

SEGRETARIATO GENERALE DELLA
PRESIDENZA DELLA REPUBBLICA ITALIANA

IL SISTEMA AMBIENTALE DELLA TENUTA PRESIDENZIALE DI CASTELPORZIANO

*Ricerche sulla complessità di un ecosistema
forestale costiero mediterraneo*

Quarta serie

vol. I



ACCADEMIA NAZIONALE DELLE SCIENZE
DETTA DEI QUARANTA
«SCRITTI E DOCUMENTI» LXII

ROMA 2021

ISSN 03-91-4666 - ISBN 978-88-98075-42-3

ALESSANDRO MONTEMAGGIORI¹ – SAURO GIANNERINI²
MICHELE SOPRANO² – GIUSEPPE LANDUCCI^{2*}

Il monitoraggio dell'avifauna nella Tenuta Presidenziale di Castelporziano attraverso l'attività di inanellamento scientifico

Abstract – *Bird populations' monitoring in the Presidential Estate of Castelporziano through scientific ringing.* Scientific bird ringing at Presidential Estate of Castelporziano was constantly carried out since 1990 as part of a dense network of coordinated projects at national and international level, aimed at study and monitoring of birds. In the last 15 years (2005-2019) 47.889 individuals of wild birds belonging to 142 *taxa* were captured in 1,461 days, distributed for 64% in spring, 14% in autumn, 13% in winter, and 8% in summer. Most captures were recorded in autumn (34%), with a minimum in summer (19%). After weighting the data for the catch effort, we found a statistically significant decrease in the number of birds captured in spring and summer from 2005 to 2019. Similarly, the number of *taxa* dropped significantly in spring, summer, and winter during the same period, with trans-Saharan migrants suffering the greatest decline in numbers. The breeding community showed a significant reduction too in the number of captures over the last 15 years. The reduction of biodiversity in terms of individuals and *taxa* in the study area (Tor Paterno) may be due to global reasons (e.g., climate change and/or general decline of many *taxa*). However, also local factors such as structural changes of vegetation or in the presences of wild ungulates along the study period, may have played an important role. Further analysis is needed to establish the exact relevance of each of the above-mentioned components influencing the observed results. Once again, the need for constant monitoring is stressed, in order to highlight and possibly counteract the ecological changes of one of the richest faunal components in the area.

Keywords: Ornithology, Ringing, Climate Change, Monitoring, Passerines

* Autore di riferimento: E-mail: g.landucci@quirinale.it

¹ Dipartimento di Biologia e Biotecnologie "C. Darwin" sez. Zoologia - Università di Roma "La Sapienza" - Viale dell'Università 32 - 00185 Roma.

² Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica - Servizio Tenuta Presidenziale di Castelporziano - Settore Tutela e Gestione Ambientale - Via Pontina, 690 - 00128 Roma.

Riassunto – Nella Tenuta presidenziale di Castelporziano dal 1990 vengono condotte continuamente attività di cattura e inanellamento scientifico degli uccelli selvatici. La Tenuta partecipa infatti da decenni ad una fitta rete di progetti coordinati a livello nazionale ed internazionale, mirati allo studio e al monitoraggio dell'avifauna durante tutto l'anno. Negli ultimi 15 anni (2005-2019) presso la stazione di Tor Paterno sono stati catturati 47.889 individui di uccelli selvatici appartenenti a 142 *taxa* diversi. Le catture sono state condotte in 1.461 giornate di attività distribuite principalmente in primavera (64%). Il maggior numero di catture è stato registrato in autunno (34%), quello più basso in estate (19%). Analizzando il numero di catture stagionali nel tempo, dopo averle pesate per lo sforzo di cattura, emerge un calo statisticamente significativo del numero di uccelli catturati in primavera ed estate dal 2005 al 2019. Stessa cosa avviene se andiamo a confrontare il numero di specie, che cala significativamente in primavera ed estate, ma anche in inverno nel corso degli anni. Nello specifico sono le specie migratrici transahariane a subire il calo maggiore nel numero delle catture annuali. Analizzando i dati di cattura raccolti durante la sola stagione riproduttiva (1 giugno-15 agosto), risulta che la comunità nidificante all'interno dell'area ha subito anch'essa una riduzione nel numero degli individui catturati nel corso degli ultimi 15 anni.

La riduzione di biodiversità in termini di numero di individui e di specie all'interno della stazione può essere imputabile a ragioni di tipo globale, tuttavia, possono aver influito anche fattori locali.

Analisi specifiche devono ancora essere condotte per indagare in che percentuale ciascuna variabile influisca sui risultati osservati, che ancora una volta confermano la necessità di un monitoraggio costante al fine di evidenziare, ed eventualmente contrastare, i cambiamenti ecologici di una delle più ricche componenti faunistiche all'interno della Tenuta.

Parole chiave: Ornitologia, inanellamento, cambiamento climatico, monitoraggio, Passeriformi

Introduzione

Le attività della Stazione Ornitologica di Castelporziano hanno ripreso con metodi scientifici standardizzati le attività storicamente svolte nel corso degli Anni Trenta del Novecento nella limitrofa tenuta di Castelfusano dove venivano studiate sia le specie tipiche della foresta planiziarica costiera sia, più in generale, le specie tipiche della Campagna Romana [1, 2]. Alla fine degli Anni '80 la Tenuta di Castelporziano è stata inserita nell'ambito delle stazioni costiere facenti parte del "Progetto Piccole Isole" [3] e dal 1990 la Stazione di Castelporziano ha incominciato ad essere attiva in molti progetti coordinati sia a livello nazionale che internazionale, mirati allo studio delle diverse comunità ornitiche stagionali o di singole specie [4].

Scopo di questo contributo è quello di evidenziare come, attraverso l'inanellamento condotto in maniera costante su ampia scala temporale, sia possibile monitorare lo status e gli andamenti delle popolazioni di uccelli che nidificano, migrano o svernano all'interno della Tenuta di Castelporziano, al fine di far emergere possibili criticità in termini di conservazione della biodiversità.

Il monitoraggio, infatti, permette di evidenziare le variazioni in termini qualitativi e quantitativi che avvengono nelle popolazioni di uccelli, ed è fondamentale

per comprendere meglio processi ecologici come i cambiamenti ambientali [5, 6] e per indirizzare le azioni di conservazione [7, 8]. Tra le varie metodologie adottate per monitorare l'avifauna [9, 10] l'inanellamento, operato attraverso la cattura operata mediante *mist-nets*, è uno dei metodi consolidati per valutare la dimensione delle popolazioni e i parametri demografici per molte specie, prevalentemente di Passeriformi [11].

A differenza di altre tecniche di monitoraggio, inoltre, l'inanellamento consente di raccogliere anche molte informazioni altrimenti non ottenibili come i rapporti tra sessi in specie che non presentano dimorfismo sessuale al di fuori del periodo riproduttivo, i rapporti d'età all'interno delle popolazioni [12] le condizioni fisiologiche degli individui, le condizioni riproduttive. L'inanellamento consente infine la cattura di specie o sottospecie elusive e non osservabili facilmente [13, 14] e sebbene necessiti di una standardizzazione accurata nei protocolli di raccolta dei dati [15, 16, 17, 18], permette di ottenere dati di monitoraggio durante tutto l'anno, sia durante le stagioni di migrazione autunnale e primaverile, che durante la riproduzione o lo svernamento delle specie [3, 19, 20, 21].

Materiali e metodi

La Tenuta di Castelporziano si estende per oltre 6.000 ettari a S-SO di Roma (41.44N-12.24E). Con le aree di Castelfusano e Capocotta rappresenta ciò che rimane dell'ecosistema forestale che ricopriva tutto il delta del Tevere e le aree circostanti. L'assetto del territorio ha subito trasformazioni limitate negli ultimi secoli il che ha consentito l'affermarsi di una vegetazione diversificata e ben strutturata. Nella tenuta sono infatti presenti quasi tutti gli ecosistemi litoranei mediterranei in una successione che parte dalle dune costiere fino a giungere al bosco planiziaro. Quest'ultimo è caratterizzato da una notevole varietà di querce ove dominano *Quercus ilex*, *Q. cerris*, *Q. frainetto*, *Q. robur*, *Q. suber* [22, 23, 24]. Il 14% della tenuta è altresì ricoperto da pinete a *Pinus pinea*. Il sottobosco è costituito dalle classiche essenze della macchia mediterranea con prevalenza di Lentisco, Mirto, Erica arborea, Corbezzolo e Fillirea. Nel resto dell'area sono presenti zone a pascolo, coltivazioni di foraggio e cereali e limitate zone palustri.

Nel corso degli anni la Stazione Ornitologica di inanellamento scientifico di Castelporziano ha operato in tutti gli ambienti più rappresentativi della Tenuta, principalmente utilizzando reti *mist-net* da 12 m × 2,40 m. In casi specifici sono state utilizzate reti *mist-net* da 12 m × 4,10/5,40 m. Per la cattura delle beccacce sono stati utilizzati fari e retini [25]. Tutte le attività di cattura, marcaggio e rilascio degli animali si sono svolte secondo i protocolli dell'inanellamento a scopo scientifico emanati dall'ISPRA (Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale) [26]. Per gli animali catturati sono state registrate le misure previste per ogni *taxon* secondo gli standard definiti dall'ISPRA. Per quanto attiene alla Beccaccia, a partire dal 1999 sono state utilizzate anche tecniche di telemetria al fine di analizzare le dinamiche della popolazione svernante e l'home range della specie [27].

I dati raccolti in 30 anni hanno contribuito alla realizzazione di una serie di progetti di ricerca locali e/o internazionali [4], oltre a ciò, la Stazione di Inanellamento ha svolto un insostituibile ruolo didattico nei confronti di oltre 100.000 visitatori provenienti da scuole, gruppi organizzati, nonché ricercatori internazionali e i più importanti vertici delle Istituzioni nazionali.

Dal 1990 ad oggi sono stati inanellati in Tenuta 78.600 uccelli (pulcini inclusi) appartenenti a 173 *taxa*, di cui 63% Passeriformi e 37% non Passeriformi. Tra le specie di Passeriformi sono state catturate tre sottospecie di *Motacilla flava*, due di *Luscinia svecica*, due di *Oenanthe hispanica* e tre di *Lanius senator*. Sono state inoltre catturate anche individui auctogeni, o sospetti tali, appartenenti a 4 specie alloctone. Il numero di specie catturate rappresenta il 73,9% delle 234 specie ornitiche censite nell'ambito della tenuta di Castelporziano [28].

Negli ultimi 15 anni (2005-2019) le attività di cattura si sono concentrate presso la stazione di Tor Paterno, che ha operato utilizzando 1.181 m² di reti *mist-net* situate in posizione fissa su circa due ettari posti in area aperta ai margini della macchia mediterranea retrodunale lungo la costa tirrenica. Al fine di misurare i trend relativamente al numero di individui e di *taxa* nel corso degli ultimi 15 anni e alla composizione del popolamento ornitico stagionale e su base fenologica è stata utilizzata la semplice regressione lineare.

Risultati

Dal 2005 al 2019 sono stati catturati nel medesimo sito (Tor Paterno) 47.889 individui di uccelli selvatici appartenenti a 142 *taxa* diversi (Tab. 1).

Le catture sono state condotte in complessive 1.461 giornate di attività, che sono state suddivise in stagioni secondo il seguente schema: primavera: 21 marzo - 21 giugno; estate: 22 giugno - 22 settembre; autunno: 23 settembre - 23 dicembre; inverno: 24 dicembre - 20 marzo. Le giornate di cattura sono risultate distribuite per il 64 % in primavera, per il 14% in autunno, per il 13% in inverno, e per l'8% in estate (Tab. 2).

La Tabella 3 mostra il numero di catture per stagione normalizzato sul numero di giornate di attività – considerato costante lo sforzo in termini di reti (m²) e ore di attività – nel corso del periodo 2015-2019 a Tor Paterno. Nella parte inferiore della tabella sono riportati i valori dell'analisi di regressione lineare.

Per quanto riguarda il numero di *taxa* catturati, la Tabella 4 evidenzia il numero di specie/sottospecie catturate per stagione nel corso del periodo 2015-2019 a Tor Paterno. Nella parte inferiore della tabella sono riportati i valori dell'analisi di regressione lineare.

La Tabella 5 mostra i valori dell'analisi di regressione lineare per le specie/sottospecie migratrici trans-sahariane catturate a Tor Paterno nel periodo 2005-2019.

Nella Tabella 6 sono riportati i valori dell'analisi di regressione lineare delle specie/sottospecie che costituiscono la comunità nidificante nell'area di studio per gli anni 2005-2019, ovvero gli uccelli catturati nel periodo 1 giugno-15 agosto di ogni anno.

TABELLA 1 – Elenco delle specie e sottospecie catturate a Tor Paterno dal 2005 al 2019 e numero di individui catturato. * La rondine (*Hirundo rustica*) non è stata inserita nelle analisi successive in quanto oggetto di una specifica campagna di studio che ha utilizzato metodi di cattura non comparabili con il resto delle catture.

Specie/sottospecie	No. catture	Specie/sottospecie	No. catture	Specie/sottospecie	No. catture
<i>Ixobrychus minutus</i>	25	<i>Anthus pratensis</i>	17	<i>Sylvia borin</i>	1381
<i>Ardeola ralloides</i>	4	<i>Motacilla flava</i>	6	<i>Sylvia atricapilla</i>	5500
<i>Ardea cinerea</i>	1	<i>Motacilla flava flava</i>	2	<i>Phylloscopus inornatus</i>	4
<i>Ardea purpurea</i>	2	<i>Motacilla flava cinereocapilla</i>	4	<i>Phylloscopus bonelli</i>	5
<i>Anas crecca</i>	1	<i>Motacilla cinerea</i>	4	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	63
<i>Anas platyrhynchos</i>	1	<i>Motacilla alba</i>	22	<i>Phylloscopus collybita</i>	1476
<i>Accipiter nisus</i>	5	<i>Troglodytes troglodytes</i>	164	<i>Phylloscopus trochilus</i>	443
<i>Buteo buteo</i>	2	<i>Prunella modularis</i>	400	<i>Regulus regulus</i>	20
<i>Falco tinnunculus</i>	19	<i>Cercotrichas galactotes</i>	1	<i>Regulus ignicapillus</i>	125
<i>Falco subbuteo</i>	3	<i>Erethacus rubecula</i>	6867	<i>Muscicapa striata</i>	193
<i>Coturnix coturnix</i>	745	<i>Luscinia megarhynchos</i>	1358	<i>Ficedula semitorquata</i>	2
<i>Rallus aquaticus</i>	4	<i>Luscinia calliope</i>	1	<i>Ficedula albicollis</i>	29
<i>Porzana porzana</i>	2	<i>Luscinia svecica svecica</i>	4	<i>Ficedula hypoleuca</i>	243
<i>Porzana parva</i>	3	<i>Luscinia svecica cyanecula</i>	5	<i>Aegithalos caudatus</i>	232
<i>Gallinula chloropus</i>	5	<i>Phoenicurus ochrurus</i>	156	<i>Parus ater</i>	2
<i>Cbaradrius dubius</i>	1	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	572	<i>Parus caeruleus</i>	672
<i>Cbaradrius alexandrinus</i>	2	<i>Saxicola rubetra</i>	3385	<i>Parus major</i>	317
<i>Lymnocyptes minimus</i>	3	<i>Saxicola torquata</i>	214	<i>Sitta europaea</i>	23
<i>Gallinago gallinago</i>	1	<i>Oenanthe oenanthe</i>	232	<i>Certhia brachydactyla</i>	63
<i>Scolapax rusticola</i>	2	<i>Oenanthe hispanica hispanica</i>	6	<i>Oriolus oriolus</i>	16
<i>Tringa nebularia</i>	1	<i>Oenanthe hispanica melanoleuca</i>	6	<i>Lanius collurio</i>	106
<i>Tringa ochropus</i>	3	<i>Monticola saxatilis</i>	1	<i>Lanius senator</i>	38
<i>Tringa glareola</i>	8	<i>Monticola solitarius</i>	1	<i>Lanius senator senator</i>	193
<i>Actitis hypoleucos</i>	8	<i>Turdus torquatus</i>	1	<i>Lanius senator badius</i>	18
<i>Columba palumbus</i>	1	<i>Turdus merula</i>	874	<i>Lanius senator niloticus</i>	28
<i>Streptopelia turtur</i>	36	<i>Turdus pilaris</i>	1	<i>Garrulus glandarius</i>	37
<i>Cuculus canorus</i>	11	<i>Turdus philomelos</i>	250	<i>Pica pica</i>	1
<i>Otus scops</i>	2	<i>Cettia cetti</i>	53	<i>Corvus corone</i>	1
<i>Athene noctua</i>	2	<i>Cisticola juncidis</i>	55	<i>Sturnus vulgaris</i>	211
<i>Strix aluco</i>	2	<i>Locustella naevia</i>	5	<i>Passer domesticus</i>	1
<i>Caprimulgus europaeus</i>	39	<i>Locustella luscinioides</i>	2	<i>Passer domesticus italiae</i>	305
<i>Apus apus</i>	7	<i>Acrocephalus melanopogon</i>	1	<i>Passer montanus</i>	54
<i>Alcedo atthis</i>	31	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	568	<i>Fringilla coelebs</i>	72
<i>Merops apiaster</i>	1017	<i>Acrocephalus palustris</i>	1	<i>Fringilla montifringilla</i>	1
<i>Coracias garrulus</i>	8	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	95	<i>Serinus serinus</i>	127
<i>Upupa epops</i>	199	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	383	<i>Carduelis chloris</i>	361
<i>Jynx torquilla</i>	279	<i>Hippolais icterina</i>	592	<i>Carduelis carduelis</i>	97
<i>Picus viridis</i>	15	<i>Hippolais polyglotta</i>	208	<i>Carduelis spinus</i>	13
<i>Dendrocopos major</i>	12	<i>Sylvia sarda</i>	3	<i>Carduelis cannabina</i>	5
<i>Dendrocopos minor</i>	11	<i>Sylvia undata</i>	1	<i>Carpodacus erythrinus</i>	1
<i>Galerida cristata</i>	1	<i>Sylvia conspicillata</i>	3	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	6
<i>Alauda arvensis</i>	5	<i>Sylvia cantillans</i>	3515	<i>Emberiza cirius</i>	79
<i>Riparia riparia</i>	188	<i>Sylvia melanocephala</i>	478	<i>Emberiza cia</i>	1
<i>Hirundo rustica</i> *	5788	<i>Sylvia rueppelli</i>	1	<i>Emberiza schoeniclus</i>	6
<i>Hirundo daurica</i>	2	<i>Sylvia nana</i>	2	<i>Emberiza melanocephala</i>	1
<i>Delichon urbica</i>	158	<i>Sylvia hortensis</i>	1	<i>Miliaria calandra</i>	7
<i>Anthus campestris</i>	1	<i>Sylvia curruca</i>	4		
<i>Anthus trivialis</i>	81	<i>Sylvia communis</i>	6038		

TABELLA 2 – Numero di giornate di cattura a Tor Paterno dal 2005 al 2019 divise per stagioni. Primavera = 21 marzo - 21 giugno; estate = 22 giugno - 22 settembre; autunno = 23 settembre - 23 dicembre; Inverno = 24 dicembre - 20 marzo.

<i>Anni</i>	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
2005	66	19	23	17
2006	65	10	11	11
2007	59	11	10	16
2008	59	11	11	14
2009	63	10	9	13
2010	63	4	8	11
2011	58	0	7	16
2012	67	2	10	11
2013	58	3	8	9
2014	66	4	11	9
2015	65	13	12	15
2016	52	3	14	15
2017	69	11	22	15
2018	75	6	23	6
2019	69	7	19	17

TABELLA 3 – Totale catture stagionali dal 2005 al 2019 normalizzate sul numero di giornate di attività (sforzo di cattura). Primavera = 21 marzo - 21 giugno; estate = 22 giugno - 22 settembre; autunno = 23 settembre - 23 dicembre; Inverno = 24 dicembre - 20 marzo. Nella parte inferiore della tabella vengono riportati i valori della regressione lineare calcolati per ciascuna stagione nel periodo 2015-2019.

<i>Anni</i>	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
2005	38,42	27,53	31,17	27,47
2006	35,38	21,30	28,36	30,55
2007	46,07	32,18	16,00	15,81
2008	40,25	19,27	29,09	15,86
2009	35,08	20,50	25,89	33,92
2010	32,75	27,50	41,75	34,73
2011	43,09	0	32,00	17,50
2012	29,96	31,50	28,30	24,27
2013	29,47	30,33	30,38	11,56
2014	20,74	19,00	51,36	31,44
2015	27,31	14,38	42,50	17,60
2016	15,85	12,33	50,50	17,53
2017	11,23	11,55	55,73	17,53
2018	17,57	18,00	46,17	14,67
2019	20,54	14,57	36,32	17,71
Multiple R-squared F-statistic (anova test) p-value	-2,017	-0,960	1,766	-0,749
	0,73	0,38	0,49	0,18
	35,61	7,46	12,95	3,00
	0,0001	0,01817	0,0032	0,1068

TABELLA 4 – N. di specie/sottospecie catturate nelle diverse stagioni dal 2005 al 2019. Primavera = 21 marzo - 21 giugno; estate = 22 giugno - 22 settembre; autunno = 23 settembre - 23 dicembre; Inverno = 24 dicembre - 20 marzo. Nella parte inferiore della tabella vengono riportati i valori della regressione lineare calcolati per ciascuna stagione nel periodo 2015-2019.

<i>Anni</i>	Primavera	Estate	Autunno	Inverno
2005	84	40	41	33
2006	78	25	25	29
2007	77	25	20	25
2008	68	26	28	24
2009	60	24	20	23
2010	58	18	17	24
2011	63	0	19	24
2012	61	17	25	21
2013	46	17	18	12
2014	52	14	32	22
2015	59	25	23	25
2016	47	9	31	20
2017	50	23	31	18
2018	57	12	34	19
2019	57	17	23	18
Multiple R-squared F-statistic (anova test) p-value	-2,020	-1,168	0,117	-0,807
	0,63	0,48	0,005	0,53
	22,83	11,51	0,07	14,70
	0,0036	0,0053	0,7864	0,0020

Discussione

Il maggior numero di giornate operative durante la primavera (Tab. 2) è dovuto principalmente alla partecipazione attiva al Progetto Piccole Isole, il più importante progetto di studio sulla migrazione primaverile attraverso il Mediterraneo [3], i cui standard prevedono la cattura continuativa dei migratori primaverili per oltre un mese tra Marzo e Maggio. Nel periodo estivo invece, che corrisponde al momento di massimo stress ambientale in habitat mediterraneo, le catture sono state diradate al massimo, anche per arrecare meno disturbo possibile alla fase riproduttiva dell'avifauna.

Per quanto riguarda il numero di individui catturati, l'autunno ha registrato il relativo maggior numero di catture complessivo del quindicennio (34%), successivamente la primavera (27%), l'inverno (20%) e l'estate (19%) (Tab. 3). Questo perché la Stazione di Tor Paterno si trova lungo la costa, e sono proprio le linee costiere tirrenica e adriatica a essere interessate maggiormente dal flusso autunnale dei migratori provenienti dall'Europa centro-settentrionale, che si recano a svernare in Nord Africa o in Africa centrale [29].

TABELLA 5 – Valori dell’analisi di regressione lineare per le specie/sottospecie migratrici trans-sahariane catturate a Tor Paterno nel periodo 2005-2019.

Specie/sottospecie		Multiple R-squared	F statistic (anova test)	p-value
<i>Coturnix coturnix</i>	-0,086	0,44	10,28	0,0060
<i>Streptopelia turtur</i>	-0,003	0,36	7,48	0,0160
<i>Merops apiaster</i>	-0,124	0,58	18,16	0,0009
<i>Upupa epops</i>	-0,029	0,62	21,54	0,0004
<i>Jynx torquilla</i>	-0,030	0,58	18,33	0,0008
<i>Anthus trivialis</i>	-0,009	0,24	4,18	0,0614
<i>Luscinia megarhynchos</i>	-0,126	0,74	37,16	0,0001
<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	-0,008	0,16	0,35	0,5626
<i>Saxicola rubetra</i>	-0,435	0,82	28,69	0,0001
<i>Oenanthe oenanthe</i>	-0,041	0,52	14,86	0,0021
<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>	-0,068	0,54	15,77	0,0015
<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	-0,047	0,68	27,7	0,0001
<i>Hippolais icterina</i>	-0,033	0,22	3,66	0,0770
<i>Hippolais polyglotta</i>	-0,040	0,73	36,76	0,0001
<i>Sylvia cantillans</i>	-0,214	0,54	15,49	0,0017
<i>Sylvia communis</i>	-0,461	0,48	12,47	0,0036
<i>Sylvia borin</i>	-0,081	0,23	3,91	0,0693
<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	-0,006	0,24	4,17	0,0617
<i>Phylloscopus trochilus</i>	-0,031	0,32	6,38	0,0252
<i>Muscicapa striata</i>	-0,042	0,4	8,93	0,0104
<i>Ficedula hypoleuca</i>	-0,022	0,23	3,96	0,0678
<i>Lanius collurio</i>	-0,017	0,59	14,6	0,0021
<i>Lanius senator</i>	-0,003	0,01	0,13	0,7210
<i>Lanius senator senator</i>	-0,026	0,57	17,79	0,0010
<i>Lanius senator badius</i>	-0,004	0,31	5,62	0,0341
<i>Lanius senator niloticus</i>	-0,003	0,18	2,92	0,1109

Andando a correlare il numero di catture stagionali nel tempo, dopo averle pesate per lo sforzo di cattura, emerge un calo statisticamente significativo del numero di uccelli catturati in primavera ed estate dal 2005 al 2019 (Tab. 3).

Stessa cosa avviene se andiamo a confrontare il numero di *taxa*, che cala significativamente in primavera ed estate, ma anche in inverno nel corso degli anni (Tab. 4).

Nello specifico sono le specie/sottospecie migratrici transahariane a subire il calo in termini di catture annuali (Tab. 5).

Analizzando poi i dati di cattura riferiti alla sola stagione riproduttiva (1giugno-15 agosto), risulta che la comunità nidificante all’interno dell’area, ha subito anch’essa una riduzione nel numero degli animali catturati nel corso degli ultimi 15 anni (Tab. 6).

TABELLA 6 – Valori dell’analisi di regressione lineare delle specie/sottospecie che costituiscono la comunità nidificante nell’area di studio per gli anni 2005-2019, ovvero gli uccelli catturati nel periodo 1 giugno - 15 agosto di ogni anno.

Specie/sottospecie		Multiple R-squared	F statistic (anova test)	p-value
<i>Ixobrychus minutus</i>	0,004	0,05	0,67	0,4286
<i>Falco tinnunculus</i>	0,005	0,23	3,84	0,0723
<i>Coturnix coturnix</i>	-0,002	0,03	0,46	0,5066
<i>Actitis hypoleucos</i>	-0,004	0,14	2,08	0,1726
<i>Streptopelia turtur</i>	-0,001	0,00	0,05	0,8278
<i>Alcedo atthis</i>	-0,010	0,09	1,35	0,2644
<i>Merops apiaster</i>	-0,037	0,18	2,85	0,1138
<i>Upupa epops</i>	-0,012	0,28	4,94	0,0446
<i>Jynx torquilla</i>	-0,004	0,07	1,04	0,3257
<i>Picus viridis</i>	0,004	0,10	1,42	0,2543
<i>Dendrocopos major</i>	0,001	0,00	0,05	0,8266
<i>Dendrocopos minor</i>	-0,003	0,03	0,39	0,5433
<i>Motacilla cinerea</i>	0,001	0,10	1,38	0,2620
<i>Motacilla alba</i>	-0,008	0,20	3,25	0,0945
<i>Troglodytes troglodytes</i>	-0,014	0,11	1,56	0,2335
<i>Erethacus rubecula</i>	0,028	0,19	2,96	0,1089
<i>Luscinia megarhynchos</i>	-0,100	0,36	7,43	0,0173
<i>Saxicola torquata</i>	-0,004	0,10	1,38	0,2620
<i>Turdus merula</i>	-0,039	0,03	0,37	0,5525
<i>Cettia cetti</i>	-0,006	0,02	0,26	0,6173
<i>Cisticola juncidis</i>	-0,035	0,25	4,35	0,0573
<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	-0,002	0,00	0,02	0,9024
<i>Hippolais icterina</i>	-0,006	0,05	0,65	0,4337
<i>Hippolais polyglotta</i>	-0,182	0,51	13,31	0,0029
<i>Sylvia cantillans</i>	-0,334	0,30	5,50	0,0356
<i>Sylvia melanocephala</i>	-0,028	0,15	2,31	0,1522
<i>Sylvia communis</i>	-0,023	0,15	2,36	0,1469
<i>Sylvia borin</i>	0,019	0,24	4,11	0,0636
<i>Sylvia atricapilla</i>	0,123	0,09	1,28	0,2788
<i>Muscicapa striata</i>	-0,004	0,04	0,58	0,4594
<i>Aegithalos caudatus</i>	0,028	0,28	4,93	0,0447
<i>Parus caeruleus</i>	-0,009	0,00	0,00	0,9538
<i>Parus major</i>	0,041	0,06	0,78	0,3938
<i>Sitta europaea</i>	0,002	0,03	0,37	0,5555
<i>Certhia brachydactyla</i>	0,003	0,01	0,08	0,7870
<i>Lanius collurio</i>	-0,003	0,05	0,73	0,4092
<i>Garrulus glandarius</i>	0,005	0,03	0,40	0,5398
<i>Sturnus vulgaris</i>	-0,054	0,33	6,37	0,0254
<i>Passer domesticus italiae</i>	0,008	0,00	0,02	0,8945
<i>Passer montanus</i>	-0,009	0,26	4,47	0,0545
<i>Fringilla coelebs</i>	-0,006	0,05	0,65	0,4350
<i>Serinus serinus</i>	-0,056	0,14	2,11	0,1696
<i>Carduelis chloris</i>	-0,002	0,06	0,85	0,3729
<i>Carduelis carduelis</i>	-0,013	0,02	0,30	0,5926
<i>Emberiza cirius</i>	-0,001	0,00	0,03	0,8672

Conclusioni

La riduzione di biodiversità in termini di numero di individui e di *taxa* all'interno della stazione può essere imputabile a ragioni di tipo globale come il cambiamento climatico [30, 31] o il calo generalizzato di molte specie nel loro areale di distribuzione [32, 33].

Tuttavia, possono aver influito anche fattori locali come la variazione della componente vegetazionale all'interno della stazione negli anni e il mutare della presenza di ungulati selvatici [34].

Analisi specifiche devono ancora essere condotte per indagare in che percentuale ciascuna variabile influisca sui risultati osservati, tuttavia ancora una volta emerge chiaramente la necessità di un monitoraggio costante al fine di evidenziare, ed eventualmente contrastare, i cambiamenti ecologici di una delle più ricche componenti faunistiche all'interno della Tenuta.

BIBLIOGRAFIA

- [1] CHIGI F. (1931). Risultati e osservazioni della prima campagna primaverile (maggio-luglio 1930) (stazione ornitologica di Castelfusano). Estratto dalla rivista "Venatoria", Anno I-N2 del 15 maggio 1931.
- [2] CHIGI F. (1904). Notizie ornitologiche per la Provincia di Roma. Boll. Soc. Zool. It. 5: 58-64
- [3] MONTEMAGGIORI A. & SPINA F. (2002). Il Progetto Piccole Isole (PPI): uno studio su ampia scala della migrazione primaverile attraverso il Mediterraneo. In Brichetti P. & Gariboldi A. 2002. Manuale di ornitologia. Volume 3. Edagricole, Bologna: 330 pp.
- [4] LANDUCCI G., RUDA P., TADDEI S., BOANO A. & MONTEMAGGIORI A. (2010). La stazione ornitologica di Castelporziano (Roma): 20 anni di inanellamento a scopo scientifico (1990-2009). Alula XVII (1-2): 89-98.
- [5] JARVINEN, O., & VAISANEN, R. A. (1979). Changes in bird populations as criteria of environmental changes. *Ecography*, 2: 75-80.
- [6] MORRISON, M. L. (1986). Bird populations as indicators of environmental change. In R. F. Johnston (Ed.), *Current ornithology: Volume 3, current ornithology* (pp. 429-451). Springer.
- [7] BAILLIE, S. R. (1991). Monitoring terrestrial breeding bird populations. In B. Goldsmith (Ed.), *Monitoring for conservation and ecology, conservation biology* (pp. 112-132). Springer.
- [8] DESANTE, D.F. & ROSENBERG D. K. (1998). What do we need to monitor in order to manage land-birds? in *Avian Conservation: Research and Management* (J. M. Marzluff, and R. Sallabanks, Eds.). Island Press, Washington, D.C.: 93-106.
- [9] BIBBY, C. J., BURGESS, N. D., HILL, D. A., & MUSTOE, S. (2000). *Bird census techniques*. Elsevier.
- [10] RALPH, C. J., GEUPEL, G. R., PYLE, P., MARTIN, T. E., & DESANTE, D. F. (1993). *Handbook of field methods for monitoring landbirds* (General Technical Report No. PSW-GTR-144-www), Pacific Southwest Research Station. United States Department of Agriculture.
- [11] DUNN, E. H., & RALPH, C. J. (2004). Use of mist nets as a tool for bird population monitoring. *Studies in Avian Biology*, 29: 1-6.
- [12] NUR, N., GEUPEL, G. R., & BALLARD, G. (2004). Estimates of adult survival, capture probability, and recapture probability: Evaluating and validating constant-effort mist netting. *Studies in Avian Biology*, 29: 63-70.

- [13] RAPPOLE, J. H., WINKER, K., & POWELL, G. V. N. (1998). Migratory bird habitat use in Southern Mexico: Mist nets versus point counts. *Journal of Field Ornithology*, 69: 635-643.
- [14] WANG, Y., & FINCH, D. M. (2002). Consistency of mist netting and point counts in assessing landbird species richness and relative abundance during migration. *The Condor*, 104: 59-72.
- [15] BAIRLEIN, F. (1995). European-African songbird migration network. Manual of field methods. Revised edition. European Science Foundation.
- [16] BAILLIE, S. R., & SCHAUB, M. (2009). Understanding changes in bird populations – The role of bird marking. *Ringling & Migration*, 24: 189-198.
- [17] HUSSELL, D. J. T., & RALPH, C. J. (2005). Recommended methods for monitoring change in bird populations by counting and capture of migrants. *North American Bird Bander*, 301: 6-20.
- [18] KAISER, A., & BERTHOLD, P. (2004). A European example of standardized mist netting in population studies in birds. *Studies in Avian Biology*, 29: 75-81.
- [19] BERTHOLD, P. (2004). Use of mist nets for monitoring landbird autumn population trends, and comparison with other methods. *Studies in Avian Biology*, 29: 112-115.
- [20] PEDRINI P., ROSSI F., RIZZOLLI F. & SPINA F. (2008). Le Alpi italiane quale barriera ecologica nel corso della migrazione post-riproduttiva attraverso l'Europa. Risultati generali della prima fase del Progetto Alpi (1997-2002). *Biol.Cons.Fauna*, 116: 1-336.
- [21] KARLSSON, L., EHNBOM, S., & WALINDER, G. (2005). A comparison between ringing totals at Falsterbo, SW Sweden, ringing totals at Ottenby, SE Sweden, and point counts from the Swedish Breeding Bird Census during 20 years (1980-1999). *Ornis Svec*, 15: 183-205.
- [22] DELLA ROCCA A.B., PIGNATTI S., MUGNOLI S., BIANCO P.M. (2001). La carta della vegetazione della Tenuta di Castelporziano. Scritti e Documenti XXVI. Vol. I. Accademia Nazionale delle Scienze detta dei XL: 709-764.
- [23] PIGNATTI S., BIANCO P.M., TESCAROLLO P. & SCARASCIA MUGNOZZA G.T. (2001). La vegetazione della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. In: AA. VV., Il Sistema Ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Accademia Nazionale delle Scienze detta dei Quaranta, Scritti e Documenti. XXVI, VOL. II: 441-709.
- [24] ANZALONE B., LATTANZI E. & LUCCHESI F. (1990). La flora della Tenuta di Castelporziano. In: Accademia Nazionale dei Lincei (ed.), Ricerche Ecologiche, Floristiche, Faunistiche sulla fascia medio tirrenica italiana. Quad. 3641: 133-218.
- [25] ARADIS, A., LANDUCCI, G., RUDA, P. & TADDEI, S. (2001). Monitoraggio della Beccaccia *Scolopax rusticola* svernante in un'area del centro Italia (1993-2000): fenologia e biometria. *Avocetta* 25: 44.
- [26] INFS (1999). Regolamento per lo svolgimento delle attività di inanellamento a scopo scientifico. Istituto Nazionale per la Fauna Selvatica "Alessandro Chigi"/Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Ozzano Emilia.
- [27] ARADIS, A., LANDUCCI, G., RUDA, P., TADDEI, S. & SPINA F. (2003). Ecologia dello svernamento della beccaccia *Scolopax rusticola* in ambiente costiero mediterraneo: primi risultati di radiotracking. *Avocetta num. spec.* 27: 12.
- [28] FANFANI A., NARDI G., FOLLETTO A., TINELLI A., 2006. Elenco (Check list) degli organismi segnalati nella tenuta di Castelporziano in: "Il sistema ambientale della Tenuta Presidenziale di Castelporziano. Ricerche sulla complessità di un ecosistema forestale costiero mediterraneo". II serie, Vol. III. Segretariato Generale della Presidenza della Repubblica It. e Acc. Naz. delle Sc. detta dei Quaranta. Roma: 160-1842.
- [29] SPINA F. & VOLPONI S. (2008). Atlante della Migrazione degli Uccelli in Italia. 2. Passeriformi. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), 632 pp.
- [30] FIEDLER, W., BAIRLEIN, F., & KOPPEN, U. (2004). Using large-scale data from ringed birds for the investigation of effects of climate change on migrating birds: pitfalls and prospects. *Advances in Ecological Research*, 35: 49-67.

- [31] BOTH, C., BOUWHUIS, S., LESSELLS, C. M., & VISSER, M. E. (2006). Climate change and population declines in a long-distance migratory bird. *Nature*, 441: 81-83.
- [32] BERTHOLD, P., FIEDLER, W., SCHLENKER, R., & QUERNER, U. (1998). 25-year study of the population development of Central European songbirds: A general decline, most evident in long-distance migrants. *Naturwissenschaften*, 85: 350-353.
- [33] BAIRLEIN, F. (2016). Migratory birds under threat. *Science*, 354: 547-548.
- [34] COCQUELET, A., MARELL, A., BONTHOUX, S., BALTZINGER, C., & ARCHAUX, F. (2019). Direct and indirect effects of ungulates on forest birds' nesting failure? An experimental test with artificial nests. *Forest Ecology and Management: Volume 437*: 148-155.