



Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

REPORT

PROGETTO DI MONITORAGGIO DELLO STATO
DEGLI ECOSISTEMI DELLA VAL D'AGRI:

AVIFAUNA

Redatto da:

Dott.ssa Jennifer Rossin

Dott. Davide M. V. Lattarulo

Coordinamento scientifico del progetto:

Prof. Roberto Cazzolla Gatti

Rapporto delle Attività di Monitoraggio

2022 – 2023

INDICE

INTRODUZIONE	3
SCOPO DELLA RICERCA	7
AREA DI STUDIO	8
METODI	13
<i>PREMESSE</i>	13
<i>PUNTI DI ASCOLTO</i>	13
<i>PUNTI FAVOREVOLI DI OSSERVAZIONE</i>	15
<i>PUNTI DI RIPRODUZIONE RICHIAMI</i>	16
<i>ANALISI DATI</i>	18
RISULTATI	20
<i>GENERALI</i>	20
<i>PUNTI DI ASCOLTO</i>	23
<i>PUNTI FAVOREVOLI DI OSSERVAZIONE</i>	26
<i>PUNTI DI RIPRODUZIONE RICHIAMI</i>	29
CONCLUSIONI	32
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	34
ALLEGATI	39
BIBLIOGRAFIA	45

INTRODUZIONE

Ai sensi dall'art. 10 del DM n. 356 del 9 dicembre 2013, ISPRA, per mezzo del Dipartimento per il monitoraggio e la tutela dell'ambiente e per la conservazione della biodiversità, assicura la messa a punto di idonei e innovativi strumenti per la programmazione e lo svolgimento, coerentemente con le direttive comunitarie in materia, delle necessarie azioni di monitoraggio delle matrici ambientali, della biodiversità e dei processi ecologici.

Con l'accordo di marzo 2020, ISPRA sottoscrive una Convenzione operativa con ARPAB e Regione Basilicata mirata ad assicurare rigore e qualità del metodo tecnico-scientifico utilizzato per il monitoraggio della biodiversità della Val D'Agri. In particolare, nella Convenzione, per ciò che concerne le attività di interesse di ARPA Basilicata e "altre attività" di competenza del Centro di Ricerca Metaponto, è prescritto che venga definito e sviluppato un piano di monitoraggio dello stato degli ecosistemi basato su componenti ambientali comprendenti:

- Flora e vegetazione, per valutare lo stato degli ecosistemi attraverso il calcolo di indicatori floristico-vegetazionali ricavabili dal rilievo floristico-vegetazionale;
- Flora lichenica, utilizzando l'Indicatore di Biodiversità Lichenica (IBL);
- Fauna, attraverso la raccolta di dati multi-tassonomici e utilizzando indicatori (Indicatore Sintetico "Cazzolla Gatti") ricavabili dai campionamenti di pesci, Rettili, Anfibi, avifauna, macrofauna, microteriofauna e carabidofauna.

A supporto dello svolgimento del seguente piano di monitoraggio, in data 12/12/2019 è stato sottoscritto un Protocollo d'intesa tra Alma Mater Studiorum – Università di Bologna e ISPRA. Nell'ambito delle proprie finalità istituzionali, la suddetta collaborazione è finalizzata alla realizzazione delle attività per lo "Sviluppo di indicatori multi-tassonomici e metodi innovativi per il monitoraggio della biodiversità con particolare riguardo all'acquisizione e all'elaborazione di dati specifici su componenti faunistiche presenti nella Val d'Agri", come specificato nell'articolo 2 della Convenzione, e coinvolge diverse professionalità di alto livello specifiche per la raccolta e l'elaborazione di dati delle componenti: flora lichenica e fauna (Rettili, Anfibi, Uccelli, macrofauna, microteriofauna e carabidofauna). Questo progetto ha dunque previsto un'indagine multi-tassonomica del territorio d'interesse svolta attraverso la selezione di stazioni di campionamento che consentissero l'analisi contemporanea delle differenti componenti prescelte.

Il presente documento costituisce il rapporto conclusivo delle attività di monitoraggio per quanto concerne la componente ornitica e riporta i risultati ottenuti durante le attività svolte nel periodo Giugno – Novembre 2022. Tali attività sono state svolte dalla Dott.ssa Jennifer Rossin e dal Dott. Davide M. V. Lattarulo, all'interno di un gruppo di lavoro coordinato dal Prof. Roberto Cazzolla Gatti e supervisionato dalla Dott.ssa Emanuela Carli in qualità di Project Manager. Le attività di campionamento dell'avifauna sono state previste dal progetto non solo ai fini di caratterizzare in maniera il più possibile esaustiva la biodiversità del territorio d'indagine, ma anche in considerazione del fatto che gli uccelli possono fornire importanti indicazioni sullo stato degli ambienti. Nello specifico, la ricchezza di specie, l'andamento demografico delle specie e le variazioni dei parametri della comunità ornitica possono avvisare di *possibili* alterazioni ambientali in atto.

Tutto questo è possibile valutarlo poiché una serie di caratteristiche rendono gli uccelli degli ottimi indicatori ecologici: sono estremamente mobili ed ecologicamente ben differenziati, ma al tempo stesso anche relativamente facili da osservare e con diffusione globale [Larsen et al., 2012]; sono al vertice della catena alimentare e, quindi, sensibili a tutti i cambiamenti ambientali e della rete trofica a livelli inferiori [Larsen et al., 2012]; hanno un breve tempo di generazione e, quindi, normalmente reagiscono rapidamente ai cambiamenti [Steele et al., 1984]; infine, la loro ecologia e la loro tassonomia sono ben note e riscuotono un grande fascino, quindi spesso è disponibile un grande volume di dati sia in termini qualitativi che quantitativi [Larsen et al., 2012].

L'esito del campionamento dell'avifauna si configura quindi sia come strumento indiretto dell'analisi della qualità ambientale sia come strumento diretto di integrazione delle liste già esistenti a caratterizzazione dell'avifauna nidificante e stanziale del territorio d'indagine (Tabella 1).

Tabella 1. Elenco delle specie contattate nei precedenti campionamenti e stato di conservazione associato secondo le più recenti stime IUCN. Si sono presi di riferimento unicamente i gruppi di specie per i quali il presente progetto ha previsto il campionamento.

NOME COMUNE	NOME SCIENTIFICO	IUCN	ANNO
Albanella minore	<i>Circus pygargus</i>	LC	2021
Allocco	<i>Strix aluco</i>	LC	2016
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>	LC	2018
Assiolo	<i>Otus scops</i>	LC	2021
Astore	<i>Accipiter gentilis</i>	LC	2021
Averla capirosa	<i>Lanius senator</i>	LC	2016
Averla piccola	<i>Lanius collurio</i>	LC	2016
Balestruccio	<i>Delichon urbicum</i>	LC	2016
Ballerina bianca	<i>Motacilla alba</i>	LC	2018
Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	LC	2016
Barbagianni	<i>Tyto alba</i>	LC	2016
Biancone	<i>Circaetus gallicus</i>	LC	2021
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	LC	2016
Cappellaccia	<i>Galerida cristata</i>	LC	2016
Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	LC	2019
Cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>	LC	2016
Cincia mora	<i>Periparus ater</i>	LC	2016

Cinciallegra	<i>Parus major</i>	LC	2016
Cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>	LC	2016
Civetta	<i>Athene noctua</i>	LC	2018
Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>	LC	2016
Codirosso comune	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	LC	2016
Codirosso spazzacamino	<i>Phoenicurus ochruros</i>	LC	2018
Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	LC	2018
Cornacchia	<i>Corvus corone</i>	LC	2016
Corvo imperiale	<i>Corvus corax</i>	LC	2016
Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	LC	2016
Culbianco	<i>Oenanthe oenanthe</i>	LC	2018
Fagiano comune	<i>Phasianus colchicus</i>	LC	2016
Falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	LC	2021
Falco pellegrino	<i>Falco peregrinus</i>	LC	2021
Falco pescatore	<i>Pandion haliaetus</i>	LC	2021
Fanello	<i>Carduelis cannabina</i>	LC	2018
Fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>	LC	2016
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	LC	2018
Gazza	<i>Pica pica</i>	LC	2016
Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>	LC	2021
Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>	LC	2016
Gruccione	<i>Merops apiaster</i>	LC	2016
Lucherino	<i>Carduelis spinus</i>	LC	2016
Luì bianco	<i>Phylloscopus bonelli</i>	LC	2016
Luì piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>	LC	2016
Luì verde	<i>Phylloscopus sibilatrix</i>	LC	2016
Martin pescatore	<i>Alcedo atthis</i>	LC	2016
Merlo	<i>Turdus merula</i>	LC	2016
Merlo acquaiolo	<i>Cinclus cinclus</i>	LC	2018
Migliarino di palude	<i>Emberiza schoeniclus</i>	LC	2018
Nibbio bruno	<i>Milvus migrans</i>	LC	2021

Nibbio reale	<i>Milvus milvus</i>	LC	2020
Passera d'Italia	<i>Passer italiae</i>	VU	2018
Passera lagia	<i>Petronia petronia</i>	LC	2016
Passera mattugia	<i>Passer montanus</i>	LC	2016
Passera scopaiola	<i>Prunella modularis</i>	LC	2018
Pettirosso	<i>Erithacus rubecula</i>	LC	2018
Picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>	LC	2018
Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>	LC	2016
Picchio rosso mezzano	<i>Leipicus medius</i>	LC	2018
Picchio verde	<i>Picus viridis</i>	LC	2016
Pigliamosche	<i>Muscicapa striata</i>	LC	2018
Pispola	<i>Anthus pratensis</i>	LC	2021
Poiana comune	<i>Buteo buteo</i>	LC	2021
Porciglione	<i>Rallus aquaticus</i>	LC	2016
Rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>	LC	2016
Regolo	<i>Regulus regulus</i>	LC	2018
Rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	LC	2016
Rondine comune	<i>Hirundo rustica</i>	LC	2018
Rondone comune	<i>Apus apus</i>	LC	2016
Rondone maggiore	<i>Apus melba</i>	LC	2016
Rondone pallido	<i>Apus pallidus</i>	LC	2018
Saltimpalo	<i>Saxicola torquata</i>	LC	2020
Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	LC	2018
Sparviere euroasiatico	<i>Accipiter nisus</i>	LC	2021
Spioncello	<i>Anthus spinoletta</i>	LC	2018
Sterpazzola	<i>Curruca communis</i>	LC	2016
Sterpazzolina	<i>Sylvia cantillans</i>	LC	2018
Stiaccino	<i>Saxicola rubetra</i>	LC	2016
Storno comune	<i>Sturnus vulgaris</i>	LC	2018
Strillozzo	<i>Miliaria calandra</i>	LC	2018
Succiacapre	<i>Caprimulgus europaeus</i>	LC	2016

Taccola	<i>Corvus monedula</i>	LC	2018
Toricollo	<i>Jynx torquilla</i>	LC	2016
Tordela	<i>Turdus viscivorus</i>	LC	2016
Tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>	LC	2018
Tortora dal collare	<i>Streptopelia decaocto</i>	LC	2019
Tortora selvatica	<i>Streptopelia turtur</i>	VU	2019
Tottavilla	<i>Lullula arborea</i>	LC	2016
Upupa	<i>Upupa epops</i>	LC	2020
Usignolo comune	<i>Luscinia megarhynchos</i>	LC	2016
Usignolo di fiume	<i>Cettia cetti</i>	LC	2016
Verdone	<i>Carduelis chloris</i>	LC	2018
Verzellino	<i>Serinus serinus</i>	LC	2018
Zigolo muciatto	<i>Emberiza cia</i>	LC	2016
Zigolo nero	<i>Emberiza cirulus</i>	LC	2018

SCOPO DELLA RICERCA

Il presente progetto si prefigge, attraverso la rilevazione e misurazione nel tempo di alcuni parametri biologici, indicatori dello stato qualitativo delle componenti ambientali descritte nel paragrafo precedente, di fornire le basi per il raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Elaborare indicatori multi-tassonomici;
- Stabilire metodologie innovative per la definizione degli indicatori di stato di conservazione degli habitat;
- Fornire indicazioni per lo sviluppo di un piano di campionamento multi-tassonomico annuale.

Lo sviluppo di indicatori multi-tassonomici e metodi innovativi per il monitoraggio della biodiversità nell'Alta Val d'Agri renderà possibile una più efficace individuazione di fenomeni erosivi, sia a lenta che a rapida evoluzione temporale, delle differenti componenti ambientali. Ciò consentirà una più tempestiva ed efficace messa in atto di azioni e strategie di gestione consone ad arrestare e/o invertire questo effetto degenerativo. Altresì, la produzione di un piano di campionamento multi-tassonomico spazialmente bilanciato consentirà ad ARPAB e/o agli Enti preposti di proseguire nel tempo i monitoraggi periodici. In particolare, il campionamento della componente ornitica condotto nel territorio d'indagine ha come scopo fondamentale quello di raccogliere dei dati preliminari sull'identità e il numero di individui afferenti a

specifici ordini selezionati. Questi dati sono finalizzati non solo al raggiungimento degli obiettivi preposti ma fungono anche da base conoscitiva per elaborazioni future.

AREA DI STUDIO

L'area di riferimento per il progetto è contenuta all'interno della Val d'Agri, una valle che si estende da nord-ovest a sud-est della Basilicata e la cui lunghezza segue il corso del fiume Agri. Nello specifico, il progetto ha riguardato un territorio incluso nel settore nord-occidentale di questa valle, noto come Alta Val d'Agri [Loperte et al., 2019](Fig. 1). L'Alta Val d'Agri si sviluppa sull'asse principale dell'Appennino meridionale con un'altitudine media di circa 600 s.l.m. e con una larghezza massima di 12 km [Priore, 2009]. Essa è delimitata a nord-est dai monti Calvelluzzo (1.699 m s.l.m.), Volturino (1.835 m s.l.m.) e Monte di Viggiano (1.727 m s.l.m.), ad ovest dai Monti della Maddalena (1.503 m s.l.m.), ed infine a sud dal massiccio del Sirino (2.005 m s.l.m.) [Osservatorio Ambientale "Val d'Agri", 2015]. L'Alta Val d'Agri presenta distinte condizioni geologiche-geomorfologiche e un'ampia varietà di ambienti ben conservati, di cui quattro di interesse prioritario [Legambiente Basilicata, 2021]. Anche in conseguenza di ciò, questa zona è caratterizzata da un'elevata biodiversità, includendo diverse specie endemiche, rare o a rischio di estinzione [Legambiente Basilicata, 2021]. L'Alta Val d'Agri include al suo interno il Parco Nazionale dell'Appennino Lucano - Val d'Agri – Lagonegrese e diversi SIC, tra i quali si cita in particolare il Lago Pertusillo [Legambiente Basilicata, 2021], un invaso artificiale di circa 75 chilometri quadrati che viene sfruttato per l'irrigazione, la produzione di energia idroelettrica e l'acqua potabile [Buccione et al., 2021]. Tutte le azioni previste dal progetto si sono svolte prevalentemente al di fuori dei siti protetti, entro un territorio caratterizzato da una superficie di circa 262 km² e compreso tra i comuni di Viggiano, Montemurro, Grumento Nova, Moliterno e Spinoso. Nell'ambito di questo territorio d'indagine, sono state individuate un totale di 27 stazioni di campionamento e, entro queste, ne sono state selezionate diverse per numero e criterio di elezione, in funzione dei diversi gruppi di uccelli e tecniche di campionamento. Il territorio d'indagine è un mosaico di diverse condizioni ambientali che includono: formazioni boschive di latifoglie, rimboschimenti di conifere, formazioni arbustive, seminativi non irrigui intensivi, seminativi non irrigui estensivi, sistemi colturali e particellari complessi, praterie, prati (Tabella 2). In proporzione, il territorio è occupato principalmente da boschi cedui di querce a carattere mesofilo e da seminativi non irrigui, con una minoranza delle altre condizioni ambientali sopracitate. Gli alberi predominanti nelle stazioni campionate sono la roverella (*Quercus pubescens*) e il cerro (*Quercus cerris*). Gli arbusteti sono a prevalenza di biancospino (*Crataegus monogyna*), ligustro (*Ligustrum vulgare*), rosa canina (*Rosa canina*) e pungitopo (*Ruscus aculeatus*). Sono, inoltre, ben rappresentati anche la ginestra (*Spartium junceum*), la berretta del prete (*Euonymus europaeus*) e il prugnolo (*Prunus spinosa*).

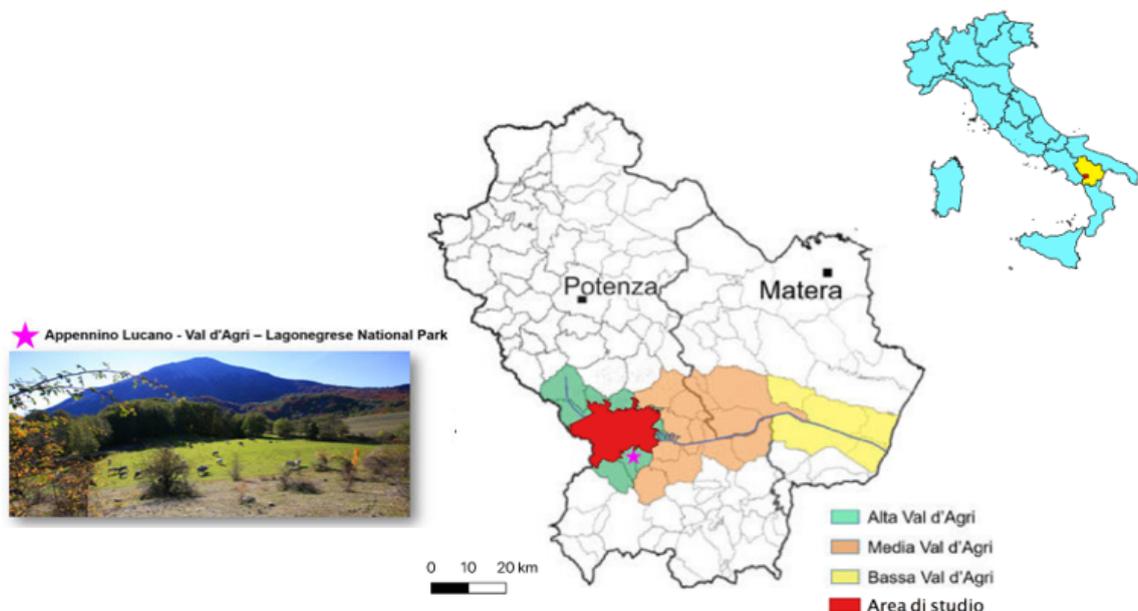


Figura 1. La localizzazione della regione Basilicata e della Val d'Agri con uno zoom sul Parco Nazionale dell'Appennino Lucano – Val d'Agri – Lagonegrese. Fonte: figura tratta da “Loperte et al., 2019” modificata dall'autore.

Tabella 2. Descrizione ambientale dei 27 punti di campionamento nel territorio d'indagine, suddivisa per tecnica di campionamento. La descrizione si riferisce alla vegetazione entro un raggio di 100 metri attorno al punto centrale.

ID punti	Coordinate punti	Descrizione ambiente		
		Punti di ascolto	Punti favorevoli di osservazione	Punti di riproduzione richiami
2	40,325384; 15,870701	Seminativo prevalente con minoranza di querceti		
6	40,299865; 15,864522	Seminativo prevalente con minoranza di querceti		
13	40,278566; 15,969917	Bosco querceto		
14	40,306280; 15,902413	Bosco querceto		

ID punti	Coordinate punti	Descrizione ambiente		
		Punti di ascolto	Punti favorevoli di osservazione	Punti di riproduzione richiami
15	40,324718; 15,816222	Prateria prevalente; presenza di querceti e arbusteti		
16	40,288351; 15,947348	Bosco querceto		
18	40,344362; 15,866633	Prateria prevalente; presenza di querceti e arbusteti	Prateria prevalente; presenza di querceti e arbusteti	
21	40,311167; 15,820718	Bosco querceto	Prato prevalente; presenza di querceti e arbusteti	Prato prevalente; presenza di querceti e arbusteti
22	40,314760; 15,838794	Seminativo prevalente con minoranza di querceti		
23	40,292931; 15,839906	Bosco querceto		
24	40,280517; 15,838613	Seminativo prevalente con minoranza di querceti		Prato
25	40,349217; 15,850948	Seminativo prevalente con minoranza di querceti	Seminativo prevalente con minoranza di querceti	Seminativo prevalente con minoranza di querceti
26	40,306397; 15,867162	Seminativo prevalente con minoranza di querceti		Seminativo prevalente con minoranza di querceti ceduati

ID punti	Coordinate punti	Descrizione ambiente		
		Punti di ascolto	Punti favorevoli di osservazione	Punti di riproduzione richiami
27	40,330801; 15,887718	Bosco querceto		
28	40,321064; 15,896915	Arbusteto misto ad alberi ceduati		
29	40,349341; 15,910486	Prateria prevalente; presenza di querceti e arbusteti	Seminativo prevalente con minoranza di roverella	
30	40,337829; 15,93324	Prateria prevalente; presenza di arbusteti	Prateria prevalente; presenza di arbusteti	
31	40,323984; 15,929782	Bosco misto		Bosco ceduo
32	40,309883; 15,921996	Ecotono tra bosco e prato		Ecotono tra bosco e prato
33	40,314961; 15,937600	Ecotono tra bosco e prato	Prato	Ecotono tra bosco e prato
34	40,328557; 15,954446	Prateria con arbusteti		Prateria con arbusteti
35	40,317518; 15,965144	Rimboschimento di conifere		Rimboschimento di conifere
36	40,308675; 15,964004	Bosco querceto	Seminativo	
37	40,342592; 15,972646	Prateria prevalente; presenza di querceti e arbusteti		Prateria prevalente; presenza di arbusteti
38	40,326504; 15,989165	Ecotono tra prateria e arbusteto	Prateria	Prateria

ID punti	Coordinate punti	Descrizione ambiente		
		Punti di ascolto	Punti favorevoli di osservazione	Punti di riproduzione richiami
39	40,253271; 15,981274	Prato prevalente; presenza di querceti e arbusteti	Prato	Prato
40	40,277209; 15,909216	Ecotono tra seminativo, arbusteto e querceto	Seminativo	

METODI

PREMESSE

Allo scopo di delineare un quadro il più possibile esaustivo della comunità ornitica presente nel territorio d'indagine, si son utilizzate tecniche di campionamento diverse in funzione delle caratteristiche ecologiche e comportamentali di ogni gruppo di uccelli in esame. Le diverse tecniche scelte hanno comunque presentato degli elementi in comune. In primo luogo, in tre casi su quattro, si son effettuate due ripetizioni per ogni stazione. Questo poiché il campionamento ripetuto in una stessa stazione fornisce una stima più precisa del numero di specie e degli individui ad essa legati [Farnsworth et al., 2002]. In secondo luogo, nessun tipo di campionamento è stato effettuato nei giorni in cui le condizioni meteorologiche potevano ostacolare l'attività o inficiare la qualità dei dati da questa risultanti (es. forti piogge, vento estremamente forte) [Bibby et al., 2000]. In terzo luogo, si son scelte e utilizzate tecniche di tipo non invasivo, non avendo queste previsto, in nessun caso, la cattura o la manipolazione degli animali.

PUNTI DI ASCOLTO

Per il campionamento di passeriformi e altri ordini relativi a specie nidificanti dall'ecologia simile (*Columbiformes*, *Cuculiformes*, *Apodiformes*, *Coraciiformes*, *Piciformes*) si è scelta la tecnica per *punti di*

ascolto senza limiti di distanza. Tale tecnica prevede l'osservazione e l'ascolto dell'avifauna da stazioni puntiformi ed entro un determinato periodo di tempo [Blondel et al., 1981]. La tecnica per *punti di ascolto* prevede di essere usata durante il periodo riproduttivo poiché ne sfrutta due vantaggi: una maggiore contattabilità degli uccelli come conseguenza della difesa dei corrispettivi territori di nidificazione tramite display visivi, display sonori e distribuzione circoscritta; una più efficiente identificazione di quegli uccelli che emettono vocalizzi o canti distintivi in quanto specie-specifici [Morrison et al., 2018]. Tra tutte le diverse tecniche di campionamento, si è scelta la suddetta tecnica poiché si è ritenuta essere la più efficace nei confronti dei passeriformi e ordini affini nidificanti, in termini di compromesso tra sforzo di campionamento, precisione e accuratezza dei dati. A supporto di ciò, tale tecnica è quella prescelta anche dal progetto nazionale di monitoraggio degli uccelli nidificanti in Italia (MITO2000), un progetto coordinato dal Centro Italiano Studi Ornitologici ed inserito nel programma continentale *Euromonitoring*, predisposto dall'European Bird Census Council [Fornasari et al., 2001]. La tecnica per *punti di ascolto* consente di ricavare stime sulla ricchezza di specie, sull'abbondanza di individui [Blondel et al., 1981; Bibby et al., 2000] e sul numero di coppie nidificanti [Blondel et al., 1981]. Inoltre, essendo una tecnica puntiforme, è particolarmente efficace anche in ambienti eterogenei e i dati sulla diversità possono essere facilmente correlati con i dati relativi all'ambiente circostante. D'altro canto, non tutte le specie di passeriformi e ordini affini sarebbero candidati ideali per questa tecnica [Rete Rurale Nazionale & LIPU, 2011]. Infatti, la specie ideale in questo senso dovrebbe essere ben diffusa sul territorio, con una distribuzione spaziale di tipo continuo e non dovrebbe mostrare importanti variazioni numeriche a livello temporale [Rete Rurale Nazionale & LIPU, 2011]. Ciononostante, i risultati della tecnica dei *punti di ascolto* sono comunque generalizzabili per la maggior parte delle specie indagate. Per questo tipo di rilevamento, 27 stazioni di campionamento sono state selezionate in modo randomizzato all'interno del territorio d'indagine (Fig. 2). Le stazioni sono state visitate dal 20 di giugno al 6 di agosto 2022, campionando da 5 a 7 punti per giornata. Ogni stazione è stata visitata un totale di due volte, variando l'ordine di visita e assicurando il trascorrere di un periodo di almeno 15 giorni tra ogni ripetizione. I campionamenti sono stati effettuati dall'alba fino alle ore 10:00. Si è scelta questa finestra temporale in quanto periodo mattutino rappresenta la massima attività per i passeriformi [Robbins, 1981]. I rilevatori hanno identificato a vista o al canto di tutti gli uccelli contattati entro un periodo di 10 minuti. Si è scelta una durata temporale di 10 minuti poiché rappresenta il giusto compromesso tra il rischio di sottostime e quello del doppio conteggio [Voříšek et al., 2008]. L'identificazione visiva degli uccelli è stata coadiuvata dall'utilizzo di due binocoli: uno con risoluzione 8x42 e l'altro con risoluzione 10x50. Inoltre, in caso di dubbi sull'identificazione o quando gli uccelli si trovavano oltre una certa distanza, è stato utilizzato anche un cannocchiale con ingrandimento 60x, mentre, quando le condizioni di luce lo permettevano, sono state scattate delle fotografie, utilizzando un'ottica Tamron 150-600mm insieme ad un corpo macchina reflex. I canti sono stati registrati per rivalutazioni in caso di incertezza sul riconoscimento al canto e i dati sono stati raccolti in schede tecniche standardizzate in cui i rilevatori hanno preso appunti preliminari (es. codice del sito, orari di inizio e fine, condizioni

meteorologiche), identificato gli individui a livello di specie, classificato e contato gli individui in base al sesso e all'età e se registrati entro o oltre un raggio di 100 m dal punto di ascolto (Allegato I).

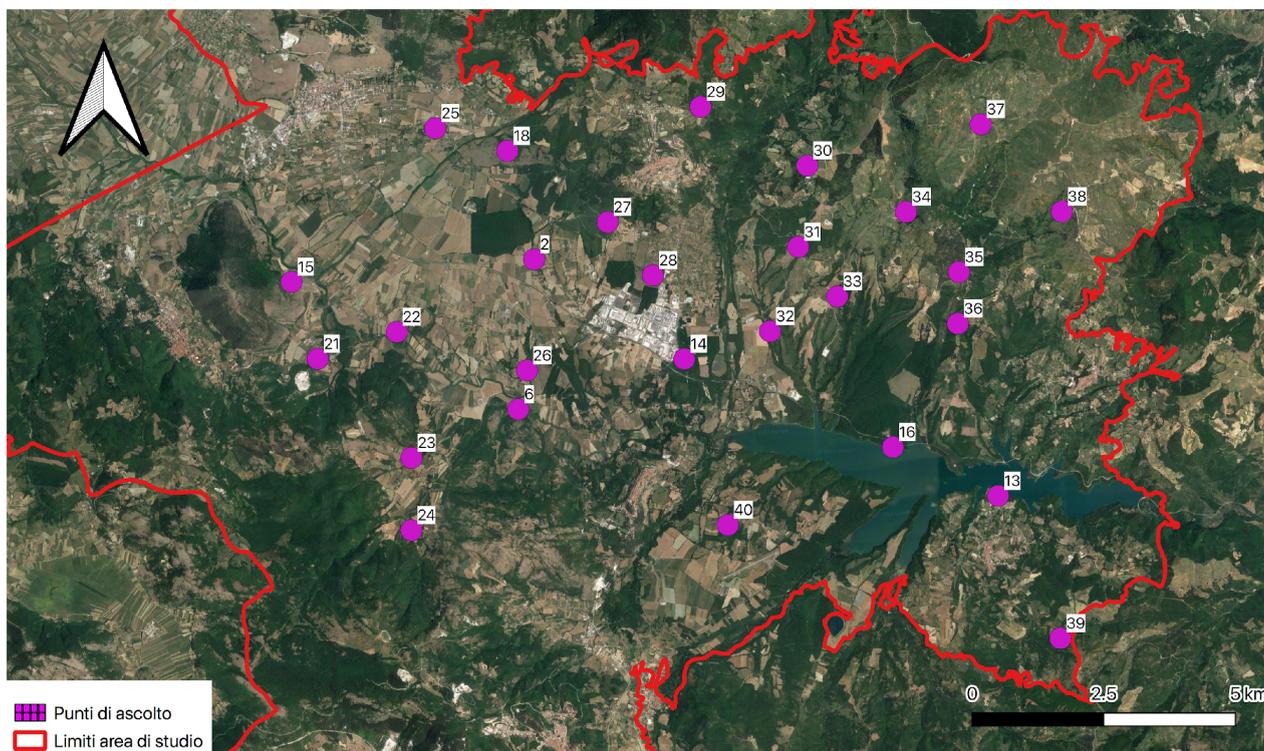


Figura 2. Stazioni di campionamento punti di ascolto

PUNTI FAVOREVOLI DI OSSERVAZIONE

Per il campionamento dei rapaci diurni (i.e. ordini Accipitriformes e Falconiformes) si è scelta la tecnica dei *punti favorevoli di osservazione*. Tale tecnica prevede l'osservazione dell'avifauna da stazioni puntiformi panoramiche [Hardey et al., 2013], ossia stazioni dalle quali risulta visibile la maggior parte dell'area circostante. Le caratteristiche proprie dei rapaci diurni (i.e. ampi territori, bassa densità e scarsa attività vocale) li rendono complessi da campionare [Andersen, 2007; Fuller & Mosher, 1981] e, infatti, non esiste una tecnica standard favorita a livello nazionale. Per quanto la tecnica dei *punti favorevoli di osservazione* andrebbe preferita ad altre unicamente in caso di campionamento dei rapaci in migrazione mentre, diversamente, andrebbe utilizzata in congiunzione con altre tecniche [Ministry of Sustainable Resource Management, 2001], essa è risultata essere l'unica scelta attuabile. Una tecnica che sarebbe stata preferita, quella relativa alla ricerca dei nidi attivi, è stata esclusa principalmente poiché il progetto ha avuto inizio quando la stagione riproduttiva era già arrivata al suo termine. Una seconda tecnica ampiamente utilizzata, quella del conteggio lungo transetti, è stata esclusa a causa dell'ampia, sebbene discontinua, copertura vegetale di una buona porzione del territorio d'indagine e, dunque, a causa della scarsa efficienza che avrebbe comportato la sua scelta. Un'ultima tecnica alternativa a quella prescelta, quella del conteggio dall'aeroplano o tramite drone, è stata esclusa in conseguenza delle ovvie difficoltà di applicazione e a causa degli elevati costi associati. La tecnica dei *punti favorevoli di osservazione* consente di ricavare stime sulla

ricchezza di specie e sull'abbondanza di individui [Andersen, 2007]. Un limite invece associato a tale tecnica consiste nel suo non essere rappresentativa delle specie boschive (come lo sparviere e l'astore) o di quelle coloniali (come il grillaio) [Andersen, 2007]. Ciononostante, i risultati della tecnica dei *punti favorevoli di osservazione* sono comunque generalizzabili per la maggior parte delle specie di rapaci diurni.

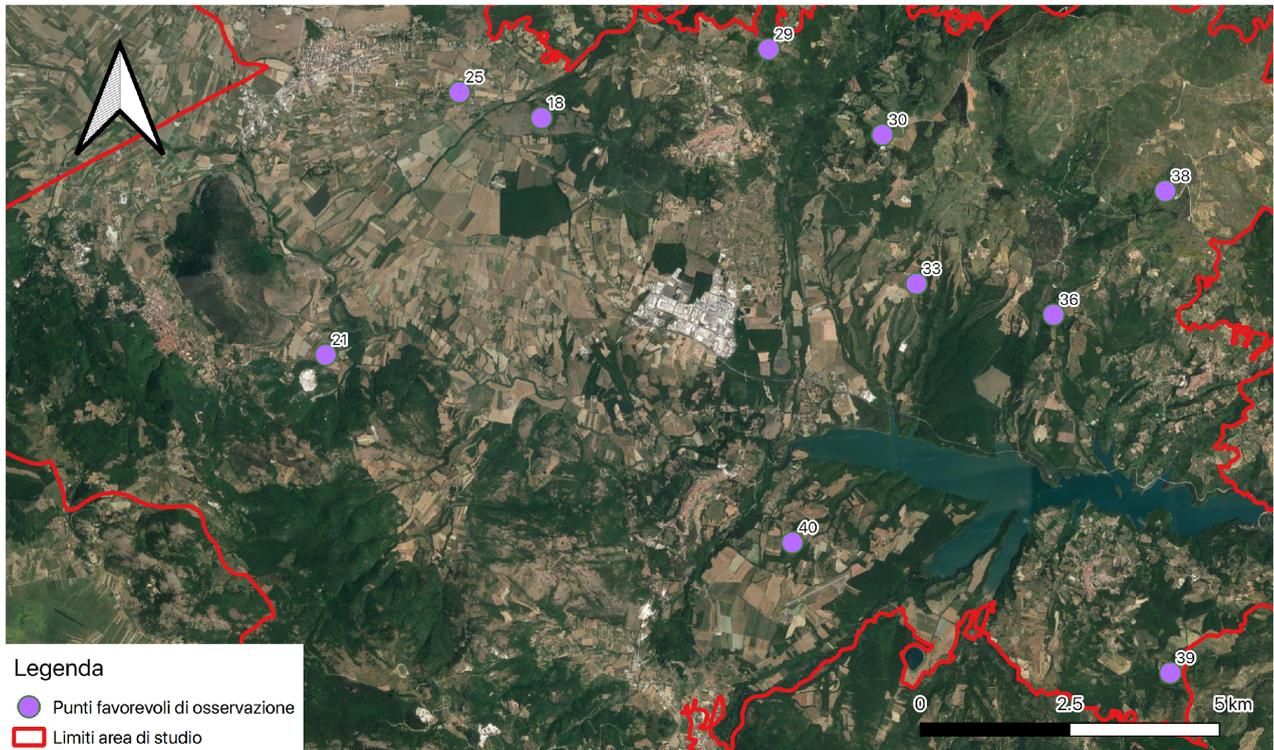


Figura 3. Punti favorevoli di osservazione

I punti di osservazione per questo tipo di campionamento sono stati individuati scegliendo tra le 27 stazioni prescelte dal protocollo generale quelle più panoramiche, per un totale di 10 stazioni (Fig. 3). Le stazioni sono state visitate due volte per 4 ore ciascuna, dalle ore 9.00 alle ore 13.00. Si sono scelte 4 ore di osservazione poiché, secondo l'esperienza dei rilevatori, questa durata rappresentava il giusto compromesso tra il rischio di sottostime e quello del doppio conteggio. La finestra temporale scelta, invece, trova una giustificazione nel fatto che la mattina rappresenta uno dei momenti in cui la maggior parte dei rapaci diurni sono più attivi e, quindi, più contattabili [Hardey et al., 2013]. La prima ripetizione è stata effettuata tra il 18 di luglio e l'8 di agosto, al termine della stagione riproduttiva, mentre la seconda dal 10 e al 19 di novembre, all'inizio della stagione di svernamento, entrambe nel corso dell'anno 2022. I campionamenti sono stati effettuati utilizzando due binocoli (uno con risoluzione 8x42 e l'altro con risoluzione 10x50), un cannocchiale con ingrandimento 60x ed una macchina fotografica Nikon con teleobiettivo Tamron 150-600mm G2. Le distanze sono state stimate visivamente, in assenza della strumentazione atta ad un loro calcolo più preciso. Al fine di minimizzare il più possibile il rischio di doppi conteggi, si è stabilito un tempo limite di 30 minuti,

oltre i quali un individuo di una data specie veniva considerato un nuovo individuo, almeno di non presentare segni distintivi che ne confermassero in maniera univoca l'identità. Tale metodo è stato utilizzato anche dal progetto Life Granatha [2018] ed è stato testato sul campo dai rilevatori prima di venire standardizzato. I dati sono stati raccolti in schede tecniche standardizzate in cui gli osservatori hanno preso appunti preliminari (es. codice del sito, orari di inizio e fine, condizioni meteorologiche), identificato gli individui a livello di specie, classificato gli individui in base all'attività e, infine, attribuito ciascun contatto a una distanza dal punto di osservazione e ad una o più fasce di altezza secondo il seguente schema: (A) 0-10 m; (B) 10-100 m; (C) oltre 100 m [Band et al., 2007] (Allegato II).

PUNTI DI RIPRODUZIONE RICHIAMI

Per il campionamento degli uccelli notturni (i.e. ordini Strigiformes e Caprimulgiformes) si è scelta la tecnica della *riproduzione di richiami* (i.e. *playback*). Tale tecnica prevede l'emissione audio di richiami specie-specifici, con l'obiettivo di sollecitare una risposta da parte degli individui della specie stimolata, in modo da aumentarne la contattabilità [Bohl, 1956]. Gli strigiformi, in virtù delle loro caratteristiche ad elevata elusività (i.e. ampi territori, bassa densità, attività prevalentemente notturna), risultano essere particolarmente complicati da campionare [Fuller & Mosher, 1981]. Per questo motivo, tra le varie tecniche atte a tale scopo, è quella del *playback* ad essere ampiamente favorita [es. Fuller & Mosher, 1981; Johnson et al., 1981]. Infatti, essa è la tecnica più efficiente in termini di quantità di dati raccolti per unità di sforzo di lavoro [Johnson et al., 1981]. Un'alternativa alla scelta della tecnica del *playback* o una sua integrazione prevedeva la ricerca di tracce di presenza (i.e. borre, escrementi, resti di prede, penne). Tuttavia, la ricerca indiretta è stata esclusa durante il sopralluogo del territorio d'indagine avvenuto previo inizio del lavoro di campo, a causa dell'assenza di riscontro delle tracce. La tecnica per *playback* consente di ricavare stime sulla ricchezza di specie e l'abbondanza di individui [Fuller & Mosher, 1981].

Per questo tipo di campionamento, 12 stazioni puntiformi (Fig. 4) sono state selezionate in maniera randomizzata a partire dalle 27 stazioni prescelte dal protocollo generale. Le stazioni sono state visitate una prima volta dal 17 al 22 di luglio e una seconda volta dal 10 al 17 di novembre, entrambe nel corso dell'anno 2022. I campionamenti sono stati effettuati dal tramonto fino a conclusione dell'attività, ossia nel periodo di massima reattività per i rapaci notturni [Johnson et al., 1981], visitando 2 stazioni al giorno. La tecnica del *playback* è stata standardizzata, per ogni specie e sulla base dell'esperienza di campo di uno dei due rilevatori, nel seguente modo: 5 minuti di ascolto spontaneo (SC), 5 minuti di stimolazione sonora (PB) e 5 minuti di ascolto post-stimolazione (PP). La fase di ascolto spontaneo (SC) ha comportato l'ascolto attivo dei richiami eventualmente emessi dagli individui presenti nel punto. La fase di stimolazione sonora (PB) ha previsto la riproduzione di tracce audio specie-specifiche precedentemente preparate. Al fine di ridurre le inibizioni nella risposta, questa fase ha previsto che l'emissione sonora cominciasse con un volume basso, aumentandolo di volta in volta nell'arco dei 5 minuti di stimolazione, senza, però mai arrivare al massimo; inoltre, la stimolazione è stata intervallata a silenzi di durata variabile. Inoltre, ogni qualvolta si è ricevuta una risposta prima del termine della riproduzione delle tracce audio, se ne è interrotta l'emissione. Infine, la

fase di ascolto poststimolazione (PP) ha comportato nuovamente l'ascolto attivo, questa volta teso al rilevamento di potenziali risposte da parte degli individui stimolati. Le tracce da riprodurre sono state sviluppate a partire da richiami e canti, sia femminili che maschili, dapprima scaricati dal sito www.xeno-canto.org e, in seguito, elaborati tramite *Audacity*, un programma di editing audio. Le tracce audio sono state quindi costruite rispettando le tempistiche prescelte per la tecnica e ordinate numericamente su dispositivo mobile in modo da rispettare la gerarchia legata alle dimensioni e alla catena trofica [Benussi, 2008]. Questa strategia è stata attuata per evitare che le specie presenti nell'area potessero essere allarmate dalle riproduzioni audio, scambiando la stimolazione sonora per la presenza di un predatore [Benussi, 2008]. In seguito alla scelta di rilevare 4 specie diverse tramite la tecnica prescelta, si sono sviluppate un totale di 4 tracce audio, della durata di 15 minuti ciascuna. Le specie per le quali si sono costruite le tracce audio sono di seguito elencate rispettando l'ordine di riproduzione: barbagianni (*Tyto alba*), civetta (*Athene noctua*), allocco (*Strix aluco*) e gufo comune (*Asio otus*). Non sono state previste stimolazioni per l'assiolo (*Otus scops*) e il succiacapre (*Caprimulgus europaeus*), data l'elevata frequenza di canto spontaneo delle due riscontrabile durante il primo periodo di campionamento. Non sono state previste stimolazioni neanche per il gufo reale (*Bubo bubo*), dal momento che è una specie normalmente ricettiva alla tecnica del *playback* solo tra dicembre e marzo [Galeotti, 1991], un periodo incompatibile con le tempistiche disponibili da progetto. Le tracce audio sono state emesse utilizzando un cellulare collegato ad una cassa Bluetooth da 50W di potenza, la quale si è regolarmente ruotata a 360° in modo da assicurare l'emissione delle tracce audio in tutte le direzioni e, quindi, in modo da coprire un'area quanto più possibile ampia. I dati sono stati raccolti in schede tecniche standardizzate in cui i rilevatori hanno preso appunti preliminari (es. codice del sito, condizioni meteorologiche, fase lunare), identificato gli individui a livello di specie, contato e classificato, quando possibile, gli individui in base al sesso, all'età, la direzione e la distanza, riportando anche il tempo di inizio e di fine delle risposte vocali (Allegato III).

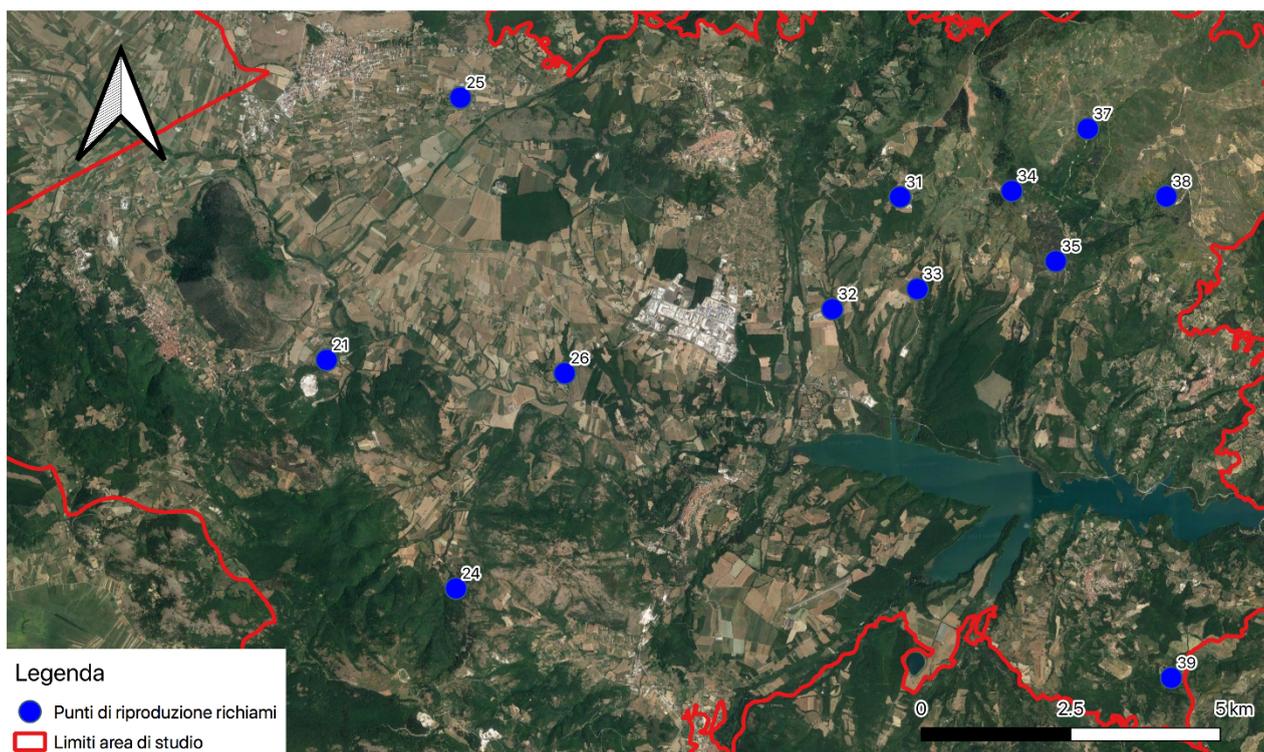


Figura 4. Punti di riproduzione richiami

ANALISI DATI

Per ogni gruppo di uccelli campionato, si sono ricavati dei valori descrittivi. Dapprima, si sono calcolate le abbondanze (i.e. numero degli individui) e la ricchezza (i.e. numero di specie rilevate). Per ricavare questi valori, nel caso delle tecniche che hanno previsto due ripetizioni per stazione, si è preso in considerazione il numero massimo di individui di una stessa specie rilevati in ogni stazione [Bibby et al., 2000]. In seguito, si è fatto uso di questi valori al fine di calcolare i seguenti indici di diversità:

- Indice di Shannon & Weaver [Shannon, 1948]: valuta sia il numero di specie presenti che il modo in cui gli individui sono distribuiti tra di esse. Il suo valore può teoricamente variare da 0 (i.e. la comunità è meno diversa) a $+\infty$ (i.e. la comunità è più diversa). È stato calcolato tramite la formula:

$$-\sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

dove p_i rappresenta la frequenza della j -esima specie, ovvero il rapporto tra il numero di individui della specie j -esima e il numero totale di individui del campione.

- Evenness (indice di equipartizione) [ref?]: valuta il grado di uniformità nella distribuzione degli individui tra le diverse specie che compongono una comunità. Il suo valore può variare da 0 (i.e. quando tutti gli individui appartengono ad un'unica specie) a 1 (i.e. quando tutte le specie hanno lo stesso numero di individui). È stato calcolato tramite la formula:

dove S rappresenta il numero di $[H1 / \ln S]$ specie presenti e $H1$ l'indice di Shannon.

- Indice di Simpson [Simpson, 1949]: valuta sia il numero di specie presenti che l'abbondanza relativa di ciascuna specie. Quest'indice esprime la probabilità che due individui selezionati casualmente entro la comunità appartengano ad una determinata specie. Assume diversi valori a seconda della modalità di calcolo. Nella modalità prescelta (i.e. 1-D), il suo valore può variare da 0 (i.e. nessuna diversità) a 1 (i.e. diversità infinita). È stato calcolato tramite la formula:

$$1 - \sum_{i=1}^k \frac{n_i(n_i - 1)}{n(n - 1)}$$

dove n_i rappresenta il numero di individui della i -esima specie, mentre N rappresenta il numero totale degli individui di tutte le specie del campione.

- Indice della Diversità Effettiva e Assoluta [Cazzolla G. et al., 2020]: valuta sia la ricchezza di specie rilevata che la ricchezza di specie non rilevata, quest'ultima legata alle specie rare o più difficili da campionare. Quest'indice stima quante specie si sarebbero potenzialmente potute rilevare. È stato calcolato tramite la formula:

$$S + \frac{H_1^2}{2 \cdot H_2}$$

dove S rappresenta il numero delle specie del campione, $H1$ l'indice di Shannon e $H2$ l'indice di Simpson.

RISULTATI

GENERALI

L'indagine effettuata nelle 27 stazioni di campionamento tramite l'uso di diverse tecniche di campionamento ha rilevato, a livello specifico, un numero complessivo di 66 specie (Tabella 3) appartenenti ai seguenti 9 Ordini: *Accipitriformes*; *Falconiformes*; *Strigiformes*; *Caprimulgiformes*; *Cuculiformes*; *Columbiformes*; *Piciformes*; *Passeriformes*; *Coraciiformes*. Di queste specie contattate, a livello nazionale, 10 risultano rilevanti dal punto di vista conservazionistico, mentre le rimanenti 56 non sono classificate come minacciate (Grafico 1).

Tabella 3. Check-list complessiva di tutte le specie contattate, con caratterizzazione dello stato di conservazione IUCN aggiornato al 2022. Categorie rischio IUCN: estinto nella regione (RE), in pericolo critico (CR), in pericolo (EN), vulnerabile (VU), quasi minacciata (NT), minor preoccupazione (LC), dati insufficienti (DD), non applicabile (NA).

Nome comune	Nome scientifico	IUCN
Allocco	<i>Strix aluco</i>	LC
Allodola	<i>Alauda arvensis</i>	VU
Assiolo	<i>Otus scops</i>	LC
Averla capirossa	<i>Lanius senator</i>	EN
Balestruccio	<i>Delichon urbicum</i>	NT
Ballerina gialla	<i>Motacilla cinerea</i>	LC
Barbagianni	<i>Tyto alba</i>	LC
Biancone	<i>Circaetus gallicus</i>	LC
Canapino	<i>Hippolais polyglotta</i>	LC
Capinera	<i>Sylvia atricapilla</i>	LC
Cardellino	<i>Carduelis carduelis</i>	NT
Cincia bigia	<i>Poecile palustris</i>	LC
Cincia mora	<i>Periparus ater</i>	LC
Cinciallegra	<i>Parus major</i>	LC
Cinciarella	<i>Cyanistes caeruleus</i>	LC
Civetta	<i>Athene noctua</i>	LC

Codibugnolo	<i>Aegithalos caudatus</i>	LC
Colombaccio	<i>Columba palumbus</i>	LC
Cornacchia	<i>Corvus corone cornix</i>	LC
Corvo imperiale	<i>Corvus corax</i>	LC
Cuculo	<i>Cuculus canorus</i>	NT
Falco pecchiaiolo	<i>Pernis apivorus</i>	LC
Fiorrancino	<i>Regulus ignicapilla</i>	LC
Fringuello	<i>Fringilla coelebs</i>	LC
Frosone	<i>Coccothraustes coccothraustes</i>	LC
Gazza	<i>Pica pica</i>	LC
Gheppio	<i>Falco tinnunculus</i>	LC
Ghiandaia	<i>Garrulus glandarius</i>	LC
Grillaio	<i>Falco naumanni</i>	LC
Gruccione	<i>Merops apiaster</i>	LC
Lui bianco	<i>Phylloscopus bonelli</i>	LC
Lui grosso	<i>Phylloscopus trochilus</i>	LC
Lui piccolo	<i>Phylloscopus collybita</i>	LC
Merlo	<i>Turdus merula</i>	LC
Nibbio bruno	<i>Milvus migrans</i>	LC
Nibbio reale	<i>Milvus milvus</i>	VU
Passera d'Italia	<i>Passer italiae</i>	VU
Pettirosso	<i>Erithacus rubecula</i>	LC
Picchio muratore	<i>Sitta europaea</i>	LC
Picchio rosso maggiore	<i>Dendrocopos major</i>	LC
Picchio rosso minore	<i>Dryobates minor</i>	LC
Picchio verde	<i>Picus viridis</i>	LC

Poiana comune	<i>Buteo buteo</i>	LC
Rampichino comune	<i>Certhia brachydactyla</i>	LC
Regolo comune	<i>Regulus regulus</i>	LC
Rigogolo	<i>Oriolus oriolus</i>	LC
Rondine comune	<i>Hirundo rustica</i>	NT
Rondone comune	<i>Apus apus</i>	LC
Rondone maggiore	<i>Tachymarptis melba</i>	LC
Scricciolo	<i>Troglodytes troglodytes</i>	LC
Sparviere euroasiatico	<i>Accipiter nisus</i>	LC
Sterpazzola	<i>Curruca communis</i>	LC
Sterpazzolina	<i>Curruca cantillans</i>	LC
Strillozzo	<i>Emberiza calandra</i>	LC
Succiacapre	<i>Caprimulgus europaeus</i>	LC
Taccola	<i>Corvus monedula</i>	LC
Tordo bottaccio	<i>Turdus philomelos</i>	LC
Tortora dal collare	<i>Streptopelia decaocto</i>	LC
Tortora selvatica	<i>Streptopelia turtur</i>	LC
Tottavilla	<i>Lullula arborea</i>	LC
Upupa	<i>Upupa epops</i>	LC
Usignolo comune	<i>Luscinia megarhynchos</i>	LC
Verdone	<i>Chloris chloris</i>	VU
Verzellino	<i>Serinus serinus</i>	LC
Zigolo giallo	<i>Emberiza citrinella</i>	VU
Zigolo nero	<i>Emberiza cirlus</i>	LC

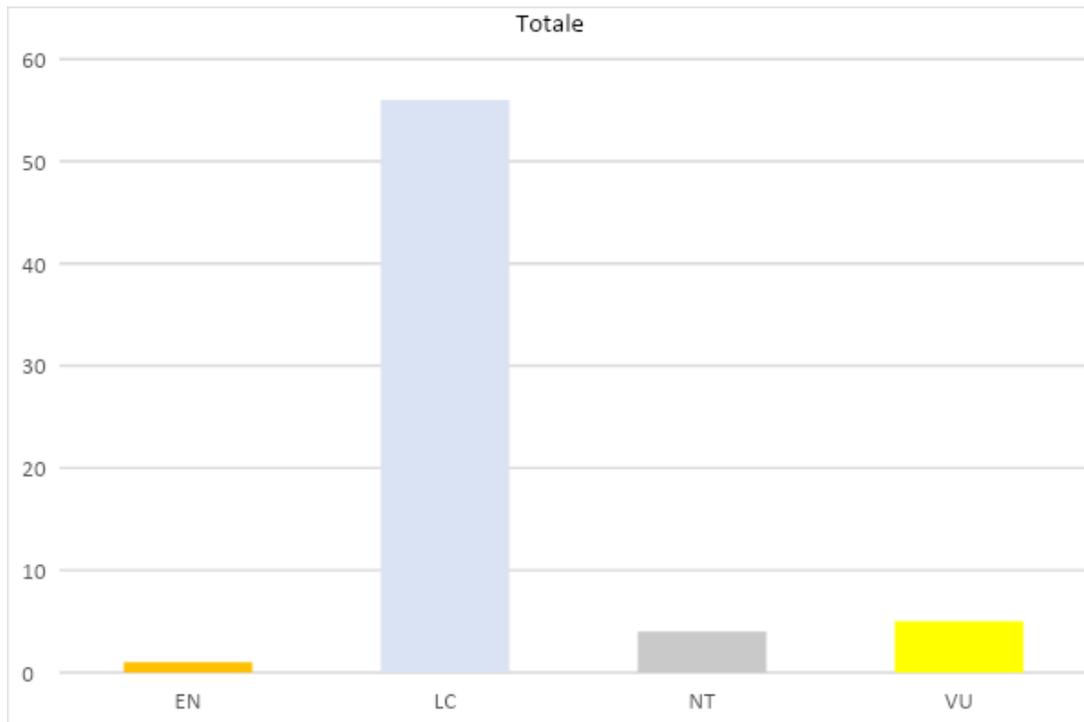


Grafico 1. *Suddivisione delle specie contattate secondo le categorie IUCN. Categorie rischio IUCN: estinto nella regione (RE), in pericolo critico (CR), in pericolo (EN), vulnerabile (VU), quasi minacciata (NT), minor preoccupazione (LC), dati insufficienti (DD), non applicabile (NA).*

PUNTI DI ASCOLTO

Nelle 27 stazioni campionate tramite l'uso della tecnica dei punti di ascolto si sono rilevati un totale di 815 individui appartenenti a 54 specie, di cui la maggioranza afferenti all'Ordine dei Passeriformi. Tra questi, si sono conteggiati anche 26 individui appartenenti al genere *Passer* per i quali non è stato possibile risalire al riconoscimento specifico. Ai fini delle analisi relative alla tecnica per punti di ascolto, tali osservazioni sono state trattate al pari di una specie diversa rispetto a quelle dello stesso genere ma identificate a livello specifico (i.e. *Passer italiae*). Ogni punto ha mostrato valori da 12 a 19 per la ricchezza di specie (media \pm SD = 14.96 ± 2.03 ; Fig. 7), e valori da 19 a 64 per l'abbondanza di individui (media \pm SD = 30.18 ± 10.05). Le due specie più comuni, in quanto rilevate in 26 stazioni, sono risultate essere *Sylvia atricapilla* e *Cyanistes caeruleus*. Diverse specie sono state invece rilevate in una sola stazione, ed includono: *Alauda arvensis*; *Apus apus*; *Coccothraustes coccothraustes*; *Emberiza calandra*; *Emberiza citrinella*; *Hippolais polyglotta*; *Periparus ater*; *Phylloscopus bonelli*; *Phylloscopus trochilus*; *Poecile palustris*; *Regulus ignicapilla*; *Tachymarptis melba*. La specie in assoluto più abbondante è risultata essere *Delichon urbicum*, con un massimo di 71 individui, seguita da *Sylvia atricapilla*, con un massimo di 66 individui. Le specie invece meno abbondanti, con solo un individuo rilevato tra tutti i punti, includono: *Alauda arvensis*; *Coccothraustes coccothraustes*; *Emberiza calandra*; *Emberiza citrinella*; *Hippolais polyglotta*; *Periparus ater*; *Phylloscopus bonelli*; *Poecile palustris*; *Regulus ignicapilla*.

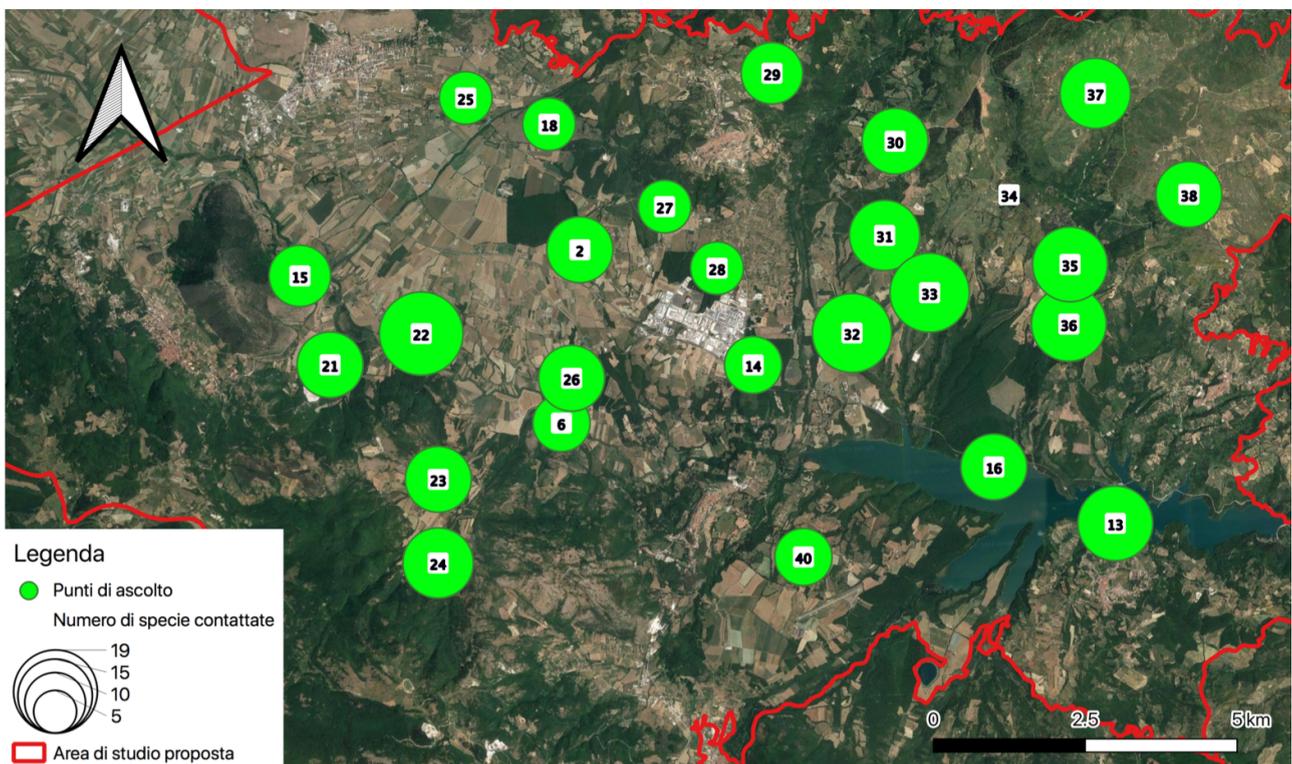


Figura 7. Ricchezza specie nelle stazioni campionamento Punti di ascolto. Ciò che si evince è una distribuzione circa omogenea del numero di specie in tutte le stazioni di campionamento, ad eccezione della 34 in cui si è registrato il numero minore.

I risultati degli indici di diversità hanno mostrato una diversità media in buona parte sovrapponibile tra le 27 stazioni, con valori totali pari a 3.43 per l'indice di Shannon, 0.86 per l'Evenness (Grafico 2), e 0.96 per l'indice di Simpson (Grafico 3). Un discostamento rilevante da questi valori medi si è riscontrato in positivo a livello della stazione 25 e in negativo a livello delle stazioni 14 e 30. L'indice della Diversità Effettiva e Assoluta ha stimato la presenza di circa 60 specie, 6 in più rispetto a quelle rilevate (Grafico 4).

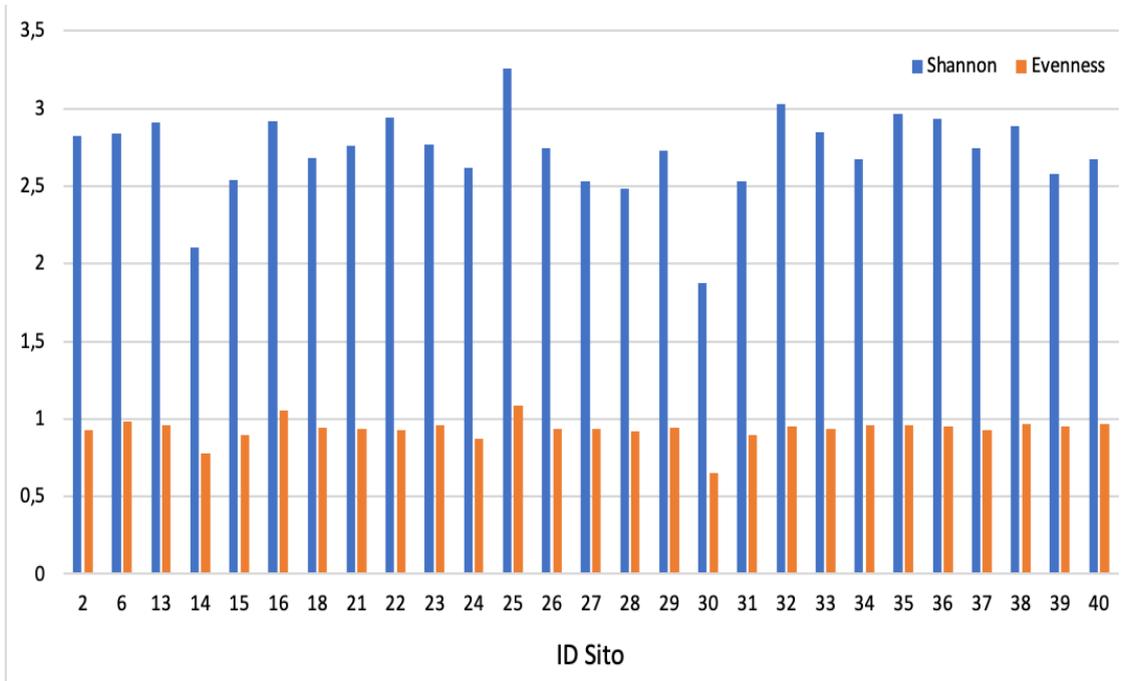


Grafico 2. Indice di Shannon e Evenness relativi ai punti di ascolto.

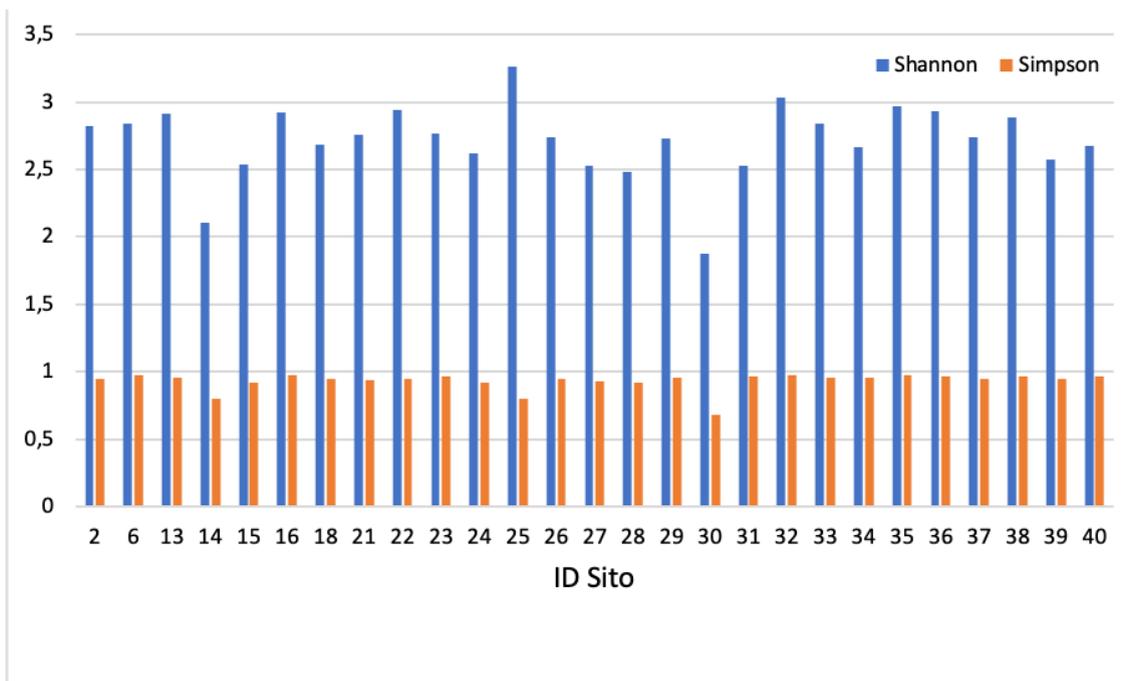


Grafico 3. Indice di Simpson in confronto con l'indice di Shannon relativo ai punti di ascolto.

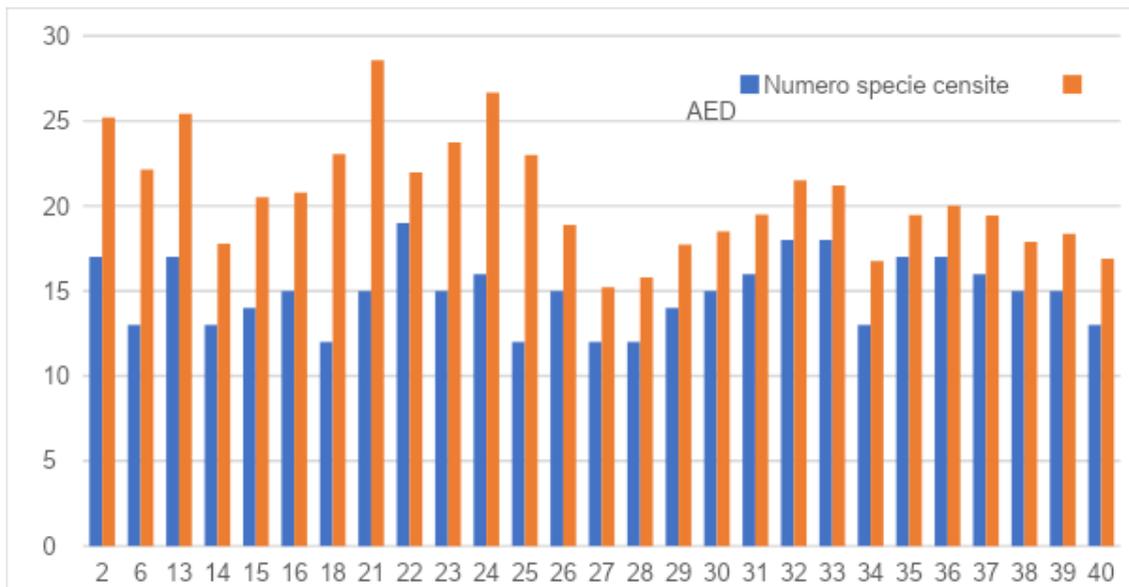


Grafico 4. Indice AED relativo ai punti di ascolto.

PUNTI FAVOREVOLI DI OSSERVAZIONE

Nelle 10 stazioni campionate tramite l'uso della tecnica dei punti favorevoli di osservazione si sono rilevati un totale di 71 individui appartenenti a 8 specie. Durante la prima sessione, avvenuta tra i mesi di luglio e agosto, si è potuta registrare la presenza di specie migratrici, quali *Pernis apivorus*, *Milvus migrans* e *Circaetus gallicus*, mentre durante la seconda sessione, avvenuta durante il mese di novembre, si è registrata la presenza unicamente di specie stanziali, ossia tutte le restanti specie. Ogni punto ha mostrato valori da 2 a 4 per la ricchezza di specie (media \pm SD = 3.3 ± 0.67 ; Fig. 10), e valori da 5 a 12 per l'abbondanza di individui (media \pm SD = 7.7 ± 2.41). La specie più comune, in quanto rilevata in tutte le stazioni, è risultata essere *Buteo buteo*, mentre le tre specie meno comuni, in quanto rilevate solo in una stazione, hanno coinciso con *Falco naumanni*, *Pernis apivorus* e *Circaetus gallicus*. La suddivisione in termini di numero di individui ha riscontrato *Buteo buteo* come la più abbondante, con 30 individui rilevati, e sia *Pernis apivorus* che *Circaetus gallicus* come le meno abbondanti, con un individuo a testa rilevati tra tutti i punti.

I risultati degli indici di diversità hanno mostrato valori totali pari a 1.45 per l'indice di Shannon, 0.70 per l'Evenness (Grafico 5), e 0.72 per l'indice di Simpson (Grafico 6). I valori sono abbastanza diversificati tra le diverse stazioni sia per l'indice di Shannon che per l'indice di Simpson. Al contrario, risultano essere in gran parte sovrapponibili per l'Evenness, con l'eccezione della stazione 36, il cui valore risulta essere significativamente sotto la media. L'indice della Diversità Effettiva e Assoluta ha stimato la presenza di circa 9 specie, 1 in più rispetto a quelle rilevate (Grafico 7).

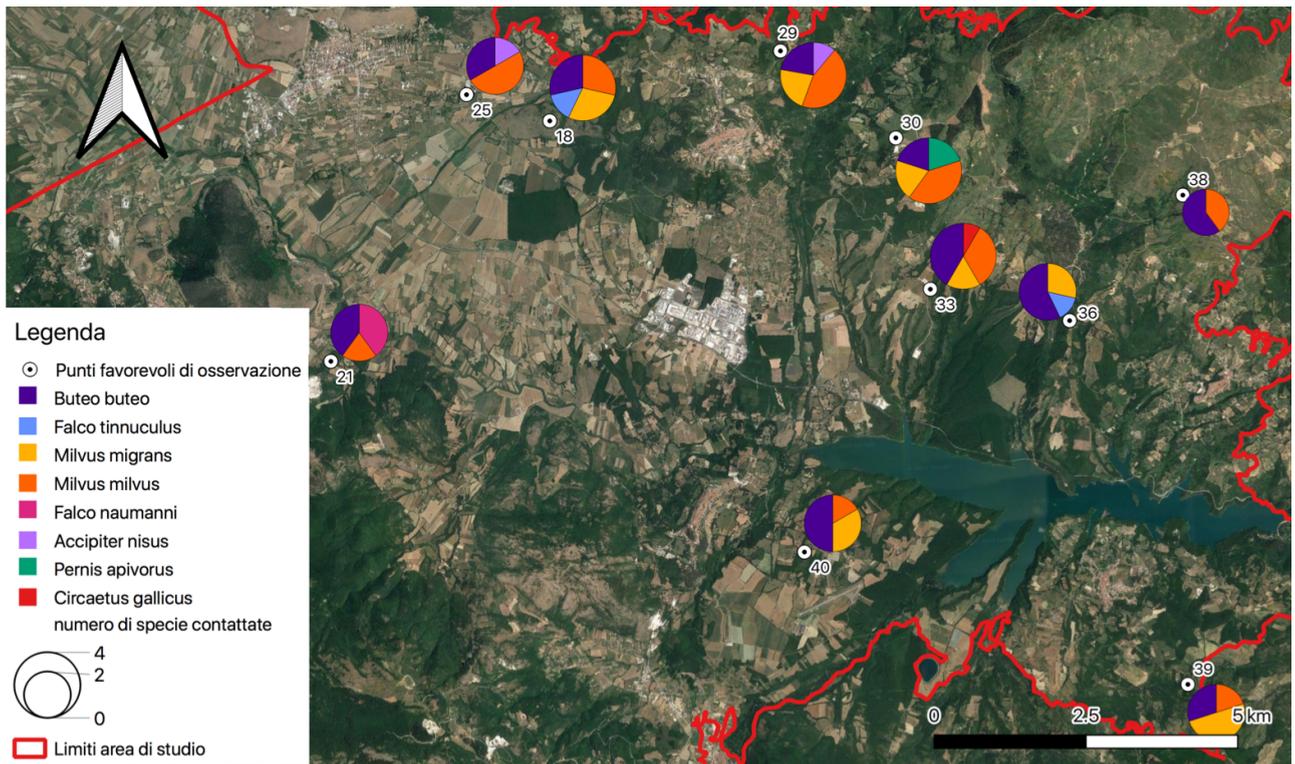


Figura 10. Ricchezza specie per Punti favorevoli di osservazione. In circa la metà delle stazioni di campionamento sono state rilevate 4 specie, mentre soltanto in una stazione se ne sono rilevate 2.

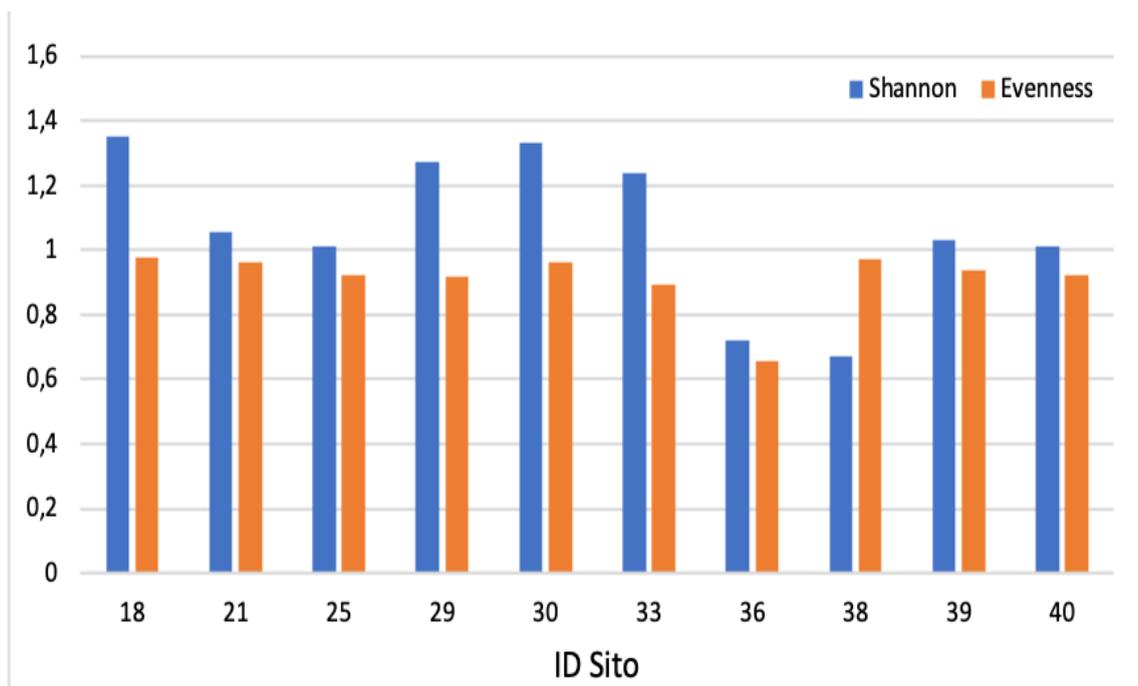


Grafico 5. Indice di Shannon e Evenness relativi ai punti favorevoli di osservazione.

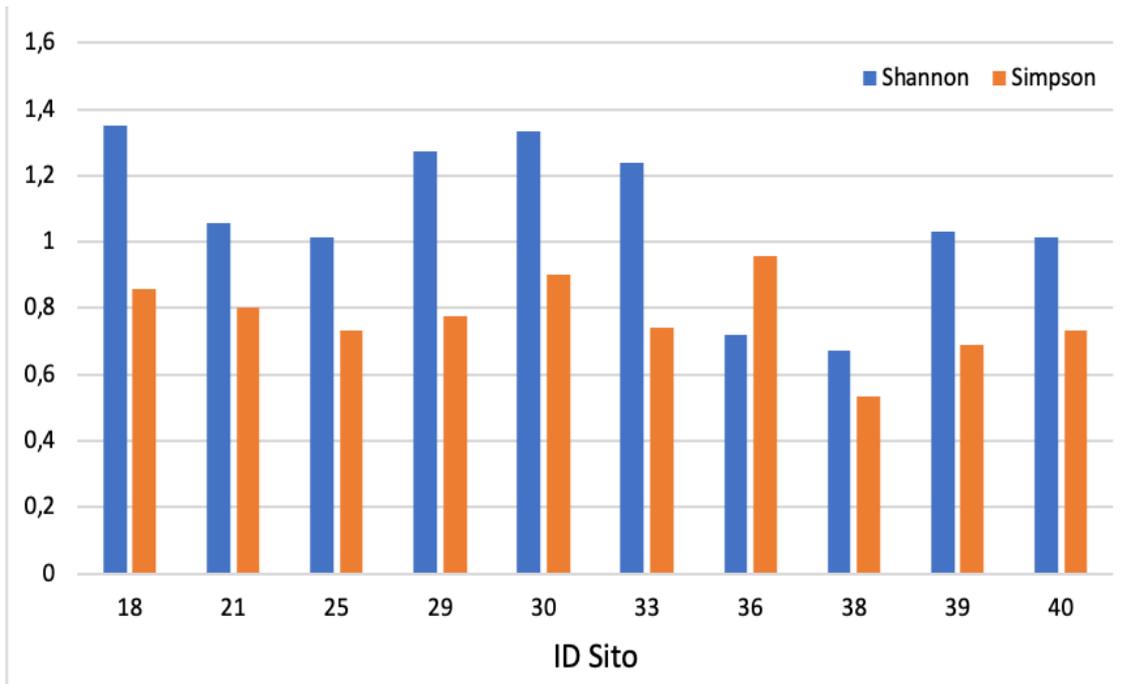


Grafico 6. Indice di Simpson in confronto all'indice di Shannon relativi ai punti favorevoli di osservazione.

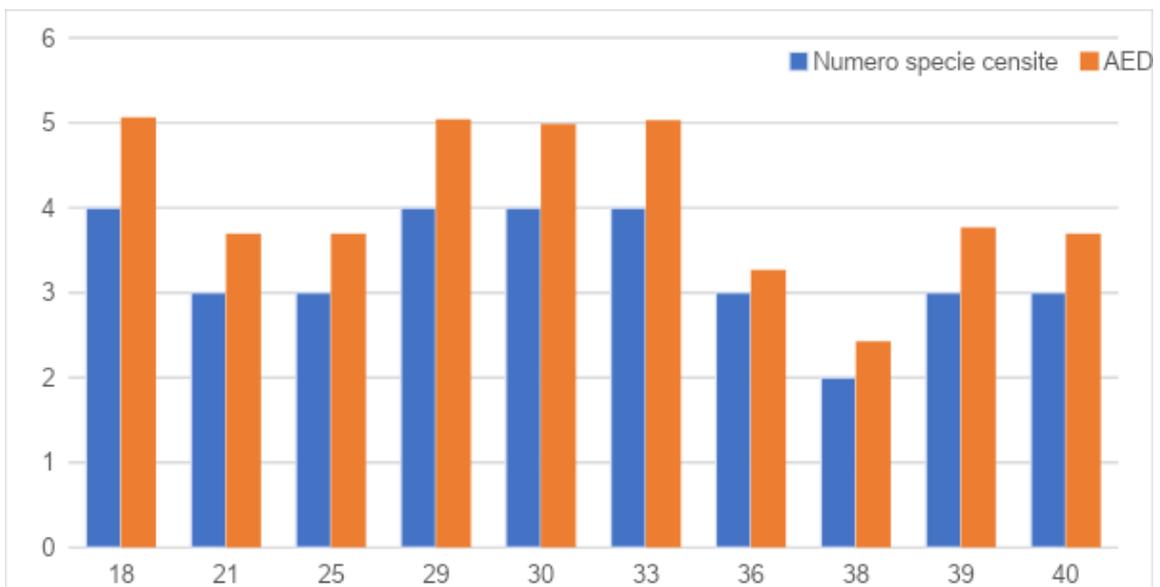


Grafico 7. Indice AED relativo ai punti favorevoli di osservazione.

PUNTI DI RIPRODUZIONE RICHIAMI

Nelle 12 stazioni campionate tramite l'uso della tecnica dei punti di riproduzione richiami si sono rilevati un totale di 51 individui appartenenti a 5 specie, di cui 4 su 5 appartenenti all'Ordine degli Strigiformi. Durante la prima sessione, avvenuta durante il mese di luglio, si è potuta registrare la presenza di specie migratrici, quali *Otus scops* e *Caprimulgus europaeus*, mentre durante la seconda sessione, avvenuta durante il mese di novembre, si è registrata la presenza unicamente di specie stanziali, ossia tutte le restanti specie. Ogni punto ha mostrato valori da 0 a 4 per la ricchezza di specie (media \pm SD = 2 ± 1.13 ; Fig. 11), e valori da 0 a 10 per l'abbondanza di individui (media \pm SD = 4.42 ± 3.15). Le specie più comuni e meno comuni sono risultate essere rispettivamente *Athene noctua*, rilevata in 8 punti, e *Caprimulgus europaeus*, rilevata in 2 punti. Le specie più e meno abbondanti in termini di individui sono state invece rappresentate rispettivamente da *Strix aluco*, con un massimo di 21 individui rilevati, e *Tyto alba*, con 4 individui.

I risultati degli indici di diversità hanno mostrato valori totali pari a 1.43 per l'indice di Shannon, 0.89 per l'Evenness (Grafico 8), e 0.74 per l'indice di Simpson (Grafico 9). I valori sono risultati essere molto differenziati e discordanti tra le diverse stazioni nei confronti di tutti gli indici. L'indice della Diversità Effettiva e Assoluta ha stimato la presenza di circa 6 specie, 1 in più rispetto a quelle rilevate (Grafico 10).

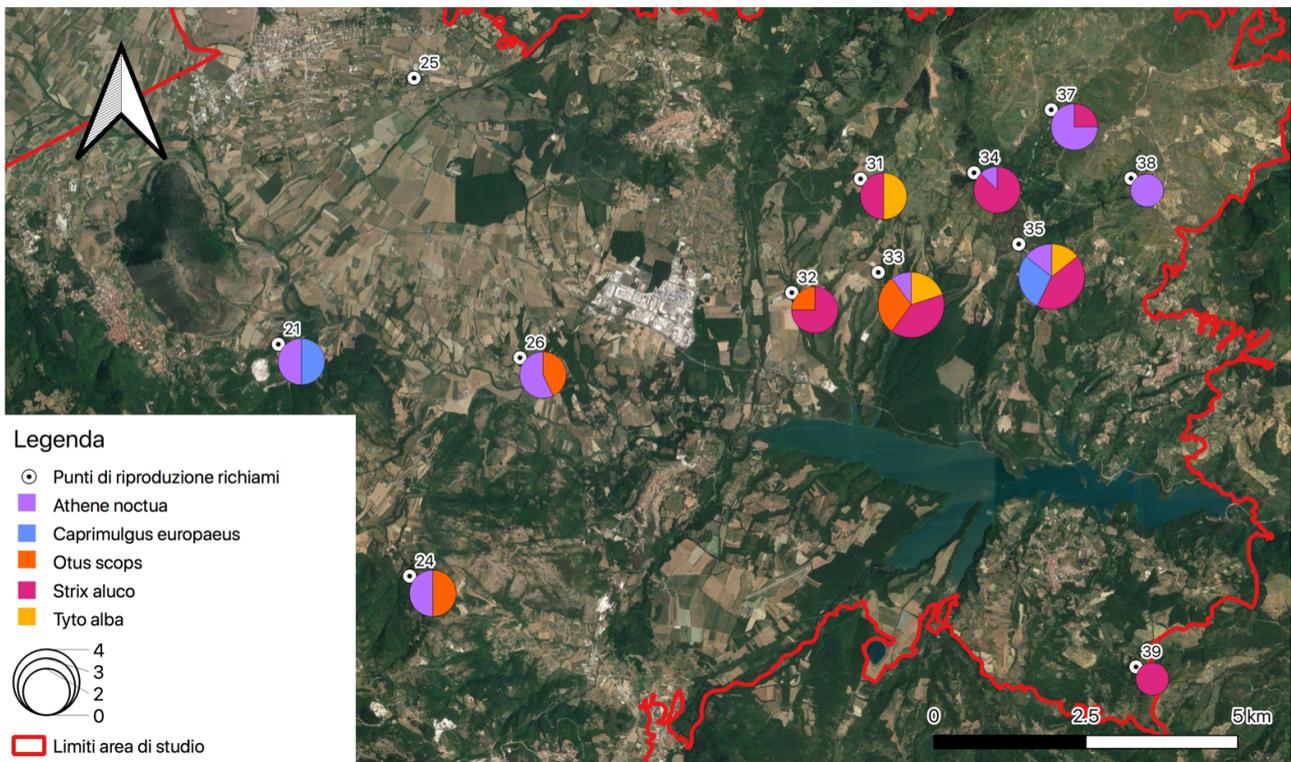


Figura 11. Ricchezza specie Strigiformi nelle stazioni di campionamento. Nelle stazioni di rilevamento 35 e 33 si è osservata, durante i due periodi di raccolta dati, una maggiore ricchezza specifica con, rispettivamente, 4 specie contattate.

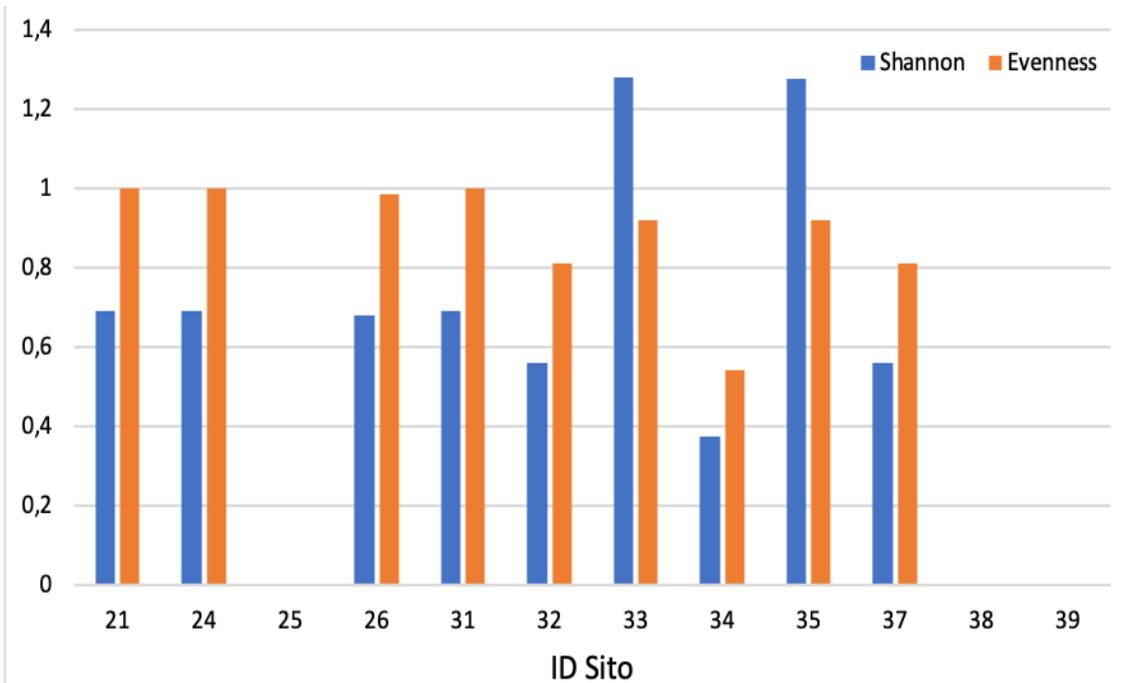


Grafico 8. Indice di Shannon e Evenness relativi ai punti di riproduzione richiami.

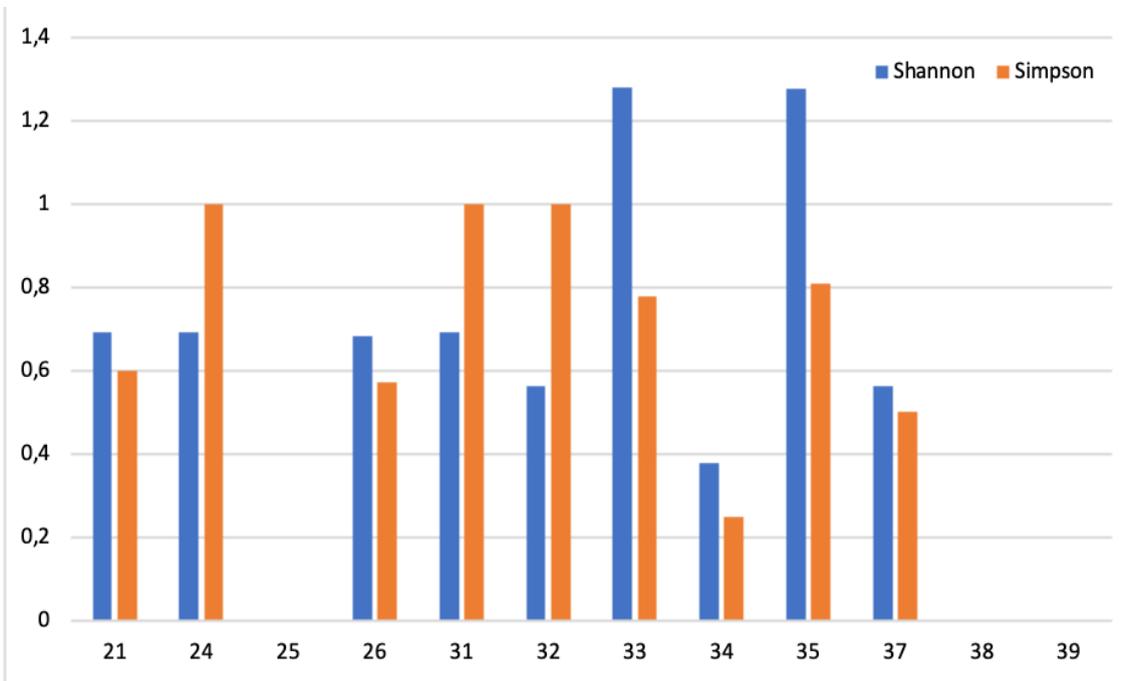


Grafico 9. Indice di Simpson in confronto all'indice di Shannon relativi ai punti di riproduzione richiami.

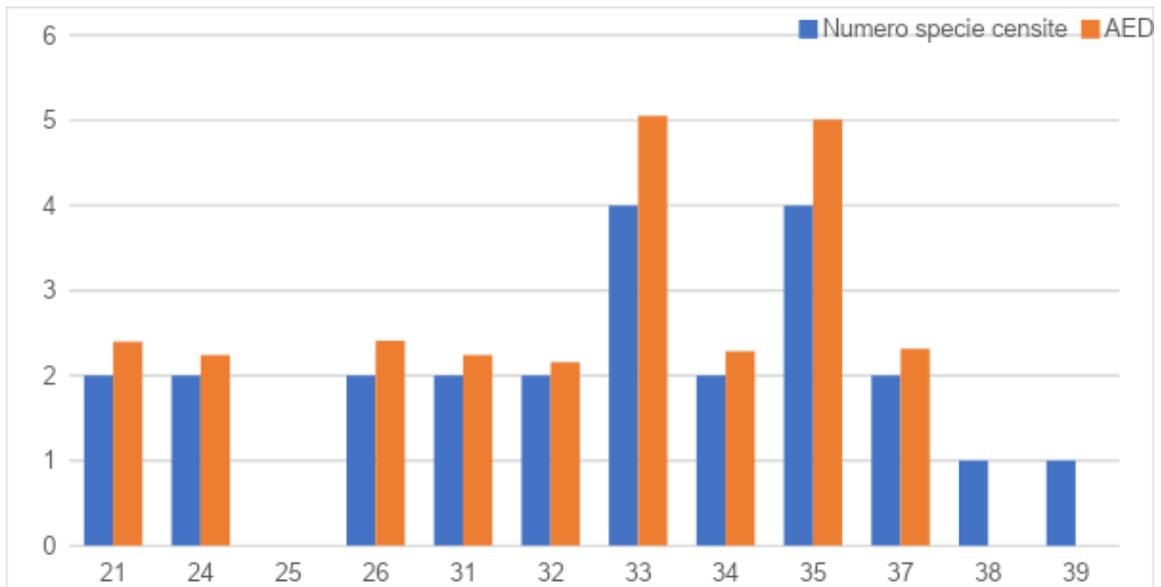


Grafico 10. Indice AED relativo ai punti di riproduzione richiami.

CONCLUSIONI

I risultati generali del campionamento ornitico configurano un territorio che, considerata la ristrettezza per numero e tipologia di ambienti visitati, si dimostra rilevante in termini di ricchezza in specie, soprattutto per quanto concerne l'Ordine dei Passeriformi. Il territorio d'indagine presenta anche un modesto valore conservazionistico, dal momento che si è rilevata la presenza, sebbene in percentuale esigua rispetto al totale, di specie vulnerabili o a rischio di estinzione, come il nibbio reale (*Milvus milvus*; Foto 1) o l'averla capirossa (*Lanius senator*; Foto 2). Rispetto all'unica check-list specifica per il territorio d'indagine (riportata nell'introduzione), si sono rilevate le seguenti quattro specie aggiuntive: canapino comune (*Hippolais polyglotta*); frosone (*Coccothraustes coccothraustes*); picchio rosso minore (*Dryobates minor*; Foto 3); zigolo giallo (*Emberiza citrinella*). Tra queste, solo la presenza del picchio rosso minore può essere realmente confermata, in ragione delle prove fotografiche associate e del suo rilevamento in più stazioni diverse; per le altre specie non sono invece presenti prove fotografiche e, inoltre, sono state tutte rilevate una sola volta e in un'unica stazione. Al contrario, altre specie non rilevate durante il campionamento per punti di ascolto sono state invece osservate in altri momenti, come, per esempio, la pispola (*Anthus pratensis*), la passera scopaiola (*Prunella modularis*) e lo storno comune (*Sturnus vulgaris*). Di conseguenza, nonostante gli indici di diversità derivati dall'uso della tecnica dei punti di ascolto abbiano mostrato una comunità piuttosto diversificata ed equilibrata nella ripartizione degli individui tra le diverse specie, la lista di specie così ricavata è sicuramente incompleta. Questa conclusione è ulteriormente rafforzata dai risultati dell'indice della Diversità Effettiva e Assoluta, i quali stimano una diversità specifica effettiva di circa sei specie superiori rispetto a quelle rilevate. Anche la lista delle specie rilevate tramite l'uso delle tecniche dei punti favorevoli di osservazione e di riproduzione richiami è plausibilmente incompleta. Per esempio, nonostante il progetto fosse coerente con la loro distribuzione e nonostante si siano visitati ambienti idonei, non è stata trovata traccia del Gufo comune (*Asio otus*) e si sono osservate unicamente due specie diverse di Falconiformi. Tuttavia, nonostante l'uso di entrambe le suddette tecniche abbia riscontrato valori bassi di diversità, l'indice della Diversità Effettiva e Assoluta ha stimato una diversità specifica effettiva sovrapponibile a quella rilevata, in quanto superiore solamente di una specie. Inoltre, il valore dell'indice di equipartizione ha evidenziato una comunità mediamente equilibrata tra le diverse specie nel caso degli uccelli notturni. Quindi, i risultati possono considerarsi sufficientemente in linea con la diversità effettiva del territorio d'indagine.

Una prima criticità legata ai risultati risiede nell'errore a livello di accuratezza, attendibilità e completezza generato dall'aver effettuato i campionamenti al di fuori dei periodi più idonei, a causa della loro incompatibilità con il periodo di avvio del progetto. Il periodo più idoneo per tutte le diverse tecniche corrisponderebbe alla stagione riproduttiva, per due motivi: rilevare gli individui nidificanti migratori; sfruttare la maggiore contabilità degli individui scaturita dalla difesa attiva dei territori [es. Morrison et al., 2018]. Tra le tre diverse tecniche usate, solo quella per punti di ascolto si è svolta in maniera completa all'interno della stagione riproduttiva, sebbene abbia riguardato solo il suo termine e i corrispondenti risultati

sono comunque, quindi, da considerarsi parziali. Una seconda criticità riguarda il fatto che i protocolli per l'inquadramento dei rapaci diurni e degli uccelli notturni hanno previsto il completamento della raccolta dati in due stagioni diverse, nuovamente a causa delle tempistiche di svolgimento del progetto. Queste due sessioni, di fatto, rappresenterebbero due campionamenti indipendenti e, tuttavia, si è scelto di unificarle per avere un campione il più possibile rappresentativo dei punti sia per le specie migratrici che per quelle svernanti. Una terza criticità riguarda il numero e la tipologia ambientale delle stazioni selezionate da protocollo che, nel caso della tecnica dei punti di ascolto, non sono state sufficientemente rappresentative per numero e diversità. In ultimo, si sottolinea che, nonostante si siano usate tecniche standardizzate, alcune variabili potrebbero aver confuso i risultati configurando diverse probabilità di rilevamento degli individui. Queste variabili includono, tra le altre, le condizioni ambientali in cui vengono condotte le indagini (es. ciclo lunare per i rapaci notturni) e le caratteristiche intrinseche degli individui stessi (es. sesso; età; comportamento) [Andersen, 2007].

In conclusione, il campionamento della componente ornitica ha permesso un inquadramento *preliminare* delle popolazioni presenti nel territorio d'indagine. Tale inquadramento non è rappresentativo di tutte le diverse fenologie né di tutti i diversi gruppi ornitici, ma si pone come informativo per elaborazioni successive. Si auspica quindi un campionamento che provveda ad una maggiore copertura delle aree e degli ambienti e che rispetti le tempistiche più proficue per il raggiungimento di una caratterizzazione faunistica affidabile e completa del territorio d'indagine. Inoltre, si propone l'avvio di un vero e proprio monitoraggio a lungo termine che utilizzi una stessa serie di punti, atto a rilevare non solo le tendenze delle popolazioni ornitiche del territorio d'indagine, ma anche a confermare, in qualità degli uccelli come indicatori ecologici, la bontà delle misure precauzionali e di tutela messe in campo dagli Enti preposti al fine di prevenire contaminazioni ambientali.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1. Nibbio reale (*Milvus milvus*). Fonte: Davide M. V. Lattarulo, 2022 ©



Foto 2. Coppia di Averla capirossa (*Lanius senator*). Fonte: Davide M.V. Lattarulo, 2022 ©



Foto 3. Picchio rosso minore (*Dryobates minor*). Fonte: Davide M.V. Lattarulo, 2022 ©

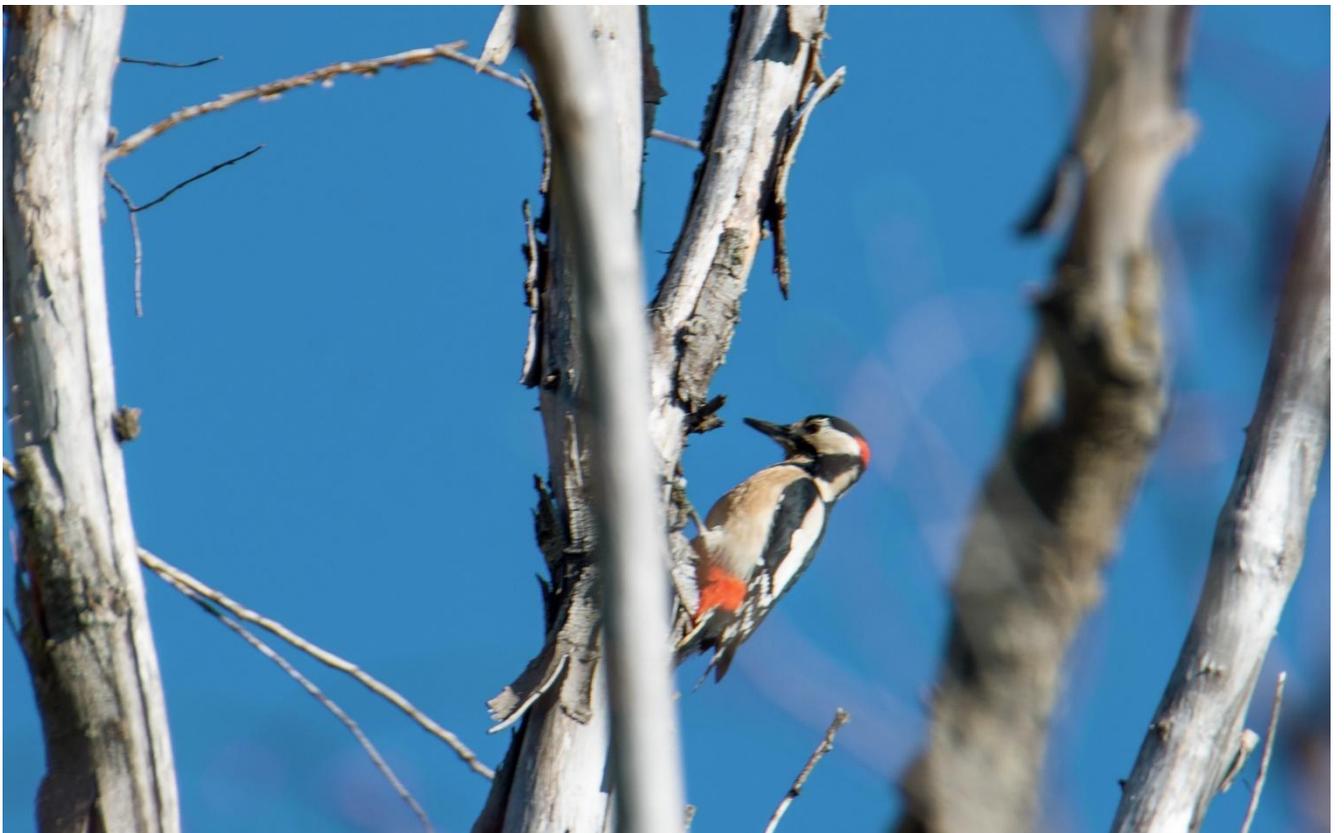


Foto 4: Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*). Fonte: Davide M. V. Lattarulo, 2022 ©



Foto 5: Cinciarella (*Cyanistes caeruleus*). Fonte: Davide M. V. Lattarulo, 2022 ©



Foto 6: Nibbio bruno (*Milvus migrans*). Fonte: Davide M. V. Lattarulo, 2022 ©



Foto 7: Biancone (*Circaetus gallicus*). Fonte: Davide M. V. Lattarulo, 2022 ©

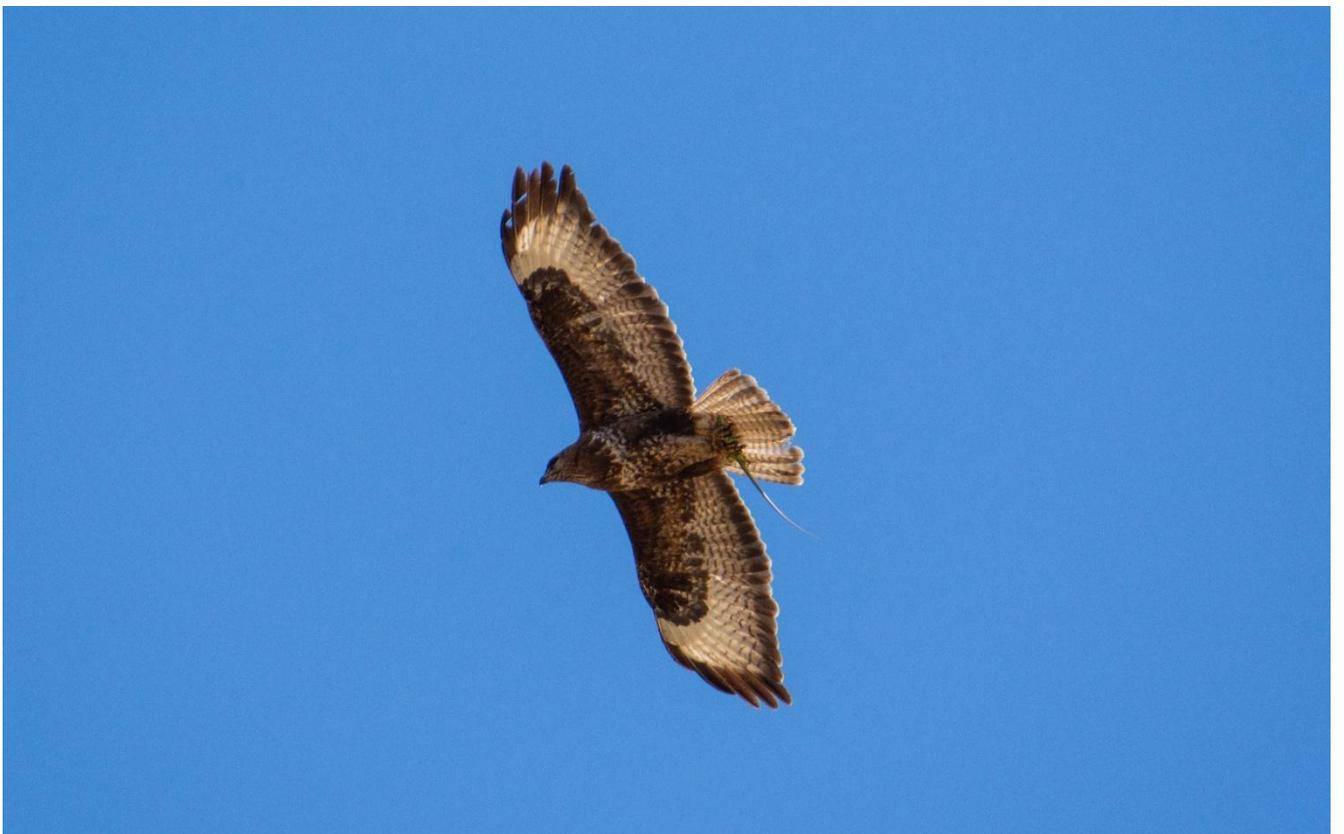


Foto 8: Poiana comune (*Buteo buteo*). Fonte: Davide M. V. Lattarulo, 2022 ©

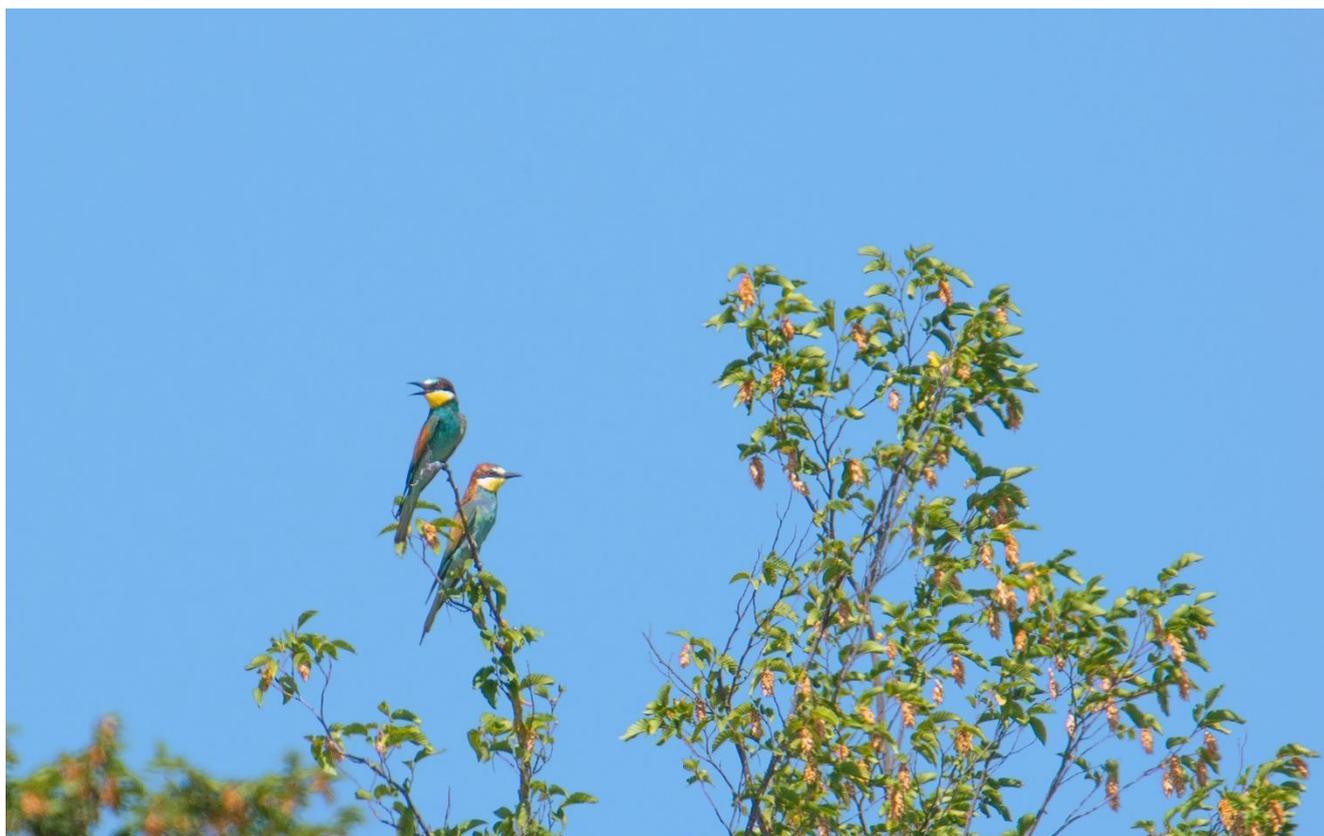


Foto 9: Coppia di Gruccione (*Merops apiaster*). Fonte: Davide M.V. Lattarulo, 2022 ©



Foto 10: Rigogolo (*Oriolus oriolus*). Fonte: Davide M. V. Lattarulo, 2022 ©

Monitoraggio passeriformi Pg: II

Codice sito:	Cielo			Vento					Codici		
	1	2	3	A	B	C	D	E	C	M	
Operatore: J+D+Di	<input checked="" type="checkbox"/>				<input checked="" type="checkbox"/>						
Data: 15/07/22											
Ora inizio: 06:24											
Ambiente vegetazionale:											
Ambiente disturbato:											
Altitudine:											
Temperatura:											

ID	Specie	Entro 100 m	Fuori 100 m	Note
1	Corvo	AA	A	
2	Corvo		CCC	
3	Corvo		CCC	
4	Corvo	CC		
5	Corvo	C	A	
6	Corvo	C		
7	Corvo	C		
8	Corvo			
9	Corvo		A	
10	Corvo	A		
11	Corvo	C		
12	Corvo	C		
13	Corvo			
14	Corvo			
15	Corvo			
16	Corvo			
17	Corvo			
18	Corvo			
19	Corvo			
20	Corvo			
21	Corvo			

Allegato I: Scheda di campo per dati preliminari Punti di Ascolto. Esempio di compilazione. Primo ciclo monitoraggio.

Codice sito: 38		Cielo		Vento		Altezza di volo		Codici				
Operatore: J+D+Di	1 Sereno	A Assente	a < 10 m	M Maschio	2 Nuvole per 1/4	B Debole	b 10 m ≤ x ≤ 100 m	F Femmina	3 Nuvole per 1/2	C Moderato	c > 100 m	J Giovane
Data: 19/07/22	4 Nuvole per 3/4	D Forte	I Immaturo	5 Coperto	E Molto forte	Direzione del vento		U Sesso e/o età indefinito				
Ora inizio: 08:00	6 Pioggia debole	N - NO - NE - O - E - S - SO - SE		9 Nebbia								
Ambiente vegetazionale: Camp												
Ambiente disturbato:												
Altitudine: 1032m												
Temperatura:												

ID	Specie	Ora	Meteo	Altezza di volo	Distanza	Attività e Note
1	Piperno	09:36	4B N	b	70	Volteggio
2	Piperno	10:16	1C N	b	80	Volo stazionario
2	Piperno	10:19	1C N	b	60	Terrucce
2	Piperno	10:32	1C N	d	20	Terrucce (con predo)
2	Piperno	10:47	1D N	b	100	Terrucce
3	Piperno	11:08	1D N	b	120	Volteggio
2	Piperno	11:08	1D N	b	120	Volteggio
3	Piperno	11:28	4B N	b	160	Terrucce
3	Piperno	11:49	1C N	d	100	Volteggio
3	Piperno	12:15	4B N	d	220	Volteggio
4	Piperno	12:15	4B N	d	220	Volteggio
3	Piperno	12:20	4B N	b	180	Volo retrospettivo
4	Piperno	12:20	4B N	d	180	Volo retrospettivo

Allegato II: Scheda di campo per dati preliminari Punti favorevoli di osservazione. Esempio di compilazione. Primo ciclo monitoraggio.

Codice sito:	28	Cielo		Vento		Altezza di volo		Codici	
Operatore:	D. J. F.	1 Sereno	A Assente			a < 10 m	M	Maschio	
Data:	11/11/22	2 Nuvole per 1/4	B Debole			b 10 m ≤ x ≤ 100 m	F	Femmina	
Ora inizio:	9:00	3 Nuvole per 1/2	C Moderato			c > 100 m	J	Giovane	
Ambiente vegetazionale:	CAH10	4 Nuvole per 3/4	D Forte				I	Immaturo	
Ambiente disturbato:		5 Coperto	E Molto forte				Ad	Adulto	
Altitudine:	1032m	6 Pioggia debole	Direzione del vento				U	Sesso e/o età indefinito	
Temperatura:	9°C	9 Nebbia	N - NO - NE - O - E - S - SO - SE						

ID	Specie	Ora	Meteo	Altezza di volo	Distanza	Attività e Note
1	Nibbio reale	9:02	2c NE	b	400	Volteggio
2	Nibbio reale	9:51	2c NE	b	70	Terrinca
3	Corvo	9:56	2c NE	a	200	Terrinca
4	Corvo	9:58	2c NE	b	250	Volteggio
5	Corvo	9:56	2c NE	b	290	Volteggio
6	Nibbio reale	10:18	2c NE	c	400	Terrinca
7	Nibbio reale	10:20	2c NE	b	600	Terrinca
8	Nibbio reale	10:21	2c NE	c	300	Terrinca
9	Corvo	10:21	2c NE	c	300	Terrinca
10	Corvo	10:23	2c NE	c	500	Volo battuto
11	Corvo	10:23	2c NE	c	500	Volo battuto
12	Nibbio reale	10:27	2c NE	b	500	Terrinca
13	Nibbio reale	10:27	2c NE	b	500	Terrinca

Allegato II: Scheda di campo per dati preliminari Punti favorevoli di osservazione. Esempio di compilazione. Secondo ciclo monitoraggio.

BIBLIOGRAFIA

Andersen, D. E. (2007). Survey techniques. In *Raptor research and management techniques*, pp. 89-100. Hancock house Publishers, Canada.

Band, W., Madders, W. & Whitfield, D.P. (2007). Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. In *Birds and Wind Farms*, pp. 259–275. Quercus, Madrid.

Benussi, E. (2008). Monitoraggio di uccelli Strigiformi e Caprimulgiformi nel perimetro del SIC IT 3340006 Carso triestino e goriziano e della ZPS IT 3341002 Aree carsiche della Venezia Giulia. *Regione Autonoma Friuli-Venezia Giulia: Direzione centrale risorse agricole, naturali, forestali e montagna*.

Bibby, C. J., Burgess, N. D., Hillis, D. M., Hill, D. A., & Mustoe, S. (2000). *Bird census techniques*. Academic Press, London, 2nd ed.

Blondel J., Ferry C., & Frochot B. (1981). Point counts with unllimited distance. *Studies in Avian Biology*, 6, 414-420.

Bohl, W. H. (1956). Experiments in locating wild chukar partridges by use of recorded calls. *The Journal of Wildlife Management*, 20(1), 83-85.

Buccione, R., Fortunato, E., Paternoster, M., Rizzo, G., Sinisi, R., Summa, V., & Mongelli, G. (2021). Mineralogy and heavy metal assessment of the Pietra del Pertusillo reservoir sediments (Southern Italy). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(4), 4857-4878.

Gatti, R. C., Amoroso, N., & Monaco, A. (2020). Estimating and comparing biodiversity with a single universal metric. *Ecological Modelling*, 424, 109020.

Fornasari, L., De Carli, E., & Mingozi, T. (2001). MITO2000, programma di monitoraggio dell'avifauna nidificante in Italia: sintesi del primo anno di rilevamento. *Avocetta*, 25(1), 28-28.

Fuller, M. R., & Mosher, J. A. (1981). Methods of detecting and counting raptors: a review. *Studies in avian biology*, 6, 235-246.

Fuller, M. R., & Mosher, J. A. (1987). Raptor survey techniques. In *Raptor Management Techniques Manual*, pp. 37-65. National Wildlife Federation, Washington, DC.

Galeotti, P. (1991). Tavola rotonda: metodi di censimento per gli strigiformi. In *Atti II Seminario Italiano Censimenti Faunistici dei Vertebrati: supplementi alle Ricerche di Biologia della Selvaggina*, vol. XVI, pp. 437-445.

Hardey, J., Crick, H., Wernham, C., Riley, H., Etheridge, B. & Thompson, D. (2006). *Raptors: a field guide to survey and monitoring*. The Stationary Office, Edinburgh.

Johnson, R. R., Brown, B. T., Haight, L. T., & Simpson, J. M. (1981). Playback recordings as a special avian censusing technique. *Studies in Avian Biology*, 6(6), 68-75.

Larsen, F. W., Bladt, J., Balmford, I., & Rahbek, C. (2012). Birds as biodiversity surrogates: will supplementing birds with other taxa improve effectiveness?. *Journal of Applied Ecology*, 49(2), 349-356.

Legambiente Basilicata (2021). La biodiversità della Basilicata. Documento scaricato da UPI Basilicata: <https://www.upibasilicata.it/wp-content/uploads/2021/05/La-biodiversita-della-Basilicata.pdf>

Life Granatha (2018). AZIONE D3 Monitoraggio delle specie target. Documento scaricato da: https://www.lifegrantha.eu/wp-content/uploads/2018/09/Granatha_AVES_Report201803.pdf

Loperte, S., Calvello, M., Faruolo, M., Giocoli, A., Alfredo Stabile, T., & Trippetta, S. (2019). The contribution of the scientific research for a less vulnerable and more resilient community: the Val d'Agri (Southern Italy) case. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, 10(1), 873-897.

Marchesi, L., Pedrini, P., & Sergio, F. (2001). Gli strigiformi del parco Adamello-Brenta: relazione del secondo anno di attività. *Museo Tridentino di scienze naturali*, Trento.

Ministry of Sustainable Resource Management (2001). Inventory Methods for Raptors: Standards for Components of British Columbia's Biodiversity No. 11. *Terrestrial Ecosystems Task Force Resources Inventory Committee*, Victoria.

Morrison, M. L., Rodewald, A. D., Voelker, G., Colón, M. R., & Prather, J. F. (2018). *Ornithology: Foundation, analysis, and application*. Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Osservatorio Ambientale "Val d'Agri" (2015). www.osservatoriovaldagri.it

Priore, A. (2009). Geologia e geomorfologia dell'alta Val d'Agri (Basilicata). Atti della Giornata di Studi, 11-19.

Rete Rurale Nazionale & LIPU (2011). Gli andamenti di popolazione degli uccelli comuni in Italia 2000-2010. Documento scaricato da:
<https://www.reterurale.it/flex/cm/pages/ServeBLOB.php/L/IT/IDPagina/8092>

Robbins, C. S. (1981). Effect of time of day on bird activity. *Studies in avian biology*, 6(3), 275-286.

Shannon, C. E. (1948). A mathematical theory of communication. *The Bell system technical journal*, 27(3), 379-423.

Simpson, E. H. (1949). Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148), 688-688.

Steele, B. B. Bayn Jr, R. L. & Grant, C. V. (1984). Environmental monitoring using populations of birds and small mammals: analyses of sampling effort. *Biological Conservation*, 30(2), 157-172.

Verner, J. (1985). Assessment of counting techniques. In *Current Ornithology: Volume 2*, pp. 247-302. Plenum Press, New York.

Voršíšek, P., Klvančová, A., Wotton, S. & Gregory, R.D. (2008) A best practice guide for wild bird monitoring schemes. Ceska Spolecnost Ornitologicka Cso, Czech Republic.