PROVINCIA DI GENOVA

COMUNE DI BARGAGLI

PARCO EOLICO MONTE TRASO

PROGETTO DEFINITIVO



VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI SULLA CHIROTTEROFAUNA

PROFESSIONISTA

PROPONENTE

SEVA S.r.l.

Fraz. PILA n° 78 – Grand Gorraz – 11020 Gressan (Aosta)

MONITORAGGI CHIROTTERI nel proposto sito eolico di Traso (GE)



Commessa: S.e.v.a. srl

Marzo 2011

Istituto Oikos s.r.l.
Sede legale e operativa via Crescenzago 1 - 20134 - MILANO
tel. +39 02 21597581 - fax +39 02 21598963
P.I CF. 06146830960

MONITORAGGI CHIROTTERI nel proposto sito eolico di Traso (GE)

A cura di: Martina Spada[1], Stefania Bologna[1], Brunella Visaggi[1], Dimitri Sonzogni[1], Eugenio Carlini[1], Barbara Chiarenzi[1]

Supervisione scientifica:Adriano Martinoli, Damiano Preatoni– Dipartimento Ambiente-Salute-Sicurezza, Università degli Studi dell'Insubria

[1] Istituto Oikos, Onlus - Via Crescenzago, 1 – 20134 Milano

SOMMARIO

PREMESSA ..... **I**

1. Introduzione **1**

2. Materiali e metodi **3**
2.1. Analisi dei dati pregressi 3
2.1.1 Analisi dell'habitat 3
2.2. Raccolta dei dati 3
2.2.1 Strumentazione utilizzata 3
2.2.2 Ricerca dei rifugi 7
2.2.3 Rilevamento di ultrasuoni al suolo 8
2.2.4 Rilevamento di ultrasuoni in quota 9
2.2.5 Analisi degli ultrasuoni 11

3. Risultati **15**
3.1. Dati Pregressi 15
3.2. Analisi degli habitat 16
3.3. Ricerca dei rifugi 18
3.4. Rilevamento di ultrasuoni al suolo 23
3.5. Rilevamento di ultrasuoni in quota 37

4. Conclusioni **39**

5. Bibliografia **41**

PREMESSA

Il presente elaborato riguarda il monitoraggio della chirotterofauna presso il sito proposto per il posizionamento di 7 aerogeneratori in località Traso (GE).
Il monitoraggio è iniziato nel mese di aprile 2010, sulla base di un layout proposto da SEVA S.r.l., costituito da 5 aerogeneratori della potenza di 2 MW.
Successivamente, a seguito di recenti approfondimenti tecnici svolti da SEVA srl e da Nizzoli Trasporti srl, è emerso che la fase di trasporto di tali turbine avrebbe avuto un impatto ambientale elevato (pesanti modifiche alla viabilità locale).
Inoltre Enel ha riscontrato l'impossibilità di immettere in rete la potenza di immissione richiesta (pari a 10 MW), acconsentendo una potenza pari alla metà del megawattaggio richiesto inizialmente.
Pertanto, SEVA S.r.l. ha deciso di ridurre la taglia delle turbine da 2 MW a 800 kW al fine di consentirne il trasporto senza rilevanti impatti sulla viabilità locale e di poter immettere in rete tutta l'energia prodotta.
Dal momento che le turbine da 800 kW, viste le loro ridotte dimensioni, possono essere posizionate più ravvicinate rispetto a quelle da 2 MW, al fine di ottimizzare lo sfruttamento energetico del sito, SEVA S.r.l. ha optato per inserire due turbine in più rispetto al layout originariamente proposto (Figura 1). Pertanto il monitoraggio della chirotterofauna è stato condotto su un layout da cinque aerogeneratori anziché da 7.
Relativamente al diverso posizionamento degli aerogeneratori il monitoraggio compiuto può venire considerato solo in parte valido in quanto le caratteristiche ambientali dei siti inizialmente proposti e quelle dei nuovi siti non sono del tutto sovrapponibili (Figura 1). Alcuni siti (3) proposti per il nuovo posizionamento degli aerogeneratori ricadono in un habitat, a bosco di latifoglie, diverso da quello che caratterizzava i siti iniziali (prato – pascolo). Ciò comporta una probabile differenza della chirotterofauna, sia a livello di specie che di abbondanza, rispetto a quella rilevata nei siti proposti in origine.
A parità di abbondanza, il posizionamento di aerogeneratori in zone boschive produce un maggior impatto dovuto a collisioni, rispetto al posizionamento degli stessi in zone aperte (Brinkmann, 2006). Alterazioni dell'area boschiva apportano inoltre un aumento dell'attività dei chirotteri, a causa della creazione di zone semiaperte utilizzate come habitat di foraggiamento e un conseguente maggior rischio di impatto con gli aerogeneratori (Grindal & Brigham 1998; Arnett *et al*. 2005).

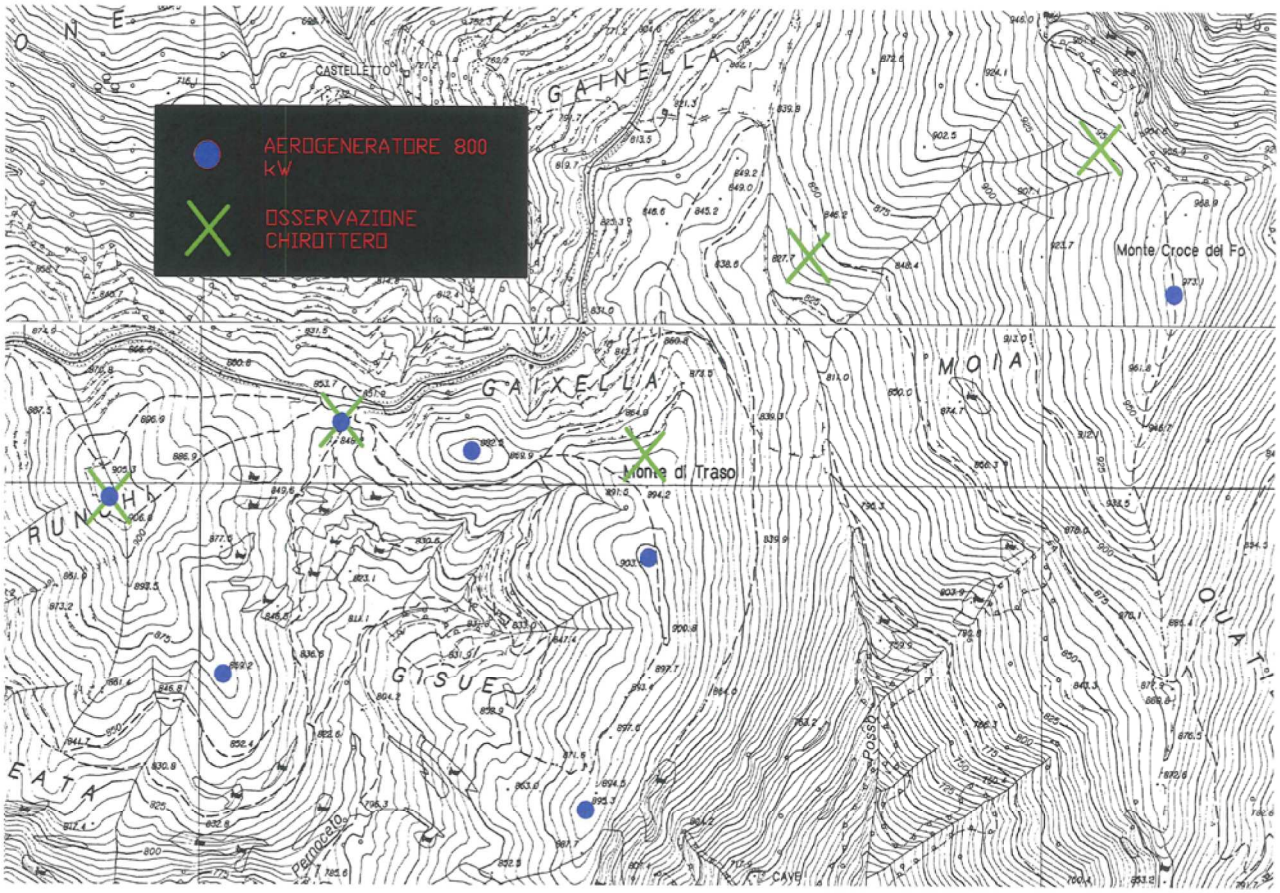


Figura 1 – Sito di Traso in cui si propone la costruzione degli aerogeneratori. Le croci verdi indicano i siti in cui sono stati effettuati i monitoraggi della chirotterofauna e punti blu le posizioni dei 7 aerogeneratori proposti.

L'aggiunta di due aerogeneratori, anche indipendentemente dal loro posizionamento, apporta sicuramente un aumento generale del rischio di impatto in quanto si presenta come un ulteriore ostacolo per la chirottero-fauna.
Le variazioni delle caratteristiche degli aerogeneratori stessi non sono tali da influenzare l'attendibilità del monitoraggio già compiuto. Da studi sull'influenza che le caratteristiche degli aerogeneratori (altezza della torre , la massima altezza raggiunta dai rotori e raggio d'azione dei rotori) hanno rispetto l'impatto dei chirotteri emerge che non c'è correlazione con il raggio d'azione dei rotori, mentre il numero degli animali impattati aumenta esponenzialmente all'aumentare dell'altezza degli aero generatori (con un picco massimo di impatti per altezze > 65 m) indipendentemente se l'aumento di altezza è dovuto a pale più corte posizionate su torri alte o a pale più lunghe posizionate su torri più basse (Barclay R. M. R. *et al*. , 2007).
I nuovi aerogeneratori proposti raggiungono un altezza di 98 m (altezza mozzo 73 m, lunghezza pala 25 m) contro i 116 m (altezza mozzo 78 m, lunghezza pala 39 m) di quelli proposti inizialmente. In entrambi i casi l'altezza raggiunta ricade nell'area critica utilizzata dai chirotteri per gli spostamenti migratori (da < 100 m a > di 1 km, Plissner J.H. *et al*., 2006). La differenza in altezza di 18

m non va quindi a modificare ne positivamente ne negativamente l'impatto che queste potrebbero avere sulla chirottero-fauna.

Il monitoraggio della chirotterofauna nel sito proposto di Traso è quindi da considerarsi solo in parte attendibile a seguito delle variazioni apportate al progetto. L'analisi ambientale, dei rifugi presenti e la valutazione dell'attività dei chirotteri in quota possono infatti considerarsi valide, mentre la valutazione dell'attività e delle specie presenti a livello del suolo nell'area delle torri è solo in parte attendibile, in quanto l'ambiente in cui viene proposto uno dei nuovi aerogeneratori è marcatamente differente rispetto ai precedenti (zona boschiva rispetto ad area a prato-pascolo).

1. INTRODUZIONE

I chirotteri sono un gruppo di mammiferi altamente specializzati che da diversi decenni sono fortemente minacciati in tutta Europa a causa della riduzione di habitat idoneo per il rifugio (per la riproduzione, l'accoppiamento e lo svernamento) e per il foraggiamento, per la distruzione o il disturbo da parte dell'uomo dei siti di rifugio e per la diffusione di pesticidi in agricoltura. Per tali motivi i chirotteri sono protetti ai sensi di leggi nazionali e direttive internazionali. In particolare tutte le specie europee di chirotteri sono inserite all'interno dell'Allegato IV della Direttiva Habitat, e rientrano quindi nelle specie animali che richiedono una protezione rigorosa. Inoltre, ben 13 (di cui almeno 11 presenti in Italia) sono inserite anche nell'Allegato II della medesima Direttiva, come specie la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione.
La diffusione sempre maggiore di impianti eolici ha messo in evidenza come anche i pipistrelli, oltre agli uccelli, siano soggetti ad impatto con i rotori degli aerogeneratori, anche se le cause non sono ad oggi appieno comprese. I chirotteri, a differenza degli uccelli, si orientano grazie ad un "*sonar*" che consente loro di identificare oggetti lungo la traiettoria di volo. In particolare, le specie maggiormente soggette a mortalità, secondo quanto riportato in letteratura, sono proprio quelle specializzate nella caccia in spazi aperti a diversi metri dal suolo, che presentano caratteristiche dei segnali di ecolocalizzazione idonee per l'identificazione a diversi metri di oggetti situati in aree prive di vegetazione.
I chirotteri sono soggetti a mortalità per collisione diretta con le pale in movimento o per emorragia interna che segue il rapido cambio di pressione dell'aria nei pressi delle pale in movimento (barotrauma; Baerwald *et al*., 2008). Sembra inoltre che l'attività principale degli animali intorno alle torri eoliche sia il foraggiamento, indipendentemente dal fatto che le pale siano in movimento oppure no (Rydell *et al*., 2010). Tale fatto dimostra quindi che gli animali non sono attirati da calore, suoni o campi magnetici generati dal motore o dal movimento del rotore.
La maggior parte delle fatalità (90% in Nord Europa) si riscontra tra fine luglio e ottobre, in concomitanza con il periodo delle migrazioni autunnali, anche se un numero considerevole di specie rinvenute morte in corrispondenza di impianti eolici sono considerate sedentarie o migratrici a corto raggio, come ad esempio il pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*; Dulac, 2008) o il serotino di Nilsson (*Eptesicus nilssoni*, Ahlén, 2002). Un'ipotesi che potrebbe spiegare almeno parte della mortalità dei chirotteri nei pressi delle turbine eoliche

riguarda la possibilità che gli animali seguano le migrazioni notturne di alcuni insetti a quote molto elevate dal suolo, e vengano così colpiti dai rotori durante la caccia, che svolgono con le stesse modalità anche in periodo migratorio (Rydel *et al*., 2010).
Nonostante il fenomeno della mortalità dei chirotteri in corrispondenza degli impianti eolici sia quindi poco compreso, è indubbia la necessità di identificare con monitoraggi standardizzati la presenza delle diverse specie per tutto il periodo di attività (da aprile a ottobre), al fine di individuare il reale impatto di un parco eolico sulla chirotterofauna e valutare eventuali forme di mitigazione.
Il presente lavoro è stato svolto seguendo le metodologie e le indicazioni riportate nel protocollo per l'indagine dell'avifauna e dei chirotteri nei siti proposti per la realizzazione di parchi eolici della Regione Liguria (Allegato alla D.G.R. 551/2008 "Norme tecniche art. 16 l.r. 38/98. Indirizzi per lo sfruttamento delle energie rinnovabili.).

2. MATERIALI E METODI

2.1. ANALISI DEI DATI PREGRESSI

Durante il corso del monitoraggio è stato raccolto materiale esistente relativo alla chirotterofauna dell'area in esame per ottenere il maggior numero di informazioni sulle specie presenti e la loro distribuzione.
Sono state quindi utilizzate le seguenti fonti:

- Articoli pubblicati su riviste scientifiche.
- Relazioni tecniche.
- Interviste a funzionari di enti parco, comunità montane, comuni.
- Formulari e documenti dei Siti natura 2000 (Siti di Importanza Comunitaria e Zone di Protezione Speciale).
- European Environmental Agency (EEA). The Article 17 report for the period 2001-2006 biodiversity.eionet.europa.eu/article17/index_html/speciessummary

2.1.1 ANALISI DELL'HABITAT

Per valutare la disponibilità di habitat idonei alla chirotterofuna all'interno dell'area in esame, sono stati analizzati mediante software GIS tutti gli habitat presenti in un raggio di 5 km dal sito proposto per la realizzazione del parco eolico. Come cartografia degli habitat è stato utilizzato lo strato informativo Corine Land Cover (Corine Land Cover Seamless Vector Data 2000, version 13 – 02/2010, European Environmental Agency), che presenta 44 classi di copertura del suolo.

2.2. RACCOLTA DEI DATI

2.2.1 STRUMENTAZIONE UTILIZZATA

*Rilevatori di ultrasuoni (*bat detector*)*

Durante i monitoraggi sono stati utilizzati 3 diversi dispositivi in grado di abbassare la frequenza dell'emissione ultrasonora (denominati *bat detector*), in modo da renderla udibile per l'orecchio umano, convertendola cioè in un intervallo di frequenze compreso tra 20 Hz e 20 kHz.

L'efficacia del *bat detector* nel rivelare la presenza di chirotteri dipende dalla sensibilità del dispositivo, dall'intensità del segnale, dalla struttura dell'habitat in cui si effettua il rilevamento, nonché dalla distanza tra sorgente sonora e ricevitore e dalle loro posizioni relative (Agnelli *et al*., 2004).
Alcune specie, come *Plecotus* spp. e *Rhinolophus* spp., emettono segnali difficili da captare con un *bat detector*. I chirotteri del genere *Plecotus* producono segnali ultrasonori particolarmente deboli e perciò difficilmente percepibili, sia da parte dei Lepidotteri timpanati di cui spesso si nutrono, sia da parte dell'operatore che utilizza un *bat detector*. Analogamente, i Rinolofidi emettono segnali ultrasonori assai direzionali e di frequenza elevata (le alte frequenze subiscono forte attenuazione atmosferica) e perciò non sono facilmente rilevabili, soprattutto a una certa distanza (Agnelli *et al*., 2004).

I rilevatori di ultrasuoni utilizzati, a seconda del modello, operano in differenti modalità, di seguito riportate. L'impiego di ciascuno strumento viene poi descritto nella sezione relativa ai rilievi effettuati.

1. *Bat detector* in espansione dei tempi (*time expansion*)
Tali rilevatori di ultrasuoni (modello D-980 e D-240X Ultrasound detector, Pettersson Elektronik AB; Pettersson, 1999; Figura 2.2) possono operare in modalità espansione dei tempi (*time expansion*). L'operazione dell'espansione dei tempi equivale ad una registrazione convenzionale e ad una riproduzione della stessa a velocità ridotta: il segnale ultrasonoro viene discretizzato (campionato) in campioni digitali spaziati in modo uniforme nel tempo e le informazioni sono immagazzinate su una memoria digitale (Pettersson, 1999). La procedura di espansione temporale, svolta automaticamente dall'apparecchio, prevede l'inserimento, tra un campione ed il successivo, di nove ulteriori campioni con valore nullo: la scala temporale risulta di conseguenza espansa di 10 volte rispetto all'originale. Si tratta di una modalità di trasformazione dei segnali ultrasonori molto vantaggiosa, perché la struttura del segnale è completamente conservata e si presta ad analisi dettagliate (Agnelli *et al.,* 2004).
Il modello D-980 utilizza un microfono per ultrasuoni Pettersson Elektronik AB serie D–900, e permette di registrare a scelta intervalli temporali di 3 o 12 secondi, mentre il modello D-240X utilizza un microfono *electret* (microfono a condensatore) e permette di registrare a intervalli temporali di 3.4, 1.7 e 0.1 secondi.
Entrambi i modelli possono operare in modalità automatica, attivando la registrazione in seguito ad un segnale di ampiezza superiore ad una soglia fissata dall'operatore, oppure manualmente, memorizzando i secondi di segnale immediatamente precedenti l'intervento dell'operatore attraverso il pulsante "stop".



Figura 2.2 – A sinistra *bat detector* D – 980 e a destra modello D – 240X (Pettersson Elektronik AB).

Una volta registrato il segnale in modalità *time expansion* il rilevatore di ultrasuoni non è in grado né di riscontrare altre emissioni ultrasonore presenti nell'ambiente, né tanto meno di acquisirle (Jones *et al.,* 2000) in quanto continua a "risuonare" sempre lo stesso segnale fino a quando questo non viene riportato su un altro strumento di registrazione. L'inconveniente viene in parte riparato in quanto entrambi i *bat detector* permettono di lavorare contemporaneamente in *time expansion* e in eterodina o in divisione di frequenza semplicemente impostando i 2 auricolari utilizzati dall'operatore nelle 2 modalità. Ciò permette di poter continuare a udire eventuali altre emissioni ultrasonore prodotte da microchirotteri nel raggio di azione del rilevatore, pur non potendo effettuare nuove registrazioni, fino a che la precedente non venga digitalizzata (Henning, 2009).

2. *Bat detector* in divisione di frequenza: questo rilevatore di ultrasuoni è stato costruito mediante un circuito elettronico che prende in ingresso un segnale con una certa frequenza e genera in uscita un segnale con frequenza divisa per 8 in modo da divenire sufficientemente bassa da essere udita. La divisione di frequenza opera su un'ampia banda: tutti i segnali vengono rilevati, qualunque sia la loro frequenza, per cui questo metodo è molto utile per rivelare tutti i passaggi di chirotteri indipendentemente dalla frequenza degli impulsi (Vaughan *et al*., 1997).
I limiti di tale strumento sono i seguenti:

1. la struttura del segnale rilevato non viene completamente conservata perché solo la componente armonica più ricca in energia è restituita (Parsons *et al*., 2000);
2. il *bat detector* genera delle armoniche artificiali che non possono essere rimosse;
3. il rumore di fondo è piuttosto alto ed è difficile ottenere registrazioni chiare.

Registratori digitali

L'archiviazione dei dati ultrasonori registrati mediante *bat detector* è stata effettuata riportando immediatamente i campioni su registratori digitali portatili (modello H4n *Handy Recorder* e H2 *Handy Recorder*, Zoom Corporation, Figura 2.3) in formato *.mp3 o *.wav.
Maggiori dettagli riguardo al tipo di archiviazione vengono forniti nelle sezioni relative ai monitoraggi effettuati.



Figura 2.3 – A sinistra registratore digitale Zoom H2 e a destra modello Zoom H4.

Pallone aerostatico

Il pallone aerostatico utilizzato durante i monitoraggi è un pallone gonfiabile ad elio di 150 cm di diametro, composto da un involucro esterno in *ripstop* (tessuto in *nylon* con una rete di fili che lo rinforza e lo rende maggiormente resistente agli strappi) e da un pallone in lattice naturale (Twin latex ballon, Tecnofly). Il pallone viene manovrato e ancorato al suolo con l'utilizzo di due

fili in Spectra (polietilene ad alto modulo elastico) regolati con mulinelli per la pesca d'altura (Figura 2.4).



Figura 2.4 – Pallone aerostatico utilizzato durante i rilievi di ultrasuoni in quota.

2.2.2 RICERCA DEI RIFUGI

L'attività di ricerca dei *roost* si è concentrata soprattutto nei mesi estivi di giugno e luglio.
In seguito all'individuazione cartografica di potenziali siti di rifugio di chirotteri quali chiese, ponti e grotte, nell'arco di 5 km dal sito proposto per il parco eolico, si è proceduto ad effettuare dei sopralluoghi durante il giorno per verificare la presenza di animali o tracce.
Per le chiese che è stato possibile visitare (previa autorizzazione dei parroci competenti) è stata accertata la presenza di spazi idonei (sottotetti, controsoffitti, fessure nelle cavità delle pareti o tra gli ornamenti, cassonetti di organi inutilizzati) per ospitare gli animali.
L'eventuale presenza di chirotteri è stata valutata cercando segni di presenza, in particolare guano, e attraverso l'osservazione diretta. Nel caso di ponti in pietra, si è cercato di individuare eventuali fessure e camere tra le arcate idonee al rifugio, rivolgendo particolare attenzione alla ricerca di guano, anche

se in questo caso il tipo di superficie sottostante l'arcata, spesso acqua e vegetazione, ha reso il rinvenimento di tracce di presenza difficoltoso.
In caso di presenza di animali, la specie di appartenenza è stata identificata per osservazione diretta o mediante analisi degli ultrasuoni registrati con *bat detector* in modalità manuale e archiviati su memoria digitale in formato *.wav.
I campioni audio eventualmente raccolti sono stati registrati durante il sopralluogo diurno, oppure al momento dell'involo degli animali, con gli operatori posizionati all'esterno della struttura. Tale metodo è stato utilizzato anche per effettuare il conteggio degli animali presenti.

2.2.3 RILEVAMENTO DI ULTRASUONI AL SUOLO

Per i rilevamenti di ultrasuoni al suolo sono stati compiuti due punti di ascolto al mese, della durata di 30 minuti, presso ogni sito proposto per la collocazione di un aerogeneratore, e un punto di ascolto al mese, sempre della durata di 30 minuti, in punti di saggio, uno per ogni aerogeneratore previsto, situati nel raggio di 2 km in linea d'aria dal sito eolico proposto.
In base al protocollo regionale per l'indagine dell'avifauna e dei chirotteri nei siti proposti per la realizzazione di parchi eolici, e come suggerito da Rodrigues *et al.* (2008) le registrazioni sono state fatte in diversi periodi della notte a seconda della stagione:

- 15/03-15/05: per le prime quattro ore della notte a partire da mezz'ora dopo il tramonto
- 01/06-15/07: notte intera
- 01/08-30/08: per le prime quattro ore della notte a partire da mezz'ora dopo il tramonto
- 01/09-31/10:notte intera.

I dati audio sono stati campionati utilizzando alternativamente i 2 modelli di *bat detector* D-980 e D-240 – (Ultrasound detector, Pettersson Elektronic AB, Pettersson, 1999) in modalità *time expansion.* Si è operato in modalità di registrazione manuale, con un intervallo temporale di 3 secondi per il D-980 e 1.7 secondi per il D-240X.
I campioni sono stati archiviati rispettivamente sui 2 registratori digitali portatili Zoom H4n e Zoom H2, in formato *.wav con 44100 campioni al secondo e 16 bit di risoluzione.
Per ciascun punto di ascolto è stata annotata la data, l'ora di inizio e fine del monitoraggio, la temperatura (in °C), le condizioni meteo (sereno, parzialmente nuvoloso, nuvoloso, pioggia) e quelle del vento (vento assente, debole, moderato, forte) su apposite schede (Figura 2.5).

Data	Luogo		
Temperatura	Condizioni meteo	Vento	
	Ora inizio	Ora fine	Folder
Torre 1			
Torre 2			
Torre 3			
Torre 4			
Torre 5			
Torre 6			
Note			

Figura 2.5 – Scheda cartacea utilizzata per la raccolta dei dati relativi ai rilevamenti di ultrasuoni al suolo.

2.2.4 RILEVAMENTO DI ULTRASUONI IN QUOTA

I rilevamenti in quota sono stati effettuati con l'utilizzo di un pallone aerostatico, a cui è stata sospesa la strumentazione utilizzata per la registrazione degli ultrasuoni, composta da un *bat detector* e da un registratore digitale (Zoom H2, Figura 2.6). Per i dettagli relativi alla strumentazione si rimanda al paragrafo 2.2.1.

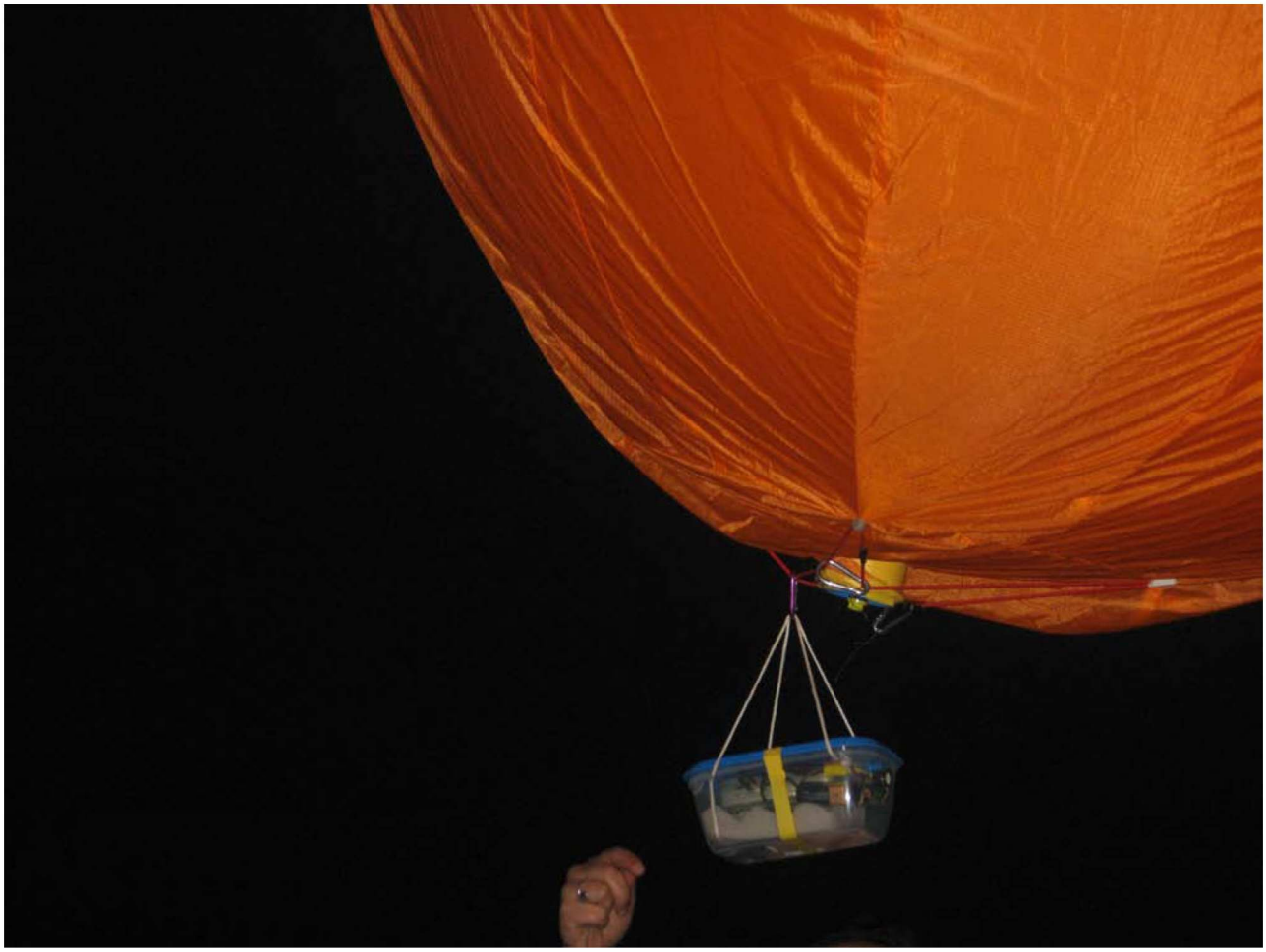


Figura 2.6 – Strumentazione per la registrazione degli ultrasuoni in quota sospesa per mezzo di corde al pallone ad elio.

I rilevamenti di ultrasuoni in quota sono stati effettuati tre volte durante il corso dell'anno, una in primavera e due in periodo tardo estivo-autunnale, in corrispondenza dell'area individuata per il posizionamento delle torri, in modo da valutare la presenza di eventuali flussi migratori. Le registrazioni sono state effettuate per l'intera durata della notte.
In periodo primaverile, per la registrazione degli ultrasuoni, è stato utilizzato il *bat detector* a divisione di frequenza (cfr. sezione 2.2.1), collegato ad un microfono ad ultrasuoni, registrando in continuo il segnale rilevato in formato *.mp3 con 96 kilobit per secondo di risoluzione.
In periodo tardo-estivo e autunnale è invece stato utilizzato il *bat detector* D-240X (Pettersson Elektronik AB) in modalità espansione temporale (*time expansion*), registrando gli ultrasuoni in formato *.wav con 44100 campioni per secondo e 16 bit di risoluzione. Il registratore è stato impostato in modalità automatica, in modo da essere attivato solamente in presenza di un segnale audio in ingresso di almeno 42 dB. In tal modo è stato possibile registrare singoli segnali di breve durata (2,7 secondi) ad una risoluzione maggiore di quella consentita dal formato *.mp3.

2.2.5 ANALISI DEGLI ULTRASUONI

Gli impulsi ultrasonori registrati nella stazione di ascolto sono stati sottoposti ad analisi volte a ottenere una caratterizzazione del segnale che permette di avere informazioni riguardanti la specie o il genere di appartenenza (Boonman *et al.*, 2009; Estók e Siemers, 2009; Toffoli, 2007; Preatoni *et a*l., 2005; Pfalzer e Kusch, 2003; Russo & Jones, 2002; Barataud, 1996; Tupinier, 1996). Queste analisi sono state effettuate con l'utilizzo dei *software* BatSound 3.2 e SonoBat 2.9.5, programmi specificatamente progettati per l'analisi di impulsi ultrasonori, che consentono di visualizzarne lo spettrogramma, ovvero la rappresentazione grafica della loro intensità in funzione del tempo e della frequenza (Figura 2.7), l'oscillogramma (intensità in funzione del tempo) e lo spettro di potenza (frequenza in funzione dell'intensità).
Le principali misure considerate, effettuate sui segnali digitalizzati, sono:

- Frequenza iniziale
- Frequenza massima
- Frequenza minima
- Frequenza alla massima intensità
- Frequenza finale
- Frequenza a metà impulso

Tutti i parametri considerati sono espressi in chilohertz (kHz).

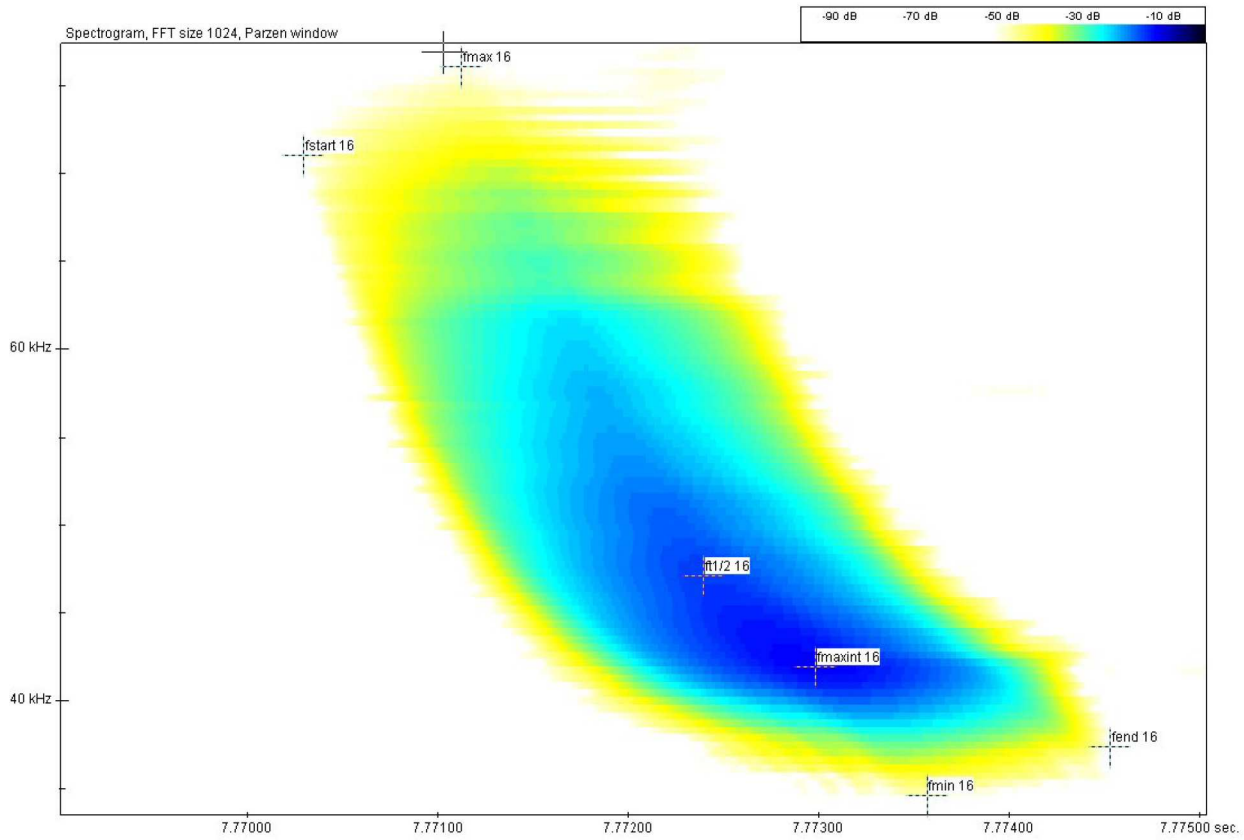


Figura 2.7 – Spettrogramma di un impulso ultrasonoro di pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*), sottoposto ad analisi.

Oltre a considerare i parametri sopra esposti si è operata una categorizzazione morfologica degli impulsi prendendo spunto da quanto proposto da De Oliveira (1998) (Figura 2.8).

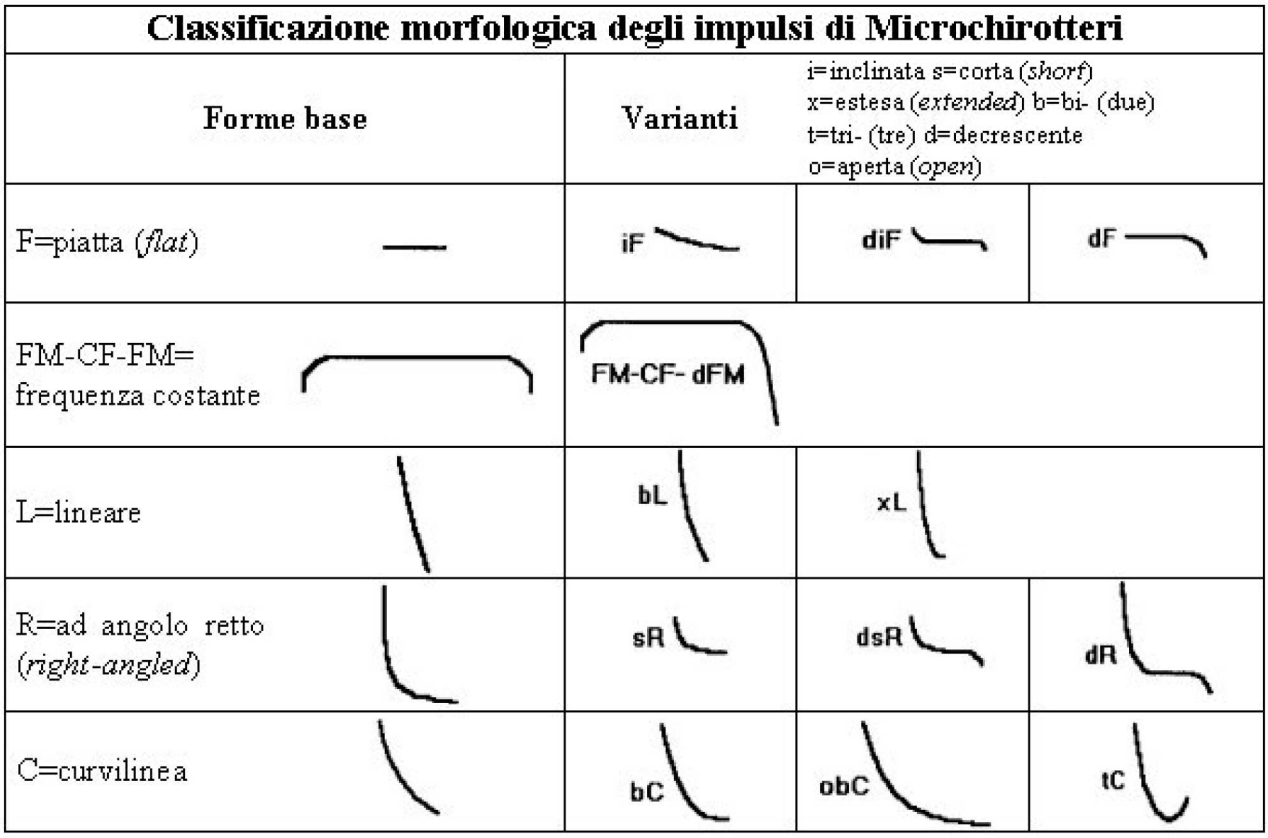


Figura 2.8 – Classificazione morfologica degli impulsi (da De Oliveira modificato).

L'analisi dei campioni così effettuata consente la classificazione di specie o gruppi di specie, di seguito elencati (riferiti alla situazione nazionale). Gruppo dei piccoli *Myotis*, che comprende *Myotis nattereri* (vespertilio di Natterer), *M. emarginatus* (vespertilio smarginato), *M. daubentonii* (vespertilio di Daubenton), *M. capaccinii* (Vespertilio di Capaccini), *M. mystacinus* (vespertilio mustacchino), *M. bechsteinii* (vespertilio di Bechstein); gruppo dei grandi *Myotis*, che comprende *Myotis myotis* e *M. blythii*; gruppo *Eptesicus-Nyctalus*, che comprende *E. serotinus* (serotino), *Nyctalus leisleri* (nottola di Leisler), *N. noctula* (nottola comune), *N. lasiopterus* (nottola gigante).
L'identificazione specifica non è sempre possibile in quanto specie diverse (spesso congeneriche) che cacciano in ambienti simili ecolocalizzano mediante segnali di struttura e frequenza simile, con parametri sovrapponibili. Inoltre, molte specie di chirotteri mostrano una convergenza della struttura dei segnali in ambienti chiusi. In particolare, si assiste ad un aumento dell'ampiezza di banda della frequenza del segnale, a una riduzione della durata e a un innalzamento delle frequenze iniziale, centrale, finale e di massima energia. Spesso, in tali circostanze vengono soppressi caratteri che risulterebbero altrimenti diagnostici (Agnelli *et al.,* 2004).

Per tali motivi si è ritenuto preferibile riportare la classificazione degli impulsi a gruppi di specie in caso di segnali ambigui.
In caso di registrazione di segnali molto deboli o con troppo rumore di fondo, in cui non erano visibili i caratteri diagnostici essenziali, non è stato possibile procedere alla classificazione della specie.

Sistema automatico di classificazione ADEBAT

L'analisi degli ultrasuoni registrati durante le attività di monitoraggio sono state condotte anche con l'aiuto di un *software* di classificazione automatica degli impulsi denominata ADEBAT (Henning, 2009). Tale sistema di classificazione lavora in ambiente R (R Development Core Team, 2008), ambiente di sviluppo integrato che permette di elaborare dati, eseguire calcoli ed effettuare rappresentazioni grafiche, anche per *set* di dati molto ampi.
Il sistema di classificazione si compone di 3 procedure di analisi diverse: la prima importa le variabili bioacustiche create dal Software *Sonobat* (v2.9 e 2.9.5); la seconda attua una caratterizzazione descrittiva dei parametri bioacustici misurati per ogni singola specie (con l'utilizzo di *box-and-whisker plot* per una rappresentazione grafica dei valori dei parametri rilevati per ciascuna specie, e con tabelle riportanti le statistiche descrittive delle variabili riportate in letteratura come discriminanti per le diverse specie); la terza sviluppa infine un sistema di classificazione dei dati bioacustici attraverso metodi di classificazione *Random forest.*
ADEBAT permette di selezionare diversi scenari, sia ambientali (pensati appositamente per includere nel sistema di classificazione solo le specie che sono note frequentare una determinata tipologia ambientale), sia legati alla scelta del rifugio o al grado di conservazione delle specie. È presente inoltre uno scenario "completo", utilizzato nel presente lavoro, che contiene il maggior numero di specie possibili (26).
Applicando lo scenario "completo" il tasso di efficienza del sistema di classificazione è riportato pari al 74.2 % (Henning, 2009).
Il sistema risulta particolarmente preciso nell'identificazione degli impulsi appartenenti alle tre specie di Rinolofidi: le frequenze massime dei rappresentanti del genere non presentano alcuna sovrapposizione tra loro.
Una classificazione meno precisa si ha per *Hypsugo savii* spesso classificato come appartenente al genere *Pipistrellus* o al genere *Eptesicus*. Tale "confusione" è correlata al fatto che *Hypsugo savii* mostra effettivamente caratteristiche intermedie tra i generi *Pipistrellus* ed *Eptesicus*.
Il genere *Plecotus* viene classificato correttamente, ma l'identificazione della specie, date le caratteristiche stesse degli impulsi ultrasonori, molto deboli e con sovrapposizione di frequenze tra le diverse specie viene considerata poco precisa.
Per le specie appartenenti al genere Myotis l'errore di classificazione è riportato variare da un minimo del 17% a un massimo dell'81% (Henning, 2009), con l'attribuzione degli impulsi a individui di tale genere ma a specie non corrette e solo in minima parte a rappresentanti di generi differenti.

La classificazione degli impulsi ultrasonori con ADEBAT è stata controllata e validata da un esperto attraverso le metodiche descritte nella sezione precedente.

3.1. DATI PREGRESSI

Il proposto parco eolico di Traso (Bargagli) è situato a circa 1,7 chilometri dal confine settentrionale del Sito di Interesse Comunitario (SIC) "Monte Fasce" (Figura 3.9), di 1165 ha, dove sono presenti grotte non ancora sfruttate a livello turistico (0,001% del sito). Nel SIC sono segnalate infatti specie di chirotteri troglofili: *Rhinolophus ferrumequinum* (rinolofo maggiore), *R. euryale* (rinolofo euriale), *R. hipposideros* (rinolofo minore). Tutte e tre le specie sono considerate sedentarie: per quanto riguarda il rinolofo maggiore, la distanza media tra rifugi invernali ed estivi è di 15-60 km; per il rinolofo minore ed euriale di 5-10 km.

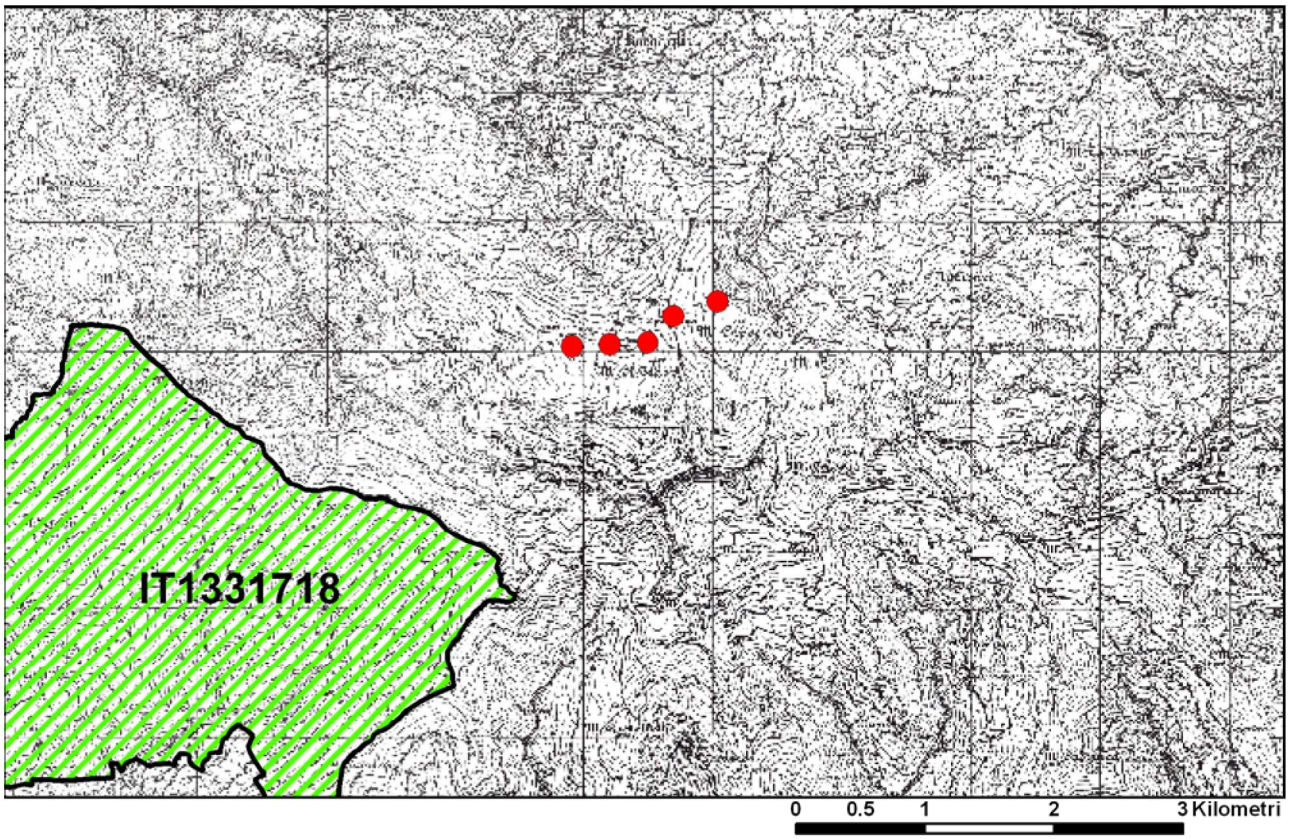


Figura 3.9 – Localizzazione delle osservazioni effettuate (in rosso) in relazione alla presenza del Sito di Importanza Comunitaria IT1331718 "Monte Fasce".

3.2. ANALISI DEGLI HABITAT

Il sito proposto per la messa in opera delle turbine eoliche è un'area montuosa situata a sud dell'abitato di Traso, frazione del comune di Bargagli. La localizzazione degli impianti è prevista tra il Monte Traso e il Monte Croce dei Fo, ad una quota tra 840 e 960 m s.l.m. La vegetazione è pressoché completamente erbacea, con presenza di vegetazione arbustiva sparsa (Figura 3.10).



Figura 3.10 – Area in cui è stata individuata la possibile localizzazione degli aerogeneratori. La foto è stata scattata in corrispondenza dell'aerogeneratore più occidentale.

La parte più occidentale dell'area (Monte Traso) è recintata e viene utilizzata per l'addestramento cinofilo, mentre il Monte Croce dei Fo viene utilizzato per il pascolo di bovini ed equini (Figura 3.11)



Figura 3.11 - Pascolo di bovini sul Monte Croce dei Fo.

La diversa copertura del suolo dell'area nel raggio di 5 km dal proposto sito eolico viene indicata in Tabella 3.1 e in Figura 3.12.

Tabella 3.1 – Copertura del suolo secondo cartografia Corine in un'area di 5 km di raggio intorno al sito proposto per la realizzazione del parco eolico.

Codice	Descrizione	Area (ha)	Idoneità per i chirotteri
112	tessuto urbano discontinuo	54,72	media
223	oliveti	452,7	media
242	mosaico complesso di coltivi	42	bassa
243	aree agricole con vegetazione naturale	436,17	medio/alta
311	foreste di latifoglie	5470,63	alta
312	foreste di conifere	33,58	media
313	boschi misti	240,05	alta
321	praterie naturali	1231,45	media
323	foresta mediterranea sempreverde (vegetazione a sclerofille)	106,57	alta
324	aree di transizione tra vegetazione arbustiva ed	778,37	alta

Codice	Descrizione	Area (ha)	Idoneità per i chirotteri
	arborea		

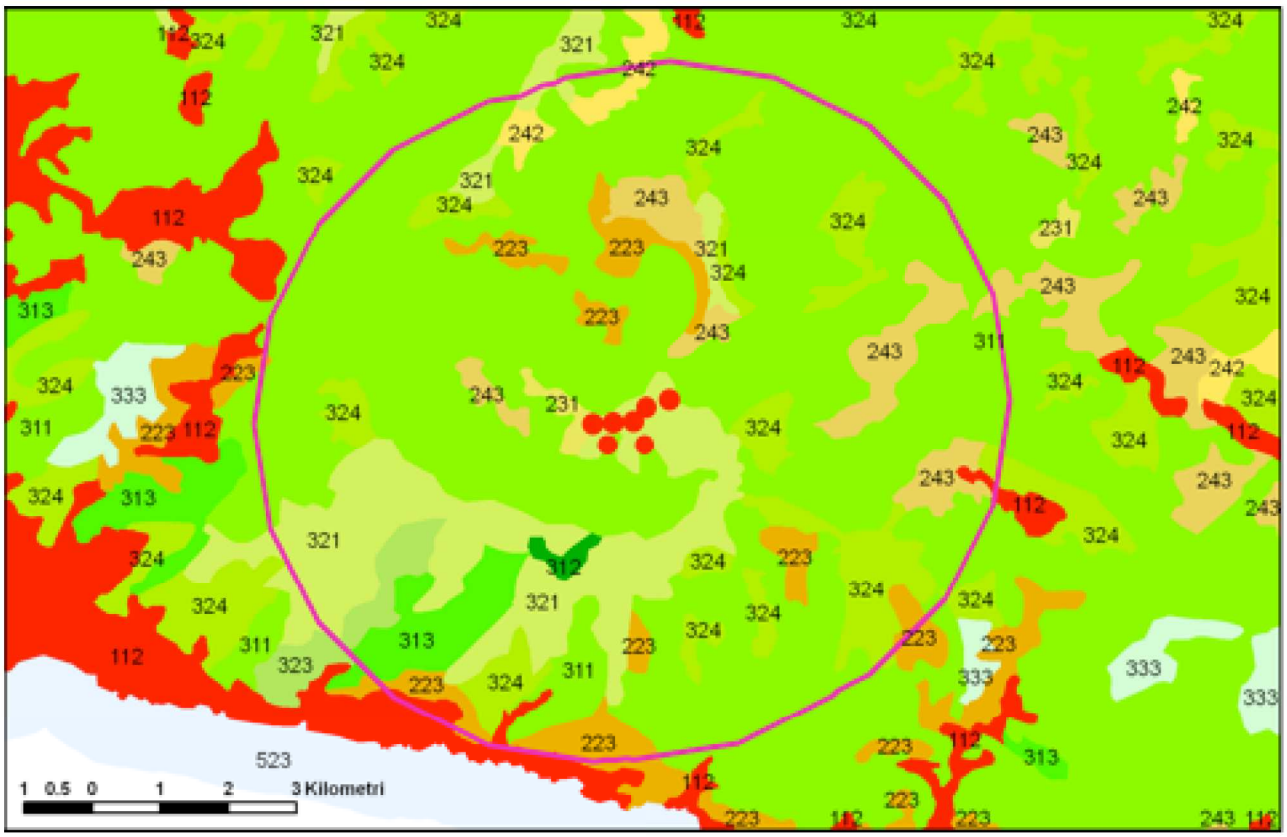


Figura 3.12 – Habitat Corine presenti nell'area di studio (in viola l'area di 5 km di raggio intorno alle torri eoliche proposte, in rosso).
112: tessuto urbano discontinuo; 223: oliveti; 242: coltivi; 243: aree agricole con vegetazione naturale; 311: foreste di latifoglie; 312: foreste di conifere; 313: boschi misti; 321: praterie naturali; 323: foresta mediterranea sempreverde; 324: aree di transizione tra vegetazione arbustiva e arborea.

3.3. RICERCA DEI RIFUGI

La ricerca dei rifugi ha portato all'individuazione di 21 chiese e altri siti idonei come *roost* nell'arco di 5 km dal sito proposto per il posizionamento degli aerogeneratori (Tabella 3.2, Figura 3.13).

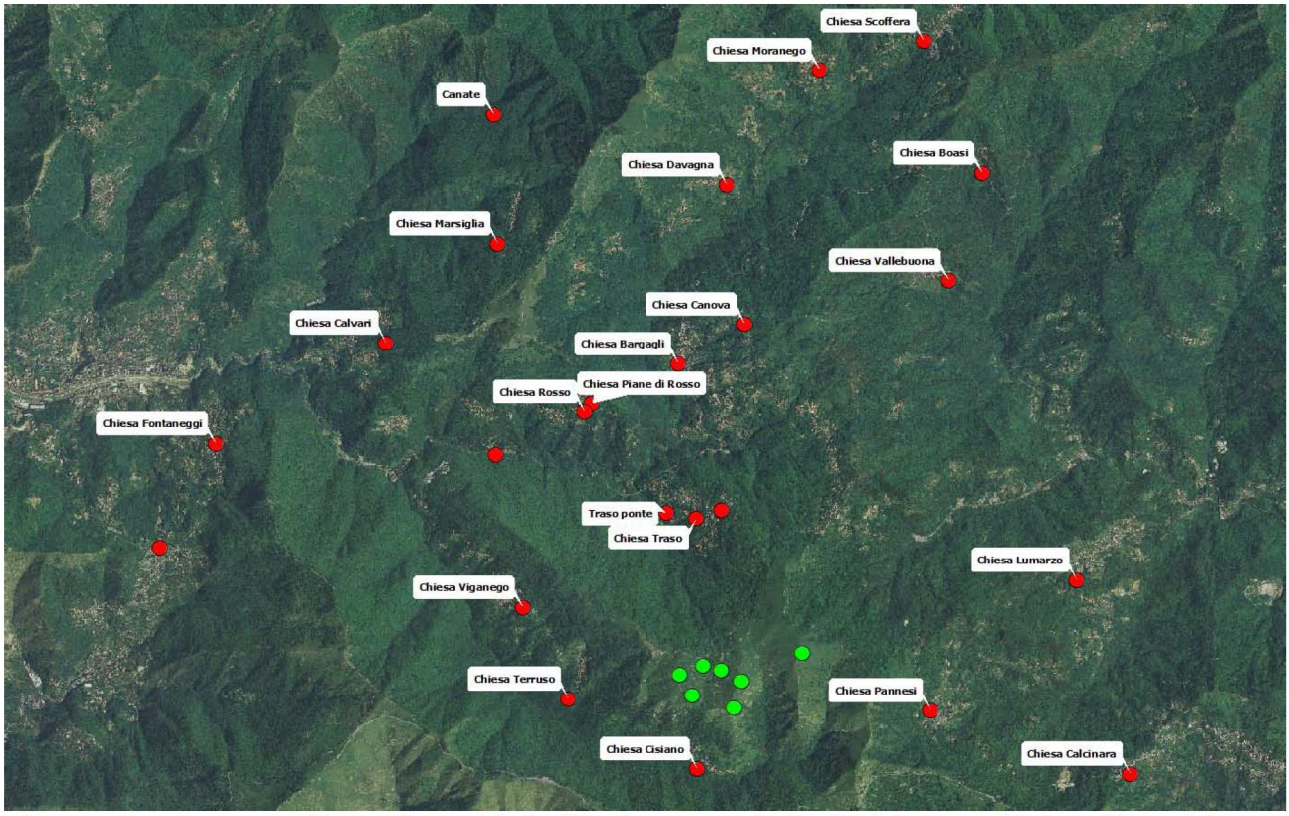


Figura 3.13 – Localizzazione dei rifugi potenziali di chirotteri identificati in un raggio di 2 km dal proposto sito eolico.

Nello stesso comune di Traso è presente un piccolo paese abbandonato. Le strutture visitate durante il sopralluogo non sembrano però essere adatte ad essere utilizzate come *roost.* Sono infatti case abbandonate ormai completamente coperte dalla vegetazione del bosco.
Più idonee sono invece le abitazioni di Canate, paese abbandonato in prossimità di Calvari, dove sono state fotografate e registrate 3 femmine con piccolo di Rinolofide (Figura 3.14), riconducibili alla specie rinolofo maggiore o rinolofo euriale, entrambe segnalate nell'area. L'abitazione nella quale sono stati rinvenuti gli animali è situata a circa 5 km dal sito proposto per il parco eolico.



Figura 3.14 – Femmina di Rinolofide con piccolo, rinvenuta all'interno di una casa abbandonata in Località Canate.

Sempre nel comune di Traso è da segnalare un ponte in pietra che, sebbene durante il sopralluogo non abbia mostrato segni di presenza, potrebbe essere utilizzato come *roost* (Figura 3.15).



Figura 3.15 – Ponte in pietra in comune di Traso, in cui è stato effettuato un sopralluogo alla ricerca di segni di presenza di chirotteri.

Nelle chiese che è stato possibile visitare non sono state trovate colonie. La maggior parte di questi edifici è priva di sottotetto, senza aperture utilizzabili dai chirotteri oppure recentemente ristrutturata.



Figura 3.16 – Chiesa del paese di Marsiglia in cui è stato rinvenuto un individuo appartenente al genere *Plecotus*.

Solo nel campanile della chiesa di Marsiglia (Figura 3.16) è stato trovato un singolo animale, un orecchione (*Plecotus sp.,* Figura 3.17), ma non c'erano resti di guano tali da far pensare ad un *roost* frequentato costantemente.



Figura 3.17 – Individuo appartenente al genere *Plecotus* rinvenuto all'interno della chiesa di Marsiglia.

Tabella 3.2 – Potenziali rifugi per chirotteri in cui sono stati effettuati sopralluoghi per la ricerca di tracce o animali presenti.

Sito	Tipologia	Presenza chirotteri
Bargagli	chiesa	non idonea (assenza sottotetto)
Boasi	chiesa	non accessibile
Calcinara	chiesa	non accessibile
Calvari	chiesa	no
Canova	chiesa	no
Castagnola	chiesa	no
Cisiano	chiesa	no

Sito	Tipologia	Presenza chirotteri
Davagna	chiesa	no
Fontanegli	chiesa	no
Lumarzo	chiesa	no
Marsiglia	chiesa	un animale (*Plecotus* sp.) nel campanile
Moranego	chiesa	no
Pannesi	chiesa	no
Piane di Rosso	chiesa	no
Rosso	chiesa	no
Scoffera	chiesa	no
Terrusso	chiesa	no
Trapena	chiesa	non accessibile
Traso	chiesa	non idonea (assenza sottotetto)
Traso	ponte	no
Traso	casa abbandonata	no
Vallebuona	chiesa	no
Viganego	chiesa	no
Canate	case abbandonate	3 femmine del genere *Rhinolophus*

3.4. RILEVAMENTO DI ULTRASUONI AL SUOLO

Rilevamenti nei punti proposti per la costruzione degli aerogeneratori

Il rilevamento di ultrasuoni al suolo è stato eseguito due volte al mese, nelle date e negli orari indicati in Tabella 3.3, da aprile a ottobre, nei punti previsti per la possibile costruzione degli aerogeneratori (Figura 3.18). Ciascun punto di ascolto effettuato in corrispondenza delle torri eoliche ha avuto una durata di 30 minuti ed è stato eseguito da uno o due operatori che operavano in contemporanea: in quest'ultimo caso la durata complessiva del monitoraggio è stata più breve.

Tabella 3.3 – Data, orario e condizioni meteo relative ai monitoraggi eseguiti mediante rilievo di ultrasuoni al suolo, in corrispondenza dei siti proposti per la realizzazione degli aerogeneratori.

Data	Ora inizio	Ora fine	Condizioni meteo
28 aprile	21:15	24:18	Sereno
29 aprile	21:45	01:30	Sereno
17 maggio	22:15	01:50	Sereno
18 maggio	21:35	24:25	Sereno
16 giugno	21:35	23:37	Sereno/nebbia
17 giugno	21:40	23:30	Parzialmente nuvoloso

12 luglio	21:55	23:03	Sereno
13 luglio	21.57	23:52	Sereno
4 agosto	21:44	01:06	Sereno
5 agosto	21:30	23:35	Sereno
20 settembre	20:12	23:30	Sereno
21 settembre	20:45	23:17	Parzialmente nuvoloso
6 ottobre	20:31	23:45	Sereno
7 ottobre	19:34	22:46	Sereno

L'attività dei chirotteri all'interno dell'area di studio si è rivelata diversificata a seconda delle stagioni: in periodo primaverile (aprile-maggio) l'attività è stata molto buona con numerosi contatti (massimo 78 contatti/ora nel mese di aprile), per poi essere quasi completamente assente durante tutto il resto del periodo di monitoraggio (media per torre 1 contatto/ora).

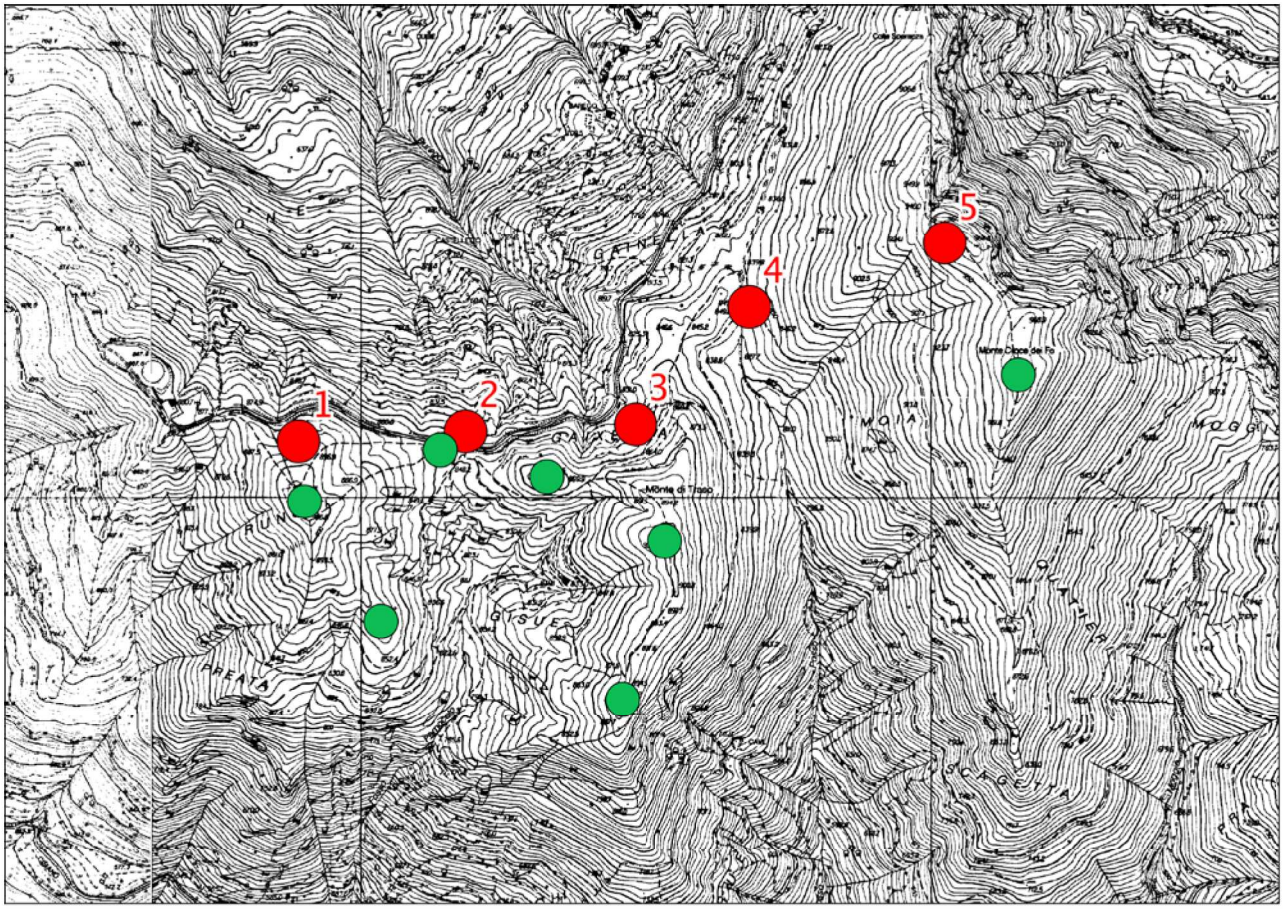


Figura 3.18 – Localizzazione dei 5 rilievi di ultrasuoni al suolo effettuati (in rosso) in relazione alla nuova localizzazione degli aerogeneratori proposti in comune di Traso (Bargagli) (l'abitato è visibile a nord).

Tale differenza di attività nel corso della stagione è ben evidenziata dal grafico in Figura 3.19, che rappresenta l'indice orario di attività dei chirotteri per ciascun rilevamento, per ogni aerogeneratore previsto.

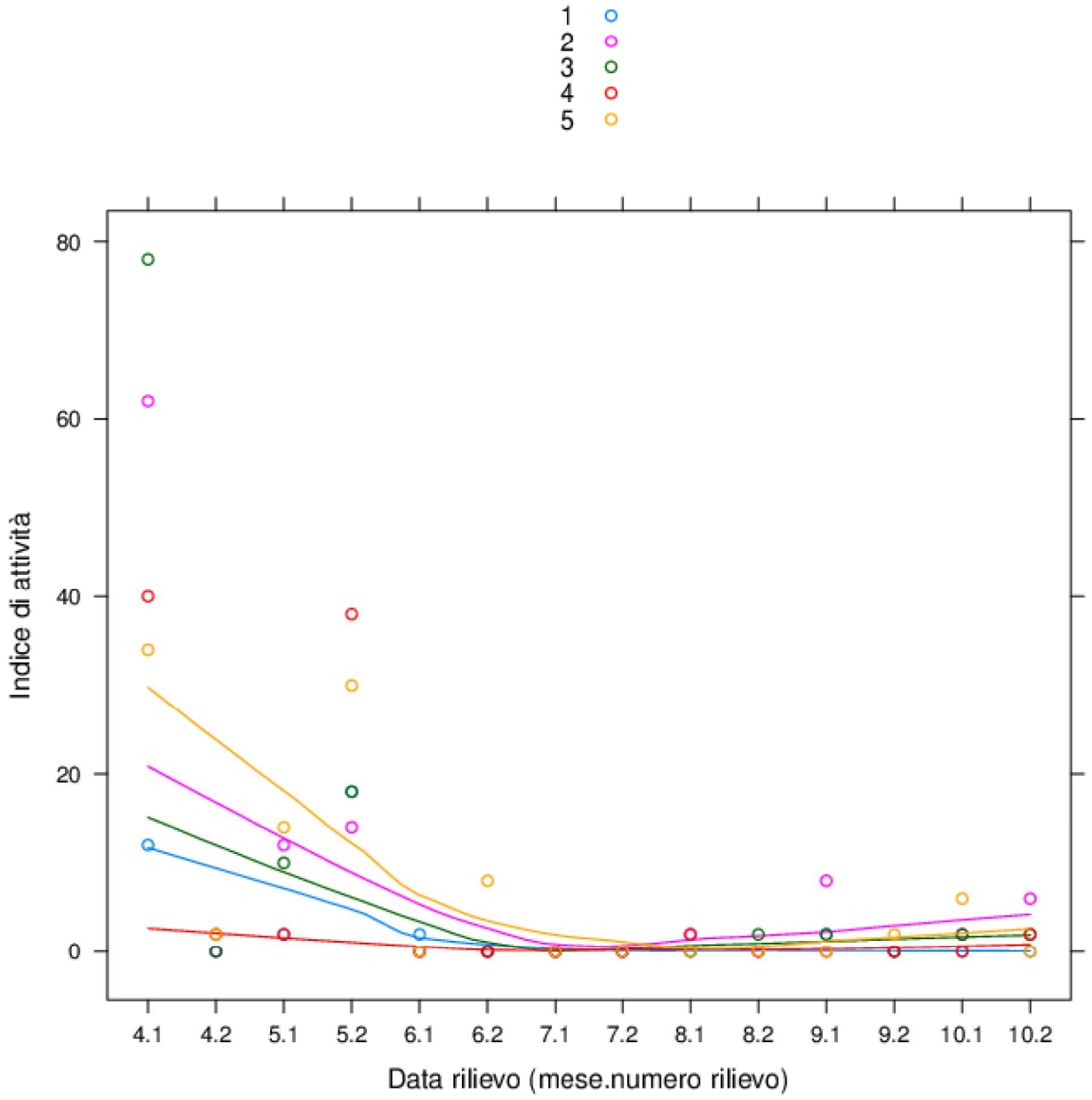


Figura 3.19 – Grafico relativo all'attività dei chirotteri (numero orario di contatti) rilevata nel sito durante tutto il periodo di monitoraggio (aprile-ottobre) per ciascun punto di rilievo.

La percentuale di emissioni sonore rilevate che indicano l'attività di cattura di prede (denominata *feeding buzz*) è molto bassa (1,46 % dei segnali registrati). L'attività dei chirotteri è risultata influenzata dalle condizioni del vento, essendo quasi soppressa con vento forte (modello loglineare generale; t=-2,93; p<0,01).
Per quanto riguarda l'attività dei chirotteri in relazione alle torri eoliche previste (Figura 3.19), non si è rilevata nessuna differenza significativa confrontando un modello che considera le torri come fattore *random* e uno senza la presenza di tale fattore.

Le specie rilevate due volte al mese in corrispondenza dei punti previsti per la costruzione delle torri eoliche, sono riportate in Tabella 3.4.

Tabella 3.4 – Numero di contatti e specie rilevate durante le registrazioni di ultrasuoni al suolo in corrispondenza dei siti proposti per la realizzazione delle torri eoliche.

Mese	Ripetizione	N contatti (tot)	Specie
Aprile	1	113	31 *P. kuhlii* 24 *P. pipistrellus* 1 *P. kuhlii/P. nathusii* 25 *H. savii* 4 *P. kuhlii/H. savii* 3 *Myotis* sp. (probabilmente *M. emarginatus*) 3 *N. noctula* 1 *N. leisleri* 1 *Nyctalus* sp. 1 *E. serotinus* 3 *Tadarida teniotis* 1 *M. schreibersii* 14 non identificati
Aprile	2	2	1 *H. savii* 1 *P. pipistrellus*
Maggio	1	20	8 *P. kuhlii/H. savii* 4 *P. pipistrellus* 2 *P. kuhlii* 2 *H. savii* 2 *N. noctula* 1 *Nyctalus* sp. 1 non identificato
Maggio	2	58	3 *P. kuhlii* 12 *P. kuhlii/H. savii* 3 *P. pipistrellus* 1 *P. kuhlii/P. nathusii* 16 *H. savii* 5 *E. serotinus* 9 *N. noctula* 2 *Nyctalus* sp. 6 non identificati
Giugno	1	1	1 *P. kuhlii/H. savii*
Giugno	2	3	1 *N. leisleri/E. serotinus*
Luglio	1	0	-
Luglio	2	0	-
Agosto	1	1	1 *Myotis* sp. (gruppo piccoli *Myotis*)
Agosto	2	1	1 *P. pipistrellus*

Mese	Ripetizione	N contatti (tot)	Specie
Settembre	1	7	5 *P. pipistrellus* 1 *P. kuhlii* 1 *B. barbastellus*
Settembre	2	1	1 *P. pipistrellus*
Ottobre	1	5	4 *P. pipistrellus* 1 *E. serotinus*
Ottobre	2	5	4 *P. pipistrellus* 1 *E. serotinus*

Tra le specie rilevate, la maggior parte è antropofila, come il pipistrello albolimbato e il pipistrello nano, e in periodo primaverile sono presenti anche specie migratrici, che utilizzano l'area per lo svernamento o come zona di *stop-over* durante i loro spostamenti stagionali.
La composizione della chirotterofauna si è rivelata piuttosto varia (almeno 10 specie rilevate), con maggioranza di specie che foraggiano in prevalenza o parzialmente in ambienti aperti, in ragione della tipologia di vegetazione dell'area.
Le specie o i gruppi di specie complessivamente rilevati nell'area di studio sono quindi i seguenti:

- *Myotis* sp. (gruppo piccoli *Myotis*)
- Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*)
- Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*)
- Pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*)
- Serotino comune (*Eptesicus serotinus*)
- Nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*)
- Nottola comune (*Nyctalus noctula*)
- Barbastello (*Barbastella barbastellus*)
- Miniottero (*Miniopterus schreibersii*)
- Molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*)

Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*)
Specie generalista e ubiquitaria, il pipistrello nano utilizza ambienti di foraggiamento diversi, come boschi, aree agricole e urbanizzate e zone umide. Preferibilmente caccia lungo i margini forestali o i corsi d'acqua, lungo i sentieri o intorno ai lampioni stradali. Predilige generalmente le aree al di sotto dei 700 m di quota, ma è segnalata fino ai 2000 m ed è più comune sui rilievi che in pianura. Si rifugia in edifici, cavità negli alberi o fessure rocciose.
Il pipistrello nano è stato rilevato nell'area di studio durante tutto il corso del monitoraggio, anche in caccia (registrazione del tipico segnale di cattura delle prede detto *feeding buzz*).
Il pipistrello nano non presenta particolari problemi di conservazione e viene quindi considerato a minor rischio (LC) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani (GIRC, 2007).
I possibili impatti degli impianti eolici su questa specie riguardano la sottrazione di habitat di foraggiamento e la collisione con le pale in movimento in quanto vola anche a notevoli altezze dal suolo (> 40m). Sono noti eventi di

collisione per questa specie. Inoltre il pipistrello nano può essere attratto dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche (Rodrigues *et al*., 2008).

Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus pipistrellus*)
Questa specie caccia regolarmente in ambiente urbano intorno ai lampioni stradali, intorno alle chiome degli alberi e in zone umide. Segnalata fino a 2000 m di quota, predilige le aree al di sotto dei 700 m. Specie fortemente adattata a sfruttare l'ambiente antropico, trova frequentemente rifugio all'interno di edifici. Tra i rifugi naturali vi sono invece cavità d'albero e fessure rocciose.
Il pipistrello albolimbato è stato rilevato in modo piuttosto continuo durante tutto il periodo di monitoraggio, con numeri maggiori nei mesi primaverili, come per il resto delle specie.
Il pipistrello albolimbato non presenta particolari problemi di conservazione e viene quindi considerato a minor rischio (LC) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani (GIRC, 2007).
I possibili impatti degli impianti eolici con questa specie riguardano la sottrazione di habitat di foraggiamento e la collisione con le pale in movimento in quanto vola anche a notevoli altezze dal suolo (> 40m). Sono noti eventi di collisione per questa specie. Inoltre il pipistrello albolimbato può essere attratto dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche (Rodrigues *et al*., 2008).

Pipistrello di Nathusius (*Pipistrellus nathusii*)
Questa specie migratrice a lungo raggio compie spostamenti anche di 2000 km dai quartieri estivi a quelli invernali. È prevalentemente forestale, sia per la scelta dei siti di rifugio (in cavità d'albero), che per il foraggiamento, cacciando preferibilmente nella fascia marginale di boschi misti e nelle radure.
La specie è segnalata fino a oltre i 2000 m di quota, che presumibilmente raggiunge durante gli spostamenti migratori, in quanto predilige aree di bassa altitudine.
All'interno del sito la sua presenza è potenziale in periodo di migrazione, in quanto la specie presenta caratteristiche dei segnali di ecolocalizzazione con parametri sovrapponibili a quelli del pipistrello albolimbato.
Il pipistrello di Nathusius è considerato minacciato (NT) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani a causa della scomparsa del bosco maturo.
I possibili impatti degli impianti eolici con questa specie riguardano la possibile collisione con le pale in movimento perché vola anche a notevoli altezze dal suolo (>40 m). Sono noti eventi di collisione per questa specie. Inoltre il pipistrello di Nathusius è attratto dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche (Rodrigues *et al*., 2008).

Pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*)
Questa specie caccia principalmente in prossimità di laghi e lungo le rive dei fiumi, ma frequenta tipologie ambientali diverse, foraggiando anche in ambiente urbano attorno ai lampioni stradali. Durante le prime ore della notte caccia a diversi metri dal suolo (anche più di 300 m), lungo pareti rocciose,

mentre con il calare della temperatura si abbassa di quota. Segnalata fino a 2000 m di quota, predilige le aree sopra i 600 m. In zone montane predilige le vallate più calde. Si rifugia nelle fessure di pareti rocciose o di cavità ipogee.
Nel presente monitoraggio il pipistrello di Savi è stato rilevato in modo piuttosto continuo durante tutto il periodo, con numeri maggiori nei mesi primaverili, come per il resto delle specie rilevate.
Il pipistrello di Savi è minacciato dal disturbo antropico dei rifugi abituali, ma viene comunque considerato a minor rischio (LC) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani.
I possibili impatti degli impianti eolici con questa specie riguardano la sottrazione di habitat di foraggiamento e la collisione con le pale in movimento proprio perché vola anche a notevoli altezze dal suolo. Sono noti eventi di collisione per questa specie. Inoltre il pipistrello di Savi può essere attratto dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche (Rodrigues *et al*., 2008).

Serotino comune (*Eptesicus serotinus*)
Questa specie caccia principalmente nelle zone ai margini dei boschi, intorno ad alberi isolati e zone agricole prative. Segnalata fino ai 1800 m di quota, predilige le zone di bassa e media altitudine. I rifugi estivi sono principalmente situati in fessure di edifici e più raramente in cavità d'albero.
Il serotino comune viene considerato minacciato (NT) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani, a causa del disturbo antropico nei rifugi e dell'intensificazione dell'agricoltura (GIRC, 2007).
Il serotino comune è stato rilevato con un numero esiguo di contatti nei mesi di aprile, maggio e ottobre, e non nei mesi estivi. Il serotino può compiere spostamenti anche lunghi tra i quartieri di svernamento e quelli riproduttivi, ed è possibile che l'area in esame sia maggiormente utilizzata nei periodi di pre- e post-ibernazione e non per la riproduzione.
I possibili impatti degli impianti eolici su questa specie riguardano la sottrazione di habitat e la possibile collisione con i rotori, in quanto vola anche a notevoli altezze dal suolo (>40 m). Sono noti eventi di collisione per questa specie. Il serotino comune è inoltre attratto dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche (Rodrigues *et al*., 2008).

Nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*)
La nottola di Leisler è una specie migratrice a lungo raggio, per cui lo spostamento più lungo documentato è di 1245 km. Specie tipicamente forestale, ma dotata di tendenze antropofile, predilige le zone boscose o prossime ai boschi, foraggiando anche in ambienti aperti, sopra laghi, corsi d'acqua e pascoli. Segnalata dal livello del mare fino alle zone collinari e alle faggete di mezza montagna, fino ai 2000 m di quota, che probabilmente raggiunge durante gli spostamenti migratori. I rifugi si ritrovano principalmente in cavità d'albero e anche in interstizi di edifici.
La nottola di Lesler è considerata minacciata (NT) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani a causa della scomparsa di fustaie mature.

Durante il monitoraggio la nottola di Leisler è stata rilevata con certezza solamente nel mese di aprile, e potenzialmente utilizza l'area durante gli spostamenti migratori primaverili.
I possibili impatti degli impianti eolici su questa specie riguardano la sottrazione di habitat e la possibile collisione con i rotori, in quanto vola anche a notevoli altezze dal suolo (>40 m). Sono noti eventi di collisione per questa specie. Il rischio di collisione maggiore viene raggiunto durante gli spostamenti migratori. La nottola di Leisler è inoltre attratta dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche (Rodrigues *et al*., 2008).

Nottola comune (*Nyctalus noctula*)
La nottola comune è una specie tipicamente forestale ma dotata di tendenze antropofile abbastanza spiccate e nettamente più sviluppate della congenerica nottola di Leisler, tanto che trova rifugio anche negli abitati, grandi città comprese, oltre che in cavità d'albero. Foraggia in boschi umidi di latifoglie o misti, meglio se in prossimità di corpi d'acqua, anche se non disdegna boschi di crinale relativamente secchi. Caccia prevalentemente sopra le chiome degli alberi, ad altezze anche superiori ai 200 m dal suolo, a seconda delle condizioni meteorologiche. La specie è segnalata dal livello del mare fino a 500 – 1000 m di quota, raggiunge quote più alte (anche 2000 m s.l.m.) durante gli spostamenti migratori.
La nottola comune è stata rilevata, nel presente monitoraggio, nei mesi di aprile e maggio, ed è molto probabile che utilizzi l'area durante i suoi spostamenti migratori primaverili.
La specie è considerata vulnerabile dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani a causa della riduzione degli habitat forestali maturi (GIRC, 2007).
I possibili impatti degli impianti eolici su questa specie riguardano la sottrazione di habitat e la possibile collisione con i rotori, proprio perché vola a notevoli altezze dal suolo. Sono noti eventi di collisione per questa specie. Il rischio di collisione maggiore viene raggiunto durante gli spostamenti migratori. La nottola comune è inoltre attratta dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche (Rodrigues *et al*., 2008).

Barbastello (*Barbastella barbastellus*)
Specie principalmente forestale e relativamente microterma, predilige le zone boscose collinari e di bassa e media montagna, ma frequenta anche le aree urbanizzate. Caccia sia a ridosso della vegetazione che lungo stagni e canali. È rara in pianura e sulle Alpi si ritrova fino ad una quota di 2000 m.
I rifugi estivi sono rappresentati principalmente da scortecciature di alberi morti o deperenti o da altre tipologie di cavità arboree. I siti di rifugio invernali sono rappresentati da cavità ipogee.
Il barbastello è considerato una delle specie più rare dei chirotteri europei, dato che decrementi demografici sono stati riportati per molti paesi specialmente nel Nord Europa (Agnelli *et al.*, 2004).
La specie viene considerata in pericolo (EN) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani perché la popolazione, molto piccola e frammentata, è legata in modo quasi esclusivo a boschi maturi non gestiti o con rilascio di alberi morti (GIRC,

2007). È inserita nell'Allegato II della Direttiva Habitat e quindi è specie la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione.
All'interno del sito il barbastello è stato rinvenuto solamente con un contatto nel mese di settembre, nei pressi della torre numero 1.
I possibili impatti degli impianti eolici su questa specie riguardano la possibile sottrazione di habitat, mentre non vi sono problemi di collisione né collisioni note in quanto il barbastello caccia a pochi metri dal suolo (Rodrigues *et al*., 2008).

Miniottero (*Miniopterus schreibersii*)
Specie tipicamente troglofila, è legata soprattutto agli ambienti scarsamente o per nulla antropizzati, con preferenza per quelli carsici ad elevata umidità. Predilige le zone di media e bassa altitudine, da quelle litoranee a quelle di bassa montagna. È segnalata fino a 1000 m di quota.
Si rifugia prevalentemente in cavità ipogee naturali (grotte) o artificiali (miniere, ghiacciaie, gallerie) e più raramente in edifici.
Il miniottero si comporta come specie sedentaria nella parte meridionale del suo areale (che comprende Europa meridionale, Asia centrale fino a Cina e Giappone, Nuova Guinea e Australia) ma alle nostre latitudini può compiere spostamenti stagionali anche cospicui (sono documentati movimenti di 550 km; Agnelli *et al*., 2004).
Il miniottero è stato rilevato con un solo contatto nel mese di aprile, in attività di caccia (è stato registrato un segnale tipico dell'attività di cattura delle prede, detto *feeding buzz*) nei pressi della torre numero 5.
Specie considerata Vulnerabile (VU) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani a causa del forte declino numerico degli ultimi anni, dovuto anche all'azione di disturbo nei siti di rifugio da parte dell'uomo (GIRC, 2007).
Gli impatti degli impianti eolici su questa specie riguardano la possibile sottrazione di habitat e la possibile collisione con i rotori, in quanto specie migratrice che vola anche a notevoli altezze dal suolo (>40 m). Sono noti eventi di collisione per questa specie. Il miniottero è inoltre attratto dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche (Rodrigues *et al*., 2008).

Molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*)
Specie probabilmente sedentaria o solo parzialmente migratrice, è segnalata fino a oltre 2000 m di altitudine, dagli ambienti costieri alle vallate alpine. È una specie rupicola, che utilizza come siti di rifugio naturali le fenditure rocciose. In alternativa, negli ambienti urbani, trova condizioni idonee al suo insediamento negli interstizi degli edifici, prevalentemente a livello delle pareti esterne dei piani alti, ma talora anche all'interno dei cassonetti delle persiane avvolgibili.
La specie, all'interno del sito, è stata rilevata con 3 contatti solamente nel mese di aprile, nei pressi della torre numero 4.
Il molosso di Cestoni viene considerato a minor rischio (LC) dalla Lista Rossa dei Chirotteri Italiani, anche se con basse densità demografiche.

Il molosso di Cestoni è stato rilevato con 3 contatti solamente nel mese di aprile, ed è quindi ipotizzabile che frequenti l'area solamente in periodo di post-ibernazione.
Gli impatti degli impianti eolici su questa specie riguardano la possibile collisione con i rotori, in quanto vola anche a notevoli altezze dal suolo (>40 m). Sono noti eventi di collisione per questa specie. Il molosso di cestoni è inoltre attratto dalle fonti di luce che possono essere presenti sulle torri eoliche e vi è la possibilità che venga disturbato dalle emissioni ultrasonore dell'impianto (Rodrigues *et al*., 2008).

Gruppo piccoli Myotis
Tale gruppo comprende le specie *Myotis capaccinii* (vespertilio di Capaccini)*, M. daubentonii* (vespertilio di Daubenton)*, M. emarginatus* (Vespertilio smarginato)*, M. nattereri* (vespertilio di Natterer)*, M. Mystacinus* (vespertilio mustacchino)*, M. bechsteinii* (vespertilio di Bechstein).
I contatti rilevati nell'area di studio riconducibili a questo gruppo sono 2, uno nel mese di aprile e uno nel mese di agosto. Data la tipologia vegetazionale dell'area, è probabile che tali specie sfruttino il sito solamente per gli spostamenti.

Rilevamenti in punti di saggio
Sono stati individuati 5 punti di saggio in un raggio di 2 km dal proposto sito eolico, utilizzando un criterio di omogeneità spaziale e di diversificazione degli ambienti (Figura 3.20).

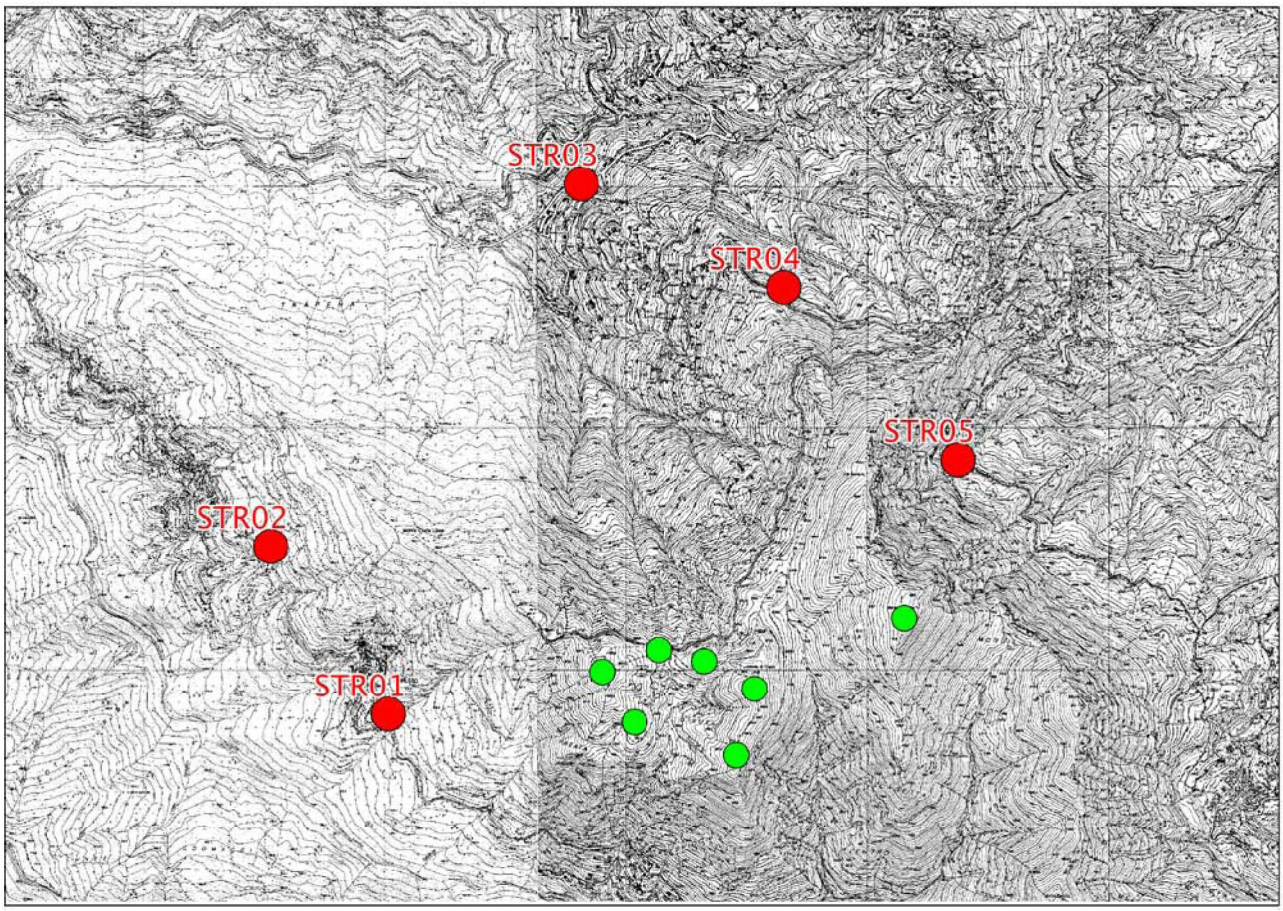


Figura 3.20 – Localizzazione dei 5 punti di saggio (in rosso) individuati in un raggio di 2 km dal proposto sito eolico (in verde la localizzazione proposta degli aerogeneratori).

In tabella vengono riportate le coordinate in UTM32 di tali punti di saggio.

Nome	X	Y
STR1	505959,99	4918545,33
STR2	505472,53	4919240,86
STR3	506758,8	4920739,47
STR4	507600,29	4920311,97
STR5	508320,99	4919597,22

Ciascun punto di ascolto effettuato nei punti di saggio ha avuto una durata di 30 minuti ed è stato eseguito da uno o due operatori che operavano in contemporanea: in quest'ultimo caso la durata complessiva del monitoraggio è stata più breve. La data, l'ora di inizio e di fine monitoraggio e le condizioni meteorologiche rilevate sono riportate in Tabella 3.5

Tabella 3.5 – Data, orario e condizioni meteorologiche dei rilevamenti al suolo eseguiti in corrispondenza dei punti di saggio.

Data	Ora inizio	Ora fine	Condizioni meteo
28 aprile	21:20	00:35	Sereno
18 maggio	21:48	00:33	Sereno
16 giugno	00:15	02:17	Sereno
17 giugno	00:00	01:07	Sereno
12 luglio	00:15	02:00	Sereno
13 luglio	00:42	01:50	Sereno
04 agosto	21:40	00:36	Variabile
21 settembre	20:20	23:46	Parzialmente nuvoloso
07 ottobre	20:00	23:15	Sereno

L'attività rilevata è stata moderata e costante (Figura 3.21), con abbondanza di specie antropofile, quali il pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*) o il pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*), anche in caccia (registrazione del tipico segnale di cattura delle prede detto *feeding buzz*) e la presenza sporadica anche di specie prettamente fitofile come l'orecchione (*Plecotus* sp.) o il barbastello (*Barbastella barbastellus*) (Tabella 3.1).

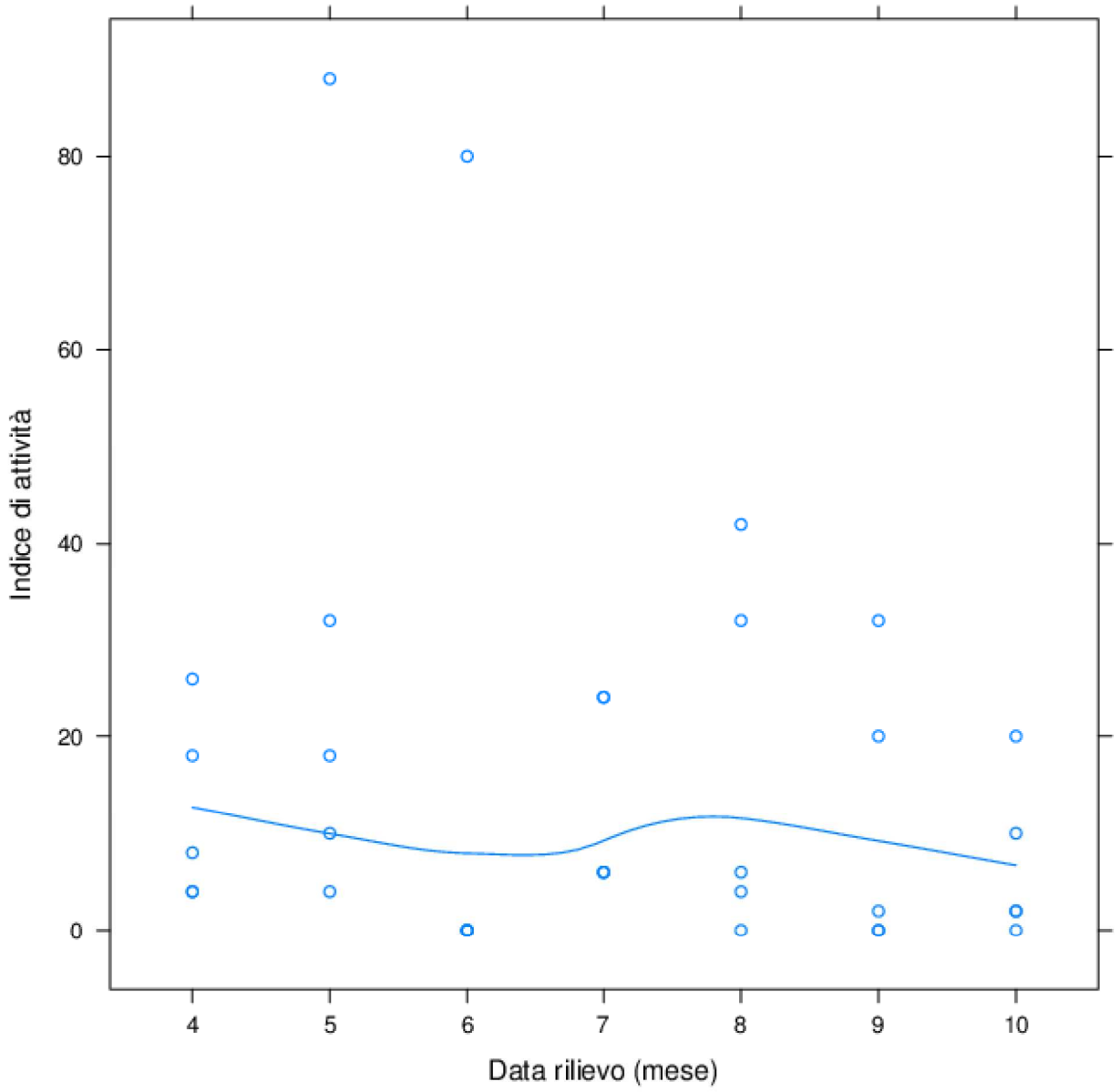


Figura 3.21 – Grafico dell'indice di attività rilevato nei 5 punti di saggio in cui sono state effettuate le registrazioni di ultrasuoni al suolo.

L'area in cui sono stati effettuati i punti di saggio, contrariamente a quella prescelta per la localizzazione degli aerogeneratori, è infatti caratterizzata da boschi di latifoglie inframmezzati da tessuto urbano discontinuo.

Tabella 3.6 - Numero di contatti e specie rilevate durante le registrazioni di ultrasuoni al suolo in corrispondenza dei punti di saggio.

Data	N contatti (Tot)	Specie
28 aprile	30	1 *M. myotis/M. blythii* 1 *P. kuhlii/H. savii* 16 *P. kuhlii* 4 *P. pipistrellus* 6 *P. kuhlii/P. nathusii* 1 *Plecotus* sp.
18 maggio	76	1 *H. savii* 1 *P. kuhlii/H. savii* 10 *P. kulii* 41 *P. pipistrellus* 22 *P. kuhlii/P. nathusii* 1 non identificato
16 giugno	40	20 *P. pipistrellus* 20 non identificato
17 giugno	16	16 *P. pipistrellus*
12 luglio	18	1 *E. serotinus* 1 *H. savii* 1 *P. kuhlii/H. savii* 5 *P. kuhlii* 3 *P. pipistrellus* 6 *P. kuhlii/P. nathusii* 1 non identificato
13 luglio	15	2 *B. barbastellus* 2 *P. kuhlii/H. savii* 5 *P. kulii* 3 *P. pipistrellus* 3 *P. kuhlii/P. nathusii*.
04 agosto	51	1 *H. savii* 16 *P. kuhlii* 13 *P. pipistrellus* 21 *P. kuhlii/P. nathusii* 1 non identificati
21 settembre	27	1 *P. kuhlii/H. savii* 3 *P. kuhlii* 18 *P. pipistrellus* 4 *P. kuhlii/P. nathusii* 1 *Plecotus* sp.
07 ottobre	17	1 *B. barbastellus* 1 *H. savii* 1 *P. kuhlii/H. savii* 4 *P. kuhlii* 7 *P. pipistrellus* 1 *P. kuhlii/P. nathusii* 2 non identificati

Le specie complessivamente rilevate sono almeno 7, riportate in elenco:

- Vespertilio maggiore (*Myotis myotis*)/ V. minore (*M. blythii*)
- Pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*)
- Pipistrello albolimbato (*Pipistrellus kuhlii*)
- Pipistrello di Savi (*Hypsugo savii*)
- Serotino comune (*Eptesicus serotinus*)
- Barbastello (*Barbastella barbastellus*)
- Orecchione (*Plecotus* sp.)

Una sola specie, *Myotis myotis/M. blythii* è stata rilevata solamente nei punti di saggio. Diverse specie, riportate in elenco, rilevate nei siti proposti per gli aerogeneratori non sono state rilevate nei punti di saggio:

- Specie del gruppo piccoli *Myotis* (*Myotis capaccinii, M. daubentonii, M. emarginatus, M. nattereri, M. mystacinus, M. bechsteinii*)
- Nottola comune (*Nyctalus noctula*)
- Nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*)
- Miniottero (*Miniopterus schreibersii*)
- Molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*)

3.5. RILEVAMENTO DI ULTRASUONI IN QUOTA

I rilevamenti di ultrasuoni in quota sono stati effettuati tre volte durante il corso dell'anno, una in primavera e due in periodo tardo estivo-autunnale, nelle date e negli orari indicati in Tabella 3.7, in corrispondenza dell'area individuata per il posizionamento delle torri (Figura 3.22), in modo da valutare la presenza di eventuali flussi migratori. Le registrazioni sono state effettuate per l'intera durata della notte nei mesi di maggio e settembre. A causa di problemi con la strumentazione, nel mese di ottobre è stato possibile effettuare il rilievo solo per metà della notte: in seguito le condizioni meteorologiche e l'abbassamento delle temperature non hanno consentito di ripetere il monitoraggio.

Tabella 3.7 – Data, orari e condizioni meteorologiche dei rilevamenti di ultrasuoni in quota.

Data	Ora inizio	Ora fine	Condizioni meteo
17 maggio	22:00	05:00	Sereno
20 settembre	20:00	06:50	Sereno/coperto
07 ottobre	19:00	24:30	Sereno

I rilevamenti in quota sono stati effettuati nei pressi dell'area prevista per la costruzione degli aerogeneratori, in modo da fornire dati indicativi dell'attività degli animali in relazione all'area di studio (Figura 3.22), mantenendo la strumentazione tra i 70 e i 100 m dal suolo.

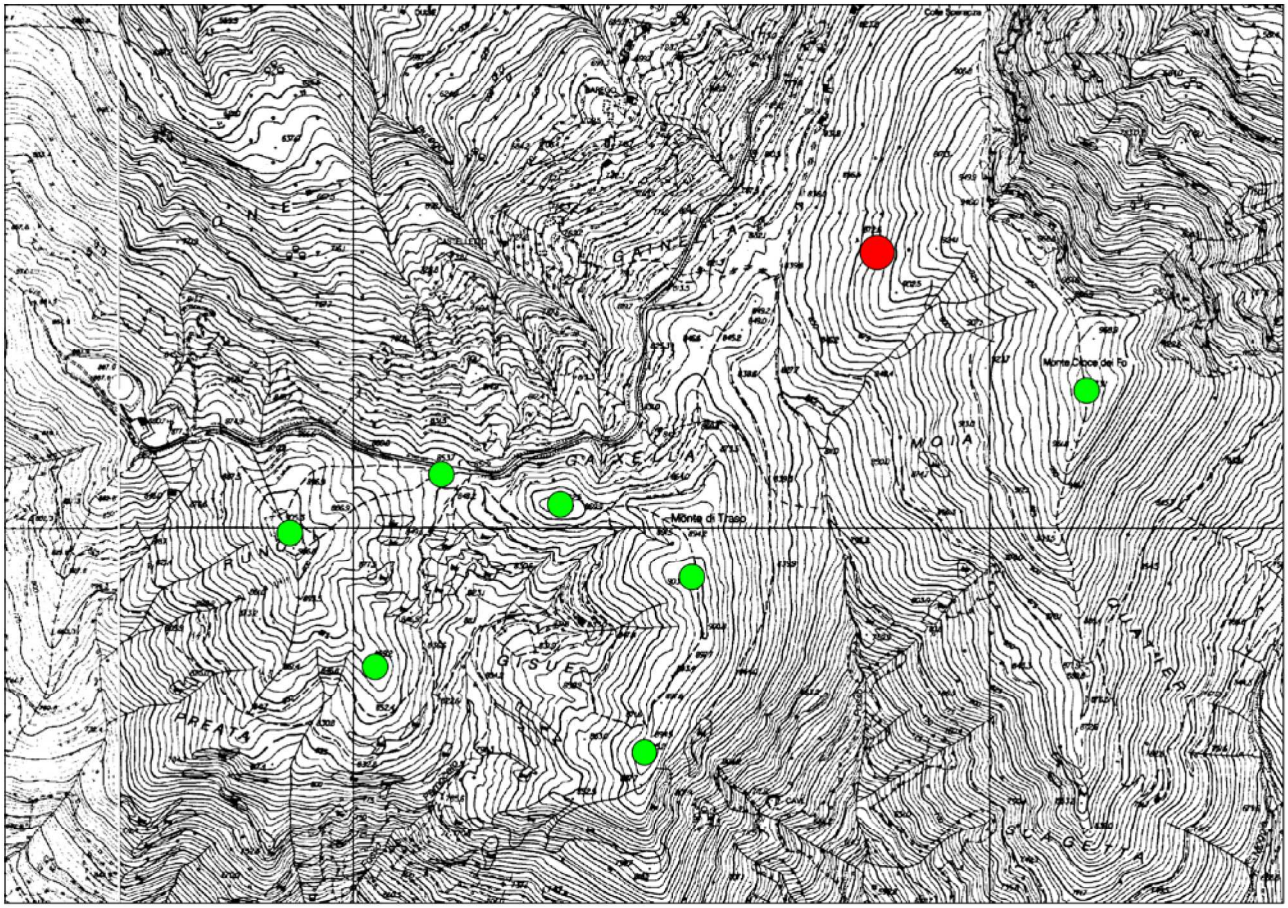


Figura 3.22 – Localizzazione del sito in cui è stato effettuato il rilevamento di ultrasuoni in quota con l'utilizzo del pallone aerostatico (in rosso), in relazione all'area identificata per la costruzione degli aerogeneratori (in verde le singole torri proposte).

Durante le 3 notti di monitoraggio è stato rilevato solamente un contatto, alle ore 22:45, riconducibile a *Nyctalus noctula*, specie che caccia anche ad alte quote. Tale dato indica che l'area prescelta per la localizzazione degli aerogeneratori non è frequentata dalla chirotterofauna in periodo di migrazione. Tuttavia, considerata la forte attività rilevata al suolo in periodo primaverile, anche di specie migratrici, e le limitazioni della strumentazione utilizzata in tale periodo, si ritiene che l'attività in quota in primavera possa essere più elevata.

4. CONCLUSIONI

L'attività di chirotteri rilevata al suolo nell'area di studio varia notevolmente durante il corso dell'anno. In periodo primaverile (aprile e maggio), il numero di animali presenti è alto e la composizione in specie molto varia (almeno 9 specie contattate, appartenenti a 7 generi diversi), mentre nel resto dell'anno l'attività si è rivelata quasi assente (media per torre 1 contatto/ora), con la presenza predominante del pipistrello nano (*Pipistrellus pipistrellus*), specie fortemente antropofila, legata quindi per il rifugio e il foraggiamento ad ambienti antropici.
Tale differenza così marcata di attività nel corso dell'anno è da imputare ad una forte presenza sul territorio di specie migratrici a medio o lungo raggio in periodo primaverile, che frequentano l'area nel periodo immediatamente successivo all'ibernazione. Molte specie, infatti, utilizzano rifugi invernali ed estivi posti anche a notevole distanza tra loro, ricercando siti adatti alle diverse esigenze (siti molto caldi e tranquilli per la riproduzione in estate e rifugi freschi e umidi per lo svernamento).
In primavera, sono infatti state rinvenute specie migratrici a lungo raggio, come la nottola di Leisler (*Nyctalus leisleri*) e la nottola comune (*Nyctalus noctula*), che in tale periodo si spostano dai quartieri di svernamento a quelli riproduttivi, situati in Nord Europa. Queste specie possono quindi sfruttare l'area di studio come zona di passo (*stop-over*) durante le migrazioni, o come area di svernamento. Quest'ultimo caso si può applicare anche ad altre specie rinvenute nel medesimo periodo, come il miniottero *(Miniopterus schreibersii*), specie troglofila, che si rifugia quindi prevalentemente in siti ipogei naturali o artificiali, il serotino comune (*Eptesicus serotinus*) e il molosso di Cestoni (*Tadarida teniotis*).
Tutte le specie elencate volano anche a notevole altezza dal suolo (>40 m), sia per la caccia che durante gli spostamenti migratori, e sono quindi soggette ad impatto con i rotori (Rodrigues *et al.*, 2008): tuttavia, durante le registrazioni di ultrasuoni in quota effettuate in primavera non sono stati rilevati animali in volo. Tale fatto non esclude comunque la presenza di animali in migrazione ad alte quote nel sito e particolare attenzione deve essere rivolta a tale fenomeno in periodo primaverile: se l'attività di migrazione venisse verificata in presenza dell'impianto eolico, sarebbe auspicabile mantenere spenti gli aerogeneratori durante la notte nei periodi critici (Rodrigues *et al.*, 2008). Le notti maggiormente a rischio sembrano essere quelle con bassa velocità del vento, bassa pressione atmosferica (ad esempio prima di perturbazioni) e luna con bassa luminosità (luna nuova o fasi prossime) (Arnett *et al.*, 2009).

5. BIBLIOGRAFIA

Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Scaravelli D., Genovesi P., 2004. Linee guida per il monitoraggio dei Chirotteri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. Quaderni di conservazione della natura. Ministero dell'ambiente, Servizio Conservazione della Natura e Istituto Nazionale per la fauna selvatica.

Ahlen I., 2002. Fladdermöss och fäglar dödade av vindkraftverk. Fauna Flora, Stockholm 97:14-22.

Arnett E.B., Schirmacher M., Huso M., Hayes J., 2009. Annual Report Prepared for the Bats and Wind Energy Cooperative and the Pennsylvania Game Commission.

Arnett, E. B., Erickson, W. P., Horn, J. and J. Kerns. 2005. Relationships between bats and wind turbines in Pennsylvania and West Virginia: an assessment of bat fatality search protocols, patterns of fatality, and behavioral interactions with wind turbines. A final report submitted to the Bats and Wind Energy Cooperative. Bat Conservation International. Austin, Texas.

Baerwald E.F., D'Amours G.H., Klug B.J., Barclay R.M.R., 2008. Barotrauma is a significant cause of bat fatalities at wind turbines. Curr. Biol. 18:R695-R696.

Barataud M., 1996. Ballades dans l'inaudible. Editions Sittelle, Mens.

Barclay, R. M. R., E. F. Baerwald, and J. C. Gruver. 2007. Variation in bat and bird fatalities at wind energy facilities: assessing the effects of rotor size and tower height. Canadian Journal of Zoology 85:381–387.

Boonman A., Dietz C., Koselj K., Runkel V., Russo D., Siemers B., 2009. Limits of the echolocation call of european bats. www.batecho.eu.

Brinkmann R., Bontadina F., 2006. Survey of possible operational impacts on bats by wind facilities in Southern Germany. Carried out by: Ecological Consultancy, Holunderweg 2, D-79194 Gundelfingen Germany, www.buero-brinkmann.de. Gundelfingen, 31.01.2006.

Calvini M., 2007. Studio preliminare sulla chirotterofauna delle tre foreste demaniali del Parco dell'Aveto. Parco dell'Aveto, 39pp.

De Oliveira M. C., 1998. Towards standardized descriptions of the echolocation calls of microchiropteran bats: pulse design terminology for seventeen species from Queensland. Australian Zoologist, 30(4): 405-411.

Dulac P., 2008. Evaluation de l'impact du parc éolien de Bouin (Vendeé) sur l'avifaune et les chauve-souris- Bilan de 5 années de suivi. Ligue puor la Protection del Oiseaux délégation Vendeé/ADEME Pays del la Loire, Nantes.

Estók P., Siemers B., 2009. Calls of a bird-eater: the echolocation behaviour of the enigmatic greater noctule, Nyctalus lasiopterus. Acta Chiropterologica, 11: 405-414.

European Environmental Agency (EEA). The Article 17 report for the period 2001-2006

GIRC, 2007. Lista Rossa dei Chirotteri Italiani. www.pipistrelli.org

Grindal, S. D. and R. M. Brigham. 1998. Short-term effects of small-scale habitat disturbance on activity by insectivorous bats. Journal of Wildlife Management. 62: 996–1003.

Henning F., 2009. Sviluppo ed applicazione di tecniche di machine learning per l'identificazione di specie di Chirotteri mediante l'analisi delle emissioni ultrasonore. Tesi. Università degli Studi dell'Insubria. Varese. Italy.

Jones G., Vaughan N., Parsons S., 2000. Acoustic identiacation of bats from directly sampled and time expanded recordings of vocalizations. Acta Chiropterol. 2: 155±170.

Parsons S., Jones G., 2000. Acoustic identification of twelve species of echolocating bat by discriminant function analysis and artificial neural networks. J. Exp. Biol., 203: 2641-2656.

Pfalzer G., Kusch J., 2003. Structure and variability of bat social calls: implications for specificity and individual recognition. J. Zool. Lond. 261: 21-33.

Plissner J.H., Mabee T. J., and Cooper B. A., 2006. A radar and visual study of nocturnal bird and bat migration at the proposed Highland New wind development project, Virginia, Fall 2005. ABR Inc., Forest Grove, Oreg.

Preatoni D., Nodari M., Chirichella R., Tosi G., Wauters L.A., Martinoli A., 2005. Identifying bats from time expanded recordings of search-calls: looking for the best classifier. Journal of Wildlife Management, 69(4):1601-1614.

Rodrigues L., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Goodwin J. & Harbusch C., 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.

Russo D., Jones G., 2002. Identification of twenty-two bat species (Mammalia : Chiroptera) from Italy by analysis of time-expanded recordings of echolocation calls. Journal of Zoology, 258: 91-103.

Rydell J., Bach L., Dubourg-Savage M.-J., Green M., Rodrigues M., Hedenström A., 2010. Mortality of bats at wind turbines links to nocturnal insect migration? Eur. J. Wild. Res. 56:823-827.

Toffoli R., 2007. Habitat frequentati da *Hypsugo savii*, *Pipistrellus ku*hlii, *Pipistrellus pipistrellus* e *Pipistrellus nathusii* nel parco naturale delle capanne di Marcarolo (AL) (Chiropetra, Vespertilionidae). Riv. Pie. St. Nat., 28: 367-381.

Tupinier Y., 1996. L'universe acoustique des chiropteres d'Europe. Société Linnéenne de Lyon.

Vaughan N., Jones G., Harris S., 1997. Identification of British bat species by multivariate analysis of echolocation parameters. Bioacoustics, 7: 189-207.