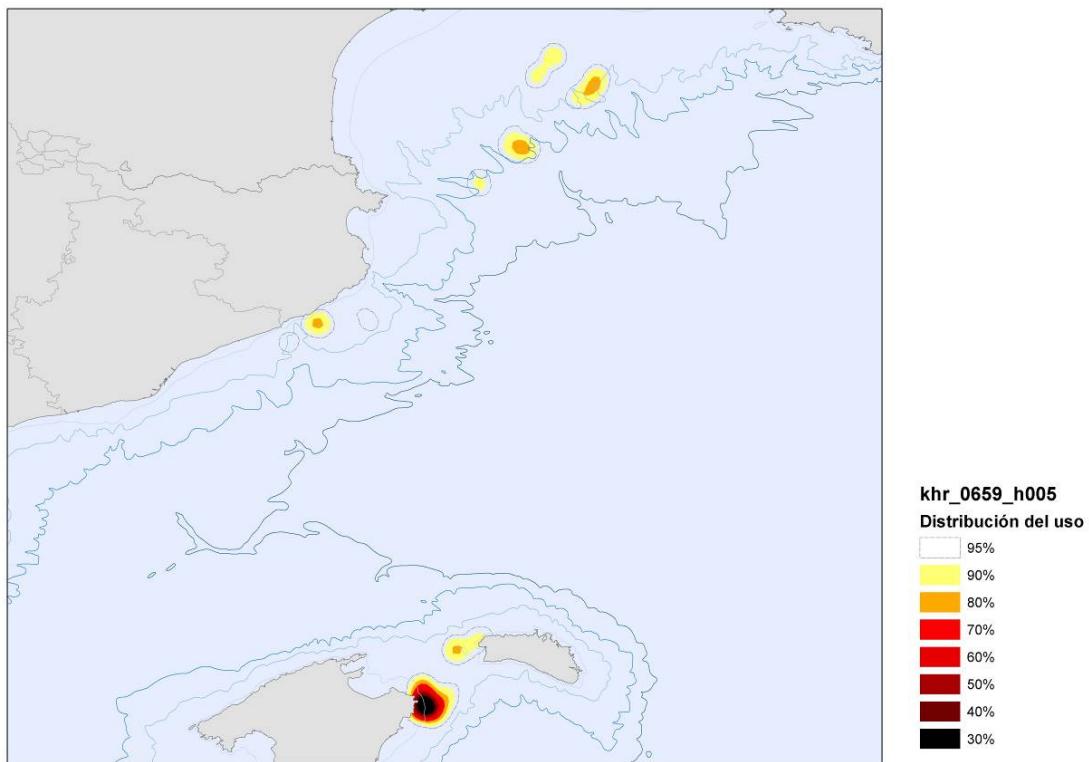
Cada figura representa mediante kernels las áreas de mayor utilización por parte de cada ejemplar (alimentación y/o descanso, a partir de posiciones filtradas por velocidad, ver Louzao *et al.*, 2009 para más detalles).

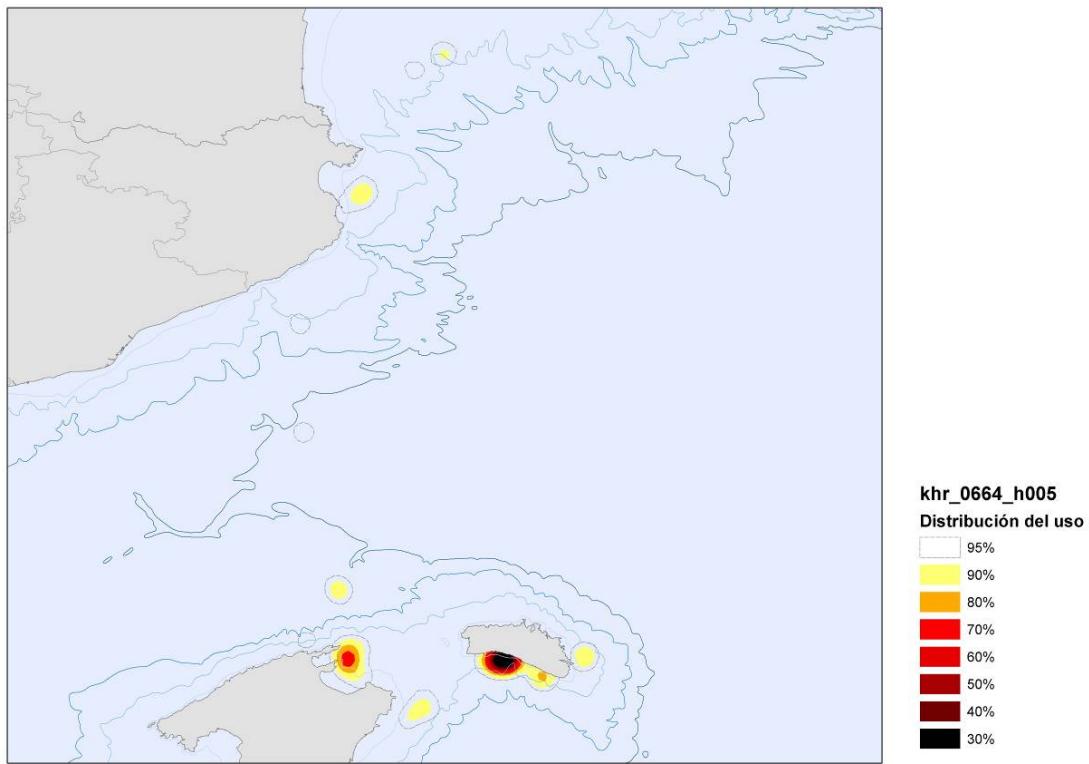
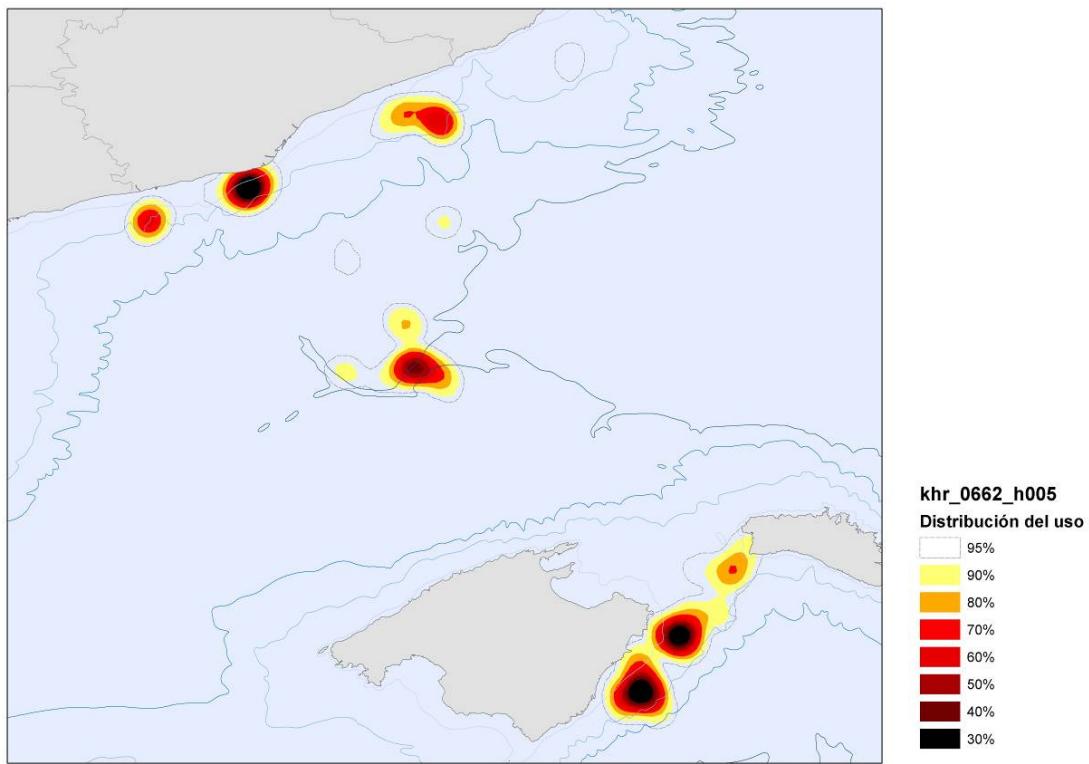


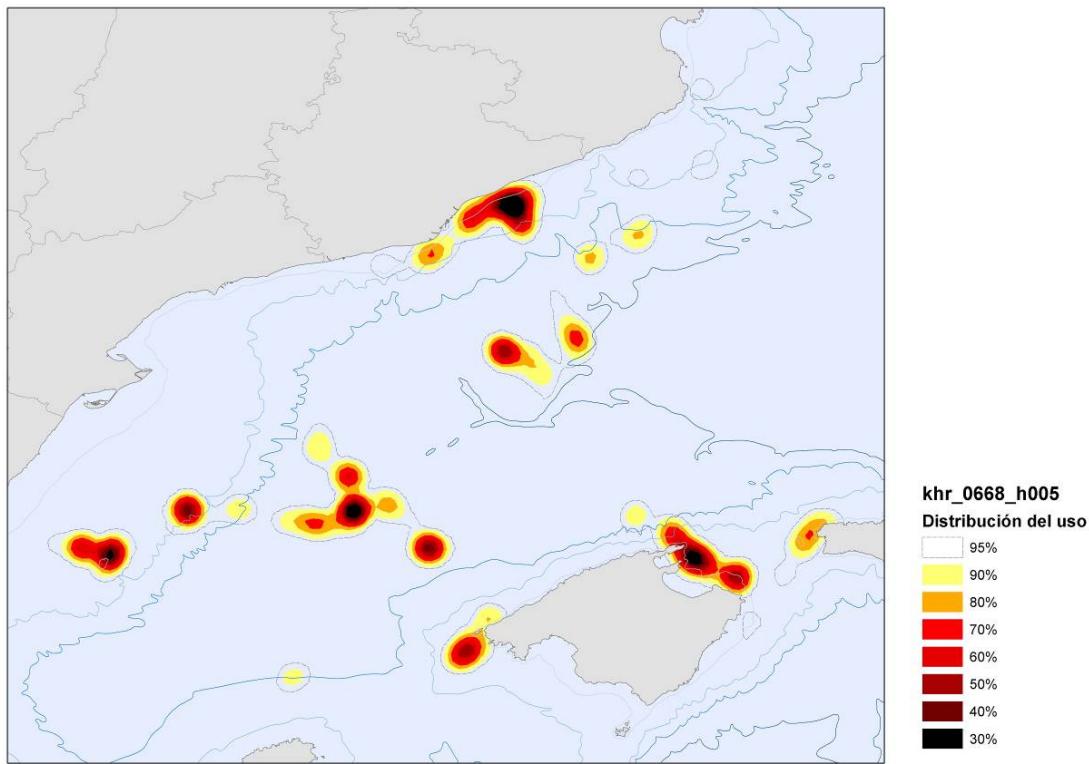
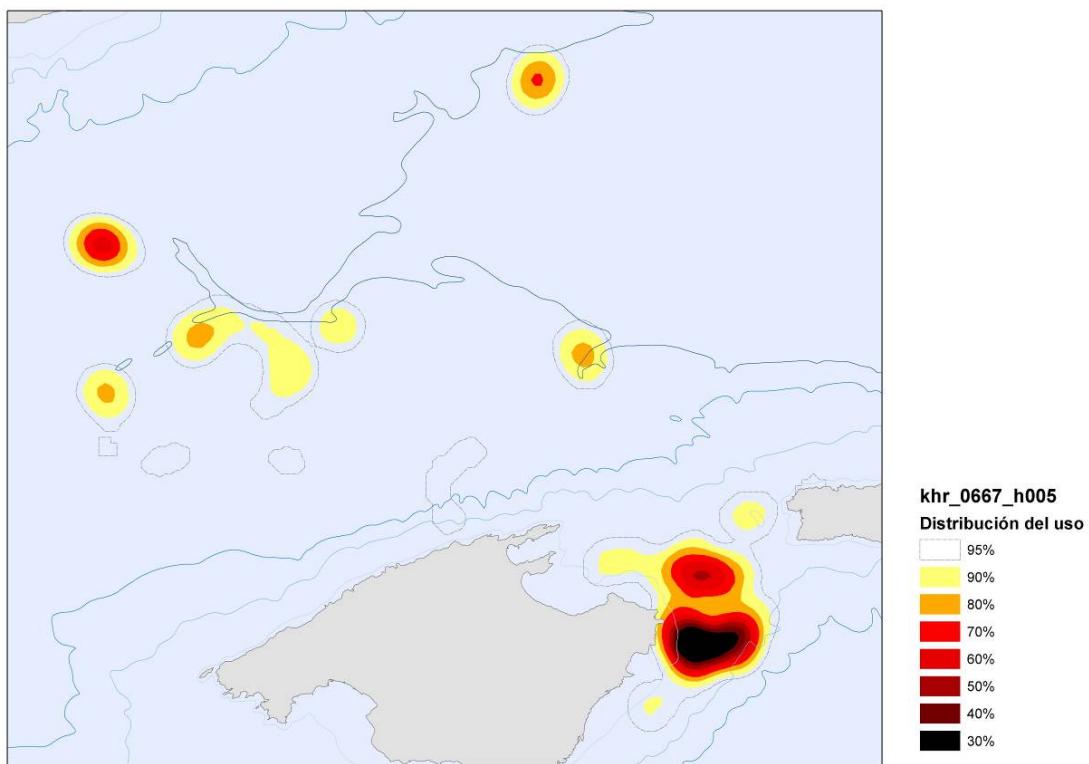


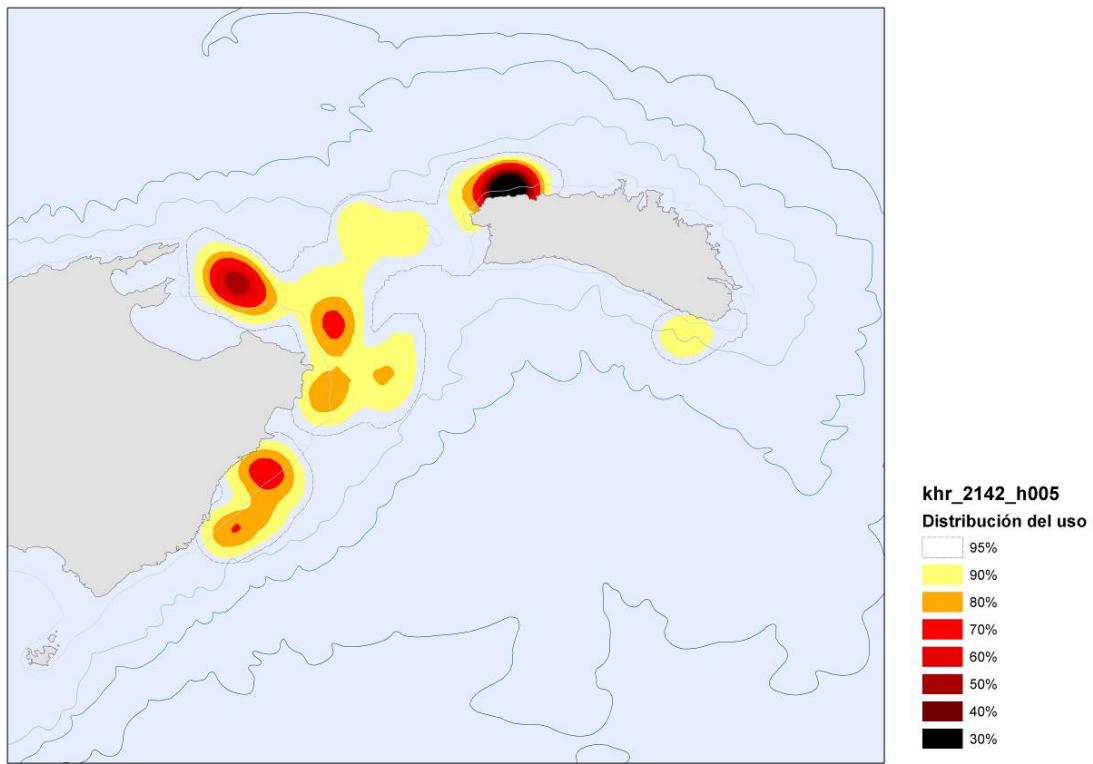
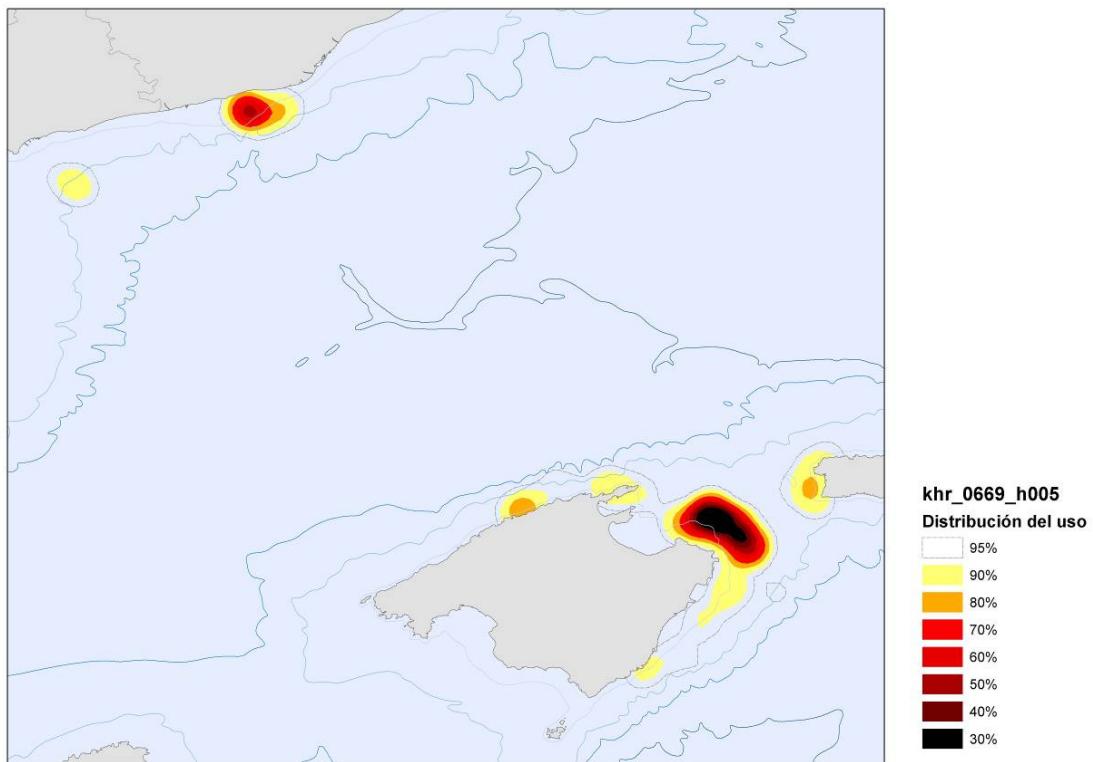


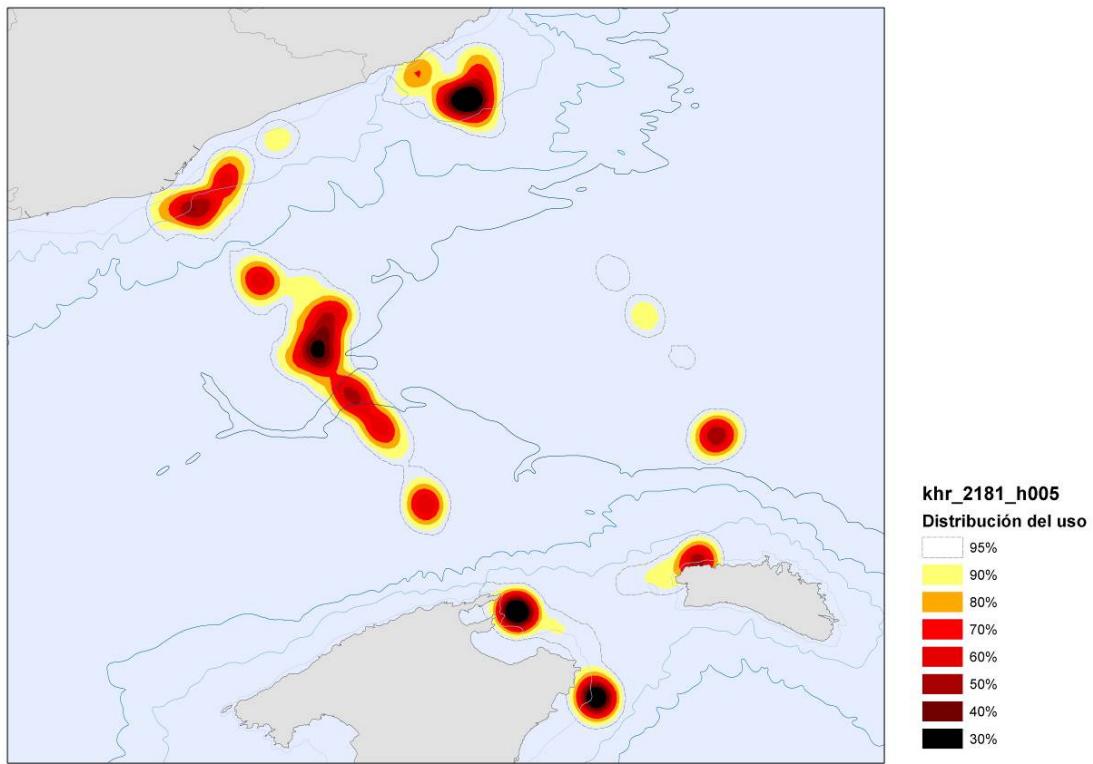
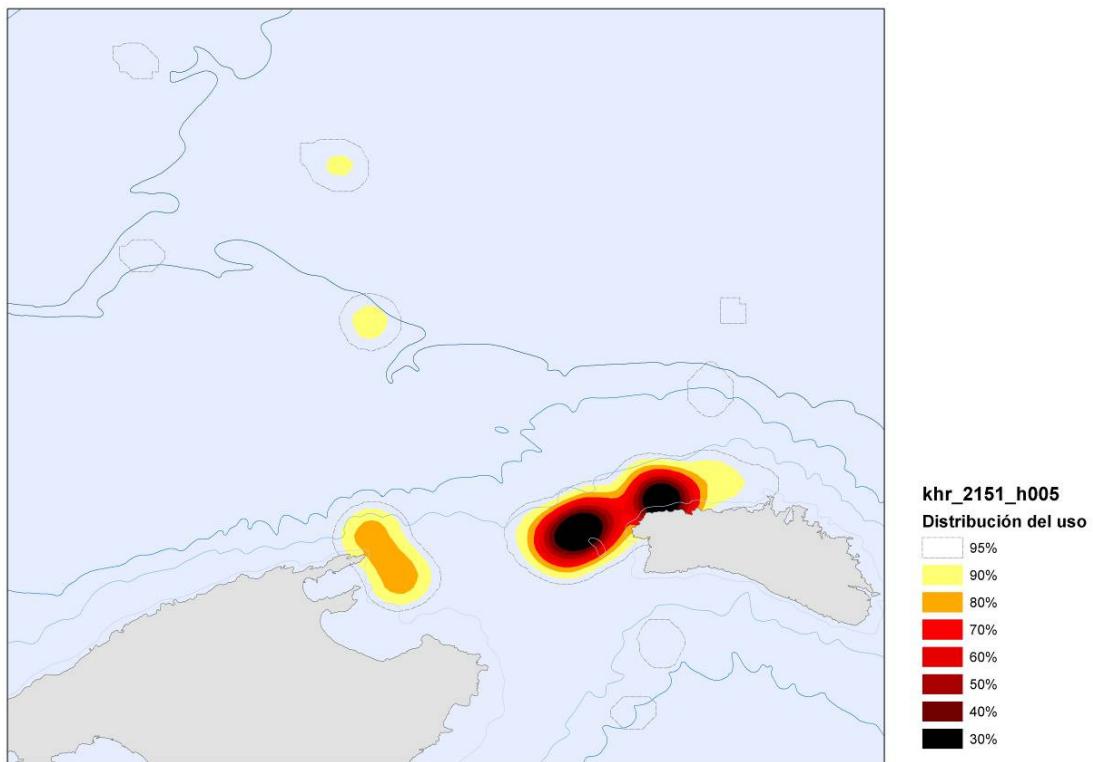


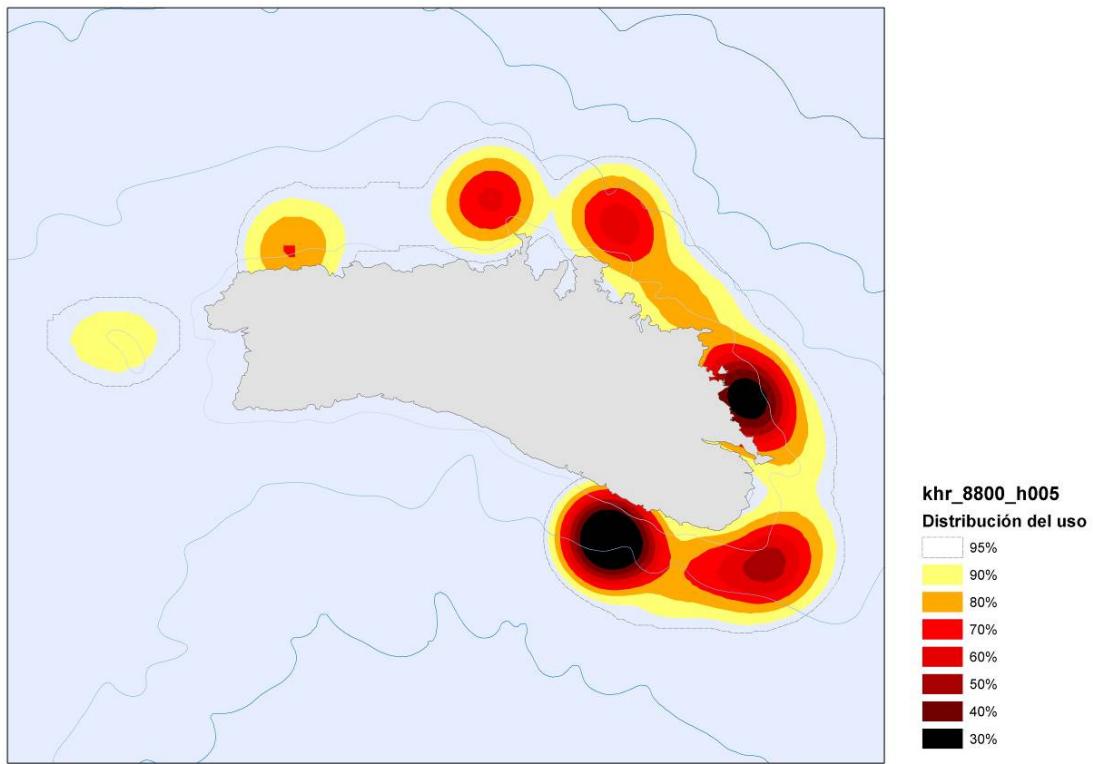
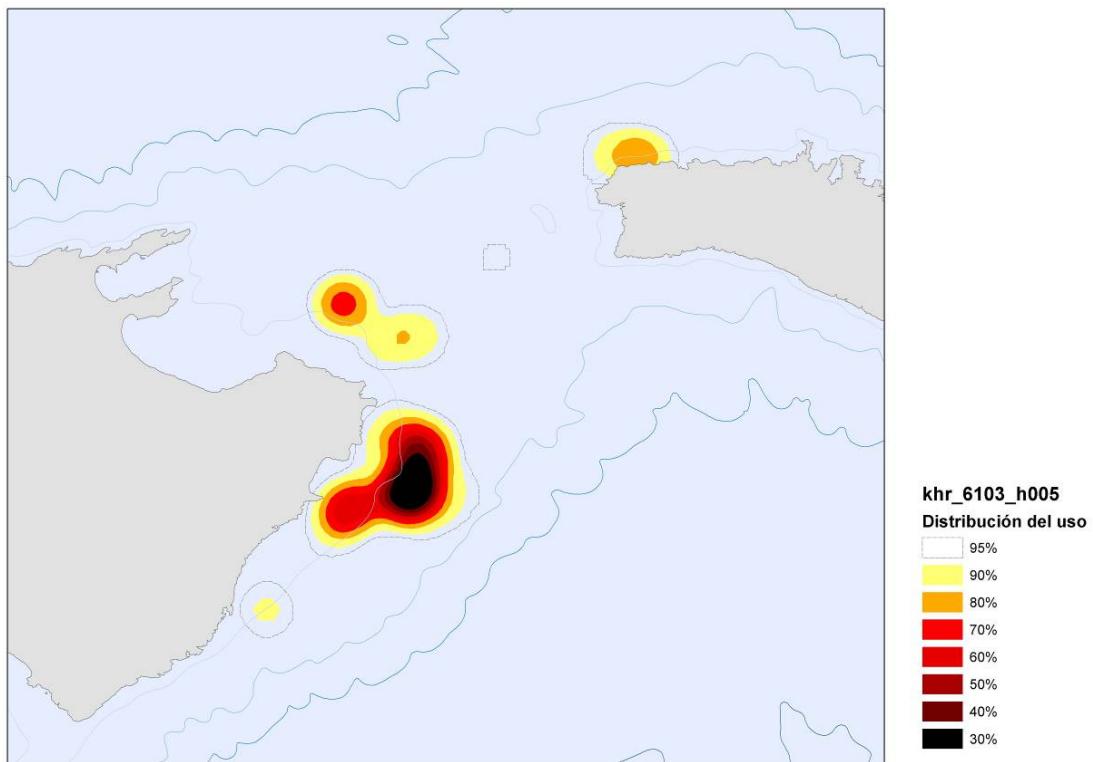


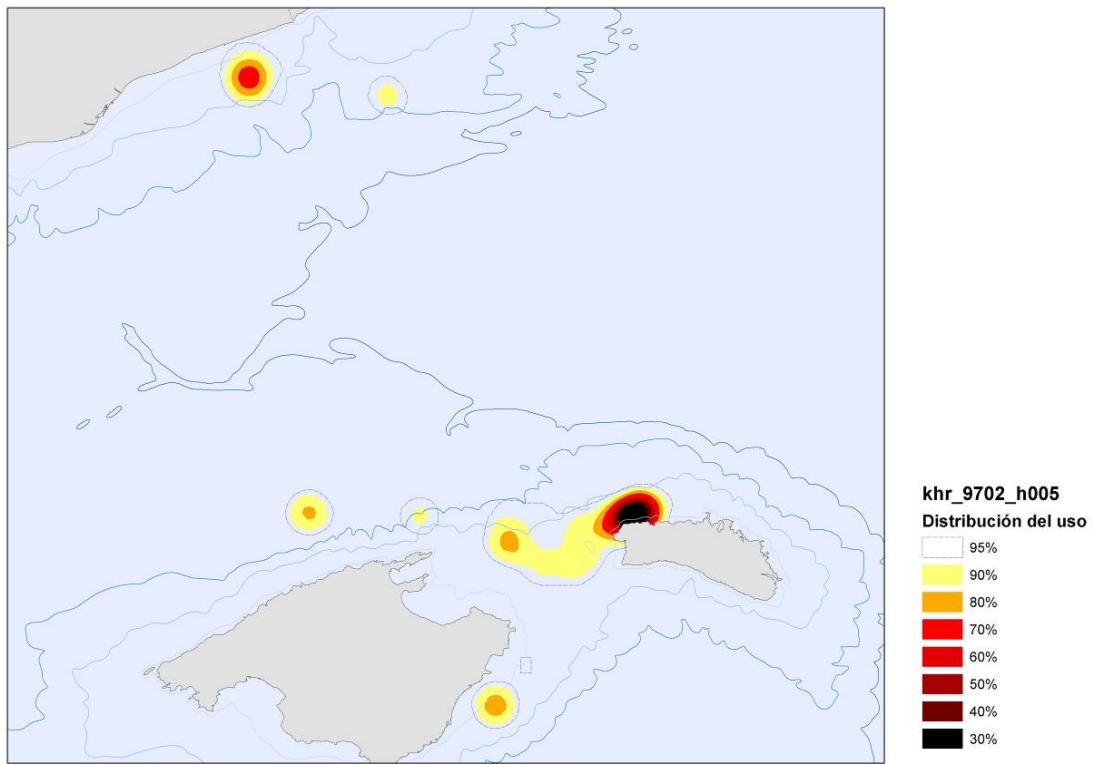
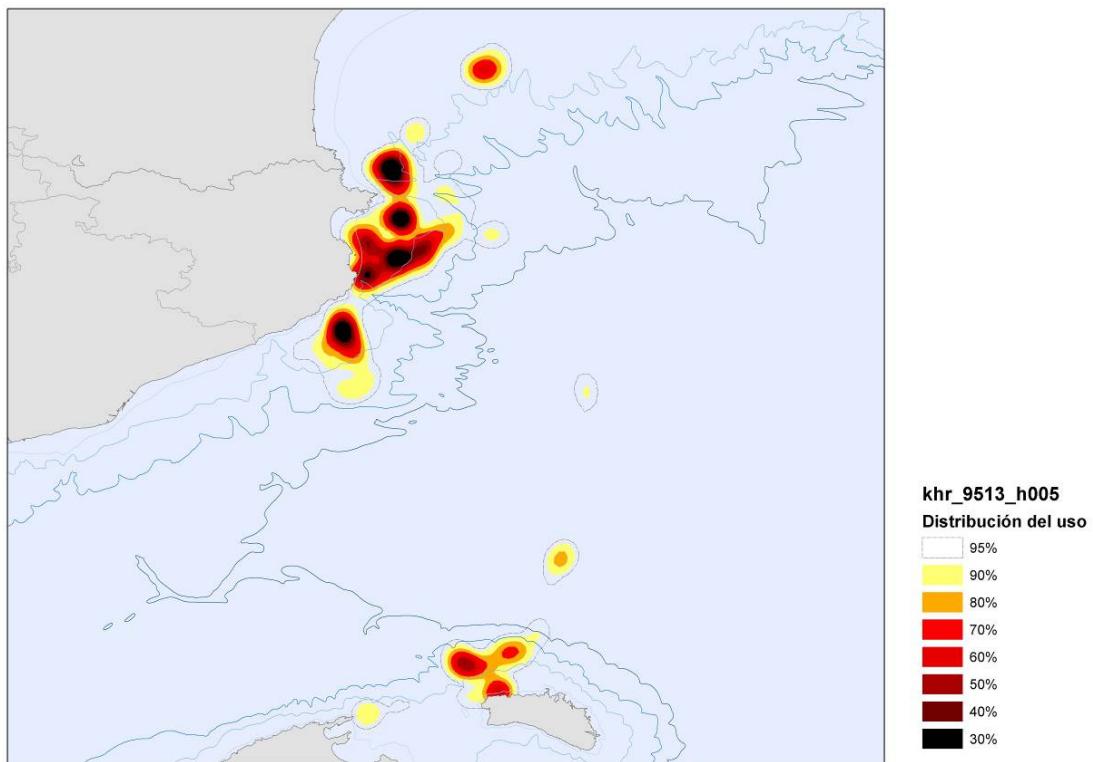


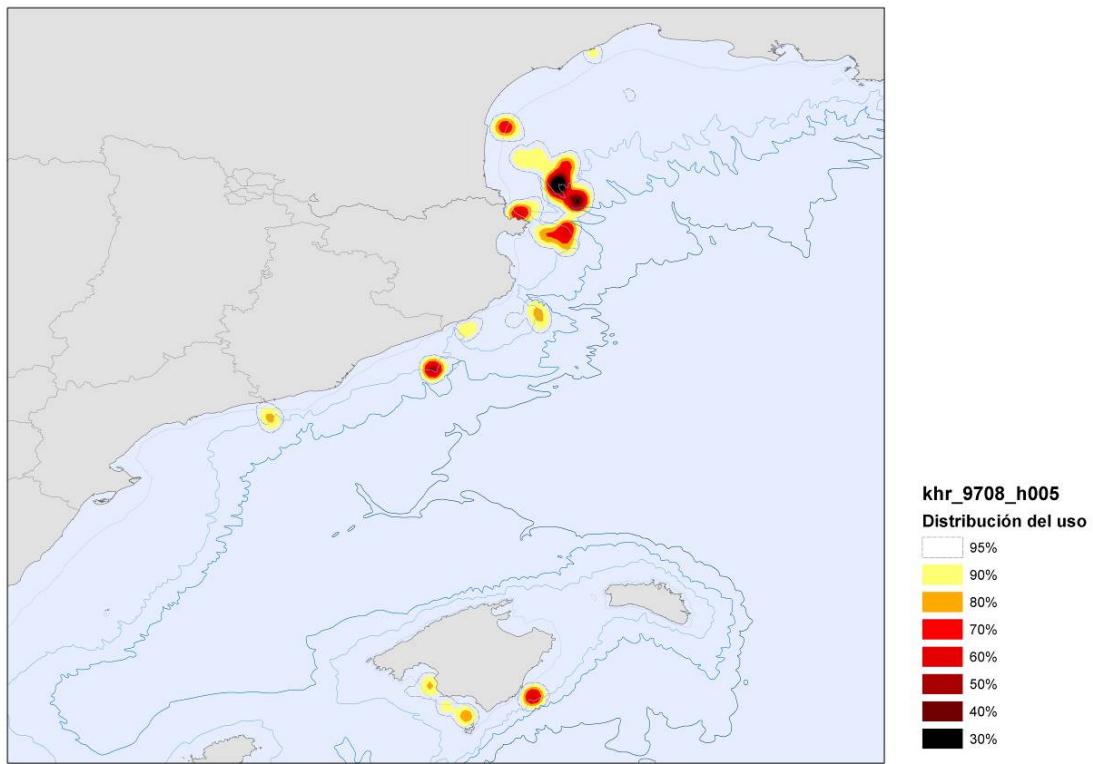
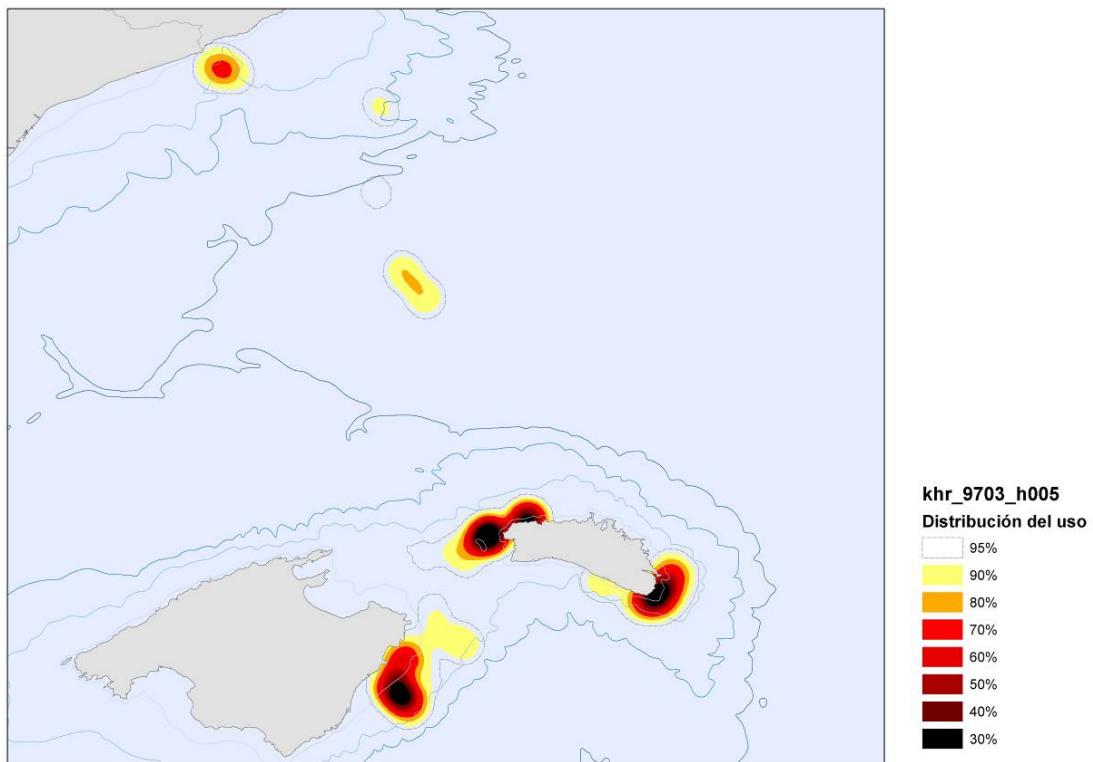


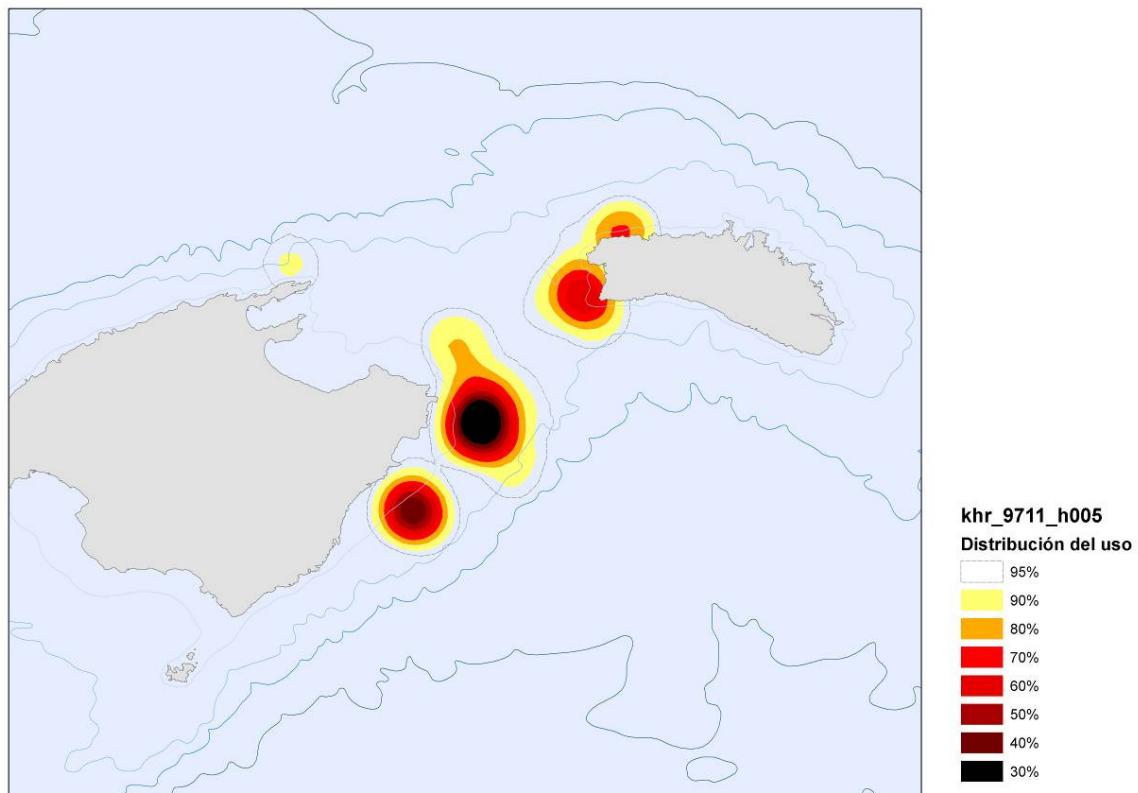












### APÉNDICE III (Seguimiento diario de las huras y conteos de balsas)

**T**abla AIII.1. Seguimiento diario de los nidos marcados. M: macho; H: hembra; m: macho en el nido sin GPS; h: hembra en el nido sin GPS; [(m)]: día de retirada del GPS del macho; [(h)]: día de retirada del GPS de la hembra; P: días en los que se detecta pollito. \*El día 16 de agosto se revisaron de nuevo los nidos y al menos los nidos 1, 5, 14, 18 y 21 tenían pollo.

Hura	Sex	Junio												Julio														
		17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01	M	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)																						
	H																											
02	M	(m)	(m)																									
	H	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)		
03	M	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)																						
	H	h																										
04	M	(m)																										
	H	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)																						
05	M																											
	H	(h)	(h)																									
06	M	(m)																										
	H	h	(h)	(h)	(h)	(h)																						
07	M	(m)																										
	H	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)																						
08	M	(m)																										
	H	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)																					
09	M	(m)																										
	H																											
10	M	(m)																										
	H																											
11	M																											
	H	(h)																										
12	M	m																										
	H	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)	(h)		
13	M																											



Tabla AIII.2. Seguimiento diario de las balsas frente a la colonia de cría.

Fecha	Hora	TOTAL	Censo	Hora	TOTAL	Censo	Hora	Balsas	Censo	Mar	Fuerza	Dirección
16/06/10				20:45	514	123+309+57+25	21:35	613	613	marejadilla	1	N
17/06/10							21:15	960	390+110+60+130+270	marejadilla	1	NW
18/06/10				20:36	580	580	21:20	400	400	marejadilla	2	W
19/06/10	19:51	250		20:40	350	150+200	21:15	710	270+150+290	marejadilla	4	W
20/06/10	19:26	190	100+90	20:05	200	200	0			marejadilla	5	N
21/06/10	19:40	85	85	20:21	160	160	21:09	165	165	marejadilla	2	N
22/06/10				20:20	956	956	21:03	661	641+20	marejadilla	0	-
23/06/10				20:07	835	835	21:15	1108	1108	calma	0	-
24/06/10	19:30	806		20:30	980	980	21:05	2682	718+170+768+1026	rizada	0	-
25/06/10	19:26	52	52	20:35	1024	58+104+14+282+529+37	21:15	1250	54+261+32+903	rizada	1	NE
26/06/10				20:20	378	54+324	21:10	575	54+27+83+411	calma	0	-
27/06/10	19:30	201	201	20:40	427	15+187+163+62	21:10	550	550	calma	0	-
28/06/10	19:50	145	71+9+23+10+32	20:30	242	162+51+20+9	21:15	417	417	calma	1	W
29/06/10	19:40	291	17+24+37+44+27+9+16+117	20:40	596	410+22+121+43	21:10	710	40+5+540+45+80	rizada	1	NE
30/06/10	19:33	166	119+13+34	20:33	611	604+3+4	21:10	796	796	calma	0	-
01/07/10	19:30	64	5+44+3+12	20:30	205	143+59+3	21:34	949	450+27+3+469	calma	0	-
02/07/10	19:48	257	230+12+15	20:30	514	49+411+54	21:25	728	180+104+444	rizada	1	NE
03/07/10	19:38	135	135	20:30	610	238+372	21:05	818	53+11+754	rizada	1	NE
04/07/10	19:43	192	192	20:25	405	405	21:10	754	754	rizada	1	NE
05/07/10	19:33	177		20:35	400	400	21:30	750	750	marejadilla	2	N
06/07/10	19:33	187	187	20:16	108	108	21:26	1183	1000+183	marejadilla	3	N
07/07/10	19:00	596	401+195	20:08	1173	1060+113	21:19	1260	1260	marejadilla	1	NE
08/07/10	19:18	192	64+59+69	20:09	429	350+69+10	21:20	977	429+548	rizada	1	NE
09/07/10	19:28	57	57	20:33	417	155+234+28	21:24	858	573+156+129	rizada	1	SE
10/07/10	19:38	0	0	20:25	110	110	21:16	624	148+108+368	marejadilla	1	E
11/07/10	19:17	15	15	20:10	200	150+50	21:20	1200	1200	marejadilla	1	E
12/07/10	19:35	147	37+44+66	20:15	263	29+25+77+22+110	21:30	1636	600+666+310+60	calma	1	NE



INDEMARES



Campaña de marcaje: Pardela cenicienta - Menorca  
Junio-julio 2010