INDAGINE PRELIMINARE SULLA PRESENZA DELL'UCCELLO DELLE TEMPESTE MEDITERRANEO (*HYDROBATES PELAGICUS MELITENSIS*) NEL PARCO REGIONALE DI PORTO CONTE - AREA MARINA PROTETTA DI CAPO CACCIA – ISOLA PIANA

A cura di :

Danilo Pisu, Jacopo Cecere, Federico De Pascalis, David Pala

Interreg MARITTIMO-IT FR-MARITIME
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale
UNIONE EUROPEA
GIREPAM
Parco di Porto Conte Alghero
REGIONE AUTÒNOMA DE SARDIGNA
REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA
ASSESSORADU DE SA DEFENSA DE S'AMBIENTE
ASSESSORATO DELLA DIFESA DELL'AMBIENTE
Direzione generale Difesa dell'ambiente
Servizio tutela della natura e politiche forestali
Parco di Porto Conte Alghero
Area Marina Protetta Capo Caccia – Isola Piana
ISPRA Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
La cooperazione al cuore del Mediterraneo
La coopération au coeur de la Méditerranée

Autori

Federico De Pascalis, Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali, Università degli Studi di Milano, 20133, Milano (MI), Italy

David Pala, Azienda Speciale Parco di Porto Conte, 07041, Alghero (SS), Italy

Danilo Pisu, consulente faunistico, Reg. Preddu Nieddu snc, Stintino (SS) Italy

Jacopo G. Cecere, Area Avifauna Migratrice, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), 40064, Ozzano dell'Emilia (BO), Italy

Questo lavoro è stato realizzato grazie all'accordo di collaborazione, siglato nell'ambito del progetto GIREPAM, tra la Regione Autonoma della Sardegna, Assessorato della difesa dell'ambiente – Servizio tutela della natura e politiche forestali -, e il Parco Regionale di Porto Conte.

Il documento deve essere citato nel seguente modo*: Indagine preliminare sulla presenza dell'uccello delle tempeste mediterraneo (Hydrobates pelagicus melitensis) nel parco regionale di Porto Conte -Area Marina protetta di Capo Caccia – Isola Piana. D. Pisu, J. Cecere., F. De Pascalis, D. Pala, 2020. Progetto GIREPAM, Interreg Italia Francia Marittimo 2014-2020.*

Copia del documento può essere richiesta ai seguenti indirizzi mail girepam@gmail.com; lsantona@regione.sardegna.it; dpala@parcodiportoconte.it o scaricata dal sito http://interreg-maritime.eu/web/girepam.

INTRODUZIONE

In questi ultimi anni il problema della conservazione degli uccelli marini sta diventando sempre più evidente.
La Convenzione di Ramsar richiede iniziative di ricerca e gestione delle popolazioni naturali degli uccelli acquatici (Art. 4.3). Inoltre l'allegato V della Direttiva CEE sulla protezione delle popolazioni di uccelli europei, obbliga tutti Paesi dell'Unione Europea a monitorare le popolazioni ornitiche attraverso l'utilizzo dell'inanellamento scientifico (Spina in Brichetti e Gariboldi, 1997).
Diversi progetti sono stati posti in essere da Aree Protette o da raggruppamenti di esse (per esempio il programma "BIG5", monitoraggio delle 5 specie di uccelli marini prioritari per a conservazione, che vede coinvolti i Parchi Nazionali dell'Asinara, Arcipelago di La Maddalena, Circeo, 5 terre e Arcipelago Toscano), in cui si sono condivisi i protocolli di monitoraggio a scala centro mediterranea, a riprova dell'importanza strategica di questa categoria di fauna vertebrata.
L'uccello delle tempeste mediterraneo (*Hydrobates pelagicus melitensis*), inserito nell'Allegato I della Direttiva Uccelli (2009/147/CE), nell'Allegato II della Convenzione di Berna e considerato NT (quasi minacciato) nella Lista Rossa italiana, ma meritevole della categoria VU (Vulnerabile), per la scarsezza dei siti riproduttivi conosciuti (Peronace et al. 2012) fanno parte ormai del patrimonio naturale internazionale, e come tale si rende necessaria la sua tutela.
Perché questo avvenga le conoscenze sulla biodiversità marina e costiera necessitano di un sostanziale approfondimento, raggiungibile attraverso censimenti, raccolta ed elaborazione di dati più efficienti possibili (Convenzione di Alghero sulla biodiversità costiera e marina del Mediterraneo, 1995), ormai non solo a livello di popolazione nidificante e trend di crescita/decrescita ma anche sulle aree di alimentazione, frequentazione delle aree pelagiche in epoca riproduttiva e destinazioni in epoca non riproduttiva.
In aggiunta al reperimento di questi elementi si rende necessario la divulgazione e lo scambio dei dati scientifici, nell'ambito del Mediterraneo, in modo da rendere il più uniformi possibili le conoscenze acquisite.

In questo la Sardegna assume un'importanza strategica, a livello internazionale, sintetizzabile dalla presenza di consistenti popolazioni di alcune specie di uccelli marini minacciati di estinzione a livello mondiale.
A favore di queste popolazione depongono:

- La scarsa antropizzazione delle coste rocciose.
- La presenza di numerose piccole isole disabitate.
- La qualità delle acque costiere.

E' in questo contesto che si è sviluppata l'indagine preliminare sulla presenza e sullo stato della popolazione dell'Uccello delle tempeste mediterraneo nel Parco Naturale Regionale di Porto Conte - AMP di Capo Caccia-Isola Piana.
L'attività di monitoraggio si è svolta a partire da un sopralluogo congiunto con tecnici del Parco, da tecnici specializzati in studi sugli Uccelli marini ISPRA, coordinati dal dott. Jacopo Cecere, e dal dott. Danilo Pisu.
L'obbiettivo finale della ricerca è stato (come da preventivo trasmesso al Parco in data 1 agosto 2019) consisteva in:
Inanellamento scientifico di un numero congruo di individui;
Rilevamento dei principali parametri morfometrici;
Posizionamento di appositi GPS Logger su individui in riproduzione per la registrazione dei dati di utilizzo delle aree di foraggiamento e per le prime analisi dei dati di comportamento.

Status di Conservazione

L'Uccello delle tempeste è inserito nell'allegato I della Direttiva Uccelli e nella Lista Rossa della Sardegna è classificata come VU (Vulnerabile), mentre a livello nazionale la specie è stata classificata come NT (quasi minacciata). Per il territorio italiano è noto solo il trend relativo ad alcune colonie Siciliane che appare relativamente stabile. In ogni caso la situazione della popolazione sarda non è ancora ben conosciuta in particolar modo per la dimensione della popolazione e il trend. Attualmente in Mediterraneo vi è una unica colonia, quella di Benidorm (ES) dove vengono regolarmente controllati i parametri demografici delle coppie nidificanti, Sainz et al., 2011.
La maggior minaccia per questa specie che depone un solo uovo per coppia, è il ratto che preda il nido, di conseguenza i siti di nidificazione son situati in luoghi inaccessibili. Nonostante ciò, trascorre la maggior parte del giorno in mare alla ricerca di cibo, e si avvicina alla costa e al sito solo di notte per evitare la predazione da parte del Gabbiano reale mediterraneo.

LA SPECIE

Ordine: *Procellariformes*

Famiglia: *Hydrobatidae*

Sottofamiglia: *Hydrobatinae*

Sottospecie italiana: *Hydrobates pelagicus melitensis* (Schembri, 1843)

L'Uccello delle tempeste è una specie politipica a distribuzione mediterraneo-atlantica. Il suo areale riproduttivo si estende sulle coste rocciose dell'Atlantico, dove occupa molteplici piccole isole intorno all'Islanda e alla Norvegia, numerose isole costiere della Gran Bretagna e dell'Irlanda, pochi siti nella Francia nord-occidentale, parte delle coste atlantiche della Penisola Iberica. Nel Mediterraneo è presente con la sottospecie *melitensis* (Schembri, 1843), rivalutata di recente (Hémery & d'Elbée, 1985) e confermata dai dati biometrici della popolazione siciliana (Catalisano *et al*. 1998); siti di nidificazione sono conosciuti nelle Canarie, Madeira e alcune isole del Mediterraneo centro occidentale.

La colonia più numerosa è quella di Filfla, nelle isole maltesi, che ospita più della metà della popolazione stimata nel Mediterraneo (8.500-15.500 coppie).

La popolazione globale italiana è valutata tra le 1.700 e le 2.500 coppie nidificanti prevalentemente in Sicilia (isole Egadi, Eolie e Pelagie) e nelle coste nord-occidentali della Sardegna (isola Foradada).

Questa specie ha le dimensioni di un piccolo Passeriforme, tuttavia ha abitudini prevalentemente pelagiche, trascorrendo tutto l'inverno in alto mare e avvicinandosi alla costa solo durante la riproduzione; inizia a occupare i siti riproduttivi dal mese di aprile.

La deposizione è asincrona e compresa in un arco di tempo di circa due mesi: le coppie più precoci iniziano la deposizione a Maggio, mentre quelle più tardive depongono alla fine di Luglio (Krapp, 1970; Sultana & Gaucci, 1982; Massa & Catalisano, 1986b). La durata dell'incubazione è di 41-43 giorni (Cramp & Simmons, 1977). Per questo si possono trovare gli ultimi *pulli* nel nido a metà del mese di Ottobre.

Il nido viene ricavato sul substrato terroso o sabbioso all'interno di grotte, oppure in piccoli anfratti tra le rocce o sotto grosse pietre; i nidi vengono rioccupati negli anni. La specie depone un solo uovo, che viene covato da entrambi i partners; il cambio avviene durante la notte probabilmente 5-7 giorni . Dopo la nascita il pullus è coperto dai genitori per la prima settimana , dopodiché viene visitato solo durante la notte per alimentarlo (in Brichetti *et al* 1992).

Gli uccelli di questa specie si nutrono prevalentemente di plancton (Cramp & Simmons, 1977).

Assai poco si sa sui suoi movimenti migratori nel Mediterraneo, a causa della rarità della specie, della difficoltà di osservarla in mare.

A partire dalla metà degli anni '80 si sono avute delle ricatture di animali inanellati in Italia; tuttavia la parte preponderante si riferisce a individui segnalati come morti o comunque non più rilasciati in natura, inoltre il campione è poco numeroso e non permette analisi di dettaglio (Spina & Volponi, 2008).

Le due colonie italiane in cui si sono svolte attività di inanellamento della specie hanno prodotto ricatture all'estero, in Algeria, Spagna e Francia.

Risultati

Durante il periodo 27 giugno – 18 ottobre sono state fatte ripetute visite all'Isola Foradada, lato ovest ad ora unico luogo conosciuto in cui insiste una colonia, in una grotta non ancora censita al catasto regionale.
Le visite alla colonia, una prima di sopralluogo generale con i tecnici ISPRA Jacopo Cecere e Lorenzo Serra, anche responsabili del Centro Italiano di Inanellamento scientifico, soni state sempre fatte alla presenza dei tecnici del Parco e dell'AMP David Pala e Alberto Ruju e dal dott. Danilo Pisu con ruolo di coordinamento del gruppo di lavoro sul campo. In quelle sedi è stata messa a punto anche a definizione dei parametri di ricerca da acquisire e dei risultati attesi, previa osservazione dell'area campione e del comportamento della colonia.
La possibilità di avere gli strumenti GPS è stata fornita dall'Università di Milano, dal Prof. Diego Rubolini, che ha avuto la possibilità di metter a disposizione una figura professionale altamente specializzata che sta svolgendo una tesi di dottorato di ricerca proprio sull'utilizzo e sulle analisi di questi sofisticati strumenti, il dott. Federico De Pascalis.
In corso d'opera sono state recuperate, tramite il dott. Pala, notizie documentate da foto e video della presenza di un'altra colonia nella Grotta *Nesea*, sul lato est della stessa Isola *Foradada.* La visita alla grotta *Nesea* è stata possibile solo nel mese di ottobre, ove si sono rilevate le presenze della sola Berta maggiore *Calonectris diomedea* e nessuna traccia di presenza di Uccello delle tempeste. Questo, però, non preclude la possibilità che una colonia sia presente, si rimanda ad una serie di visite mirate nella prossima stagione riproduttiva per la conferma della presenza di una nuova colonia.

Inanellamento scientifico

Di seguito le schede da campo con gli esemplari inanellati, i parametri rilevati e la definizione delle linee di ricerca in laboratorio che necessitano di tempi un po' più lunghi per risultati attesi rispetto alla presente relazione.

22_07_19

ANELLO	DATA	CAT-RICAT	SEX C – H/P	PESO	TARSO	STERNO	BECCO	HB	T+B	ALA
KN22752	22/07/19	0		262	225	230	117	42	332	128
KN14855	22/07/19	1		244	243	208	110	42	312	125
KN22753	22/07/19	0		316						
KN22754	22/07/19	0		257						
KN22755	22/07/19	0		276	225	232	118	46	318	130
KN22756	22/07/19	0		299						
KN22757	22/07/19	0		271						
KN23401	22/07/19	0		279	226	235	129	43	311	126
KN13442	23/07/19	1		290	237	228	113	43	312	127
KN23402	23/07/19	0		249	222	202	110	45	328	126
KN14644	23/07/19	1		247						
KN22754	07/08/19	1		251						
KN22796	07/08/19	1		251						

7-9_8_2019

ANELLO	DATA	CAT-RICAT	SEX C – H/P	PESO	TARSO	STERNO	BECCO	HB	T+B	ALA
KN14911	07/08/19	1								
KN23417	07/08/19	1								
KN12040	07/08/19	1								
KN13442	07/08/19	1	X							
KN23423	08/08/19	0	X	304	242		120	36	338	1170
KN23424	08/08/19	0		270	222		115	36	305	1230
KN23425	08/08/19	0		226	226		170	40	324	1260
KN14839	09/08/19	1								
KN23426	09/08/19	0		271	241		104	36	306	1210
KN23427	09/08/19	0		279	226		105	40	317	1280
KN23428	09/08/19	0		269	238		118	38	321	1230
KN22536	09/08/19	1		367	235		115	38	326	1280
KN23429	09/08/19	0		286	223		119	40	318	1230
KN23430	09/08/19	0		281	227		109	40	322	1320
KN13196	09/08/19	1		305	238		116	40	320	1270
KN12041	09/08/19	1		240	233		105	41	328	1230
KN23431	09/08/19	0		342	246		108	38	327	1270
KN13426	09/08/19	1		305	227		117	38	328	1230
KN23432	09/08/19	0		296	236		115	38	332	1250
ANELLO	DATA	CAT-RICAT	SEX C – H/P	PESO	TARSO	STERNO	BECCO	HB	T+B	ALA
KN22535	09/08/19	1		326	225		110	37	323	1280
KN23433	09/08/19	0		260	232		108	38	315	1240
KN23434	09/08/19	0		258	238		112	40	326	1340
KN23435	09/08/19	0		275	244		114	39	317	1250
KN23436	09/08/19	0		252	230		118	40	329	1230
KN22690	09/08/19	1		254	233		112	39	314	1270
KN23437	09/08/19	0		253	239		108	35	322	1250
KN23438	09/08/19	0		318	243		103	37	322	1270
KN23439	09/08/19	0		306	240		110	38	325	1260
KN23440	09/08/19	0		253	227		109	36	317	1230
KN23441	09/08/19	0		289	236		114	40	310	1270
KN23442	09/08/19	0		242	232		115	38	325	1230
KN23443	09/08/19	0		296	233		106	38	310	1200

24_7_2019

ANELLO	DATA	CAT-RICAT	SEX C – H/P	PESO	TARSO	STERNO	BECCO	HB	T+B	ALA
KN22627	24/07/19	1								
KN23405	24/07/19	0			315	246		105	42	327	1220
KN23406	24/07/19	0			321	229		112	38	330	1230
KN23407	24/07/19	0			242	240		102	39	315	1240
KN23408	24/07/19	0			261	227		113	41	323	1220
KN23409	24/07/19	0			281	230		103	41	314	1210
KN23410	24/07/19	0			325	234		108	42	315	1270
KN23411	24/07/19	0			275	220		114	40	318	1270
KN23412	24/07/19	0			312	239		108	38	323	1280
KN23413	24/07/19	0			262	227		102	38	317	1220
KN23414	24/07/19	0			295	232		110	40	330	1220
KN22624	24/07/19	1			298	235		120	40	322	1250
KN23415	24/07/19	0			258	241		112	40	327	1280
KN14800	24/07/19	1								
KN12038	24/07/19	1								
KN12076	24/07/19	1								
KN12039	24/07/19	1								
KN14746	24/07/19	1								
KN12686	24/07/19	1								
ANELLO	DATA	CAT-RICAT	SEX C – H/P	PESO	TARSO	STERNO	BECCO	HB	T+B	ALA
KN12694	24/07/19	1								
KN12467	24/07/19	1								
KN12331	24/07/19	1								

25_7_2019

ANELLO	DATA	CAT-RICAT	SEX C – H/P	PESO	TARSO	STERNO	BECCO	HB	T+B	ALA
KN23416		0			244	245		129	38	313	1240
KN23417		0			306	235		112	41	331	1250
KN23418		0			260	232		114	40	318	1180
KN23419		0			257	223		108	38	306	1220
KN23420		0			248	227		119	41	316	1210
KN23421		0			267	243		109	41	327	1240
KN23422		0			283	233		113	41	317	1240
KN14968		1								
KN14717		1								
KN14754		1								
KN22679		1								
KN03726		1								
KN14765		1								
KN22573		1								

In totale sono stati catturati ed inanellati 85 esemplari di Uccello delle Tempeste Mediterraneo, con 55 nuove catture e 30 ricatture risultanti dalle campagne di inanellamento precedenti.

Con il soli dati di inanellamento scientifico non si è potuto eseguire l'analisi mark *caprture-recapture*, analisi che ha portato all'ultima stima della colonia dell'isola *Foradada* di 600-700 coppie nidificanti (Aplington *et al*., 2000), per questo motivo non si forniscono ad ora nuove stime della consistenza della colonia.

Tuttavia la notizia, documentata con fotografie da parte e video, della presenza di una nuova colonia nella parte orientale dell'Isola Foradada (nello specifico Grotta *Nesea*, censita nel catasto regionale delle grotte della Sardegna), porta ad una nuova attenzione su questo specifico argomento.

La scoperta di una nuova colonia può sicuramente portare ad una nuova stima della popolazione di Uccello delle Tempeste presente in questo tratto di costa ma, non avendo avuto la possibilità di stimare la presenza nella grotta *Nesea* in epoca strettamente riproduttiva, ci fa rimanere prudenziali sulle cifre delle coppie nidificanti attuali.

Nell'unico sopralluogo fatto alla grotta *Nesea* (ottobre 2019), si è confermata una grande colonia di Berta maggiore, di cui quasi 20 pulli non erano ancora involati alla fine di ottobre), ma nessuna traccia è stata rilevata di Uccello delle Tempeste in quella data.

Si rimanda a controlli approfonditi in epoca di incubazione delle uova per l'osservazione della stessa grotta e per l'eventuale presenza di *Procellariformes* nell'area vasta, con uscite notturne muniti di termo camera, strumento utilissimo alla individuazione di esemplari che si avvicinano alle colonie nelle ore notturne, anche in assenza di vocalizzi.

Altri parametri rilevati sono stati quelli dell'estensione del bianco sul groppone che, insieme al sessaggio tramite DNA, può fornire dati sul sessaggio degli esemplari sul campo, tramite la misurazione dell'estensione del bianco, fattore già analizzato sugli Uccelli delle tempeste della sottospecie nominale (Cramp S, Simmons KEL. (1977).

Indagine sulle microplastiche

Plastiche e derivati costituiscono al momento circa l'80% del totale dei materiali di scarto presenti in ambiente marino. Tuttavia, mentre molti studi si sono focalizzati sulla quantificazione e sull'impatto delle macroplastiche sui livelli più alti della catena trofica, ancora poco si sa sulle microplastiche e sul loro effetto. Le microplastiche (particelle di plastica con una lunghezza inferiore ai 5 mm) rappresentano la tipologia di plastica più abbondante in mare, e sono destinate ad un inevitabile aumento. Queste subentrano in ambiente marino dal deterioramento di plastiche più grandi già presenti in mare, con venti, correnti e immissioni da fiumi, e da attrezzature di varie tipologie perse in mare (pesca, acquacultura, cargo). Le plastiche entrano poi nella catena trofica, dove presumibilmente vengono accumulate nei suoi livelli più alti. Gli uccelli marini, in quanto predatori apicali, sono stati più volte proposti come bioindicatori dello stato di salute dell'ambiente marino. L'uccello delle tempeste, in particolare, è una specie potenzialmente molto interessante su cui indagare l'accumulo di microplastiche. Innanzitutto è obbligato a nutrirsi in superficie, dunque in uno strato della colonna d'acqua potenzialmente ricco in microplastiche. Fa poi parte dei *Procellariformes*, la categoria sistematica che a livello globale più risentono dell'ingestione di plastiche. Infine, date le sue piccole dimensioni, l'alta vulnerabilità e i bassi numeri presenti in Mediterraneo, valutare l'impatto di una potenziale minaccia quale l'accumulo di inquinanti è vitale sia per una corretta conservazione della specie, sia per un monitoraggio dell'ambiente marino che essa frequenta. La presenza di microplastiche nella dieta dell'uccello delle tempeste è però ancora sconosciuta, data la sua grande elusività ed i pochi studi condotti. Durante le visite effettuate alla colonia dell'Isola Foradada, sono stati collezionati opportunisticamente rigurgiti da 36 individui. Gli individui catturati a scopo di inanellamento, di ritorno da un viaggio di foraggiamento, venivano presi di notte al rientro in colonia. Se l'individuo autonomamente rigurgitava il materiale alimentare, questo veniva raccolto con un cucchiaino in metallo, precedentemente lavato in acetone per eliminare eventuali tracce di plastiche, e conservato in un'ampolla di vetro piena di etanolo (95%). Le ampolle, anch'esse precedentemente lavate in acetone, sono state chiuse utilizzando un tappo di stagnola e *parafilm* in cera. Ciascun campione verrà lavato in soluzioni acide, seguendo un protocollo ad-hoc per l'eliminazione della materia organica. Le eventuali microplastiche, rimaste intaccate dalla soluzione, verranno filtrate con appositi filtri ed analizzate al microscopio ottico, dove verranno misurate, contate e catalogate. La tipologia dell'eventuale plastica rinvenuta verrà identificata tramite la spettrofotometria di massa. Conoscendo dai dati di tracciamento le aree di foraggiamento della specie, sarà possibile identificare le aree in cui probabilmente le plastiche vengono acquisite.
Il promontorio di Capo Caccia ha la peculiarità (unica in Mediterraneo) di avere presenti e nidificanti le tre specie di *Procellariformes* nidificanti (Berta maggiore, Berta minore mediterranea e Uccello delle Tempeste Mediterraneo), di cui si conosce poco riguardo le aree di frequentazione ed alimentazione, che potrebbero anche coincidere, caso di studio unico nel suo genere.

Apposizione GPS – Logger.

L'apposizione per la prima volta di strumenti come i GPS *logger* ha dato la possibilità di "scoprire" le aree di frequentazione e di alimentazione durante il periodo riproduttivo di 13 esemplari monitorati.
Questa possibilità è stata fornita grazie alla tesi di dottorato di Federico De Pascalis con l'Università di Milano in collaborazione con ISPRA. Di seguito le analisi kernel e la metodologia utilizzata.
Su 13 esemplari a cui si sono apposti i GPS, abbiamo i risultati solo di 7 per ora, poiché alcuni non sono stati recuperati ed altri hanno avuto un difetto di funzionamento a cui si spera poter ovviare tramite la casa costruttrice degli strumenti.

Aree di alimentazione

Da 7 individui sono stati recuperati e scaricati con successo i dati GPS (Figura 1). Per identificare i comportamenti in mare degli animali, è stato applicato ai dati GPS un algoritmo chiamato *Expectation-Maximization Binary Clustering* (EMBC). L'algoritmo si basa sulle variazioni di velocità e angolazione fra *fix* successivi del GPS, e assegna ciascun punto ad una di quattro classi. Queste quattro classi sono rappresentative di quattro comportamenti distinti:

- **Volo diretto** (alta velocità, bassa angolazione): gli individui stanno volando in maniera rettilinea ed a velocità sostenute, presumibilmente per spostarsi fra aree.
- **Galleggiamento** (bassa velocità, bassa angolazione): gli individui sono presumibilmente posati sulla superficie del mare, per riposarsi o alimentarsi.
- **Ricerca intensiva** (basse velocità, alta angolazione): gli individui stanno presumibilmente foraggiando in maniera intensiva.
- **Ricerca estensiva** (alta velocità, alta angolazione): gli individui stanno presumibilmente foraggiando, interagendo meno intensivamente con l'ambiente circostante.

L'algoritmo è stato applicato usando il pacchetto EmBC (Garriga et al. 2016) per il software R (versione 3.5.1).
Per identificare le aree di foraggiamento di questa popolazione, i *fix* identificati come galleggiamento, ricerca intensiva ed estensiva sono stati raggruppati insieme, e quelli identificati come volo diretto sono stati scartati. Quindi è stata applicata una *Kernel Density Estimation (KDE)*, tramite il software R (versione 3.5.1). Questo metodo descrive la probabilità che un animale si trovi in una parte qualsiasi del suo *home-range* (Powell, 2000). Il risultato è una mappa che mostra le porzioni di territorio utilizzate più di frequente per il foraggiamento (Figura 2). Sono stati identificati quattro livelli di densità ("*kernel contours*"):

- 25%: area nella quale la probabilità di trovare gli individui è di 0.25;
- 50%: area nella quale la probabilità di trovare gli individui è di 0.50
- 70%: area nella quale la probabilità di trovare gli individui è di 0.70;
- 90%: area nella quale la probabilità di trovare gli individui è di 0.90.Figura 1: tracce GPS degli individui monitorati

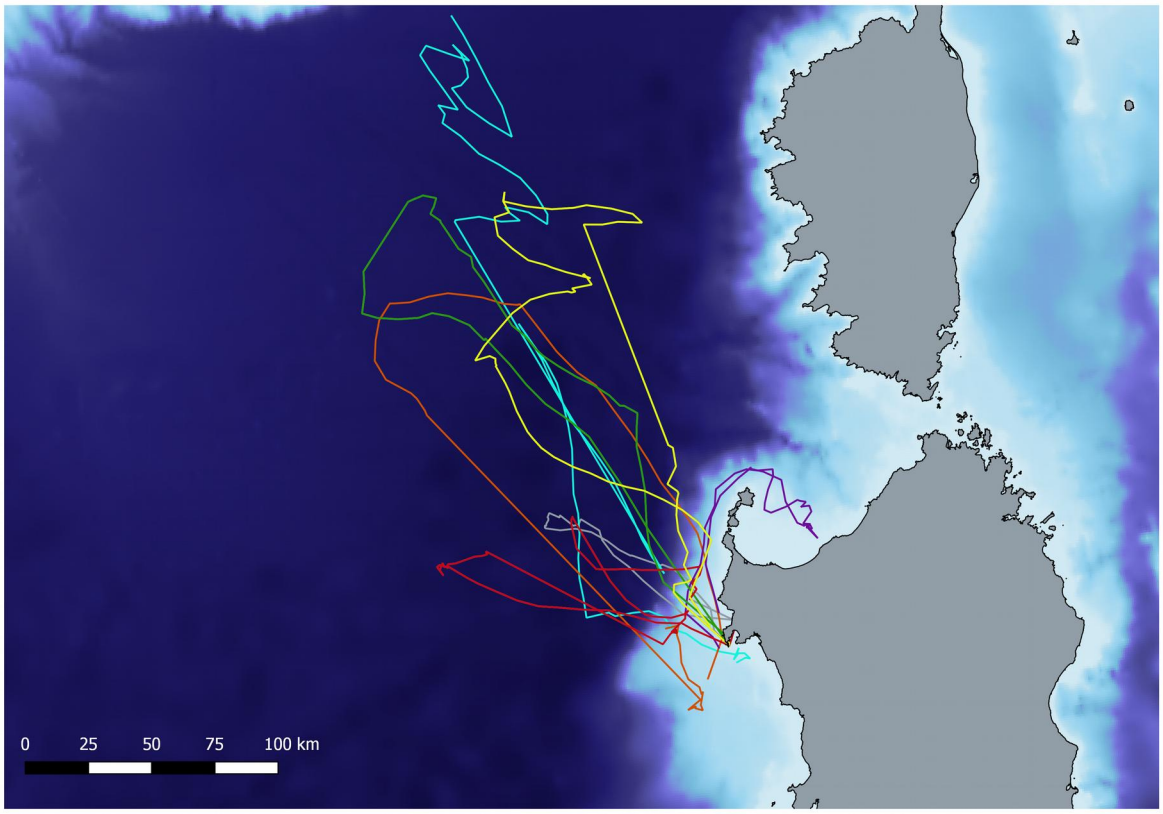


Figura 1: tracciati GPS di tutti gli esemplari monitorati

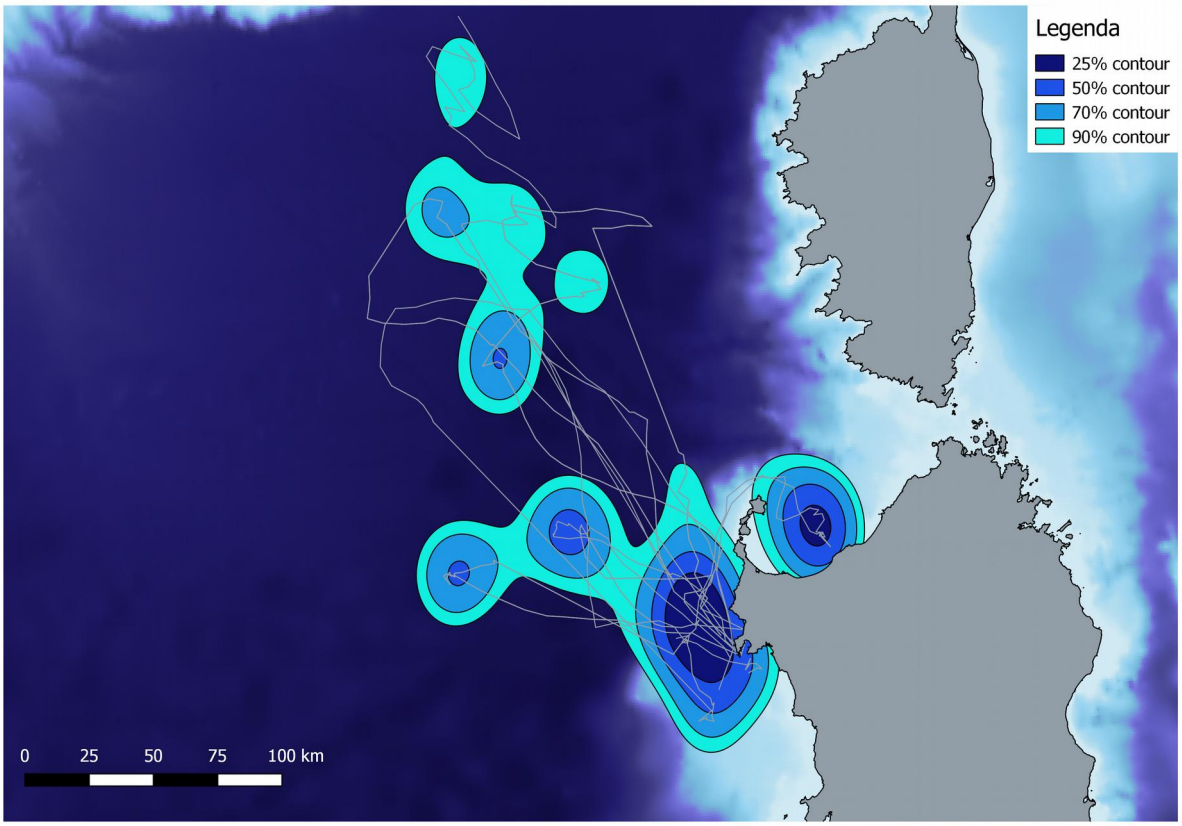
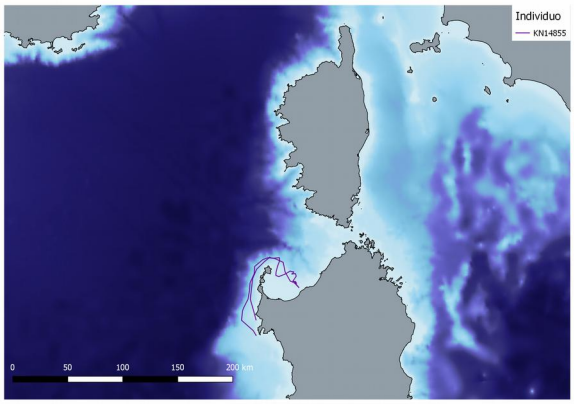
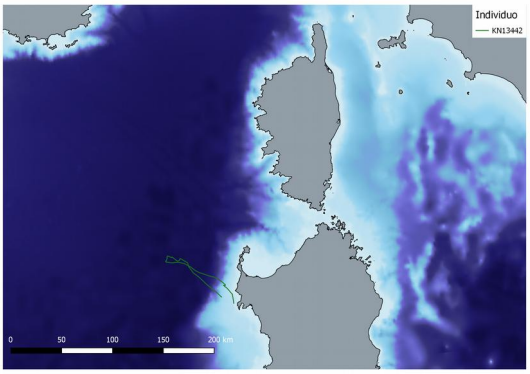
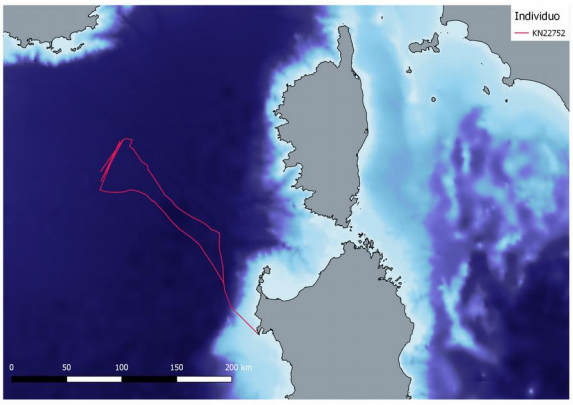


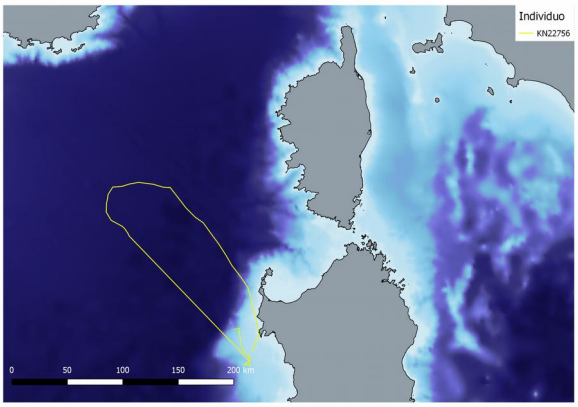
Figura 2: densità "*Kernel Contours*"

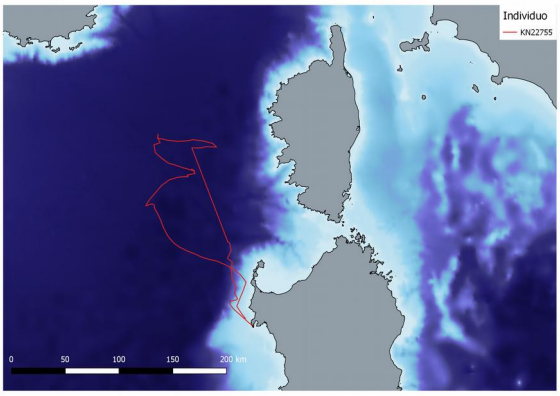
Di seguito le 7 tracce GPS ottenute, esposte singolarmente

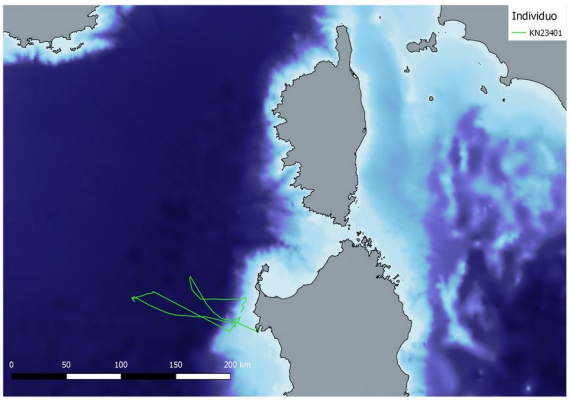


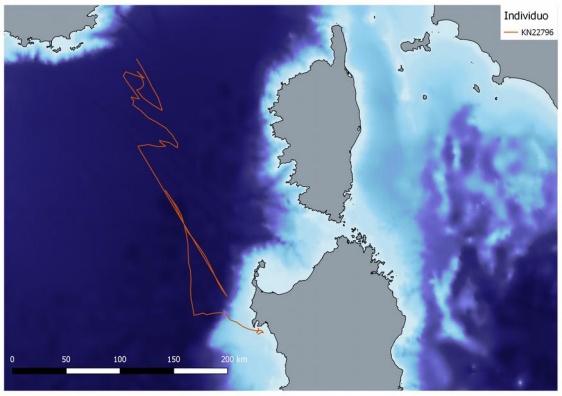












Programmazione del lavoro per la stagione 2019

Visto il successo della stagione preliminare del 2019, durante la stagione riproduttiva 2020 verranno deposti strumenti GPS su un numero maggiore di animali (≥20), durante il periodo di incubazione e primo allevamento dei piccoli (15/05-15/07 2020). Dato l'elevato numero di individui tracciati, riusciremo ad:

- Identificare le aree di foraggiamento di questa specie con maggior accuratezza;
- Valutare la variabilità individuale nella selezione delle aree di foraggiamento;
- Indagare le strategie di foraggiamento della specie (costiera & pelagica);
- Valutare la sovrapposizione delle aree di foraggiamento con le aree interessate da pesca commerciale, e il conseguente rischio di *bycatch* per la specie;

Si potrà poi effettuare un confronto fra anni, per stabilire se la popolazione utilizza delle aree di foraggiamento stabili o dinamiche del tempo, dato fondamentale dal punto di vista della conservazione. Infine, sarà possibile applicare ai dati GPS il metodo sviluppato da Lascelles e colleghi nel 2016. Questa metodologia viene ora adottata come metodologia standard da Birdlife International per la designazione delle IBA (*Important Bird Areas*) marine. Le IBA marine sono aree particolarmente importanti per gli uccelli marini, che a livello gestionale vengono utilizzate come base per l'individuazione delle ZPS (Zone Protezione Speciale), secondo le normative europee (Direttiva "Uccelli" 2009/147/CE). In base a fondi eventualmente disponibili verrà poi effettuata un indagine sulla dieta di questa specie, tramite osservazione e identificazione diretta delle prede nei rigurgiti e tramite DNA *barcoding.*

Conclusioni

I risultati della stagione 2019, pur essendo preliminari, hanno evidenziato l'importanza del Parco Naturale Regionale di Porto Conte per gli Uccelli marini ed in particolare per i *Procellariformes*.

La presenza, come nidificanti, delle tre specie Berta maggiore, Berta minore ed Uccello delle tempeste, situazione unica nel Mediterraneo conferma il promontorio di Capo Caccia come una delle più importanti aree per gli Uccelli marini del Mediterraneo, per la conservazione delle specie e per implementare buone pratiche per il mantenimento della biodiversià di questi delicati ecosistemi.

BIBLIOGRAFIA

Aplington, G.J. Fozzi, A. Pisu, D. & Puddinu, L. (2000): The Cliff birds (Non Passeriformes) of the Capo Caccia peninsula (Sardinia - Italy). Status and proposed conservation measures. In: Yesou, P. and J. Sultana. Eds, Monitoring and conservation of birds, mammals and sea turtles of the Mediterranean and Black Seas. Malta 1998 pp229-238.

Albores−Barajas YV, Riccato F, Fiorin R, Massa B, Torricelli P, Soldatini C. (2011). Diet and diving behaviour of European storm petrels *Hydrobates pelagicus* in the Mediterranean (ssp. *melitensis*). *Bird Study*, 58(2), 208-212.

Amengual JF, Gargallo G, Suarez M, Bonnin J, Gonzalez JM, Rebassa M, McMinn M. (1999). The Mediterranean Storm Petrel *Hydrobates pelagicus melitensis* at Cabrera archipelago (Balearic Islands, Spain): Breeding moult, biometry and evaluation of the population size by mark and recapture techniques. *Ringing & Migration*, 19(3), 181-190.

Aresu, M., Fozzi, A. & Massa, B., 2015 Una Vita per la Natura, Omaggio a Helmar Schenk. Associazione per il Parco Molentargius Saline Poetto e Unione Sarda, Grafiche Ghiani Cagliari.

Baccetti N., Farronata I., Randi E., Spina F. & Torre A. 1988 – Contributo alla conoscenza dello status dell'Uccello delle tempeste Hydrobates pelagicus in Italia. Riv. Ital. Orn., 58 : 197-198.

BirdLife International. 2017. The IUCN Red List of Threatened Species: *Hydrobates pelagicus* (amended version of 2017 assessment). http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T22698477A119407239.en. Downloaded on 07 May 2018

Bolton M. (1996). Energy expenditure, body−weight and foraging performance of Storm Petrels *Hydrobates pelagicus* breeding in artificial nesting chambers. *Ibis*, 138(3), 405-409.

Bolton M, Medeiros R, Hothersall B, Campos A. (2004). The use of artificial breeding chambers as a conservation measure for cavity-nesting procellariiform seabirds: a case study of the Madeiran storm petrel (*Oceanodroma castro*). *Biological Conservation*, 116(1), 73-80.

Camphuysen C.J. & Garthe S. 2004. Recording foraging seabirds at sea: standardized recording and coding of foraging behaviour and multi-species foraging associations. Atlantic Seabirds, 6: 1-32.

Cramp S, Simmons KEL. (1977). The Birds of the Western Paleartic, vol. I. Oxford University Press, Oxford.

D'Elbee J, Hemery G. (1998). Diet and foraging behaviour of the British Storm Petrel *Hydrobates pelagicus* in the Bay of Biscay during summer. *Ardea*, 86(1), 1-10.

de León A, Mínguez E. (2003). Occupancy rates and nesting success of European storm-petrels breeding inside artificial nest-boxes. *Scientia Marina*, 67(S2), 109-112.

Garriga, J., Palmer, J. R., Oltra, A., & Bartumeus, F. (2016). Expectation-maximization binary clustering for behavioural annotation. *PLoS One*, *11*(3), e0151984.

Hashmi D, Fliege G. (1994). Autumn migration of the storm petrel *Hydrobates pelagicus* through the Strait of Gibraltar. *Journal fur Ornithologie*, 135(2), 203-207

Lascelles, B. G., Taylor, P. R., Miller, M. G. R., Dias, M. P., Oppel, S., Torres, L., ... & Weimerskirch, H. (2016). Applying global criteria to tracking data to define important areas for marine conservation. *Diversity and Distributions*, *22*(4), 422-431.

LIPU. 2009. Dalla terra al mare. Studio preliminare per l'individuazione delle IBA (Important Bird Areas) in ambiente marino. LIPU-BirdLife Italia, Parma

Mainwood AR. (1976). The movements of Storm Petrels as shown by ringing. *Ringing & Migration*, 1(2), 98-104.

Massa B, Sultana J. (1991). Status and conservation of the Storm Petrel *Hydrobates pelagicus* in the Mediterranean. *Il Merill,* 27, 5.

Powell R.A. (2000). Animal home ranges and territories and home range estimators. In: Boitani, L. & Fuller, T.K. (Eds.). Research techniques in animal ecology, controversies and consequences. Columbia University Press. New York: 65-110.

Soldatini C, Albores-Barajas YV, Massa B, Gimenez O. (2014). Climate driven life histories: the case of the Mediterranean storm petrel. *PLoS One*, 9(4), e94526.

Soldatini C, Albores-Barajas YV, Tagliavia M, Massa B, Fusani L, Canoine V. (2015). Effects of human disturbance on cave-nesting seabirds: the case of the storm petrel. *Conservation physiology*, 3(1).