

FOTO-TRAPPOLAGGIO SISTEMATICO NEL PARCO NAZIONALE FORESTE CASENTINESI PER LO STUDIO E MONITORAGGIO DEI MAMMIFERI

Report del secondo anno di campionamento (Settembre - Novembre 2021)



Marzo 2022

A cura di:

Ilaria Greco, Matilde Marconi & Francesco Rovero

Dipartimento di Biologia, Università di Firenze



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE
BIO
Dipartimento
di Biologia



INDICE

Sommario.....	3
Ringraziamenti.....	4
1. Introduzione.....	5
2. Foto-trappolaggio.....	5
2.1 Disegno sperimentale.....	5
2.2 Campionamento – implementazioni.....	7
3. Gestione dati e implementazione piattaforma di riconoscimento.....	9
4. Analisi preliminari.....	11
5. Risultati preliminari.....	12
4.1 Sforzo realizzato di campionamento.....	12
4.2 Checklist specie e indicatori di abbondanza relativa e occorrenza.....	13
Note sul progetto, conclusioni e raccomandazioni.....	22
Allegato.....	23

Sommario

Nel periodo che va dalla fine di agosto a metà novembre 2021, è stato concluso il secondo anno di campionamento di fauna selvatica all'interno del territorio del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna, in un'area che si estende per circa 36.843 ha, attraverso il territorio toscano e romagnolo. Il progetto ha lo scopo di monitorare la comunità di mammiferi medio-grandi, utilizzando il metodo del foto-trappolaggio con un disegno sperimentale sistematico e standardizzato.

In totale conformità con i siti e protocollo utilizzati durante il primo anno di campionamento, sono stati monitorati un totale di 60 stazioni di foto-trappolaggio, divise in due griglie da 30 foto-trappole. Dispositivi fotografici di alta efficienza sono infatti stati distribuiti all'interno del Parco e rimasti attivi sul campo per 30 giorni nel versante toscano e successivamente per altri 30 giorni nel versante romagnolo. Questi, sono stati precedentemente selezionati costruendo una griglia regolare con celle di 2 km per lato e posizionando i punti in modo da coprire omogeneamente il territorio del Parco. Le foto-trappole sono poi state equi-ripartite su strade forestali o sentieri che rappresentano le aree generalmente più adatte al rilevamento del passaggio di specie selvatiche. Obiettivo del campionamento è quello di studiare l'intero pool di specie medio-grandi senza un target specie-specifico. Il protocollo permette altresì di rilevare l'attività antropogenica alla stessa scala spazio-temporale dei dati faunistici. Elemento innovativo di questo secondo anno di campionamento è stato quello di testare l'utilizzare di una tecnica di calibrazione del sito di foto-trappolaggio per la successiva analisi automatica delle distanze di rilevamento degli animali. Questo procedimento è stato fatto insieme allo sviluppo, grazie alla collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Firenze, di una piattaforma web per la gestione delle immagini che utilizza l'intelligenza artificiale per classificare le immagini per categorie (bianche, animali, persone) e, in prospettiva, anche per identificare le specie stesse.

A differenza dell'anno precedente, in questo secondo anno di campionamento non sono state rubate foto-trappole, a conferma che le scelte di piazzamento macchine fatte anche in accordo col Parco e coi Carabinieri forestali (i.e., abbandono di punti di campionamento dove era stato subito un furto e selezione di nuovi punti sostitutivi) sono state di successo. Il campionamento ha realizzato uno sforzo complessivo di 1971 giorni-macchina, e sono stati 15 mammiferi selvatici trovati anche l'anno precedente. Di particolare interesse, oltre a registrazioni sostanziali e ubiquitarie di lupo (*Canis lupus*) e, benché meno frequenti, di gatto selvatico (*Felis silvestris*), è stata la registrazione del procione (*Procyon lotor*) in un sito diverso rispetto l'anno precedente, in particolare quella di un sito in Romagna in una zona all'interno dell'area delle Riserve, nei pressi di "la Seghettina". Riportiamo inoltre il ritrovamento di una beccaccia (*Scolopax rusticola*), specie protetta per conto della Direttiva Uccelli, nei pressi di "Poggio Fabbrera".

La relazione ripercorre gli obiettivi del progetto e descrive le procedure di campionamento, sintetizza gli sviluppi tecnologici resi possibili grazie al presente accordo e progetto di monitoraggio, e presenta i risultati delle analisi preliminari dei dati del 2021. Analisi ecologiche più approfondite e includenti anche i dati del primo anno sono ora state avviate, anche grazie a due progetti di tesi magistrale in corso.

Ringraziamenti

Ringraziamo sentitamente il Prof. Alessandro Bottacci, Direttore del Parco, e la Dott.ssa Nadia Cappai, referente scientifica, per la costruttiva collaborazione e per il supporto tecnico e finanziario. Grazie, inoltre, a Mirta Checcacci e a Sara Forni che, come staff del Parco, hanno contribuito attivamente al lavoro di campo. Un ringraziamento particolare ai Comandanti e i Carabinieri Forestali dei Comandi Stazione di Stia, San Godenzo, Badia-Prataglia, Chiusi della Verna per il supporto tecnico e la disponibilità nella gestione dei siti di campionamento nel versante Toscano del Parco, e di Premilcuore, Corniolo, San Benedetto in Alpe, San Pietro in Bagno, Campigna per il versante Romagnolo, in aggiunta al Reparto Carabinieri Biodiversità di Pratovecchio, per il supporto e disponibilità nella gestione dei punti nelle aree di riserva. Si ringrazia inoltre il prof. Lorenzo Seidenari e la dott.ssa Lavinia Divitiis del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Firenze per il supporto nella tecnica di calibrazione dei siti e per lo sviluppo della piattaforma *Wild.AI* per la gestione dei dati.

1. Introduzione

Nel periodo settembre – novembre 2021 è stato effettuato il secondo anno di campionamento del progetto denominato “Foto-trappolaggio sistematico nel Parco Nazionale Foreste Casentinesi per studio e monitoraggio dei mammiferi”. Questo è stato avviato nell’estate del 2020 grazie a una convenzione formale tra il Dipartimento di Biologia dell’Università di Firenze (DIBIO) e l’Ente Parco Nazionale Foreste Casentinesi (PNFC), e prevede lo svolgimento di attività di campo della durata iniziale di 3 anni (2020-2022). Il progetto in questione è finalizzato alla valutazione della presenza e dell’ecologia di specie chiavi all’interno del parco, ma anche dell’intera comunità di mammiferi medio-grandi e, per questo, utilizza un protocollo di campionamento standardizzato e sistematico con foto-trappole. Di particolare interesse è la determinazione di fattori ambientali e antropogenici che potrebbero influenzare la variazione spaziale e temporale di occorrenza delle specie in esame. Il progetto mira a gettare le basi di una collaborazione e di un monitoraggio di lungo periodo. Il PNFC rappresenta, inoltre, il sito pilota e primo sito Appenninico di una rete di aree a livello nazionale che usano un monitoraggio sistematico e standardizzato con fototrappole per lo studio delle comunità di mammiferi.

Per formulare indici robusti sullo stato di conservazione di una specie, o di una comunità di specie, è fondamentale utilizzare approcci sistematici e standardizzati. Il presente studio si avvale del foto-trappolaggio sistematico per ricavare misure scientificamente solide sulla distribuzione e uso dell’habitat del pool di mammiferi selvatici presenti all’interno del Parco. Tuttavia, la stima di queste metriche e predizioni richiede l’utilizzo di analisi robuste e, ancor prima, di una fase particolarmente lunga e delicata di identificazione di immagine. Un monitoraggio effettuato col metodo del foto-trappolaggio può produrre decine di migliaia di foto che devono essere processate, spesso manualmente, da operatori. Negli ultimi anni, gli avanzamenti tecnologici più importanti sono stati realizzati proprio in fase di gestione dei dati più che di campionamento. Tali avanzamenti includono lo sviluppo di software appositi per la gestione delle foto e dell’Intelligenza Artificiale per il processamento delle immagini.

Questo rapporto presenta i dati e i risultati preliminari del secondo anno di campionamento (2021), ma soprattutto le implementazioni effettuate in fase di campionamento e gli avanzamenti tecnologici derivanti dal campionamento stesso. Analisi statistiche più approfondite sono in corso, come da precedente accordo con la Direzione del PNFC, e saranno incluse in un progetto di tesi magistrale.

2. Foto-trappolaggio

2.1 Disegno sperimentale

Il disegno sperimentale ha adottato i siti prestabiliti e già campionati nel 2020, basati su una griglia regolare con 60 celle di 4 km² al cui interno è stata collocata una foto-trappola attiva sul campo per 30 giorni. La griglia originaria a sua volta si suddivide in due sub-griglie di 30 celle ognuna, che si sviluppano una nel territorio Toscano e l’altra nel territorio Romagnolo e che sono state campionate in modo sequenziale. Questo procedimento consente di gestire in modo logisticamente efficiente sia il campionamento stesso (i.e., gestione della forza lavoro, dei mezzi a disposizione e, in generale, delle tempistiche), che il numero limitato di foto-

trappole (i.e., 30 dispositivi). Questo design si basa su un protocollo di raccolta dati internazionale per il monitoraggio di mammiferi in aree tropicali (i.e., [rete TEAM](#)), e si è già confermato adatto in contesti montuosi in Italia, grazie a progetto pluriennale (i.e., 7 anni di campionamento) sviluppato nell'area del Trentino occidentale tramite collaborazione tra il MUSE di Trento e UNIFI.

Differenze rispetto al primo anno di campionamento sono state: i) l'abbandono dei tre siti in Toscana nei quali sono state rubate le foto-trappole, in particolare 2 nella zona di Stia (zona "Segaticci" e zona "Gaviserri") e 1 nella zona di San Godenzo ("Rifugio Fontanelle"); ii) la riconferma dei due siti aggiunti in itinere l'anno scorso per compensare i furti a 2 settimane dall'inizio dei campionamenti (i.e., nella zona di "Sasso alle Croci" e "Le Buche"); iii) l'aggiunta dell'ultimo sito presso "Prato alla Penna" sempre per compensare i 3 furti subiti nel 2020 e, quindi, tornare al numero originario di 30 stazioni di campionamento in Toscana (Fig. 1).

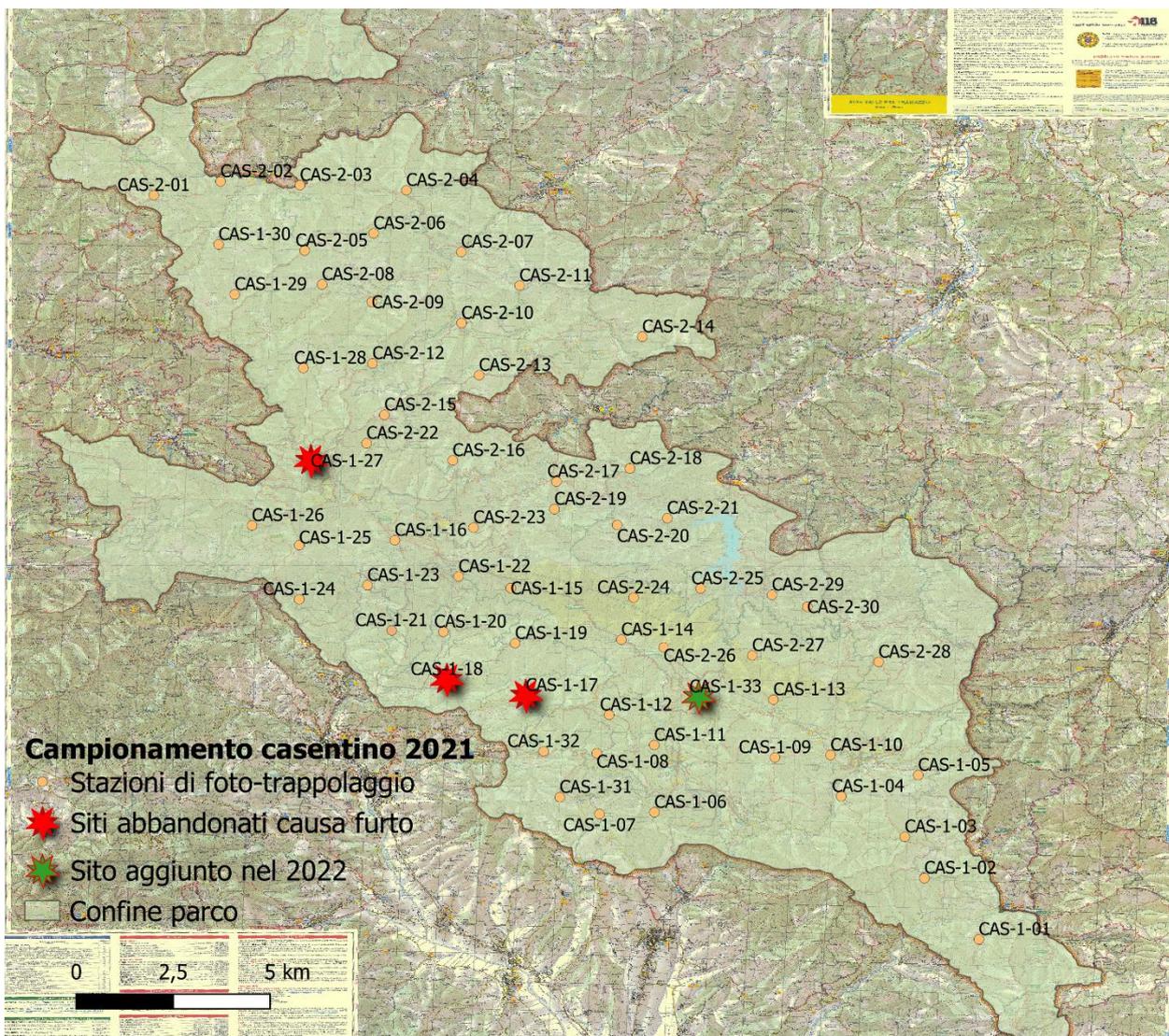


Fig. 1: Parco Nazionale Foreste Casentinesi e siti di foto-trappolaggio. La mappa mostra i 3 siti abbandonati a causa dei furti subiti nel 2020 (in rosso), i siti riconfermati (in arancione) e il sito aggiunto (in verde), per un totale di 60 siti attivi.

2.2 Campionamento – implementazioni

La raccolta dati ha seguito un calendario molto simile a quello dell'anno precedente, con un periodo complessivo di campionamento di quasi 3 mesi che è iniziato il 30 agosto 2021 ed è terminato il 17 novembre 2021. In particolare, dal 30 agosto al 6 ottobre è stato campionato il versante Toscano, mentre dall'11 ottobre al 17 novembre è stato campionato il versante Romagnolo. La scelta del periodo di campionamento, consistente con altre aree campionate in Italia, riflette sia l'esigenza di campionare in periodo asciutto per il miglior funzionamento degli strumenti e la più semplice logistica, sia la presenza di lupi con cuccioli già in movimento e quindi branchi ben rilevabili. Tale metodologia di campo è la stessa in altre aree nel mondo che utilizzano questo protocollo e garantisce comunque un campionamento ristretto a una singola "stagione" (fine estate/inizio autunno). Nell'estate precedente all'inizio del campionamento, è stata indetta una riunione con l'Ente Parco e i Comandi Stazioni dei Carabinieri Forestali per programmare e gestire la logistica dell'attività di campo, confermare le stazioni di foto-trappolaggio e infine decidere la locazione dell'ultimo punto da aggiungere. Quest'ultima scelta è stata effettuata insieme ai carabinieri del Reparto di Biodiversità in quanto il punto ricadeva nel loro territorio. In generale, questa importante e stretta collaborazione permette di valorizzare la conoscenza del territorio dei Carabinieri Forestali e di massimizzare l'efficacia di campionamento, selezionando le zone logisticamente più efficienti sia per gli spostamenti e che per minimizzare il rischio di furto. Tutto ciò pur mantenendo il requisito fondamentale di randomizzazione dei siti di campionamento.

Per ognuna delle due griglie, la fase di campo si suddivideva in 3 parti: i) 4 giornate dedicate al piazzamento e all'installazione delle foto-trappole; ii) 2 giornate dedicate al controllo delle foto-trappole, al cambio delle schede SD e all'eventuale cambio delle batterie, iii) 3 giornate dedicate al recupero delle foto-trappole. Ogni fase era distanziata da 15 giorni di attività automatica delle macchine. In particolare, le foto-trappole di ogni griglia sono state installate contemporaneamente da due team composti da: i ricercatori DIBIO Francesco Rovero, Ilaria Greco (Dottoranda), e Matilde Marconi (tesista di Laurea Magistrale), che hanno posizionato e settato i dispositivi, lo staff PNFC (Mirta Checcacci, Sara Forni e il supporto logistico della Dott.ssa Nadia Cappai), che ha contribuito alla raccolta di metadati, e i Carabinieri forestali che, oltre ad accompagnarci in alcuni dei siti, hanno preso in carico la fase di controllo e di recupero di alcuni (o tutti) i punti ricadenti nel loro territorio e hanno quindi svolto queste due fasi in autonomia.

A differenza del primo anno di progetto, anziché 2 modelli diversi di foto-trappole (Reconyx e Browning) è stato utilizzato un singolo modello: Browning *Dark Ops Pro X*, che effettua 8 scatti consecutivi e ha un ritardo di scatto di 0.2 sec. Questo perché analisi preliminari hanno precedentemente confermato come non ci fossero differenze significative nella rilevabilità delle specie tra la Reconyx (ritenuta più performante ma avente un maggiore costo) e la Browning (che ha caratteristiche tecniche simili alla precedente, ma un costo più contenuto). Si è pertanto scelto di procedere anche negli anni successivi con un singolo modello.

Un'implementazione importante rispetto al primo anno di monitoraggio *baseline*, durante il quale sono stati principalmente selezionati i siti da campionare, è stata quella di utilizzare un pannello con un pattern stampato (simile a un QR code) durante la fase di installazione (Fig. 2). Tale pannello di forex, delle dimensioni di 1x1m, è stato posizionato di fronte all'obiettivo della foto-trappola e al centro del sentiero (o strada forestale) e consente di calibrare nello

spazio la zona di rilevamento (*detection zone*) della foto-trappola, e di determinare poi in automatico la posizione dell'animale al suo interno. Il pannello è stato utilizzato solo nel momento del primo scatto, quindi per la foto di settaggio, e viene pertanto rimosso nel momento in cui l'operatore lascia il sito.



Fig. 2: Fase di installazione della foto-trappola e uso del pannello con pattern di calibrazione. Il processo di installazione per il campionamento del 2021 prevedeva: (A) il montaggio della fototrappola su un albero, (B) il posizionamento del pannello e la misurazione della distanza tra l'obiettivo e il vertice distale del pannello, (C) scatto di una foto iniziale di calibrazione prima dell'avvio del campionamento.

Come accennato, la foto di calibrazione viene poi inserita nella piattaforma web in costruzione (chiamata *Wild.AI*) che utilizza l'Intelligenza Artificiale per "riconoscere" il margine del pannello (Fig. 3). La calibrazione della detection zone permette poi di misurare con coordinate spaziali la posizione dell'animale e quindi calcolarne la distanza dalla macchina. Ciò permetterà di effettuare analisi di stime di densità per animali non marcati (*Random Encounter Model*), ovvero per specie non identificabili individualmente.



Fig. 3: Il software rileva e riconosce il QR code all'interno dello scatto.

3. Gestione dati e test della piattaforma di Wild.AI

Le immagini sono state classificate dalla tesista Matilde Marconi e dalla dottoranda Ilaria Greco con il supporto del Prof. Francesco Rovero. Ulteriore novità di questo secondo anno di monitoraggio è stato il primo test della piattaforma *Wild.AI* sopra menzionata. *Wild.AI* (Fig. 4), è in corso di sviluppo grazie a una collaborazione con il prof. Lorenzo Seidenari e collaboratori del Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Firenze. Vantaggio di questo software rispetto a quello precedentemente utilizzato (*Wild.ID*) è proprio la classificazione automatica e non supervisionata delle foto. Al momento il software è in versione Beta e si sta lavorando al "debugging", ovvero all'identificazione e risoluzione di potenziali malfunzionamenti, ma è già in grado di discriminare le immagini in 5 categorie principali, che sono: *Pickup/Setup* (immagini relative al settaggio e al momento dell'installazione), *Blank* (i.e., foto che non ritraggono animali in cui vi è solo lo sfondo), *Persone* (i.e., foto in cui compaiono escursionisti o, in genere, persone), *Veicoli* (i.e., mezzi a motore), e *Animali* (Fig. 5). Fase successiva sarà l'integrazione di un classificatore in grado di coadiuvare la classificazione delle specie tramite allenamento di reti neurali.

Immagini deployment: 1-07

Filtra per una delle tre categorie per annotare le immagini:

ANIMALI PERSONE VEICOLI



Fig. 4. Esempio di una schermata di Wild.AI

Nella figura successiva (Fig. 5) si riporta un esempio di immagine che mostra anche il riquadro automaticamente posizionato dal software per determinare la posizione dell'animale nella *detection zone* e per classificare la specie.

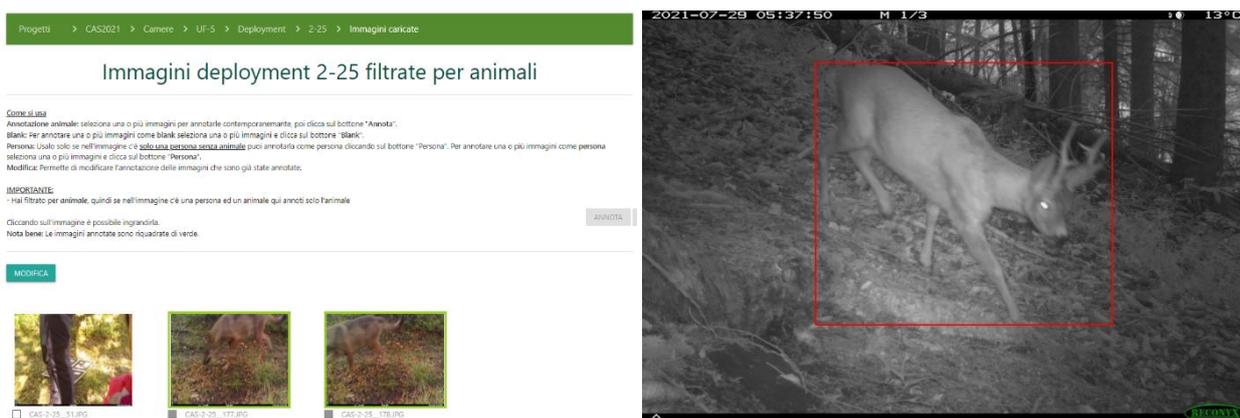


Fig. 5. A sinistra, schermata di Wild.AI con foto filtrate seguendo la categoria "Animali". A destra, esempio del software di Wild.AI che riconosce l'animale dalla foto e lo evidenzia con un quadrato.

Tramite la classificazione e identificazione delle fotografie, il software produce un output in formato .csv che include tutti i dati delle immagini (es. ora e giorno di ciascuna immagine, ora di inizio e fine funzionamento della foto-trappola) e che costituisce il dataset di riferimento per le analisi quali-quantitative.

4. Analisi preliminari

Dati utili che vengono estratti dal database, sono: osservazioni sulle specie selvatiche, immagini di esseri umani, di veicoli (camion, automobili, biciclette, motociclette e trattori) e di animali domestici (cavalli, mucche, cani, gatti domestici, asini). Preme precisare che in virtù

della normativa sulla privacy, le immagini di persone e veicoli non sono e non saranno utilizzate in modo individuale ma solo per derivare metriche di sintesi utili all'analisi dei fattori che influenzano la distribuzione delle specie selvatiche. Tali immagini, di proprietà del PNFS, non saranno mai messe a disposizione di terzi dal DIBIO.

Dai dati estratti dal database si sono prodotti indici grezzi di rilevamento delle specie, tramite l'uso del software R per analisi statistiche. In particolare, in collaborazione col dottorando Marco Salvatori dell'Università di Firenze, è stata implementata una nuova libreria (i.e., insieme di codici che eseguono determinate funzioni di calcolo) attraverso la quale è possibile effettuare analisi preliminari. Questa nuova libreria adatta i vecchi comandi associati al precedente software di classificazione immagini (*Wild.ID*, utilizzato fino all'anno scorso e che richiedeva che la classificazione delle foto fosse un processo unicamente manuale) e li rende compatibili con l'uso del nuovo *Wild.AI* e dell'output ad esso associato.

Oltre all'estrazione della lista delle specie registrate, tramite la nuova libreria è possibile calcolare indici descrittivi riguardanti la presenza delle specie. Primo indice è il conteggio del numero di eventi indipendenti di animali che sono passati davanti alle foto-trappole, e che è calcolato considerando un intervallo temporale di 30 minuti. Un intervallo di questo tipo tra immagini consecutive viene utilizzato per separare i singoli eventi di passaggio di animali da scatti ripetuti dello stesso evento, generati dal semplice persistere di un animale di fronte alla macchina. Altra informazione utile ricavata è lo sforzo totale di campionamento che viene invece misurato moltiplicando il numero delle foto-trappole per il numero dei giorni in cui sono state in funzione. La curva di accumulo, invece, è una curva randomizzata che mostra il numero progressivo di specie rilevate dalle foto-trappole per sforzo di campionamento crescente ed è estremamente utile per verificare che lo sforzo di campionamento sia stato adeguato alla rilevazione del numero di specie presenti (ricchezza specifica). Tramite lo sforzo di campionamento si ricava poi l'indice di abbondanza relativa di ogni specie (RAI), che si calcola come rapporto tra gli eventi e lo sforzo di campionamento. Infine, è stata derivata la *naïve occupancy* (o *occupancy osservata*), che rappresenta la proporzione di siti in cui è stata registrata almeno una fotografia della specie in esame rispetto al numero totale dei siti campionati. Questo parametro fornisce informazioni su quanto diffusa spazialmente sia la specie.

Tramite la nuova libreria, è possibile anche stimare pattern di attività giornaliera, grazie alla divisione degli eventi indipendenti in fasce orarie da 24 ore. Infine, tramite il software di analisi geografiche QuantumGIS sono state realizzate delle mappe che mostrano l'abbondanza relativa (RAI) di specie chiave nei vari siti campionati.

5. Risultati

5.1 Sforzo realizzato di campionamento

Le 60 foto-trappole sono rimaste attive sul campo dai 2 ai 37 giorni, per una media complessiva di 32,85 giorni e uno sforzo totale di campionamento di 1971 notti trappola. Nonostante la foto-trappola in zona “la Seghettina” si sia spenta dopo solo due giorni di attività, lo sforzo totale è paragonabile, anzi maggiore, a quello dello scorso anno (1963 notti trappola). Oltre alla sopracitata macchina, altre due foto-trappole hanno funzionato per meno dei 30 giorni stabiliti e queste si trovavano nella zona di Badia-Prataglia, in particolare in zona “Vetriceta” (17 giorni) e sopra “Cavalla Pazza” (17 giorni). Lo sforzo risultante è comunque adeguato allo svolgimento di analisi statistiche future e questo è dimostrato dalla curva di accumulo delle specie in Fig. 6, che fornisce informazioni sulla completezza del campionamento. Infatti, si nota come la curva formi un asintoto, con un plateau che diventa più evidente dopo 1.000 giorni di campionamento. Questo indica che la maggior parte delle specie presenti nel Parco sono state rilevate.

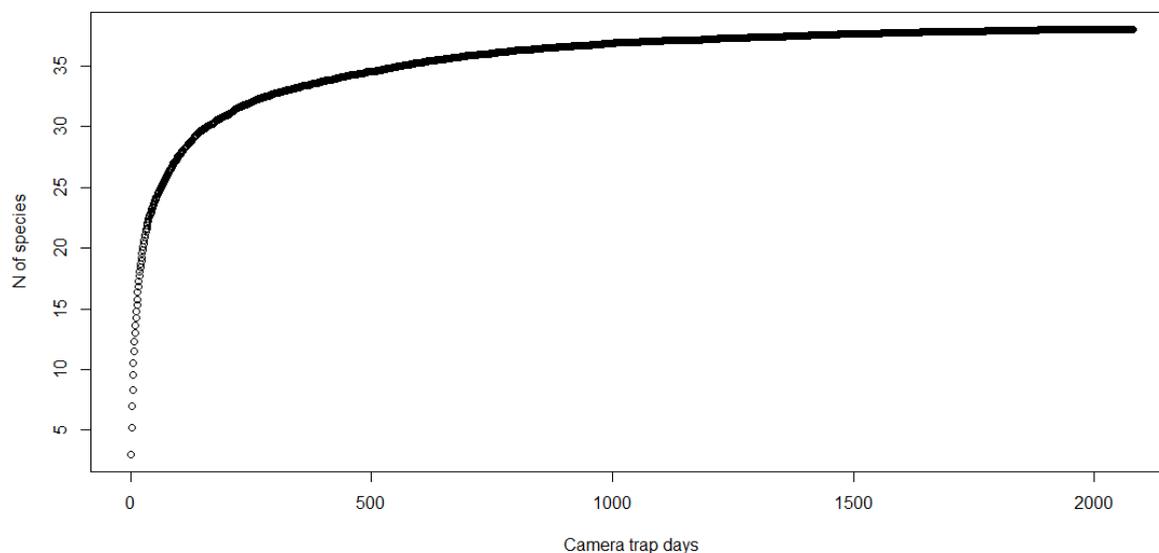


Fig 6. Curva di accumulo delle specie di mammiferi selvatici rilevati all'interno del Parco Nazionale Foreste Casentinesi mediante foto-trappolaggio. In ordinata si mostra il numero di specie registrate in relazione ad uno sforzo di campionamento crescente, che è espresso in giorni trappola (in ascissa).

Durante i mesi di attività di campo, sono state scattate un totale di 227.477 foto, corrispondenti a 69.448 scatti di teriofauna selvatica di medie-grandi dimensioni, 2.923 foto di avifauna, 82.964 foto di escursionisti (inclusi foto di mezzi a motore come trattori o auto e foto di biciclette), 12.225 foto di animali domestici (i.e., cani, gatti, cavalli, vacche, maiali e asini), e 296 foto di specie selvatiche non identificabili (Tabella 1). Tra queste, fanno parte anche le foto di Settaggio e le foto Blank. Quest'ultime sono scatti a vuoto con solo sfondo, e sono principalmente dovute alla sensibilità e velocità di scatto della macchina, all'incidenza dei raggi solari, movimento della vegetazione o sono scatti di fine sequenza che risultano bianche dopo il passaggio della fauna.

Tabella 1. Numero di immagini e % delle principali categorie di immagini ottenute.

Tipo di foto	N. immagini	Percentuale	Categorie
Settaggio	13819	6,07%	Settaggio e recupero macchina
Blank	45632	20,06%	Immagini vuote
non-identificabili	296	0,13%	Immagini non identificabili
Uccelli	2923	1,29%	Avifauna
Veicoli	9166	4,03%	Veicoli a motore e biciclette
Mammiferi	165103	68,42%	Animal selvatici, domestici e persone
<i>di cui:</i>	82964	50,25%	Persone
	12225	7,45%	Animali domestici
	69448	42,30%	Animali selvatici

5.2 Checklist specie e indicatori di abbondanza relativa e occorrenza

In questo secondo anno di campionamento, sono state identificate un totale di 15 specie selvatiche (Tabella 2). Tra queste, la martora e la faina sono state classificate entrambe come “*Martes sp.*” a causa della difficile distinzione delle due specie, soprattutto in presenza di scatti notturni e sfocati che purtroppo costituiscono la norma per questi due animali selvatici, prettamente crepuscolari/notturni e che si muovono con grande rapidità. Anche i piccoli roditori (es: topolini e ratti) sono stati inseriti nella macrocategoria di “Piccoli mammiferi”, sempre a causa dei limiti oggettivi nella loro identificazione. A differenza dell’anno precedente, non sono stati registrati conigli (*Oryctolagus cuniculus*) e ghiri (*Glis glis*), che sappiamo essere presenti nel Parco, seppur con bassissima densità.

Tabella 2. Elenco delle specie selvatiche rilevate all’interno del Parco Nazionale Foreste Casentinesi, nell’autunno del 2021. Le specie sono ordinate per gruppo tassonomico e viene riportato la relativa naïve occupancy, numero di eventi indipendenti e indice di abbondanza relativa (RAI). La parte inferiore della tabella riporta anche le persone e gli animali domestici registrati.

Gruppo tassonomico	Scientific name	Common name	Naïve occupancy	Eventi indipendenti	RAI
Carnivora	<i>Canis lupus</i>	Lupo	0,80	269	13,65
	<i>Felis silvestris</i>	Gatto selvatico	0,47	84	4,26
	<i>Felis silvestris</i>	Gatto selvatico ibrido	0,27	39	1,98
	<i>Martes sp.</i>	Martora/Faina	0,70	246	12,49
	<i>Meles meles</i>	Tasso	0,82	434	22,02
	<i>Mustela putorius</i>	Puzzola	0,18	16	0,81
	<i>Procyon lotor</i>	Procione	0,03	4	0,21
	<i>Vulpes vulpes</i>	Volpe	1,00	1425	72,30
Lagomorpha	<i>Lepus europaeus</i>	Lepre	0,52	198	10,05
Rodentia	<i>Hystrix cristata</i>	Istrice	0,58	225	11,42
	<i>Muridae sp.</i>	Piccoli mammiferi	0,37	176	8,93
Ungulata	<i>Sciurus vulgaris</i>	Scoiattolo	0,22	110	5,58
	<i>Capreolus capreolus</i>	Capriolo	0,40	77	3,91
	<i>Cervus elaphus</i>	Cervo	0,80	383	19,43
	<i>Dama dama</i>	Daino	0,30	239	12,13
	<i>Sus scrofa</i>	Cinghiale	0,87	842	42,72
Persone	<i>Homo sapiens</i>	Persone	0,98	4023	204,11
Domestici	<i>Bos taurus</i>	Vacche/tori	0,13	96	4,87
	<i>Canis lupus familiaris</i>	Cani	0,70	575	29,17
	<i>Equus asinus</i>	Asini	0,03	5	0,25
	<i>Equus caballus</i>	Cavalli	0,22	41	2,08
	<i>Felis catus</i>	Gatti domestici	0,03	5	0,25
	<i>Sus scrofa</i>	Maiali	0,02	1	0,05

Tra le specie selvatiche registrate, la volpe è l'animale con il maggior numero di eventi indipendenti (Fig. 7) e con il più elevato valore di RAI (Tabella 2). Per di più, la relativa naïve occupancy pari a 1 sottolinea la sua presenza diffusa su tutto il territorio, indicando come questa specie sia stata registrata nel 100% dei siti campionati. Come l'anno precedente, il secondo animale più foto-trappolato è stato il cinghiale, presente in circa l'87% dei siti e che è stato ripreso in alcuni scatti anche in gruppi di circa 10 individui. Seppur il cervo risulti sempre tra gli animali più presenti all'interno del Parco (RAI = 19,43, naïve occupancy = 0,80), quest'anno il terzo animale più foto-trappolato è stato il tasso, presente nell'82% dei siti (Tabella 2).

Come l'anno precedente, è sorprendente vedere come il mammifero più foto-trappolato in assoluto sia l'uomo, con un numero di eventi indipendenti che è circa 4 volte superiore rispetto alla volpe (Fig. 7). Dal valore di naïve occupancy, poi, si può capire come la presenza di escursionisti sia ubiquitaria all'interno del Parco, in quanto sono state rilevate persone nel 98% dei siti. Anche i cani, con quasi 600 immagini indipendenti e registrazioni ottenute nel 70% dei punti foto-trappolati, rappresentano una specie molto presente nel Parco, con indici grezzi di abbondanza che lo classificano prima del tasso, terzo mammifero selvatico relativamente più abbondante (Tabella 2, Fig. 7).

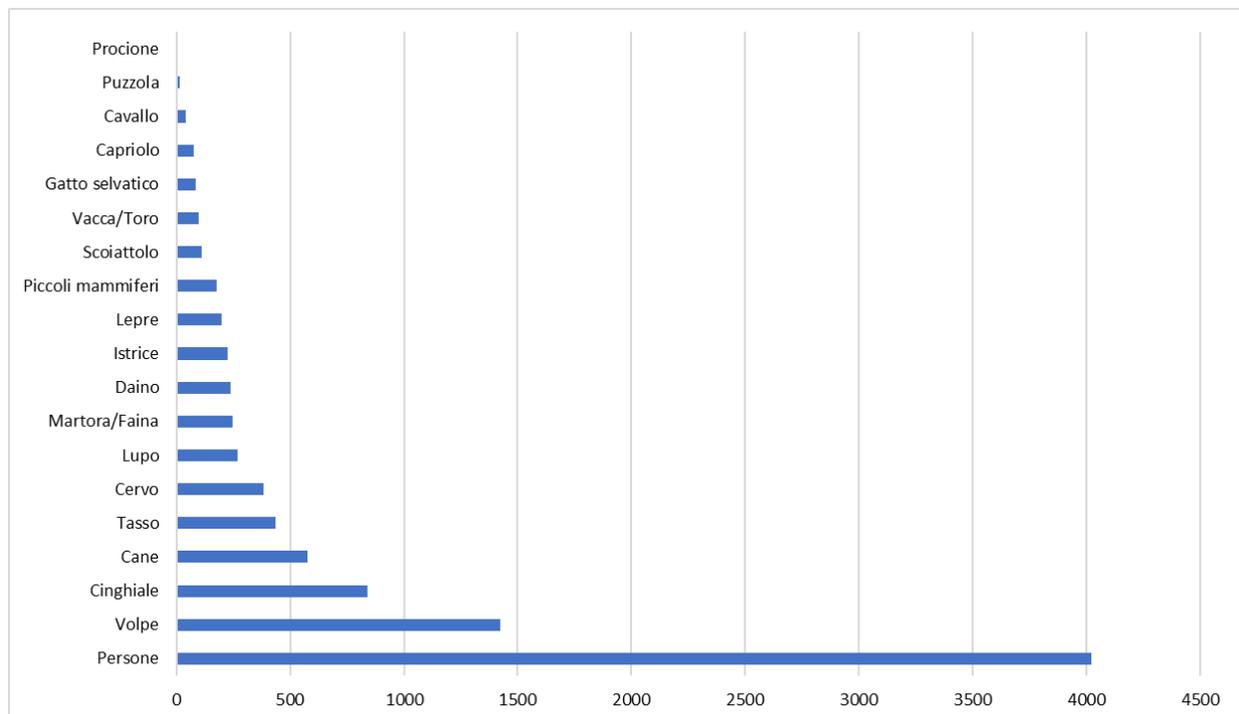


Fig 7. Istogramma indicante il numero di eventi indipendenti delle specie selvatiche, principali specie domestiche e persone, registrate nel Parco.



Fig 8. Selezione di fotografie di fauna selvatica registrate tramite foto-trappole durante l'anno 2021. Dall'alto a sinistra e per ogni riga: procione (*Procyon lotor*), volpe (*Vulpes vulpes*), daino (*Dama dama*), istrice (*Hystrix cristata*), tasso (*Meles meles*), cinghiale (*Sus scrofa*), lupo (*Canis lupus*), gatto selvatico (*Felis silvestris*).

Tra le specie relativamente più abbondanti e maggiormente diffuse si annovera anche il lupo (Fig. 8), che è presente nell'80% dei siti campionati. Questo valore è identico a quello dell'anno precedente, rimarcando la presenza diffusa del grande carnivoro nel territorio del Parco. A differenza dell'anno precedente, abbiamo registrato un incremento del numero di eventi indipendenti di lupo: da 206 a 269, mentre la distribuzione osservata sembra consistente tra anni, e presenta zone di maggior presenza concentrate nella parte settentrionale del Parco, e zone di apparente assenza concentrate nella fascia centrale (Fig. 9).

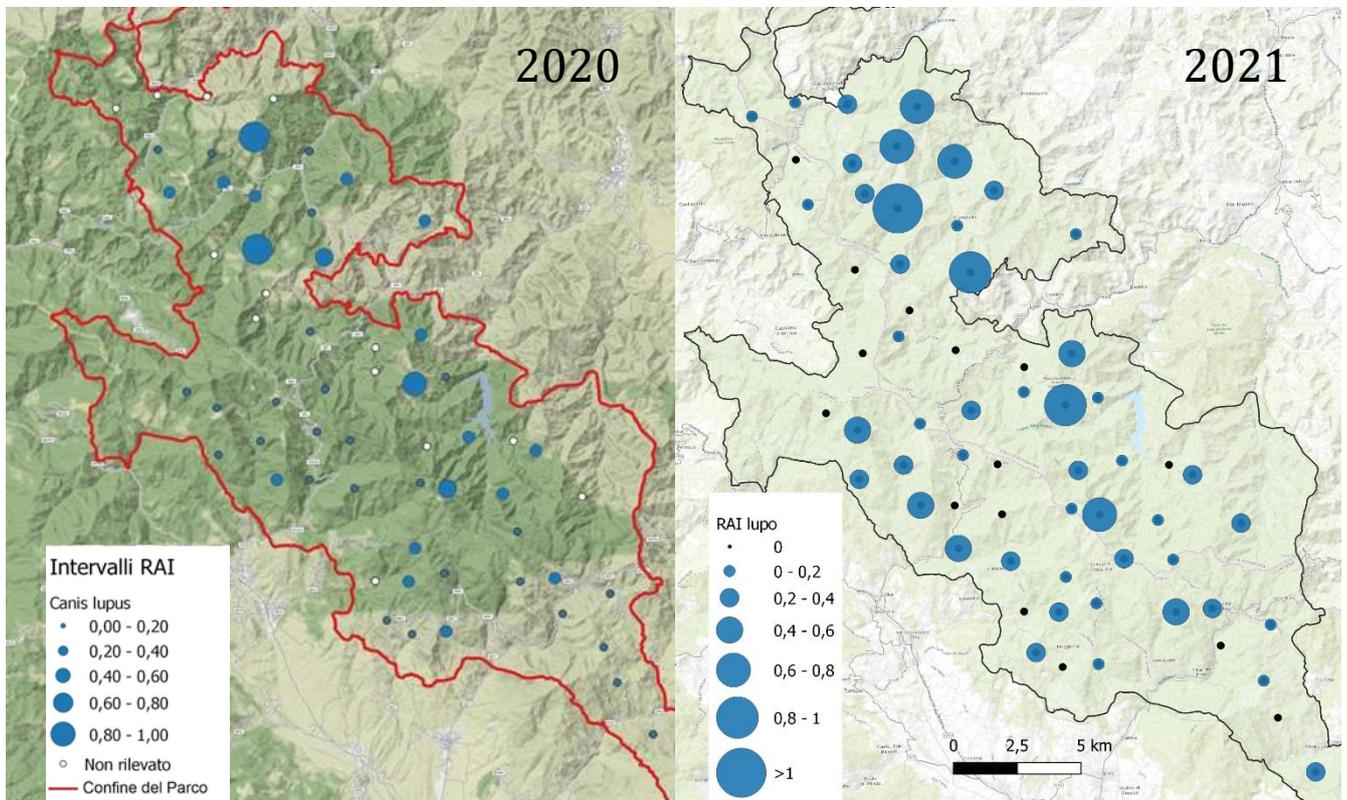


Fig 9. Presenza e distribuzione osservata del lupo (*Canis lupus*) nel Parco Nazionale Foreste Casentinesi, durante il primo (2020) e il secondo (2021) anno di campionamento con foto-trappole. I valori in mappa indicano l'abbondanza relativa (RAI) della specie.

Il procione (Fig. 8), specie alloctona e con grande potenziale invasivo, è stato registrato soltanto in due siti di campionamento: uno nel versante Toscano nei pressi di Moggiona e l'altro nel versante Romagnolo, nella zona di "La Seghettina" (Fig. 10). Moggiona si riconferma essere una zona nota per la presenza di procioni seppure il record del 2021 sia limitato alla zona antistante la "Fonte Solforosa", mentre non vi sono registrazioni nella zona "Croce ai sassi", dove nel 2020 sono stati ripresi più eventi indipendenti e uno scatto con 2 procioni. Allarmante però è il nuovo record nella zona Romagnola, nel punto denominato "La Seghettina" che si trova tra Sassofratino e il Lago di Ridracoli. A nostra conoscenza, al netto del gruppo di procioni stabile presente in zona "La Lama" (prima segnalazione del 2019) non vi erano altre segnalazioni della sua presenza in Romagna (Fig. 10).

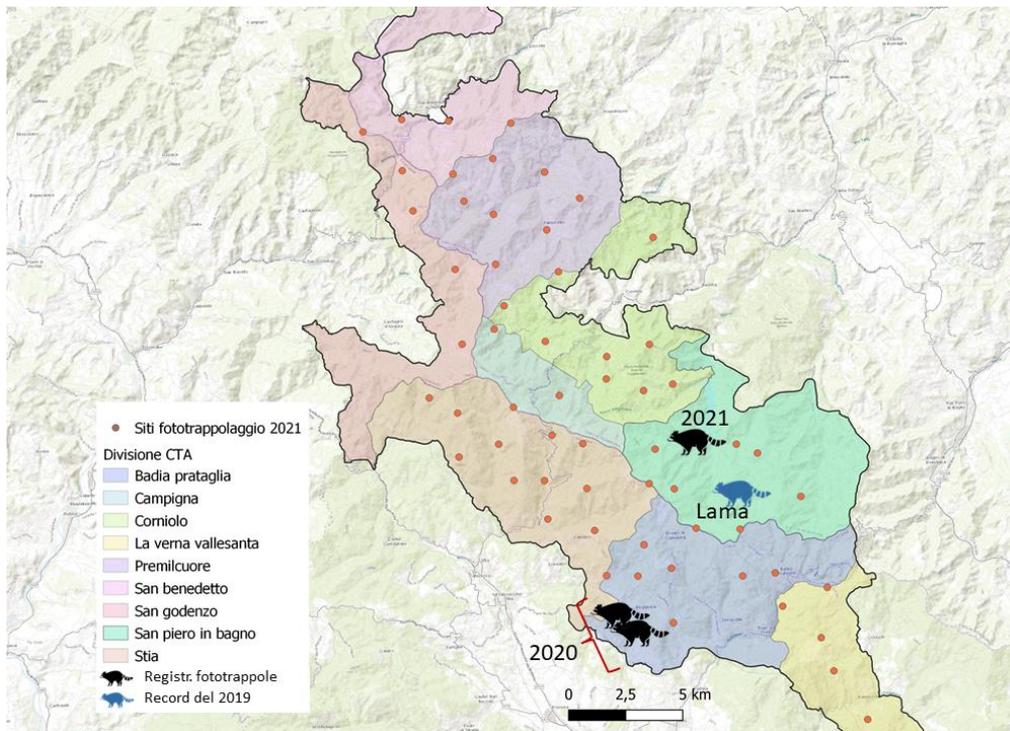


Fig 10. In nero è rappresentata la presenza del procione (*Procyon lotor*) registrata con le foto-trappole nel 2020 (zona Moggiona: “Croce ai Sassi” e “Fonte Solforosa”) e nel 2021 (zona “La Seghettina” e “Fonte Solforosa” di Moggiona). In blu è riportato il record del 2019 nella zona della Lama.

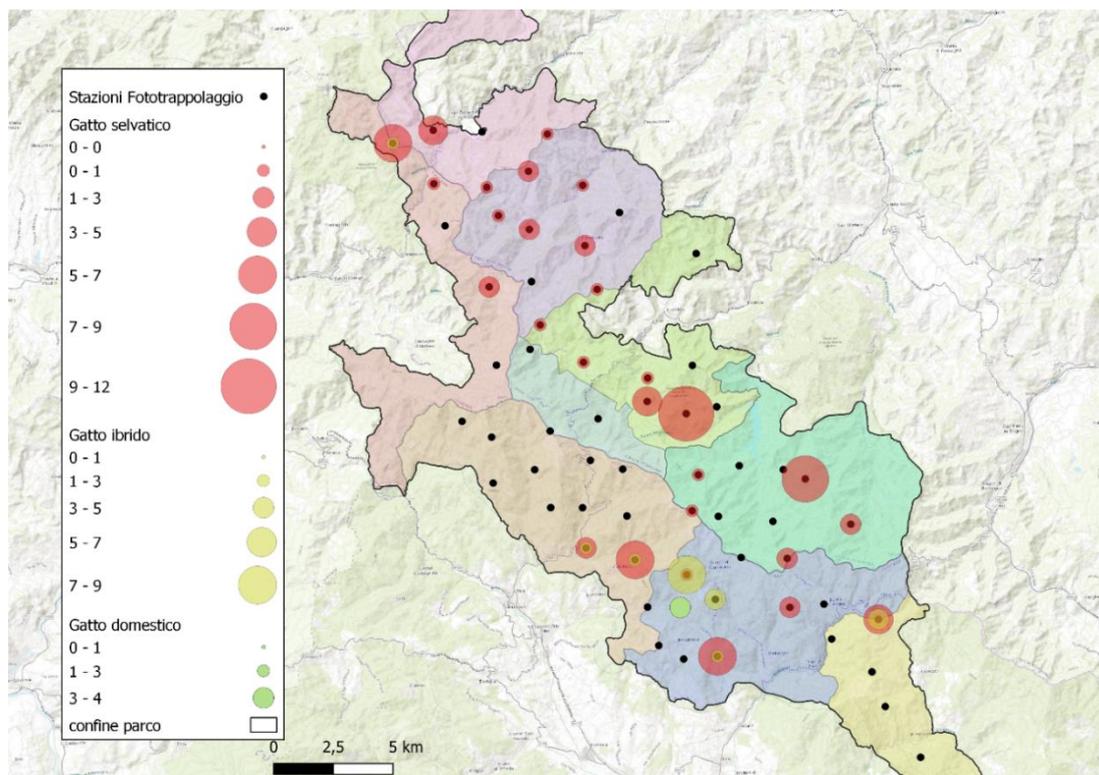


Fig 11. Presenza e distribuzione osservata basata sul numero di eventi indipendenti di gatto selvatico (in rosso), potenziale gatto ibrido (in giallo) e gatto domestico (in verde), all'interno del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, nel 2021.

Degna di nota è anche la presenza e la distribuzione del gatto selvatico, rilevato in 28 siti (Fig. 11), rappresentanti il 47% dei punti campionati (Tabella 2). La classificazione dei gatti selvatici è stata effettuata seguendo le descrizioni dei caratteri fenotipici del Prof. Ragni. Queste indicazioni hanno consentito di distinguere 84 eventi indipendenti di gatto selvatico, 39 eventi indipendenti di potenziale *Felis silvestris* ibrido (caratterizzato da un aspetto simile a quello del gatto selvatico, ma con alcuni dei tratti fenotipici di riferimento che sono mancanti) e 5 eventi indipendenti di gatto domestico (*Felis catus*). La distribuzione di *Felis silvestris* dai dati di presenza/assenza è simile a quella trovata nell'anno precedente (vedi Allegato 1 per confronto), con zone di maggior cattura nella parte settentrionale del Parco, mentre la fascia centrale risulta caratterizzata da una moderata assenza. In particolare, zone di maggior concentrazione sono a "Romiceto" e "Monte Grosso", mentre le catture più abbondanti del 2020 erano state effettuate nella zona del "Monte Mandria". A differenza dell'anno precedente, i potenziali individui ibridi sono stati rilevati principalmente nella parte meridionale del Parco, ma molti di questi punti coincidono con zone di simpatria in cui il gatto selvatico convive con il potenziale ibrido.

Di seguito, Fig. 12 – Fig. 15, vengono riportate le mappe di distribuzione osservata degli ungulati presenti nel Parco, che possono risultare di particolare interesse gestionale e conservazionistico.

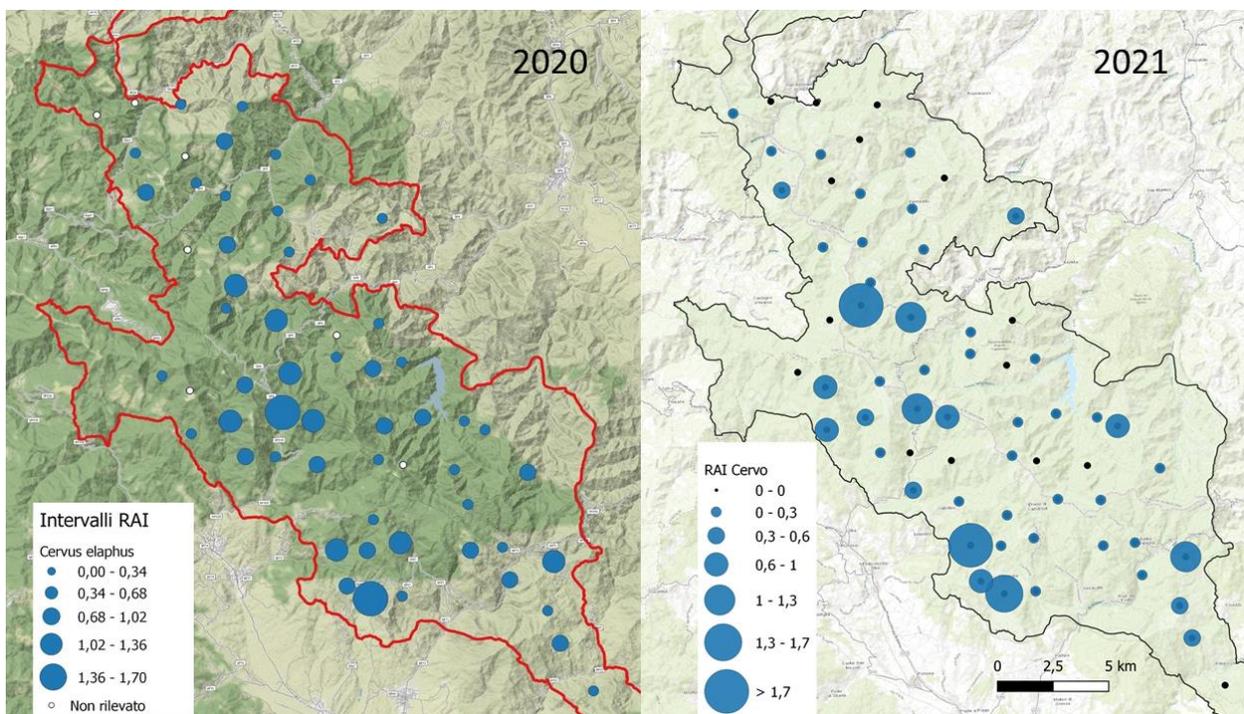


Fig 12. Presenza e distribuzione osservata del Cervo (*Cervus elaphus*) basata sui valori di abbondanza relativa (RAI), all'interno del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi durante il primo (2020) e secondo (2021) anno di campionamento con foto-trappole.

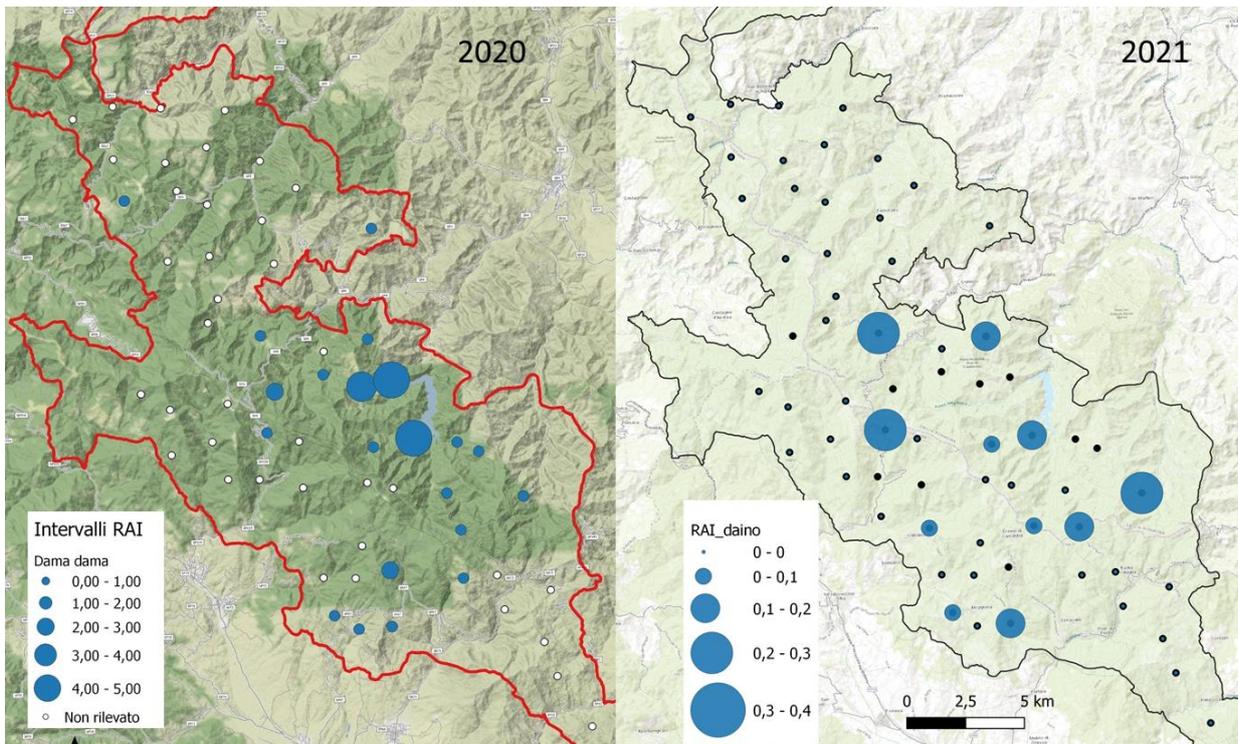


Fig 13. Presenza e distribuzione osservata del Daino (*Dama dama*) basata sui valori di abbondanza relativa (RAI), all'interno del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi durante il primo (2020) e secondo (2021) anno di campionamento con foto-trappole.

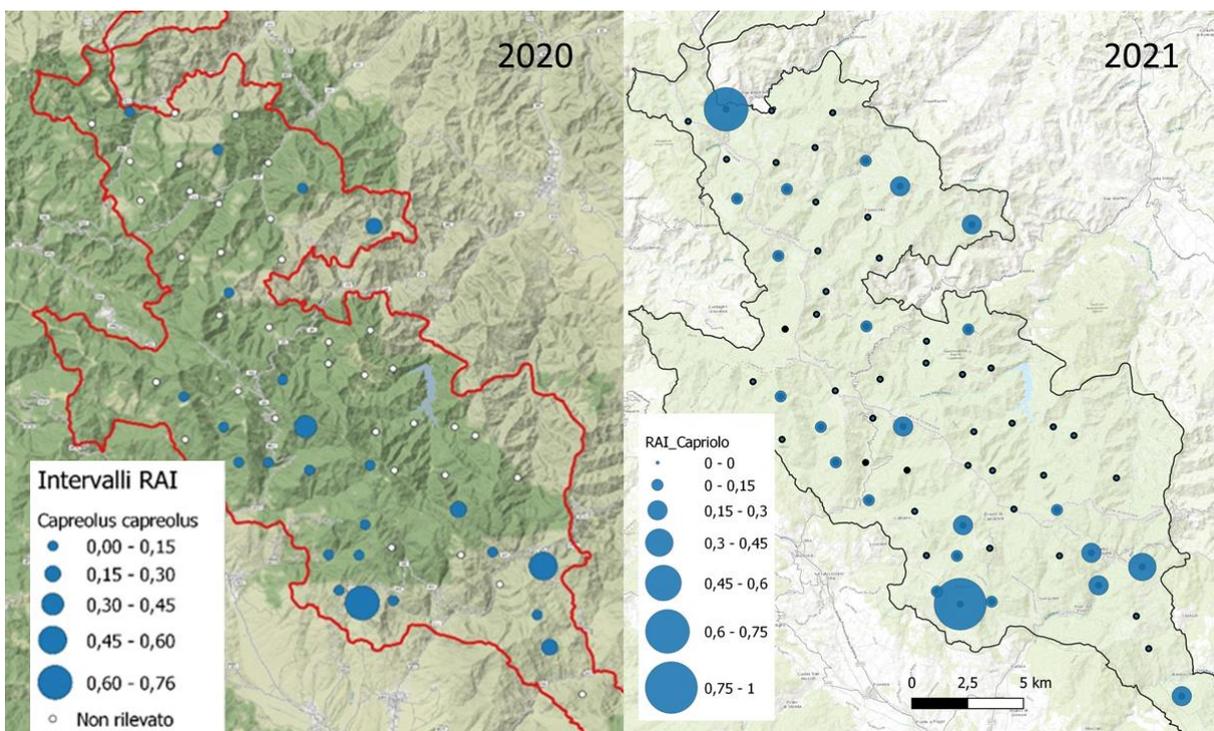


Fig 14. Presenza e distribuzione osservata del Capriolo (*Capreolus capreolus*) basata sui valori di abbondanza relativa (RAI), all'interno del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi durante il primo (2020) e secondo (2021) anno di campionamento con foto-trappole.

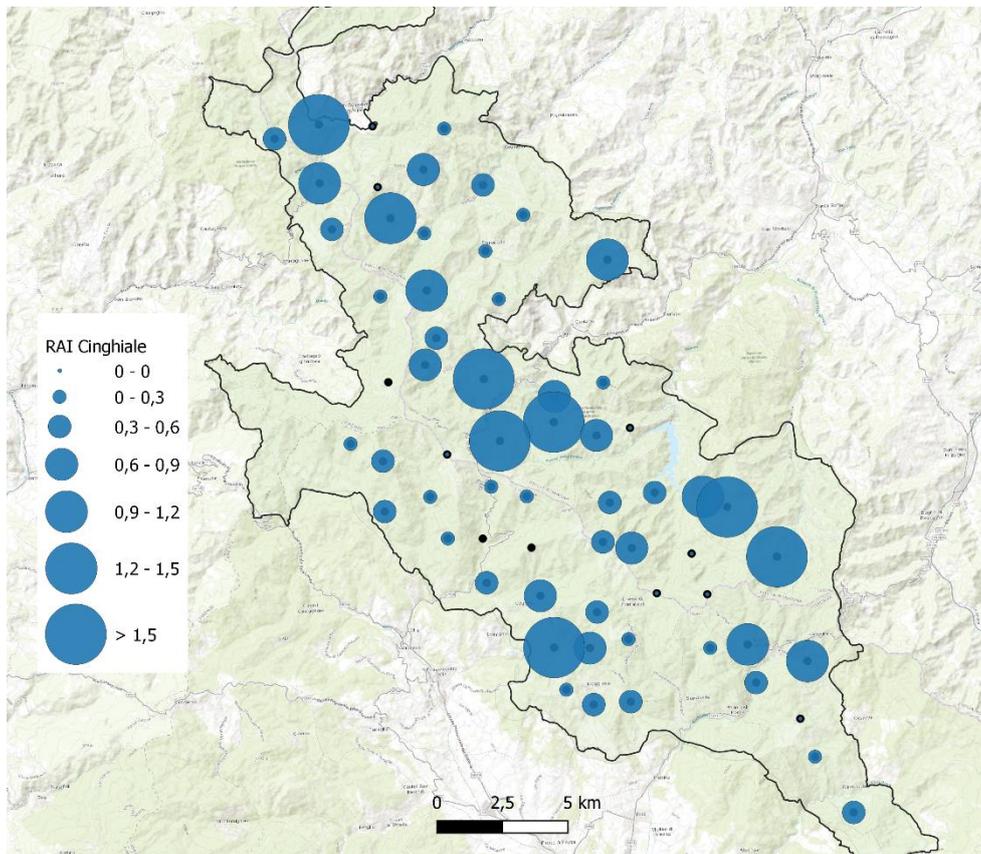


Fig 15. Presenza e distribuzione osservata del Cinghiale (*Sus scrofa*) basata sui valori di abbondanza relativa (RAI), all'interno del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi durante il secondo (2021) anno di campionamento con foto-trappole.

Dalle mappe di distribuzione, si può notare come il cervo e il cinghiale siano le due specie non solo relativamente più abbondanti ma anche con una maggiore area di diffusione. Al contrario, i caprioli e i daini hanno distribuzioni più puntiformi e, se da un lato i caprioli presentano una distribuzione che è molto coerente con quella dell'anno precedente, il daino ha dei punti di maggior concentrazione nel 2021 che sono diversi da quelli del 2020. In particolare, il cervo presenta una distribuzione relativamente uniforme sul territorio del Parco, con zone relativamente più abbondanti che si concentrano nella parte centrale e centro-occidentale, soprattutto in territorio Toscano. La distribuzione del cinghiale, invece, copre l'intera superficie del Parco e ha zone di maggior cattura che sembrano seguire il confine tra Toscana ed Emilia-Romagna, concentrandosi poi maggiormente nella parte Emiliana.

Nella Fig. 16, infine, vengono mostrate le curve indicanti l'attività temporale giornaliera di alcune specie di interesse e vengono messe a confronto con l'attività giornaliera dell'uomo. Si può notare come tutte le principali specie selvatiche abbiano un'attività che va dal crepuscolare (concentrata nei periodi di alba e tramonto) al notturno. Unica eccezione sembrerebbe il daino, ma si può comunque notare come la frequenza dell'attività cali durante le ore principali del giorno (11:00 – 15:00), che sono le ore di più intensa attività umana. Restringere l'attività dei selvatici nei momenti di minor presenza umana è una strategia comportamentale tipica delle popolazioni di mammiferi esposte ad elevato disturbo antropico, ed è stata rilevata in numerosi studi a livello internazionale. Il comportamento principalmente

diurno del daino potrebbe invece rappresentare una strategia di evitamento della competizione con il cervo, le cui nicchie ecologiche si sovrappongono ampiamente.

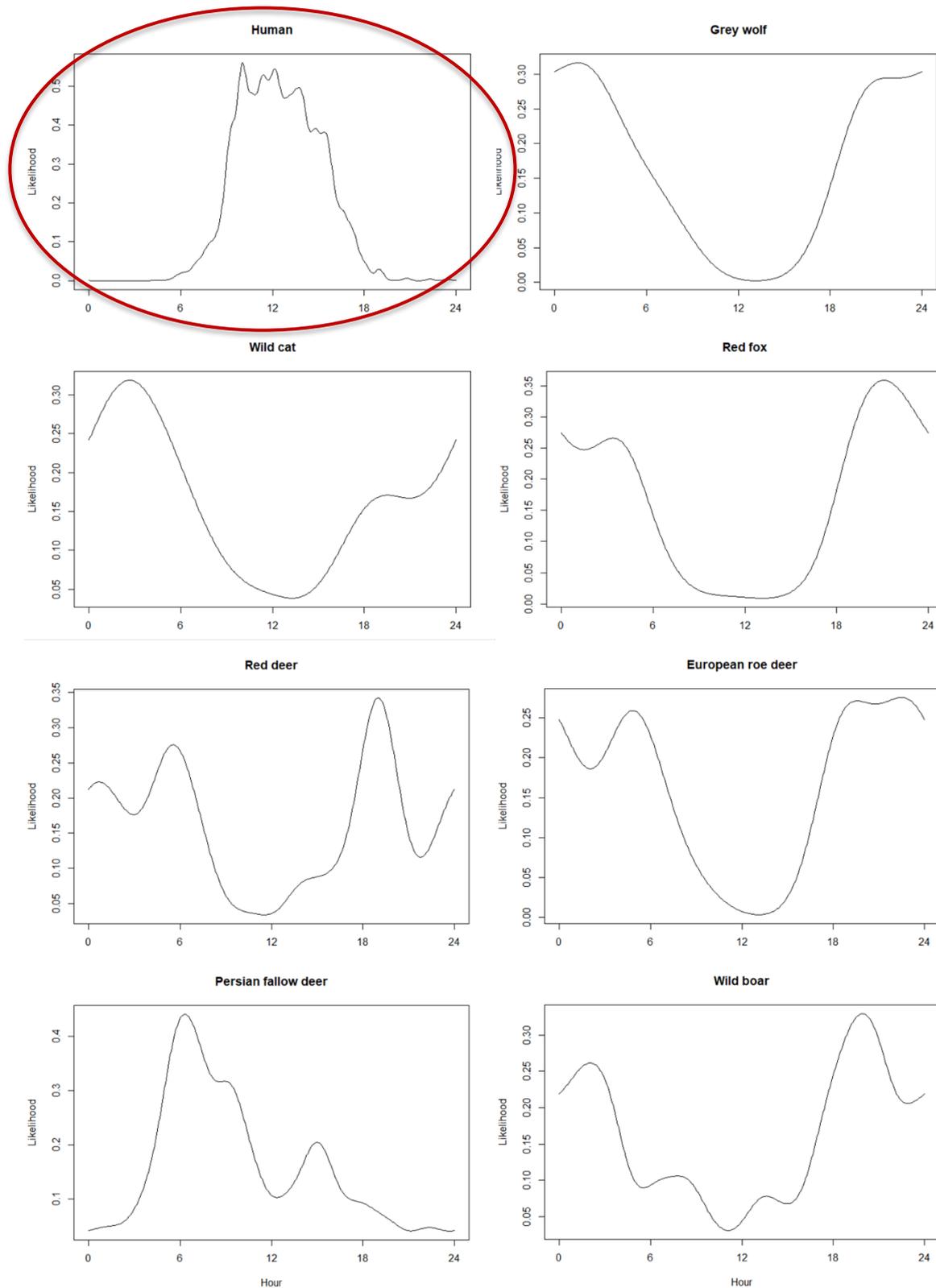


Fig 16. Curve di attività temporale. Dall'alto a sinistra si ha: i) Estursionisti; ii) Lupo; iii) Gatto selvatico; iv) Volpe; v) Cervo; vi) Capriolo, vii) Daino e viii) Cinghiale.

Note sulla prima fase del progetto, conclusioni e raccomandazioni

Anche per questo secondo anno di campionamento, il progetto si è svolto con successo, avendo prodotto dati utili per uno studio e monitoraggio della fauna del parco basato su solidi approcci scientifici. Il progetto inoltre rappresenta potenzialmente un modello nuovo di monitoraggio della fauna per i parchi italiani, che ben si presta alla replicazione in altri parchi della rete nazionale.

È importante rimarcare come il successo di questo progetto, sia a livello del singolo anno di campionamento che a livello di continuità pluriennale, è stato ottenuto grazie al prezioso supporto dell'Ente Parco e alla disponibilità di personale sul campo, come anche ai Carabinieri forestali che hanno facilitato la raccolta dati, soprattutto durante la fase di controllo e di recupero, e alla messa a disposizione dei mezzi di trasporto. Ci auspichiamo, pertanto, un continuo di questa intensa collaborazione, che risulta essere indispensabile per lo svolgimento di un progetto così intensivo e sistematico. Tale apporto rimarrà fondamentale per il proseguimento del lavoro, specialmente data l'importanza di realizzare un protocollo consistente in tutte le procedure di campo e potenzialmente nel lungo periodo.

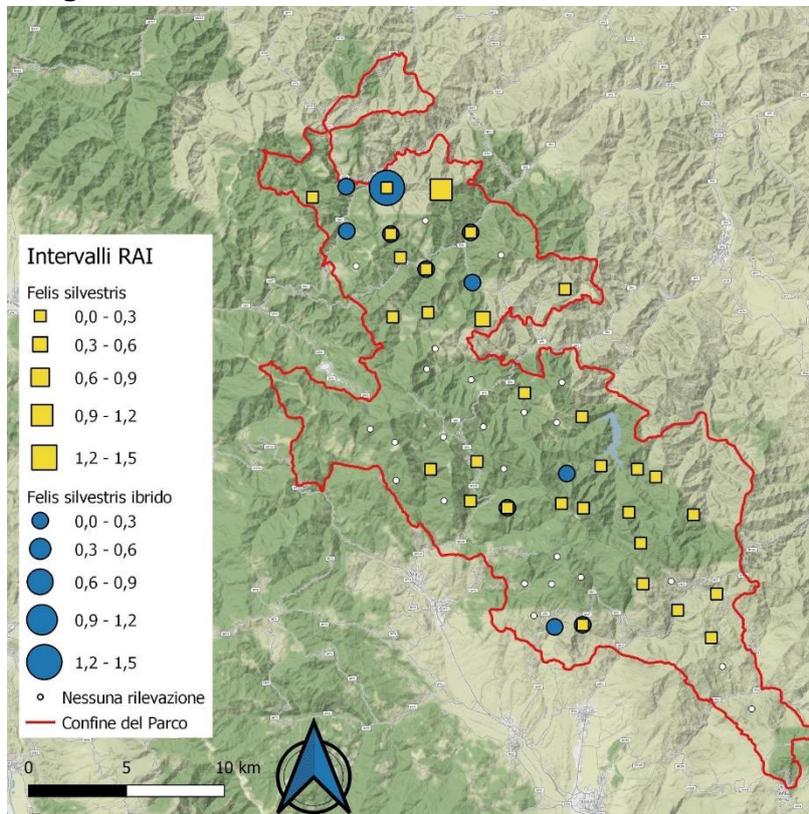
L'aver concluso l'anno di campionamento senza aver subito furti o danneggiamenti di foto-trappole è un aspetto importante, e sottolinea come gli accorgimenti seguiti abbiano dato il loro frutto: i) coinvolgimento degli allevatori nella zona, ii) cambio scheda dopo 15 giorni, iii) abbandono dei siti con più alto rischio e iv) selezione di siti che rispecchino le necessità del campionamento ma anche che siano in zone meno a rischio. Inoltre, a nostro avviso, l'uso di cartellini/cartelli informativi è di estrema importanza in quanto avvisa gli escursionisti e la popolazione in generale che il monitoraggio in atto è solo per fini faunistici, e ha pertanto la potenzialità di scoraggiare danneggiamenti o furti.

In termini di risultati generali sulle presenze faunistiche, interessante e preoccupante è il ritrovamento del procione anche nella zona Romagnola, e in siti diversi rispetto a dove è stato fotografato in precedenza. Si conferma l'efficacia della tecnica del foto-trappolaggio per il rilevamento di specie rare e a bassa densità. Importante è, come l'anno precedente, l'aver rilevato in modo diffuso la presenza del lupo, l'alto numero di rilevamenti di gatto selvatico, e gli innumerevoli record di ungulati selvatici e persone. Ricordiamo che, al momento, analisi mirate sul lupo e sul gatto selvatico sono in essere e oggetto di tesi Magistrale della tesista Martina Miscioscia (che ha partecipato l'anno scorso al campionamento), mentre analisi specifiche sugli ungulati saranno il focus della tesi Magistrale di Matilde Marconi. Soprattutto, dinamiche di preda-predatore, di co-occorrenza e analisi specifiche sul gatto selvatico saranno inoltre oggetto di analisi statistiche avanzate future da parte del team DIBIO, e si presteranno successivamente anche ad analisi comparative con dati da altre aree in Italia.

Un'ulteriore implementazione da attuare nel prossimo futuro, potenzialmente già prima dell'inizio del terzo anno di campionamento, riguarderà campionamenti più specifici della vegetazione nei dintorni dei siti di foto-trappolaggio, sia in termini di identificazione della vegetazione che della sua struttura. Questi nuovi dati, che verranno raccolti con la partecipazione dei botanici del Dipartimento di Biologia dell'Università di Firenze, rappresenteranno utili covariate per valutare l'interazione tra ambiente e specie selvatiche.

La raccomandazione conclusiva fondamentale è quella di auspicare la continuazione del campionamento nel 2022 e negli anni futuri mantenendo la consistenza dei siti e delle procedure e ottimizzando le operazioni di campo e di gestione dei dati sulla base di questa fruttuosa campagna di studio.

Allegato I



Mapa di distribuzione osservata del gatto selvatico (Felis silvestris) e suo potenziale ibrido nel Parco Nazionale Foreste casentinesi, durante il campionamento con foto-trappole del 2020.