

doi.org/10.83114/reticula40/03

I GLIRIDI QUALI SENTINELLE ECOLOGICHE: STANDARDIZZAZIONE DEL MONITORAGGIO DI PICCOLI MAMMIFERI IN 20 PARCHI NAZIONALI

[Valentina La Morgia](#)¹, Filippo Dell'Agnello², Sandro Bertolino³

¹Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - ISPRA, ²Nature and Environment Management Operators Srl (NEMO), ³Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi, Università di Torino

Abstract: Le Direttive Habitat e Uccelli sono strumenti europei chiave per la tutela della biodiversità. In Italia, il monitoraggio delle specie di Direttiva risulta però complesso per la frammentazione dei protocolli e la disomogeneità dei dati. Nell'ambito del PNRR è stato avviato un progetto pilota per standardizzare le metodologie e creare una rete coordinata di rilevamento tra i Parchi nazionali. Il progetto si focalizza su diversi gruppi faunistici, tra cui i gliridi, piccoli mammiferi arboricoli bioindicatori della qualità forestale, in particolare su *Muscardinus avellanarius* e *Dryomys nitedula*, tutelati dalla Direttiva Habitat. Il Piano prevede l'uso di cassette-nido e tubi per il rilevamento delle impronte distribuiti secondo un disegno stratificato su oltre 6.700 km² nelle tre regioni biogeografiche italiane. I dati confluiranno in un database ISPRA per analisi nazionali e per la rendicontazione Art.17.

Parole chiave: Aree protette, campionamento, Direttiva Habitat, protocollo di monitoraggio.

DORMOUSE AMONG ECOLOGICAL SENTINELS: STANDARDISATION OF SMALL MAMMAL MONITORING IN 20 NATIONAL PARKS

[Valentina La Morgia](#)¹, Filippo Dell'Agnello², Sandro Bertolino³

¹Institute for Environmental Protection and Research - ISPRA, ²Nature and Environment Management Operators Srl (NEMO), ³Department of Life Sciences and Systems Biology, University of Turin

Abstract: The Habitats and Birds Directives are key European instruments for biodiversity conservation. In Italy, monitoring Directive species is challenging due to fragmented protocols and heterogeneous data. Within the PNRR framework, a pilot project has been launched to standardize methodologies and establish a coordinated monitoring network across National Parks. The project focuses on several groups, including dormice (Gliridae), small arboreal mammals considered bioindicators of forest quality, with particular attention to *Muscardinus avellanarius* and *Dryomys nitedula*, both protected under the Habitats Directive. The monitoring plan involves the use of nest box and footprint tunnels distributed according to a stratified sampling design across more than 6.700 km² in the three Italian biogeographical regions. Data will be compiled in an ISPRA-managed database to support national-scale analyses and Article 17 reporting.

Keywords: protected Areas, sampling, Habitats Directive, monitoring protocol.

INTRODUZIONE

Nel contesto del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza ([PNRR, Missione 2, Componente 4, Linea di intervento 3](#)), si è valorizzato il ruolo delle Aree protette nazionali con uno specifico investimento finalizzato alla conservazione della natura ed al monitoraggio delle pressioni e minacce su specie e habitat e degli effetti del cambiamento climatico ([Sub-investimento 3.2a](#)).

Tale azione ha previsto la realizzazione di uno [studio pilota](#), attualmente in corso e con conclusione prevista nel 2026, volto a monitorare in modo innovativo e su scala nazionale diversi gruppi di specie. Il progetto si basa su un piano di attività all'avanguardia, che prevede l'omogeneizzazione delle metodologie di raccolta dati secondo i più recenti criteri scientifici di campionamento e l'integrazione di strumenti innovativi e tradizionali, applicati in modo uniforme in tutti i Parchi Nazionali coinvolti.

Accanto a uccelli, anfibi e rettili, chiroteri, medi e grandi mammiferi, lo studio pilota ha preso in considerazione anche specie di piccoli mammiferi, in particolare gliridi, una famiglia di piccoli roditori arboricoli. In Italia troviamo cinque specie, tra cui il moscardino (*Muscardinus avellanarius*), e il driomio (*Dryomys nitedula*), entrambi inclusi nell'Allegato IV della Direttiva Habitat. Per la prima volta, anche per queste specie è stato avviato un monitoraggio coordinato e simultaneo nei 20 Parchi Nazionali in cui queste specie sono presenti, dall'Aspromonte allo Stelvio. L'obiettivo dello studio è quello di adottare un approccio sistematico e integrato, in grado di superare i limiti dei precedenti progetti locali, di consentire la creazione di una banca dati unica e omogenea a livello nazionale sulla distribuzione delle specie

all'interno delle Aree protette nazionali.

Perché i gliridi?

I gliridi sono una famiglia di piccoli roditori arboricoli e notturni, tradizionalmente rappresentata in Italia da quattro specie: il ghiro (*Glis glis*), il moscardino (*Muscardinus avellanarius*), il driomio (*Dryomys nitedula*) e il quercino (*Eliomys quercinus*). Sebbene sia ancora in corso un dibattito scientifico al riguardo (Mohammadi et al., 2020), alla lista delle specie andrebbe aggiunto il driomio bruzio o driomio della Calabria (*Dryomys aspromontis*), precedentemente considerato come sottospecie di *D. nitedula*. Tale entità è stata formalmente descritta come specie distinta da Bisconti et al. (2018) e risulta già inclusa nella *checklist* dei mammiferi italiani pubblicata dall'Associazione Teriologica Italiana ([Loy et al., 2019](#)).

I gliridi rappresentano, quindi, più del 4% delle oltre 100 specie di mammiferi nativi terrestri presenti in Italia (Loy et al., 2019), e la loro presenza interessa l'intero territorio nazionale. Moscardino e ghiro hanno la distribuzione più estesa: il primo è presente in tutta la penisola e nella Sicilia nord-orientale (Melcore et al., 2025), il secondo è diffuso lungo tutta la penisola e in diverse isole (La Morgia et al., 2025), tra cui Sicilia e Sardegna. Anche il quercino è presente lungo tutta la penisola e in diverse isole (Melcore e Sozio, 2025), ma con distribuzione discontinua. Al contrario, il driomio presenta una distribuzione disgiunta, con popolazioni nelle Alpi orientali ascrivibili a *D. nitedula* e in Calabria, dove è presente la sottospecie/specie endemica italiana *D. aspromontis* (Aloise, 2025).

A destare maggiore preoccupazione per lo stato di conservazione sono soprattutto il driomio bruzio e il quercino. Quest'ultimo, pur

non rientrando tra le specie tutelate dalla Direttiva Habitat, è considerato “Vulnerabile” dalla Lista Rossa dell'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) a livello globale (Bertolino et al., 2024). La specie è considerata estinta in numerosi paesi dell'Europa centro-orientale, è classificata come “In pericolo” o “In pericolo critico” anche nella Repubblica Ceca, nelle Fiandre (Belgio), in Germania e nei Paesi Bassi (Bertolino, 2017), ed è “Prossimo alla minaccia” in Portogallo e anche in Italia, secondo la Lista Rossa nazionale (Rondinini et al., 2022). Il driomio bruio, pur non essendo stato valutato formalmente a livello globale, rappresenta chiaramente un endemismo strettamente localizzato nell'Italia meridionale ed è considerato “In pericolo” (Rondinini et al., 2022). La specie rientra in ogni caso nel regime di tutela imposto dalla Direttiva Habitat essendo inserito, come entità unica assieme a *D. nitedula*, nell'Allegato IV.

Sebbene non tutte strettamente forestali o arboricole, le specie di gliridi sono associate a un ampio spettro di tipologie forestali, dai boschi di latifoglie e misti delle fasce collinari ai boschi di conifere montani e subalpini. Alcune, come il driomio, possono frequentare arbusteti o ambienti rupestri privi di copertura arborea. In tali habitat i gliridi svolgono ruoli ecologici rilevanti, contribuendo ai processi trofici e strutturali degli ecosistemi e costituendo indicatori sensibili di integrità ecologica.

Dal punto di vista trofico, i gliridi sono onnivori a prevalente dieta frugivora o granivora, con variazioni legate alla specie, alla stagione e al contesto ambientale. La loro flessibilità alimentare li porta a interagire con invertebrati e a contribuire alla dispersione di semi attraverso la zoocoria secondaria,

immagazzinando o trasportando semi che possono successivamente germinare. Questi processi favoriscono il rinnovamento della vegetazione e influenzano la struttura e la dinamica delle comunità forestali (Godó et al., 2022).

I gliridi rappresentano, inoltre, una componente trofica di rilievo come prede di numerosi predatori. In Europa sono stati rinvenuti nella dieta di 54 specie (Juškaitis, 2023), tra cui 23 mammiferi, 27 uccelli e 4 rettili. I rapaci notturni forestali, in particolare l'allocco (*Strix aluco*), risultano tra i principali predatori. Il loro contributo alla dieta dei predatori varia spazialmente in funzione dell'abbondanza, con valori più elevati nelle regioni mediterranee, dove il ghiro può raggiungere densità particolarmente alte. I gliridi ospitano inoltre un'ampia varietà di ecto ed endoparassiti, oltre 60 nel caso del ghiro (Kirillov et al., 2022), alcuni dei quali di rilevanza veterinaria o zoonotica. Il duplice ruolo di ospiti e prede li integra profondamente nella rete trofica e nei cicli di trasmissione di malattie naturali, con implicazioni potenziali per la salute della fauna e, occasionalmente, per l'uomo.

L'utilizzo delle cavità arboree da parte dei gliridi ha implicazioni per la competizione interspecifica con altri *taxa* (uccelli, chiroteri, altri piccoli mammiferi), poiché tali cavità costituiscono una risorsa limitata per la nidificazione e il rifugio. La raccolta di materiale vegetale per la costruzione dei nidi contribuisce inoltre al trasporto interno di biomassa nel sottobosco. Studi condotti presso il Lago di Vico (VT) hanno approfondito questi aspetti, evidenziando come ghiro e moscardino selezionino microhabitat e cavità arboree, anche in relazione alla disponibilità di “alberi

habitat” (Ciampricotti et al., 2023, 2024a, b). Infine, i periodi di ibernazione o dormienza, che in alcune specie si protraggono per diversi mesi, rendono i gliridi particolarmente sensibili alle variazioni climatiche e alle alterazioni dell’habitat. Per tali caratteristiche, essi rappresentano efficaci bioindicatori: cambiamenti nella presenza, nell’attività stagionale o nel successo riproduttivo possono riflettere effetti del clima e della gestione forestale. Studi recenti indicano che l’aumento delle temperature può anticipare l’uscita dal letargo e incrementare il successo riproduttivo, mentre tendenze al riscaldamento e alla siccità mostrano effetti complessi sulla condizione corporea e sulla sopravvivenza (Wells et al., 2022).

La conservazione dei gliridi assume quindi un valore ecosistemico: la tutela di alberi vetusti e cavità naturali favorisce non solo queste specie, ma l’intera comunità forestale. Il loro monitoraggio può fungere da sistema di allerta precoce (“sentinella ecologica”) rispetto a pressioni quali disboscamento, frammentazione, uso di pesticidi e cambiamenti climatici.

AREA DI STUDIO

L’area di studio copre 20 Parchi Nazionali italiani, estesi per oltre 14.000 km², abbracciando le Regioni Biogeografiche Alpina, Continentale e Mediterranea (Figura 1). All’interno di questi parchi, gli habitat forestali, di particolare rilevanza per le specie target, si estendono per oltre 6.700 km². Come riportato in Figura 2, nei Parchi appenninici della Regione Biogeografica Alpina (Abruzzo, Lazio e Molise, Gran Sasso e Monti della Laga, Maiella) le tipologie forestali dominanti sono costituite dalle faggete o da altri boschi di latifoglie. In quelli

alpini prevalgono lariceti e abetine (Stelvio, Gran Paradiso), anche se la copertura a latifoglie e boschi misti è in alcuni casi non trascurabile (Val Grande e Dolomiti Bellunesi). Più omogenea la situazione nella Regione Continentale, in cui dominano faggete e boschi di latifoglie, affiancati dai boschi misti, soprattutto nelle Foreste Casentinesi. Infine, nella Regione Mediterranea dominano in alcuni casi faggete e altri boschi di latifoglie (Appennino Lucano, Cilento, Circeo, Gargano e Pollino), in altri le pinete (Alta Murgia, Cinque Terre, Sila). Nell’Aspromonte si osserva invece una composizione più bilanciata, con presenza rilevante di tutte e tre le tipologie forestali, alle quali si affianca una percentuale non trascurabile di boschi misti.

METODOLOGIA

Lo studio pilota è strutturato in cinque fasi operative, che coprono l’intero processo di monitoraggio, dalla progettazione iniziale all’analisi dei dati.

Le fasi previste sono: (i) definizione della strategia di raccolta dei dati; (ii) formazione degli operatori incaricati delle attività sul campo; (iii) realizzazione pratica dei campionamenti e successiva (iv) archiviazione ed (v) analisi dei dati raccolti. Ad oggi, le fasi (i) e (ii) sono state completate, mentre le fasi (iii) e (iv) sono attualmente in corso. La fase (v), relativa all’analisi dei dati, è in fase di definizione e sarà implementata al termine del ciclo di campionamento previsto. In particolare, per la definizione della strategia di raccolta dei dati (i), si è adottato un approccio su due livelli o scale geografiche: è stato dapprima definito un Piano di Campionamento a Scala Nazionale ([Bertolino e Dell’Agnello, 2025](#)), con lo scopo di definire il numero di aree di monitoraggio per area

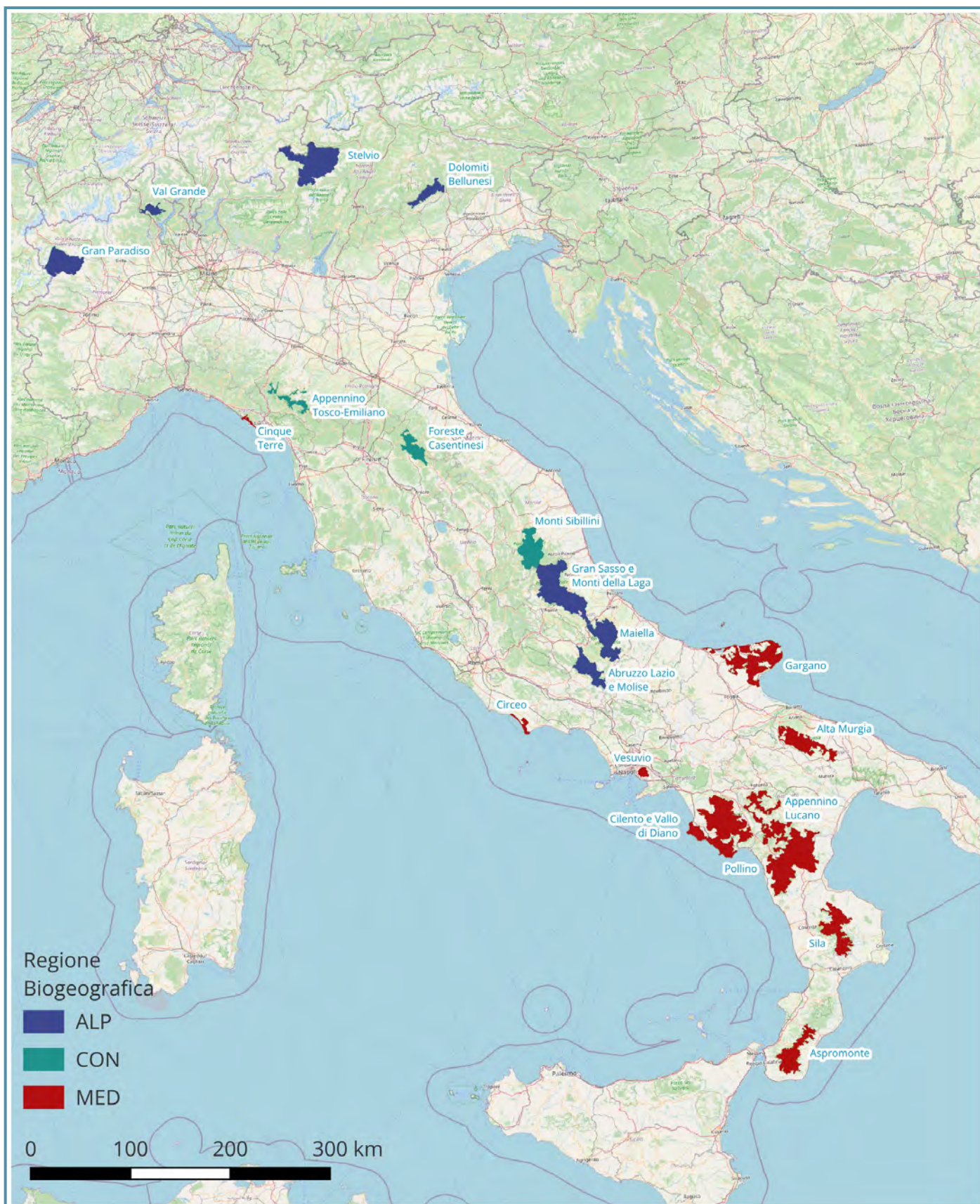


Figura 1. I 20 Parchi Nazionali peninsulari nei quali viene realizzato lo studio pilota per il monitoraggio delle specie di gliridi, suddivisi in base alla Regione Biogeografica di appartenenza (ALP – alpina, CON – continentale, MED – mediterranea) (fonte: elaborazione degli Autori).

protetta e le modalità per la raccolta ed elaborazione dei dati relativi alla distribuzione e all'abbondanza dei gliridi. Successivamente, il Piano Nazionale è stato declinato in Piani di Campionamento a Scala di Area Protetta, nei quali è stato fornito il livello di dettaglio necessario per l'effettiva attuazione del Piano Nazionale all'interno dei singoli Parchi, inclusa la georeferenziazione dei siti di campionamento. Nell'ambito dei Piani per i singoli Parchi, le finestre temporali per la raccolta dei dati sono state inoltre adattate, in accordo con il Piano Nazionale, per tenere conto dei tempi di avvio del progetto, garantendo comunque la coerenza dei rilevamenti tra i diversi Parchi.

Tecniche di campionamento

Il Piano a Scala Nazionale, e di conseguenza i Piani a scala dei Parchi, prevedono l'uso di due tecniche di campionamento per la raccolta dei dati sul campo, basate sull'uso delle cassette-nido (*nest box*) e di tubi per il rilevamento delle impronte (*footprint tunnel* o *track tube*).

Le cassette-nido (Figura 3a) sono lo strumento principale per rilevare presenza e abbondanza di moscardino e dromio, ma vengono utilizzate anche da ghio e quercino, ed il loro utilizzo come principale tecnica di rilevamento per queste specie è raccomandato dal Manuale ISPRA per il monitoraggio di specie di interesse comunitario ([Stoch e Genovesi, 2016](#)). Tali

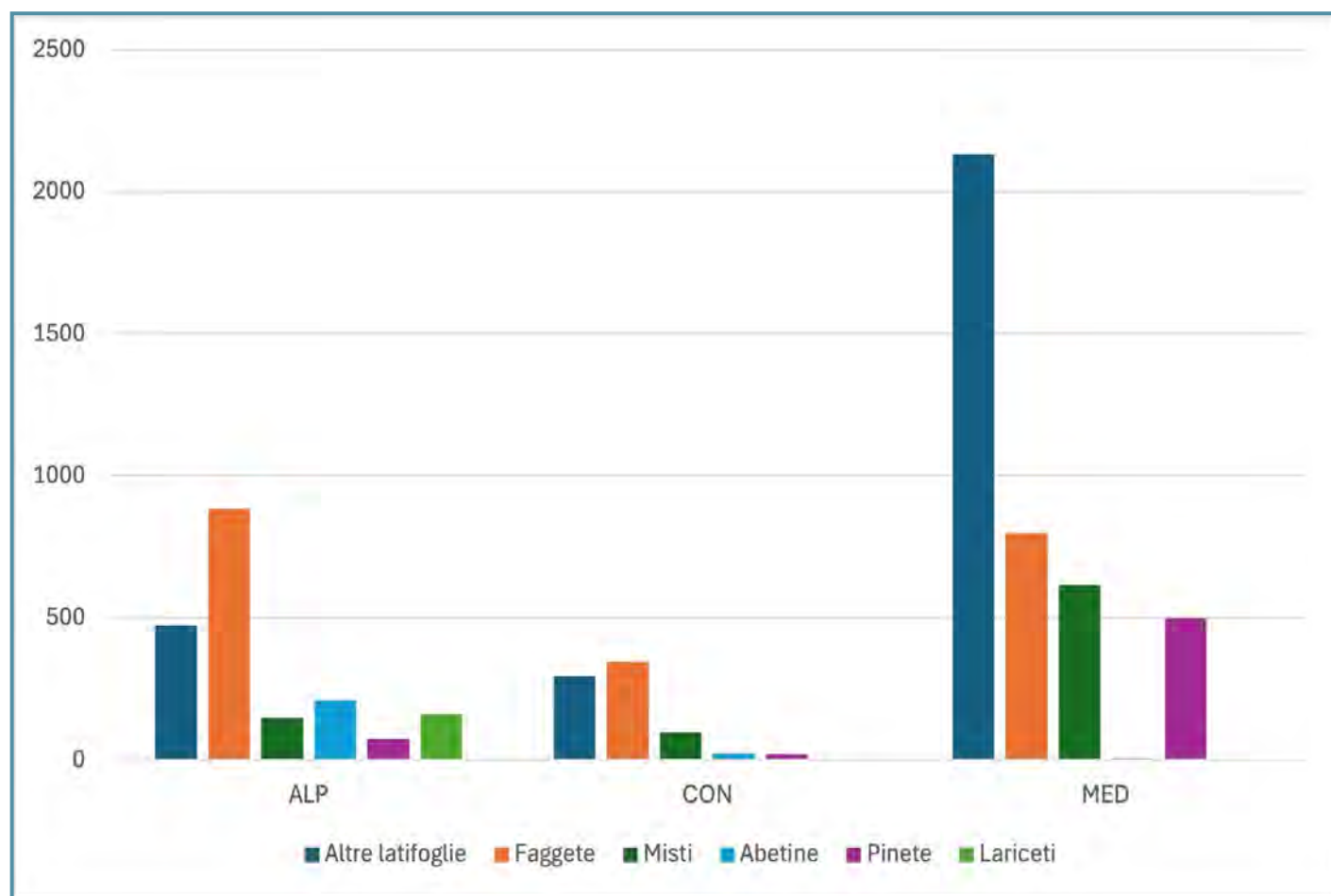


Figura 2. Estensione (km²) delle diverse tipologie forestali nei Parchi Nazionali della Regione Biogeografica alpina (ALP), continentale (CON) e mediterranea (MED) (fonte: elaborazione degli Autori).

strutture sono costituite da cassette in legno (18×13×14 cm), con foro d'ingresso di 32 mm rivolto verso il tronco, una soluzione che riduce la loro occupazione da parte di specie uccelli. Ogni sito di monitoraggio prevede l'installazione di 49 cassette-nido, disposte in una griglia 7×7 m con 40 metri di distanza tra i punti, come raccomandato dal Manuale ISPRA (Stoch e Genovesi, 2016) e dal protocollo ATIt. Le cassette sono fissate a circa 150–160 cm dal suolo su alberi o grandi arbusti. Il monitoraggio si effettua quattro volte l'anno (idealmente: maggio, giugno, settembre e ottobre), tenendo conto delle differenze stagionali e biogeografiche nell'attività delle specie. L'ispezione avviene preferibilmente con endoscopio a fibra ottica, per ridurre il disturbo e migliorare la sicurezza degli operatori, aprendo manualmente la cassetta soltanto se necessario. Oltre ai gliridi, vengono registrate anche altre specie eventualmente presenti (uccelli, roditori, insetti). Questa metodologia, condotta in modo continuativo, consente di raccogliere dati utili per stimare

la densità e l'abbondanza relativa, oltre a fornire informazioni di lungo termine sulla fenologia e sugli effetti dei cambiamenti climatici.

I *footprint tunnel* (Figura 3b) costituiscono, invece, un metodo indiretto di monitoraggio, basato sulla registrazione delle impronte lasciate dagli animali ([Melcore et al., 2020](#)). Si tratta di tubi in plastica (25-31 cm di lunghezza, 5,6 cm di larghezza/altezza) contenenti cartoncini assorbenti e tamponi imbevuti di un inchiostro organico atossico (miscela di olio d'oliva e carbone vegetale). Quando i gliridi o altri piccoli animali attraversano il tunnel, si sporcano le zampe e imprime le tracce sui cartoncini, successivamente identificabili a livello di specie. Il Piano prevede 400 transetti, ciascuno formato da 10 *tunnel* disposti a 100 m di distanza l'uno dall'altro, preferibilmente su rami orizzontali. Questo schema riduce il rischio che lo stesso individuo venga registrato più volte in sequenza, garantendo una maggiore indipendenza dei rilevamenti. I transetti vengono idealmente installati a

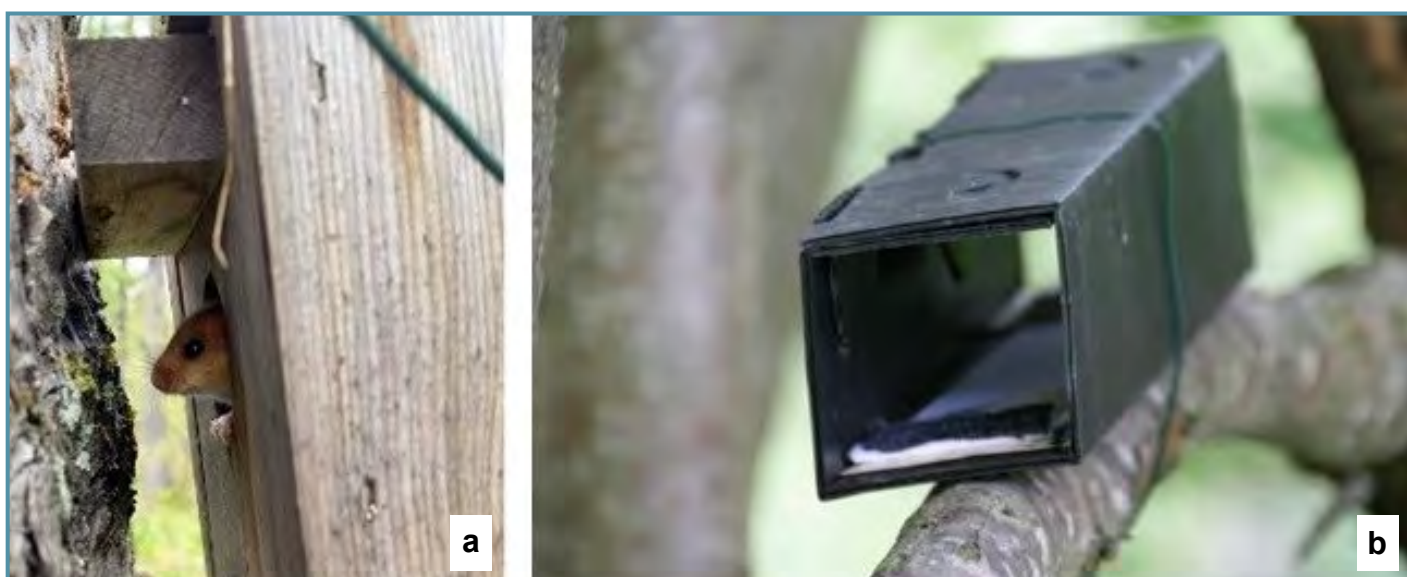


Figura 3. Strumenti per il rilevamento della presenza dei gliridi utilizzati nell'ambito dello studio pilota: a) cassetta-nido occupata da un moscardino, b) footprint tunnel montato (foto di A. Angotti (a); S. Bertolino (b)).

luglio e controllati quattro volte a intervalli di 15 giorni, sostituendo i cartoncini e ricaricando i tamponi, quando necessario. Questa tecnica consente di rilevare la presenza delle diverse specie di gliridi senza manipolazione diretta degli animali, risultando particolarmente efficace per il moscardino e il driomio, ma utilizzabile anche per ghiro e quercino (Melcore et al., 2020). Le cassette-nido permettono di raccogliere dati diretti e quantitativi su presenza e abbondanza, mentre i *footprint tunnel* forniscono un'informazione complementare, utile per ampliare la copertura spaziale del monitoraggio. L'uso congiunto delle due metodologie garantisce un quadro completo e affidabile dello stato delle popolazioni di gliridi nei Parchi Nazionali italiani.

Disegno di campionamento

La definizione dei siti di monitoraggio tra i Parchi Nazionali ha seguito un processo di stratificazione progressiva, per garantire rappresentatività ecologica e coerenza con gli obiettivi di conservazione a livello europeo. In una prima fase, ISPRA ha stabilito una distribuzione preliminare dei materiali, tenendo conto dell'estensione delle superfici forestali nei singoli Parchi.

A tal fine, sono stati presi in considerazione i 20 Parchi Nazionali peninsulari. Per le cassette-nido, sono stati selezionati esclusivamente i parchi con oltre 50 km² di foreste, ai quali sono stati assegnati da 3 a 5 siti ciascuno. Per i *footprint tunnel*, la ripartizione è stata definita secondo soglie graduali: da 5 siti nei Parchi con meno di 50 km² di boschi, fino a un massimo di 25 nei Parchi con oltre 300 km².

Questa ripartizione iniziale è stata raffinata attraverso una stratificazione su più livelli, in

particolare per quanto riguarda i siti delle cassette-nido:

1. Regioni Biogeografiche: anche ai fini della rendicontazione Direttiva Habitat, l'Italia è suddivisa in tre Regioni (Alpina - ALP, Continentale - CON, e Mediterranea - MED), che presentano comunità faunistiche e condizioni ecologiche distinte;
2. tipologie forestali: per ciascuna regione biogeografica è stata calcolata, attraverso i dati [Corine Land Cover a livello IV](#), la superficie complessiva degli habitat idonei individuati. I siti di monitoraggio con cassette nido (n=60) sono stati distribuiti proporzionalmente all'estensione di tali habitat in ogni Regione Biogeografica;
3. rappresentatività a scala di parco: infine, i siti attribuiti a ciascun parco sono stati collocati privilegiando le tipologie forestali più estese e meglio distribuite, in modo da costruire un campionamento equilibrato e confrontabile tra Aree protette.

I siti con i transetti di *footprint tunnel*, in numero maggiore (n=400), sono stati distribuiti in base all'estensione delle tipologie forestali nei singoli parchi per ogni regione biogeografica.

Per entrambe le tecniche di campionamento, la distribuzione teorica dei siti è stata quindi adattata per garantire la coerenza con il numero effettivo di siti assegnati a ciascun parco in fase preliminare.

Ai fini della definizione del disegno di campionamento, sono stati considerati habitat idonei: i boschi di latifoglie (castagneti - Codice CLC IV liv: 3114, faggete - 3115, boschi mesofili - 3113, igrofilii - 3116 o di querce - 3111 e 3112), i boschi misti (Codice

CLC IV liv: 3131 e 3132) e le diverse tipologie di conifere (pini - Codice CLC IV liv: 3121 e 3122, abeti - 3123, larici - 3124).

Questa scelta assicura che il monitoraggio intercetti la variabilità ambientale utile a comprendere le preferenze ecologiche delle specie *target*.

Gestione dei dati e rendicontazione

Un elemento chiave del Piano Nazionale di Monitoraggio dei gliridi riguarda la gestione, l'archiviazione e la valorizzazione dei dati raccolti. Le informazioni raccolte nei Parchi confluiranno in un database centralizzato e standardizzato, coordinato da ISPRA, che costituirà la base conoscitiva per le analisi a scala nazionale. La raccolta in campo, attualmente in corso, avviene tramite l'applicazione [QField](#), che consente la georeferenziazione immediata dei rilievi e garantisce uniformità nella compilazione delle schede. Ogni dato sarà accompagnato dai relativi metadati (data, metodo utilizzato, operatore e condizioni ambientali, pressioni e minacce rilevate) così da renderlo tracciabile e validabile. Successivamente, le informazioni saranno organizzate in un sistema GIS, utile a produrre mappe aggiornate di distribuzione, abbondanza relativa e caratteristiche degli habitat frequentati dalle specie. Il Piano pone particolare attenzione alla qualità dei dati, prevedendo procedure di controllo e validazione a livello dei singoli parchi e centralmente, per assicurare coerenza e affidabilità. È anche contemplata l'integrazione con banche dati già esistenti, come quelle prodotte da progetti europei o dal [repertorio ATIt](#), per massimizzare l'efficienza e ridurre il rischio di duplicazioni.

Parallelamente, il sistema è stato concepito per rispondere agli obblighi di rendicontazione

previsti dalla Direttiva Habitat (art. 17). I dati raccolti saranno utilizzati per predisporre *report* periodici sullo stato di conservazione delle specie *target*, includendo informazioni su distribuzione, abbondanza, pressioni e minacce, oltre a valutazioni sui *trend*. La rendicontazione sarà articolata su due livelli: da un lato i *report* locali, prodotti a scala dei singoli Parchi e utili per la gestione operativa delle Aree protette; dall'altro una sintesi nazionale, che integrerà le informazioni e restituirà un quadro unitario a scala italiana.

RISULTATI PRELIMINARI E PROSPETTIVE FUTURE

Le attività dello studio pilota, previste inizialmente per la primavera, sono state avviate nel corso dell'estate 2025. A causa di ritardi amministrativi nell'avvio del progetto, nell'ambito dei Piani per i singoli Parchi è stato necessario riprogrammare le attività di campionamento. Il primo ciclo di monitoraggio, che idealmente avrebbe dovuto iniziare a maggio, è stato effettuato a partire da luglio 2025, secondo una pianificazione temporale aggiornata e concordata con ISPRA.

A giugno 2025 è stata comunque resa disponibile la versione definitiva del Piano Nazionale di Monitoraggio (Bertolino e Dell'Agnello, 2025). Il Piano prevede l'adozione delle tecniche di monitoraggio (*cassette-nido* e *footprint tunnel*) e il primo risultato conseguito, a seguito dell'analisi delle tipologie di uso del suolo nei diversi Parchi Nazionali, è rappresentato dalla declinazione del Piano Nazionale in piani specifici per ciascuna area protetta, con collocazione dei siti di campionamento (Figura 4) in modo stratificato all'interno delle diverse regioni biogeografiche e tipologie forestali.

Tabella 1. Ripartizione dei siti di campionamento con cassette-nido e footprint tunnel nei Parchi Nazionali, raggruppati per Regione Biogeografica, e indicazione delle tipologie forestali principali (fonte: elaborazione degli Autori).

Regione Biogeografica	Parco Nazionale	habitat idonei (km ²)	n. siti cassette-nido	n. siti footprint tunnel	tipologie forestali principali
Alpina	Abruzzo, Lazio e Molise	299	3	25	Faggete
	Dolomiti Bellunesi	170	3	20	Latifoglie, Faggete, Misti
	Gran Sasso e Monti della Laga	678	5	25	Latifoglie, Faggete
	Maiella	339	3	25	Latifoglie, Faggete
	Gran Paradiso	90	3	20	Lariceti, Abetine
	Stelvio	291	4	25	Lariceti, Abetine
	Val Grande	81	3	15	Latifoglie, Faggete, Misti
Continentale	Appennino Tosco-Emiliano	169	3	20	Faggete
	Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna	331	3	25	Latifoglie, Faggete, Misti
	Monti Sibillini	280	3	20	Latifoglie, Faggete
Mediterranea	Alta Murgia	74	3	15	Latifoglie, Pinete
	Cilento e Vallo di Diano	951	5	25	Latifoglie, Faggete
	Circeo	42	0	5	Latifoglie
	Gargano	474	4	25	Latifoglie
	Pollino	972	5	25	Latifoglie, Faggete
	Vesuvio	23	0	5	Latifoglie, Misti
	Sila	639	4	25	Misti, Pinete
	Appennino Lucano - Val d'Agri - Lagonegrese	437	3	25	Latifoglie, Faggete
	Aspromonte	419	3	25	Latifoglie, Faggete, Misti
	Cinque Terre	24	0	5	Latifoglie, Misti, Pinete
Totale		6783	60	400	

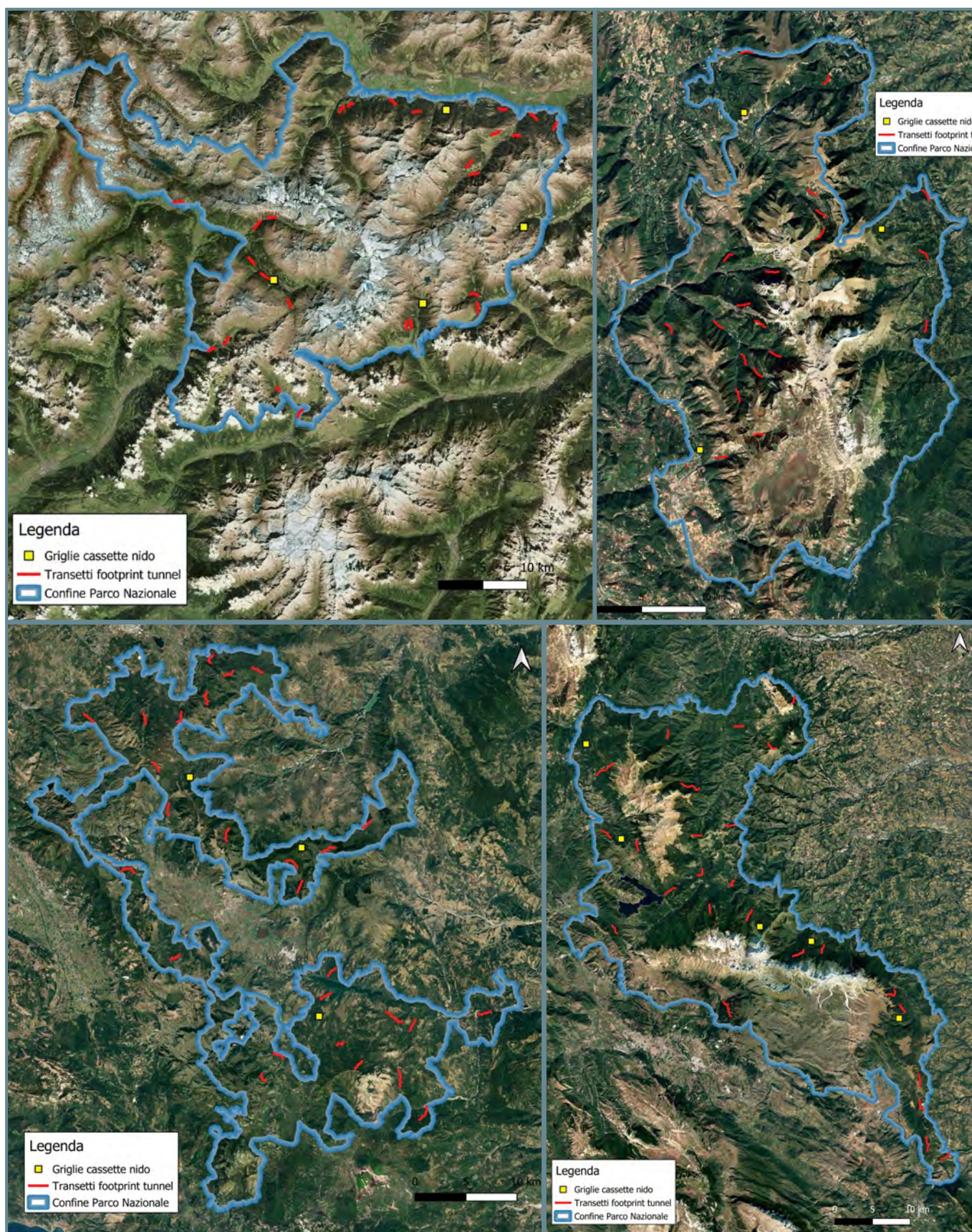


Figura 4. Esempi di distribuzione dei siti di campionamento (griglie di cassette-nido e transetti di footprint tunnel) all'interno dei Parchi Nazionali, secondo quanto definito dai Piani di campionamento a scala delle single aree protette. (fonte: elaborazione degli Autori).

Il risultato finale è una rete di 60 siti con cassette-nido (per un totale di 2.940 cassette) e 400 siti con *footprint tunnel* (4.000 tunnel complessivi), distribuiti nei diversi Parchi su oltre 6.700 km² di foreste. La ripartizione spaziale delle griglie e dei transetti è riportata in Tabella 1. Questa infrastruttura di monitoraggio rappresenta una rete nazionale coordinata, in grado di restituire dati comparabili nello spazio e nel tempo e garantire la copertura dei principali gradienti ecologici italiani.

La prima sessione di controllo delle cassette-nido è avvenuta per tutti i parchi tra la fine di agosto e l'inizio di settembre, a un mese dall'installazione, e sono state avviate anche le attività di rilevamento della presenza delle specie sulla base di quanto rilevato dai *footprint tunnel*. A novembre 2025, l'occupazione delle cassette-nido è stata confermata in 9 dei 17 parchi (53%), valore che potrebbe aumentare con gli ultimi controlli in corso.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'attuazione del Piano Nazionale di Monitoraggio dei gliridi consentirà, per la prima volta in Italia, di raccogliere in modo coordinato e standardizzato dati sulla distribuzione e sull'abbondanza relativa delle cinque specie presenti nel Paese. La raccolta sarà articolata su due livelli: locale, nei singoli Parchi Nazionali, e nazionale, attraverso l'integrazione e l'armonizzazione dei dati provenienti dalle diverse Aree protette.

Per ciascun parco saranno prodotti un geodatabase georeferenziato delle presenze, mappe GIS aggiornate, schede ambientali sintetiche e valutazioni della qualità dell'habitat, con statistiche sullo sforzo di campionamento e stime di abbondanza

relativa nei siti monitorati con cassette-nido e *footprint tunnel*. Saranno inoltre disponibili elenchi delle pressioni e delle minacce rilevate.

L'aggregazione delle informazioni provenienti dai venti parchi coinvolti permetterà di delineare un quadro aggiornato sullo stato di conservazione delle specie *target* a scala nazionale e di valutare in modo sistematico le principali pressioni, inclusi gli effetti del cambiamento climatico e delle attività antropiche. Ciò consentirà di individuare aree critiche e definire azioni di conservazione mirate nei contesti più vulnerabili.

Un risultato rilevante sarà la creazione di una rete permanente di monitoraggio basata sui siti con cassette-nido, configurata come infrastruttura ecologica nazionale. Tale rete garantirà nel tempo la raccolta di dati coerenti e comparabili, essenziali per valutare *trend* di popolazione e variazioni associate a cambiamenti climatici o antropici. Le informazioni acquisite saranno strategiche anche per la rendicontazione prevista dalla Direttiva Habitat e per orientare decisioni gestionali basate su evidenze scientifiche.

Il Piano rappresenta quindi non solo un'iniziativa di monitoraggio, ma un passo verso la costruzione di un sistema nazionale di conoscenza e *governance* della biodiversità. I Parchi Nazionali svolgono un ruolo centrale mettendo a disposizione infrastrutture, personale e competenze, mentre la standardizzazione metodologica assicura dati omogenei e comparabili, superando la frammentazione di approcci che ha limitato studi precedenti.

Le principali sfide riguardano la necessità di garantire risorse, continuità temporale e formazione del personale, nonché un efficace coordinamento tra enti. Il Piano costituisce la

prima esperienza di monitoraggio coordinato e simultaneo dei gliridi in tutti i Parchi Nazionali, dall'Aspromonte allo Stelvio, superando i limiti dei progetti locali e creando una banca dati unitaria utile a individuare pattern ecologici su ampia scala, inclusi gli effetti dei cambiamenti climatici.

L'adozione di protocolli standardizzati, la formazione specifica e, in prospettiva, l'impiego di tecnologie innovative (come sistemi basati su intelligenza artificiale per il riconoscimento delle impronte) permetteranno un monitoraggio continuo, non invasivo ed efficiente. Per i gliridi, questo piano rappresenta un'opportunità per colmare lacune conoscitive, identificare habitat chiave e minacce prevalenti, e fornire basi solide per strategie di conservazione mirate. Rafforzare la conoscenza su questo gruppo significa anche migliorare la capacità di interpretare le trasformazioni degli ecosistemi forestali italiani e predisporre azioni di adattamento più efficaci a beneficio della biodiversità complessiva.

Ringraziamenti

Lo studio pilota descritto in questo lavoro è finanziato dal Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, attraverso il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 2 "Transizione ecologica e rivoluzione verde", Componente 4 "Tutela del territorio e della risorsa idrica", Linea di intervento 3 "Salvaguardare la qualità dell'aria e la biodiversità del territorio attraverso la tutela delle aree verdi, del suolo e delle aree marine", Investimento 3.2 "Digitalizzazione dei Parchi Nazionali e delle Aree Marine Protette", Sub-investimento 3.2 a) "Conservazione della natura – monitoraggio delle pressioni e

minacce su specie e habitat e cambiamento climatico". Si ringraziano per la revisione i due revisori anonimi e gli *editors* di Reticula.

BIBLIOGRAFIA

Aloise G., 2025. Driomio bruio *Dryomys aspromontis*. In Loy A., Bon M., Di Febraro M., Baisero D., Amori G., Atlante dei Mammiferi in Italia/Atlas of Mammals in Italy, pp. 306-307. Edizioni Belvedere, Latina.

Bertolino S., 2017. [Distribution and status of the declining garden dormouse *Eliomys quercinus*](#). Mammal Review 47(2): 133-147.

Bertolino S., Meinig H., Lang J., Buchner S., 2024. [Eliomys quercinus](#). The IUCN Red List of Threatened Species 2024. T7618A3139783.

Bertolino S., Dell'Agnello F., 2025. [Studio pilota per il monitoraggio dei piccoli mammiferi di interesse unionale nei Parchi Nazionali, mediante cassette nido e footprint tunnel. Piano di campionamento a livello nazionale](#). DREAM Italia, NEMO, OIKOS – Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR), Missione 2, Componente 4, Linea di intervento 3, Sub-investimento 3.2a.

Bisconti R., Aloise G., Siclari A., Fava V., Provenzano M., Arduino P., Chiocchio A., Nascetti G., Canestrelli D., 2018. [Forest Dormouse *Dryomys nitedula* populations in southern Italy belong to a deeply divergent evolutionary lineage: implications for taxonomy and conservation](#). Hystrix, the Italian Journal of Mammalogy 29(1): 75-79.

Ciampricotti A., Antonelli D., Puddu G., La Morgia V., Bertolino S., 2023. [Occurrence of fat and hazel dormouse in the Vico Valley: first data on the use of next boxes](#). In: Convegno

Gruppo Piccoli Mammiferi (GPM), Associazione Teriologica Italiana (Atit). Grosseto (IT).

Ciampricotti A., La Morgia V., Puddu G., Argenio A., Bertolino S., 2024a. *What's your choice? Comparative analysis of nest composition in sympatric glirid species*. In: XIII Congresso Italiano Di Teriologia (Atit 2024). Isernia (IT).

Ciampricotti A., La Morgia V., Puddu G., Bertolino S., 2024b. *Unraveling environmental factors shaping the coexistence of two glirid species near hazelnut plantations*. In: XIII Congresso Italiano Di Teriologia (Atit 2024). Isernia (IT).

Godó L., Valkó O., Borza S., Deák B., 2022. [A global review on the role of small rodents and lagomorphs \(clade Glires\) in seed dispersal and plant establishment](#). *Global Ecology and Conservation*: 33:e01982.

Juškaitis R., 2023. [Dormice \(Gliridae\) in the diets of predators in Europe: a review broadening understanding of dormouse ecology](#). *Diversity*, 15(1), 52.

Kirillov A.A., Kirillova N.Y., Ruchin A.B., 2022. [Parasites, bacteria and viruses of the edible dormouse *Glis glis* \(Rodentia: Gliridae\) in the Western Palaearctic](#). *Diversity*, 14(7), 562.

La Morgia V., Sarà M., Capizzi D., 2025. *Ghiro *Glis glis**. In: Loy A., Bon M., Di Febbraro M., Baisero D., Amori G., Atlante dei Mammiferi in Italia/Atlas of Mammals in Italy, pp. 314-317. Edizioni Belvedere, Latina.

Loy A., Aloise G., Ancillotto L., Angelici F.M., Bertolino S., Capizzi D., Castiglia R., Colangelo P., Contoli L., Cozzi B., Fontaneto D., Lapini L., Maio N., Monaco A., Mori E., Nappi A., Podestà M., Russo D., Sarà M., Scandura M., Amori G., 2019. [Mammals of](#)

[Italy: an annotated checklist](#). *Hystrix*, 30(2), 87-106.

Melcore I., Ferrari G., Bertolino S., 2020. [Footprint tunnels are effective for detecting dormouse species](#). *Mammal Review*, 50(3): 226-230.

Melcore I., Sarà M., Sozio G., 2025. *Moscardino *Muscardinus avellanarius**. In: Loy A., Bon M., Di Febbraro M., Baisero D., Amori G., Atlante dei Mammiferi in Italia/Atlas of Mammals in Italy, pp. 318-321. Edizioni Belvedere, Latina.

Melcore I., Sozio G., 2025. *Quercino *Eliomys quercinus**. In: Loy A., Bon M., Di Febbraro M., Baisero D., Amori G., Atlante dei Mammiferi in Italia/Atlas of Mammals in Italy, pp. 310-313. Edizioni Belvedere, Latina.

Mohammadi Z., Kami H. G., Ghorbani F., Khajeh A., Olsson U., 2020. [Cryptic lineage diversity within Forest Dormice \(*Mammalia: Dryomys nitedula*\) revealed by deep genetic divergence among different subspecies on the Iranian Plateau and in adjacent areas](#). *Mammalian Biology* 101(1): 21-34.

Rondinini C., Battistoni A., Teofili C. (a cura di), 2022. [Lista Rossa IUCN dei vertebrati italiani 2022](#). Comitato Italiano IUCN e Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, Roma.

Stoch F., Genovesi P. (a cura di), 2016. [Manuali per il monitoraggio di specie e habitat di interesse comunitario \(Direttiva 92/43/CEE\) in Italia: specie animali](#). Vol. 141/2016. ISPRA, Serie Manuali e linee guida.

Wells C.P., Barbier R., Nelson S., Kanaziz R., Aubry L.M., 2022. [Life history consequences of climate change in hibernating mammals: a review](#). *Ecography*, 2022(6), e06056.