



REGIONE
SARDEGNA



COMUNE DI
PUTIFIGARI



COMUNE DI
ITTIRI



PROVINCIA DI
SASSARI

PROGETTO DEFINITIVO

Impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica "Monte Rosso" con potenza di immissione in rete pari a 92.4 MW e relative opere connesse da realizzarsi nei comuni di Putifigari ed Ittiri (SS)

Titolo elaborato

Analisi preliminare su avifauna e chiroterri

Codice elaborato

F0529DR04A

Scala

-

Riproduzione o consegna a terzi solo dietro specifica autorizzazione.

Progettazione



F4 ingegneria srl

Via Di Giura - Centro direzionale, 85100 Potenza
Tel: +39 0971 1944797 - Fax: +39 0971 55452
www.f4ingegneria.it - f4ingegneria@pec.it

Il Direttore Tecnico
(ing. Giovanni Di Santo)



Gruppo di lavoro

Dott. For. Luigi ZUCCARO
Ing. Giuseppe MANZI
Ing. Alessandro Carmine DE PAOLA
Ing. Flavio TRIANI
Ing. Gerardo SCAVONE
Ing. Monica COIRO
Ing. Simone LOTITO
Arch. Gaia TELESCA



Società certificata secondo le norme UNI-EN ISO 9001:2015 e UNI-EN ISO 14001:2015 per l'erogazione di servizi di ingegneria nei settori: civile, idraulica, acustica, energia, ambiente (settore IAF: 34).

Consulenze specialistiche

COORDINAMENTO AVIFAUNA E CHIROTTERI

Dott. Domenico Bevacqua

Vico 1 Garibaldi, 5
88056 Tiriolo (CZ)

Domenico Bevacqua

Committente



wpd Monte Rosso S.r.l.

Viale Regina Margherita 33, 09124 Cagliari (CA)

Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Febbraio 2023	Prima emissione	GSC	GMA	GDS

File sorgente: F0529DR04A - Analisi preliminare su avifauna e chiroterri.docx

Sommario

Avifauna	5
1 Premessa	6
2 L'incidenza degli impianti eolici sull'avifauna	7
2.1 Sottrazione di habitat/incidenza diretta	7
2.2 Disturbo/incidenza indiretta	9
3 Finalità dello studio	19
4 Materiali e metodi	20
4.1 Fonti consultate	20
4.2 Area di studio	20
4.3 Frequenza e calendario dei rilievi	21
4.4 Modalità di esecuzione dei rilievi	21
4.4.1 Osservazioni da postazione fissa	21
4.4.2 Rilevamenti mediante transetti lineari (mapping transect)	23
4.4.3 Rilevamento mediante punti di ascolto	24
4.4.4 Rilievi notturni	25
4.4.5 Stima del rischio e del numero possibile di collisioni	26
5 Risultati delle attività di monitoraggio	29
5.1 Specie rilevate nel periodo giugno – settembre 2022	29
5.1.1 Fenologia	29
5.1.2 Rapporto non Passeriformi / Passeriformi	32
5.2 Esiti dei rilievi eseguiti mediante punti di ascolto primaverili	32

5.2.1	Indicatori quali-quantitativi	32
5.3	Rapaci diurni. Ricerca siti riproduttivi	35
5.4	Rapaci notturni	43
5.5	Esiti delle osservazioni da postazione fissa	44
5.6	Migrazione primaverile e post riproduttiva	48
5.6.1	Migrazione e voli di spostamento	49
5.6.2	Analisi dei fenomeni migratori osservati nell'area di studio	49
5.6.3	Effetto dei venti sulla migrazione	50
5.7	Eventuali incidenze legate all'interazione con avifauna	51
5.8	Stima del numero possibile di collisioni	55
6	Valutazione di incidenza	65
7	Conclusioni sui rilievi avifaunistici	66
8	Bibliografia sull'avifauna	68
9	Check-list uccelli della Sardegna aggiornata al 2022	70
	Chiroteri	73
10	Premessa	74
11	Area di indagine	77
12	Materiali e metodi	78
12.1	Tecniche di campionamento	78
12.2	Punti di campionamento	82
13	Valutazione quantitativa delle specie e dell'attività	84
14	Risultati	85

14.1	Rilievi bioacustici	85
14.2	Ricerca siti rifugio	86
15	Rischio di collisione	90
16	Conclusioni sui chiroteri	92
17	Bibliografia sui chiroteri	93

Avifauna

1 Premessa

Su incarico di wpd Monte Rosso S.r.l. nel mese di giugno 2022 è stata avviata una campagna di monitoraggio annuale ante operam dell'avifauna nell'area interessata da un progetto per la realizzazione di un impianto eolico, tra i comuni di Ittiri e Putifigari.

La campagna di monitoraggio costituisce un supporto per le valutazioni riportate nello studio di impatto ambientale oltre che per proporre eventualmente le opportune misure di mitigazione/compensazione.

Il report integra lo studio di impatto ambientale ed è parte integrante del processo conoscitivo preordinato ad una valutazione quanto più possibile oggettiva e imparziale della compatibilità del progetto con le esigenze di tutela dell'avifauna presente nell'area.

Di seguito sono descritti i metodi, i tempi e i risultati del **monitoraggio annuale ante operam, effettuato a partire da giugno 2022 e tuttora in corso**. I dati sono stati utilizzati anche per valutare eventuali differenze rispetto al consistente numero di riferimenti bibliografici utilizzati per la definizione della baseline dello studio di impatto ambientale e le valutazioni di incidenza, anche sulla base dell'analisi della potenzialità dei diversi habitat riconoscibili nell'area. Le attività sono condotte coerentemente con il protocollo di monitoraggio redatto da ANEV, Osservatorio Nazionale Eolico e Fauna e Legambiente onlus (2012), per rendere gli stessi dati validi dal punto di vista scientifico e confrontabili con altri studi. Le attività, ove necessario, sono state integrate anche con le indicazioni fornite da altri protocolli, come quelli del WWF (Teofili C., Petrella S., Varriale M., 2009) e MITO (2000).

La metodologia adottata è coerente con l'approccio BACI (*Before After Control Impact*) che permette di misurare l'incidenza potenziale di un disturbo o di un evento. In breve, esso si basa sulla valutazione dello stato delle risorse prima (*Before*) e dopo (*After*) l'intervento, confrontando l'area soggetta alla pressione (*Impact*) con siti in cui l'opera non ha effetto (*Control*), in modo da distinguere le conseguenze dipendenti dalle modifiche apportate da quelle non dipendenti.

Un impianto eolico può avere un'incidenza sull'ambiente in cui è collocato, di entità variabile in ragione di fattori riconducibili sia alle caratteristiche dell'impianto (numero e posizione dei generatori, altezza delle torri, dimensioni del rotore e velocità di rotazione del rotore), sia a quelle dell'ambiente stesso e la sua sensibilità alle perturbazioni antropiche.

In virtù di ciò, qualsiasi intervento che possa comportare modificazioni ambientali deve essere preceduto da adeguati studi sulle componenti biotiche che possono subire gli effetti di tali modificazioni. Questi studi devono essere condotti nel rispetto delle norme cogenti, secondo criteri scientifici, oltre che su un arco temporale utile a fornire risultati solidi; devono inoltre essere condotti da figure professionali competenti e di adeguata esperienza nei rilevamenti, nella stesura, nell'elaborazione e nell'interpretazione dei dati raccolti.

2 L'incidenza degli impianti eolici sull'avifauna

Numerosi sono gli studi sull'incidenza di impianti eolici, con risultati non sempre concordi e spesso difficilmente confrontabili tra loro a causa delle numerose variabili in gioco (specie prese in considerazione, territorio di riferimento, metodologia di monitoraggio adottata, tipologia e caratteristiche dell'impianto, scelte progettuali, ecc.).

Negli ultimi anni, inoltre, è stata data particolare attenzione alla valutazione cumulativa degli effetti determinati, in tempi lunghi e su aree vaste, dalla presenza di più impianti sulla persistenza di popolazioni di specie a rischio, evidenziando l'importanza di una programmazione oculata sulla distribuzione degli impianti sul territorio.

Dall'analisi dei vari studi emerge che il rischio di collisione tra avifauna e aerogeneratori è correlato con la densità degli uccelli, e in particolare con la presenza di flussi migratori rilevanti (*hot spot* della migrazione) (EEA, 2009), oltre che, come recentemente dimostrato da De Lucas et al. (2008), con le caratteristiche specie-specifiche degli uccelli che frequentano l'area, tra cui: tipo di volo, dimensioni, fenologia. Risulta altresì interessante notare come alcuni autori pongano particolare attenzione nel valutare l'incidenza derivante dalla perdita o dalla trasformazione dell'habitat, fenomeni che, al di là della specifica tematica dello sviluppo dell'energia eolica, sono universalmente riconosciuti come una delle principali cause della scomparsa e della rarefazione di molte specie.

La possibile incidenza del parco eolico sull'avifauna è di seguito esaminata in modo imparziale ed obiettivo, anche sulla base della bibliografia italiana ed estera esistente in materia e rapportati e valutata anche in funzione dei dati d'indagine di monitoraggi effettuati dagli autori su altri impianti eolici da circa 10 anni.

La potenziale incidenza degli impianti eolici sull'avifauna si possono riassumere principalmente in due categorie:

1. sottrazione di habitat / incidenza indiretta;
2. Disturbo/incidenza diretta

2.1 Sottrazione di habitat/incidenza diretta

Come possibile incidenza indiretta è da considerarsi, prima fra tutte, la perdita degli habitat. A livello globale, la frammentazione e la perdita di habitat idoneo per la nidificazione o il reperimento di cibo sono considerati, infatti, tra i principali motivi di perdita della biodiversità e causa di estinzione per molte specie. La perdita di habitat avviene sia in maniera diretta, a causa dell'occupazione di suolo di un'opera, sia in maniera indiretta a causa del cosiddetto *disturbance displacement*.

La necessità di preservare gli habitat viene evidenziata dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE, il cui scopo è quello di salvaguardare la biodiversità, considerando anche le esigenze economiche, sociali e culturali locali, mediante la conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio comunitario ed evitare una significativa alterazione dell'habitat con possibile frammentazione degli areali distributivi e ridotta capacità di connessione tra elementi del paesaggio.

La significatività dell'incidenza è funzione della superficie occupata dalle diverse tipologie di habitat e del loro interesse naturalistico e conservazionistico, anche in rapporto con la superficie complessiva degli stessi nell'area di studio. In virtù di ciò, l'incidenza è maggiormente significativa nel caso in cui l'habitat sottratto è di pregio (ad es. habitat di riferimento per particolari comunità di specie di animali rare o minacciate) e quanto maggiore risulta la percentuale sottratta rispetto a quella disponibile nell'area di studio.

La sottrazione di habitat può anche produrre una frammentazione degli habitat naturali riducendo la fitness adattativa delle diverse specie di fauna e può anche aumentare l'incidenza della predazione, dei parassiti e di malattie.

In alcuni impianti eolici già sottoposti a monitoraggio, in fase di cantiere si è osservato che durante le fasi di preparazione delle piazzole, degli scavi di fondazione dei plinti, di adeguamento delle infrastrutture di accesso e di servizio, dello scavo del cavidotto, (che avviene su strade esistenti, di rango per lo più comunale e provinciale), le specie di Passeriformi più comuni e generaliste (Cornacchia grigia, Gazza, Taccola, Storno, Cappellaccia e la Passera d'Italia), non abbandonano l'area. Alla luce di queste considerazioni, a carattere generale, si può affermare che l'allontanamento riguarda soprattutto specie di scarso valore conservazionistico, peraltro diffuse in maniera omogenea ed abbondante nella zona. Questi uccelli, dotati di buona capacità di adattarsi alla presenza umana, se non addirittura opportuniste, (Cornacchia grigia e Gazza) si avvicinano spesso alla ricerca di cibo (vermi ed altri invertebrati) nel terreno rimosso dai mezzi meccanici. **D'altro canto, appare ormai universalmente accertato che l'elemento che influisce più negativamente sulla fauna è l'agricoltura intensiva, in quanto causa di semplificazione dell'ambiente dovuta all'adozione di pratiche agricole meccanizzate ed alla distruzione di insetti attraverso l'impiego di prodotti chimici.**

I trascurabili effetti degli impianti eolici sulla composizione e la struttura delle comunità di Passeriformi nidificanti e svernanti sono confermati dagli esiti dalle osservazioni effettuate in altre aree simili, già interessate dalla presenza di aerogeneratori in esercizio, in cui le specie sono risultate ampiamente presenti e diffuse, senza riduzione del livello di frequentazione.

Secondo gli indici calcolati (Shannon, Abbondanza e Ricchezza), le comunità dei Passeriformi sono risultate abbastanza ricche, sia in termini di numero di specie che di dominanza e abbondanza.

Come precisato dalla prestigiosa National Audubon Society, organizzazione statunitense per la conservazione della natura che conta oltre un milione di soci e l'apporto di numerosi ricercatori, l'incidenza degli impianti eolici sulla sottrazione di habitat e in particolare sulla frammentazione dell'ambiente, è maggiormente significativa quando essi vengono ubicati all'interno di estese superfici di habitat poco alterati, mentre è pressoché insignificante in habitat agricoli e antropizzati e/o già alterati e che già presentano un determinato grado di frammentazione del paesaggio. Tale evento è frequente negli eco-mosaici agricolo-seminaturali presenti nell'area di progetto del parco eolico in questione.

La classificazione d'uso del suolo realizzata nell'ambito del progetto Corine Land Cover (EEA, 2018) evidenzia nel 2018 la prevalenza di superfici coltivate (56.99%) sulle zone boscate e semi-naturali (40.27%), le aree artificiali (1.43%) ed i corpi idrici (1.30%) nell'area sovralocale di analisi.

Dal 1990 al 2018 (EEA, 1990, 2018) si registra un aumento delle superfici artificiali (+385.07 ha; +75.07%) – dovuto ad un incremento delle zone residenziali a tessuto discontinuo (+330.72 ha; +69.30%) a seguito dell'artificializzazione di zone agricole – e delle superfici agricole (+8091.36 ha; +29.24%) – in particolare le aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti hanno registrato un deciso aumento (+6457.33 ha; +91.40%) e le aree agroforestali (-487.95 ha; -9.72%) sono diminuite a seguito della messa a coltura di aree naturali e seminaturali (nello specifico le aree a pascolo naturale e praterie sono divenute aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti per 7820.56 ha, registrando un +12.46%) – ed una diminuzione degli ambienti naturali e semi-naturali (-8461.47 ha; -25.08%), dovuta ad una forte riduzione delle aree a pascolo e praterie (-12959.62 ha; -63.40%) non bilanciata dall'aumento delle zone boscate (+1373.03 ha; +95.96%).

Ad ogni modo, solamente a conclusione del monitoraggio ante operam e nel corso di quello post operam sul sito, si potranno trarre delle considerazioni più solide e scientificamente valide su questo tipo

di incidenza. L'incidenza da analizzare riguarderà anche l'avifauna che potenzialmente può collidere occasionalmente con le pale durante le frequentazioni del sito a scopo alimentare.

2.2 Disturbo/incidenza indiretta

Una delle conseguenze dirette della presenza di un parco eolico è dato dal rischio di collisione dell'avifauna contro le pale degli aerogeneratori. I dati riportati dalla bibliografia disponibile sono tuttavia contraddittori in termini di numero di collisioni. I risultati ottenuti sono spesso specifici per ogni area di studio, riconducibili quindi a situazioni ambientali e popolamenti faunistici spesso differenti tra loro.

Alcuni esperimenti condotti sulla vista degli uccelli, e dei rapaci in particolare, hanno evidenziato una difficoltà nel percepire strutture aliene in un normale contesto ambientale. I rapaci sono in grado di percepire il movimento delle pale e sono dotati di una buona profondità di campo, ma questa sembra limitata a elementi tipici del paesaggio e a loro precedentemente noti.

Sempre per quanto riguarda i rapaci diurni più comuni (Poiana e Gheppio) e notturni (Barbagianni, Civetta), uno dei motivi che porterebbe questi uccelli a urtare contro gli aerogeneratori, è riconducibile alla tecnica di caccia, trattandosi di specie che più di altre concentrano lo sguardo sul terreno in cerca di prede. I rapaci, infatti, una volta focalizzata una preda, si concentrano esclusivamente su quella riducendo enormemente il campo visivo e quindi la possibilità di evitare le pale in rotazione. A tal proposito, molti studi hanno evidenziato l'esistenza di una relazione fra la presenza di molte prede nell'area di un impianto eolico e l'alto numero di decessi registrati; questo in particolare per l'Aquila reale e la Poiana.

Tuttavia, anche condizioni atmosferiche sfavorevoli, come pioggia e vento forte, sarebbero la causa di un alto numero di collisioni, specialmente se associati a condizioni di scarsa visibilità; questo spiega l'alto rischio a cui sono sottoposti i migratori notturni.

In realtà, dai dati rilevati direttamente in campo attraverso attività di monitoraggio condotte da circa 10 anni su impianti eolici in esercizio in Calabria e Sicilia, si è osservato un progressivo adattamento dell'avifauna, lasciando intendere che i rapaci e le altre specie di uccelli si siano abituati alla presenza degli aerogeneratori (ad esempio, sono stati osservati esemplari di Gheppio e Poiana rimanere in posizione di surplace distanti dalle pale in rotazione), fino a considerarli elementi integrati nell'ambiente.

In termini numerici, il numero di carcasse rinvenute nei pressi degli aerogeneratori è finora molto basso (n.8 complessivamente in 10 anni) e, benché le attività siano tuttora in corso, finora tale da ritenersi fisiologicamente confinato entro ordini di grandezza assolutamente accettabili e tali da non costituire una fonte significativa di rischio per la conservazione delle specie protette.

In bibliografia, la mortalità dovuta alla collisione con gli aerogeneratori (espressa in termini di uccelli morti ogni anno per aerogeneratore, "birds/turbine/year=BTY" o "collisioni/torre/anno"), è estrapolata in proporzione rispetto al numero di carcasse di uccelli rinvenute ai piedi degli stessi, per le varie aree di studio ed è variabile tra 0,19 e 4,45 uccelli/aerogeneratore/anno (Erickson et al., 2000; Erikson, 2001; Johnson et al., 2000a; Johnson et al., 2001; Thelander e Rugge, 2001), 0.6-2 uccelli/turbina/anno (Strickland et al., 2000), 0.19-0.15 uccelli/turbina/anno (Thelander et al., 2000).

Le linee guida per le valutazioni di impatto ambientale degli impianti eolici prodotte a vario titolo da diversi Enti o Organizzazioni (es. EC Environment DG 2002, Council of Europe 2004, WWF Italia 2007), in aree dove non ci sono dati pregressi disponibili e in aree importanti per gli uccelli (IBA, ZPS, SIC e ZSC), in genere raccomandano di effettuare studi in campo di minimo un anno per stimare i pattern di uso degli habitat da parte delle specie nelle aree oggetto di studio. Queste linee guida, inoltre, sottolineano la necessità di pianificare anche un monitoraggio post-operam per valutare gli effetti a breve e lungo termine.

Per quanto riguarda gli Uccelli, BirdLife International ha compilato per conto del Consiglio d'Europa, una tabella (Council of Europe, 2004) in cui sono elencate le specie maggiormente suscettibili alla presenza di aerogeneratori. Di seguito i taxa di uccelli a maggior rischio di incidenza e la tipologia di incidenza.

Tabella 1. Principali effetti della presenza di impianti eolici sulle diverse famiglie e specie

Famiglia o Ordine	Specie o gruppo di specie	Disturbo	Barriere ai movimenti	Collisioni	Perdita di habitat
<i>Gavidae</i>	Strolaga minore	X	X	X	
<i>Podiceopidae</i>	Svasso maggiore e minore	X			X
<i>Phalacrocoracidae</i>	Marangone dal ciuffo				X
<i>Ardeidae</i>	Airone cenerino, Airone bianco maggiore	X		X	
<i>Ciconidae</i>	Cicogne				
<i>Anatidae</i>	Oca lombardella	X			
<i>Accipitridae</i>	Nibbio reale	X		X	
<i>Accipitridae</i>	Nibbio bruno	X		X	
<i>Accipitridae</i>	Gipeto	X		X	
<i>Accipitridae</i>	Grifone	X		X	
<i>Accipitridae</i>	Aquila reale	X		X	
<i>Sternidae</i>	Sterna maggiore	X		X	
<i>Strigidae</i>	Gufo reale	X		X	
<i>Strigidae</i>	Allocco			X	
<i>Strigidae</i>	Gufo comune			X	
<i>Tytonidae</i>	Barbagianni			X	
<i>Gruidae</i>	Gru	X	X	X	
<i>Passeriformes</i>	In particolare Passeriformi in migrazione notturna	X		X	

Con riferimento al rischio di collisioni dirette contro le pale degli aerogeneratori, tra le specie con vasto raggio di movimento a cui prestare attenzione, anche perché indicate come "minacciate" dalla lista rossa, ci sono il grifone, il nibbio reale, il nibbio bruno e il falco di palude.

Sempre sulla base delle pregresse attività di monitoraggio in Calabria e Sicilia, si è rilevato che i rapaci migratori (albanelle, falchi di palude, altri falconidi) e quelli più diffusi, come la Poiana, il Gheppio, lo Sparviere, il Nibbio reale e Nibbio bruno, pur presenti in numero variabile da un rilievo all'altro, fruiscono delle aree occupate dagli aerogeneratori sia per la caccia che per voli di spostamento, sfruttando tre possibili fasce aeree, di seguito indicate:

- Fascia A, corrispondente alla porzione inferiore della torre al di sotto della minima altezza occupata dalle pale nella loro rotazione;
- Fascia B, compresa tra la minima e la massima altezza occupata dalle pale nella loro rotazione;
- Fascia C, la porzione di spazio aereo al di sopra dell'altezza massima della pala.

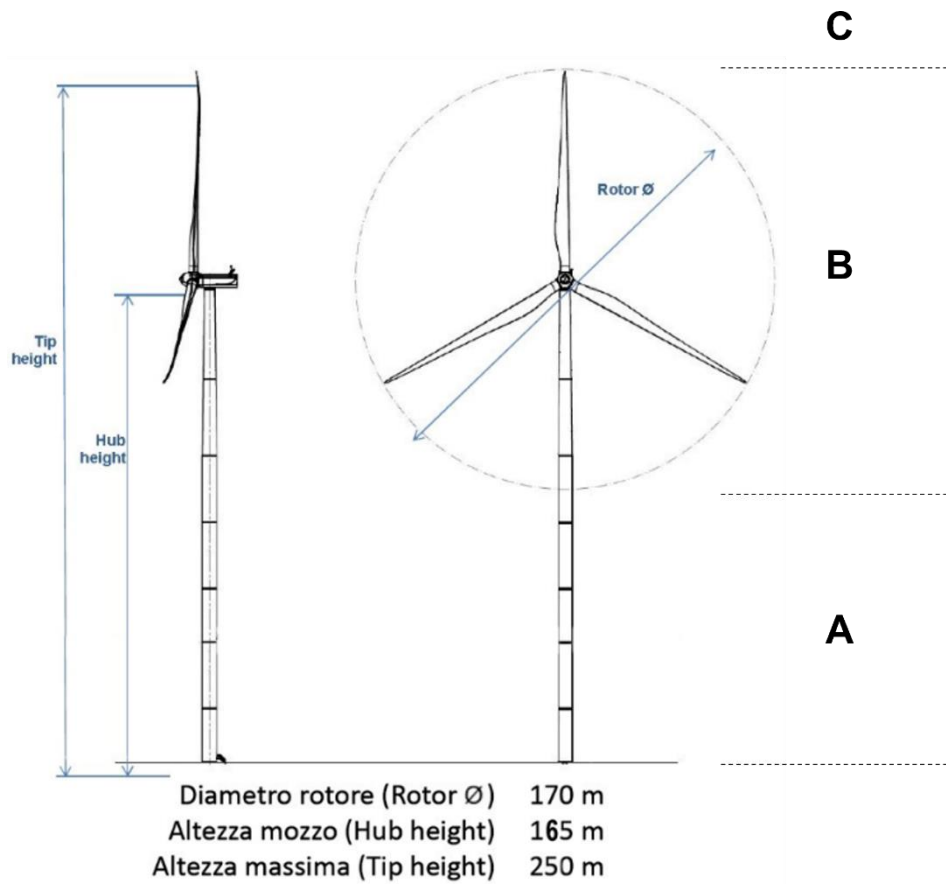


Figura 1 – Standardizzazione delle altezze di volo sulla base di un aerogeneratore tipo



Figura 2 – Esemplare di Poiana in volo nella fascia B, ma distante dall'aerogeneratore e, pertanto, senza rischi di collisione



Figura 3 – Esempio di Gheppio in volo nella fascia A



Figura 4 – Esempio di Gheppio in volo nella fascia B



Figura 5 – Esemplare di Corvo imperiale in volo di caccia in fascia B, ma distante dall'aerogeneratore e, pertanto, senza rischi di collisione

In particolare, anche in presenza di diversi impianti eolici di grande generazione in un'unica area, si è osservato che nessuna di queste specie ha abbandonato in maniera definitiva l'area; piuttosto ha sviluppato una sorta di adattamento alle turbine presenti.

Con riferimento ai cambiamenti registrati durante le osservazioni, a livello di uso dello spazio (allontanamento) e di comportamento di volo (innalzamento delle altezze) si è osservato che le specie siano in grado di avvertire la presenza degli aerogeneratori sviluppando strategie finalizzate ad evitare le collisioni, modificando la direzione e l'altezza di volo soprattutto in condizioni meteorologiche e di visibilità buone.

Utilizzando come base di analisi i dati desunti da attività di monitoraggio pregresse effettuate su impianto eolico costituito da 25 aerogeneratori ed ubicato in contesto paragonabile a quello di realizzazione del progetto in esame, è stato possibile cogliere la seguente generale tendenza comportamentale con riferimento alle principali specie ornitiche (non necessariamente rilevate nel corso delle attività di cui al presente documento:

- Il falco pecchiaiolo, il nibbio bruno, il biancone, lo sparviere, la poiana, l'aquila minore e il falco pescatore sembra prediligano quote di volo maggiori rispetto al livello delle pale;
- Le specie appartenenti al genere *Circus*, es. falco di palude e albanella minore, volano a quote inferiori alle pale, mentre per l'albanella reale e per la pallida non sono state registrate differenze;

- Il falco cuculo sembra volare prevalentemente sotto le pale, il gheppio al di sopra, mentre per il grillaio non sono state registrate differenze;
- Per il lodolaio ed il falco pellegrino non sembrano esserci differenze;
- Le pavoncelle volano prevalentemente al di sopra delle pale eoliche;
- I colombacci volano sia alla quota delle pale sia al di sopra;
- Il gruccione vola prevalentemente al di sopra mentre per la ghiandaia marina non ci sono differenze;
- Rondini, rondoni, balestrucci sembrano volare prevalentemente a quote superiori alle pale eoliche;
- Tra i corvidi, la taccola sembra volare soprattutto a quote inferiori, la cornacchia a quote superiori, la gazza vola o a quote superiori o a livello delle pale, mentre per il corvo imperiale non ci sono differenze significative;
- Gli storni sembra volino prevalentemente a quote superiori;
- Cicogne (bianche e nere) e gru (entrambe al momento non osservate in area di progetto), volano esclusivamente al di sopra della quota delle pale;
- Tra gli altri rapaci, nibbio reale, capovaccaio, falco della regina e lanario sono stati osservati quasi tutti volare al di sopra delle pale eoliche;
- Gabbiani reali sono stati osservati tutti sopra le pale eoliche;
- Rondoni maggiori sono stati visti volare tutti sopra le pale eoliche.

In termini, invece, di rischio d'incidenza riferito alle specie migratrici, i dati sin qui raccolti in ambiti progettuali paragonabili a quello in esame, suggeriscono che le specie maggiormente esposte a rischio di mortalità per collisione sono le seguenti:

- Tra i rapaci, l'albanella reale, il falco di palude, l'aquila minore (al momento non osservata in area di progetto), la poiana e il gheppio.
- Tra i rapaci notturni, l'allocco e il barbagianni;
- Tra gli uccelli di dimensioni medio piccole, il rondone comune, il rondone maggiore, il gruccione, il balestruccio e la rondine.

Nel grafico a seguire, un esempio di comparazione della frequenza di utilizzo delle tre altezze di volo (A, B e C) condotta usando un'analisi di regressione lineare durante cinque anni di monitoraggio presso un impianto eolico in Calabria. L'associazione lineare è stata stimata tramite coefficiente di correlazione prodotto-momento di Pearson (Li and Brown, 1999, Skinner et al., 1998, Sokal and Rohlf, 1994).

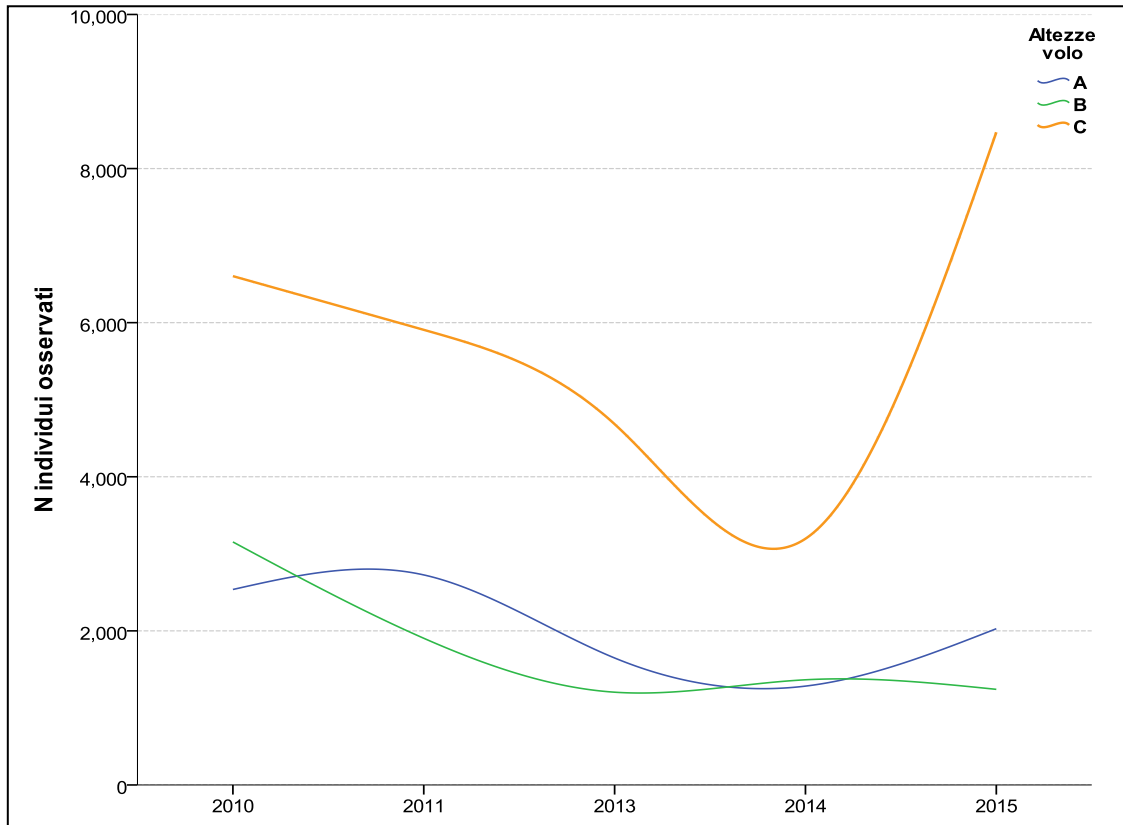


Grafico 1 - Totale di individui osservati alle 3 altezze di volo (A, B, C) durante 5 stagioni di osservazione

L'analisi riguardante le differenze di utilizzo delle tre altezze di volo (A, B e C), inoltre, ha dimostrato una preferenza significativa verso la quota C. Questa tendenza si è mantenuta anno dopo anno, sia considerando il numero totale di individui in transito sia i flussi medi.

Nel grafico successivo, si nota come, ad eccezione di Falconidi e Columbidi, la stessa quota appare quella preferenzialmente utilizzata dal maggior numero di individui per famiglia.

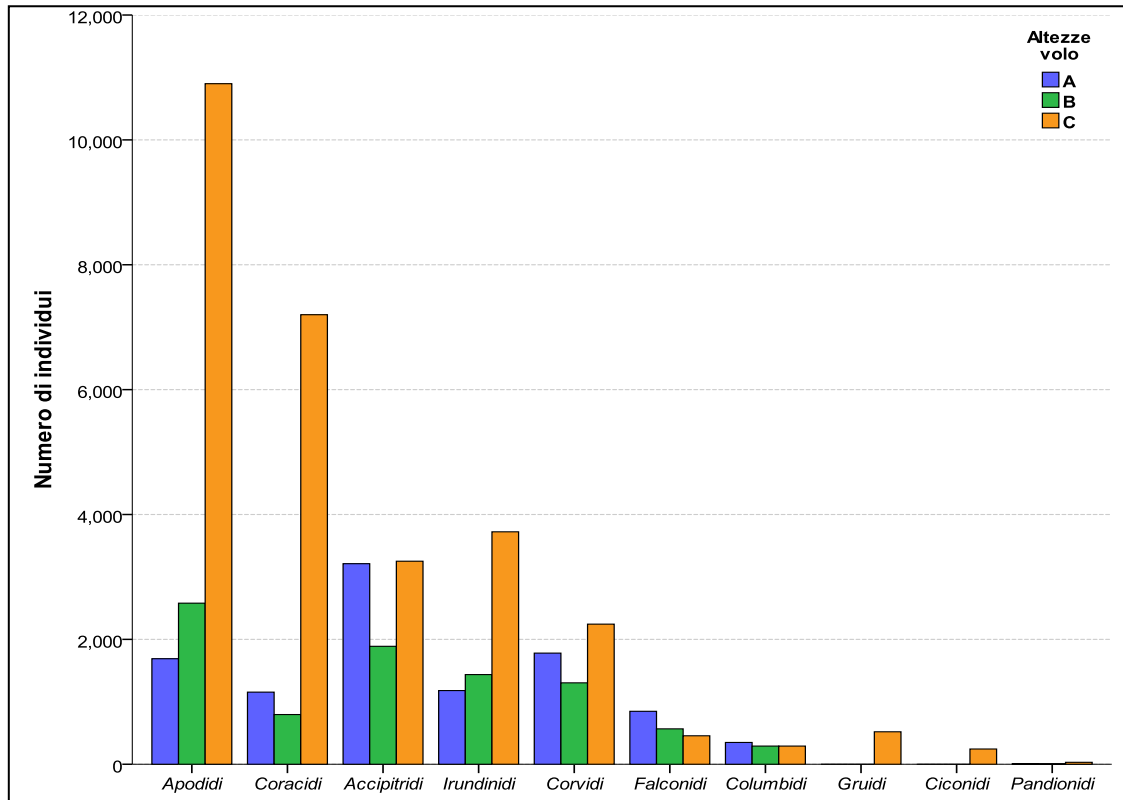


Grafico 2 - Totale individui per famiglia osservati alle tre quote di volo (A, B, C) durante le 5 stagioni di osservazione

Se da un lato molti autori concordano nell'indicare il maggiore rischio di mortalità per gli uccelli di grandi dimensioni (Rapaci e Ardeidi), va però sottolineato che per gli uccelli di piccole dimensioni i dati relativi ai rischi di collisione non sono univoci; infatti alcuni autori registrano elevati casi di mortalità (Erickson et al., 2001) mentre altri l'assenza del fenomeno.

Va sottolineato che i dati relativi al numero di collisioni sono sensibilmente diversi a seconda della localizzazione degli impianti, del numero degli aerogeneratori e delle specie considerate. Per impianti eolici fino a 30 aerogeneratori, quindi molto più numerosi rispetto quello in esame ove se ne hanno 5 in totale, e generalmente, realizzati con una vecchia concezione costruttiva sia tecnologica che di progetto poiché posizionati ad una distanza molto più ravvicinata l'uno dall'altro rispetto quello in esame, è stata registrata un'incidenza di 0,03 - 0,09 uccelli/generatore/anno; in riferimento agli uccelli rapaci si registrano valori compresi tra 0,06 - 0,18 uccelli morti/ generatore/anno (Janss, 2000; Winkelman, 1992). A questi possono aggiungersi quello riportato da Rydell J. et al. (2012) di 2.3 uccelli/generatore/anno, ma anche il range di 0.63-7.7 uccelli/turbina/anno, di cui 0-0.1 rapaci/generatore/anno rilevati da Erickson W.P. et al. (2005).

Relativamente allo studio dell'area interessata dal progetto, il futuro monitoraggio in fase di costruzione ed esercizio consentirà di ottenere ulteriori informazioni sulle altezze di volo al fine di individuare, in maniera dettagliata, l'eventuale interferenza delle singole specie con le pale dell'aerogeneratori, quindi il rischio di collisione. Nel corso della realizzazione dell'impianto o nei periodi successivi, infatti, la base dei dati acquisita potrà rappresentare un termine di raffronto rispetto alla baseline definita con il monitoraggio ante operam, sia per una verifica delle previsioni di incidenza sia per una sua reale quantificazione in termini di perdita di habitat e specie.

Ad oggi non è possibile produrre precise e puntuali stime previsionali di incidenza specifiche per il parco eolico, proprio perché, come già accennato in precedenza, la probabilità di collisione fra un uccello

ed una torre eolica dipende dalla combinazione di più fattori, in parte già citati, che per completezza vengono di seguito elencati:

- *Condizioni meteorologiche.* Sono pericolose le condizioni meteo avverse, in quanto comportano una riduzione delle altezze di volo e una diminuzione della visibilità;
- *Altitudine di volo,* per ovvie ragioni legate al rischio connesso con il volo nella fascia occupata dalle pale;
- *Numero, altezza degli aerogeneratori, altre caratteristiche come la corda massima e il numero di rotazioni al minuto;*
- *Distanza media tra gli aerogeneratori.* Si tratta del c.d. effetto "barriera meccanica" per gli uccelli, che aumenta con la diminuzione di tale distanza;
- *Eco-etologia delle specie.* Le zone a ridosso delle alture sono le più frequentate dai rapaci per via della formazione di correnti ascensionali favorevoli. Alcune specie, proprio sui crinali, effettuano soste di riposo ed alimentazione. Certe specie migrano di notte e sono quindi più esposte alla collisione con gli aerogeneratori.

Una possibile mortalità da collisione con le pale degli aerogeneratori è stata riscontrata pure per i piccoli Passeriformi della famiglia "Alaudidi", presenti nell'area di studio con, ad esempio, latottavilla (Stazionaria) e l'allodola (stazionaria), durante il caratteristico volo territoriale, che spesso viene effettuato ad altezze di 50-100 m dal suolo.

3 Finalità dello studio

Considerata l'ubicazione e le principali caratteristiche tecniche del futuro parco eolico, l'obiettivo dell'indagine è quello di fornire un set di informazioni riguardante in particolare l'utilizzo - da parte dell'avifauna - degli habitat dell'area selezionata per il progetto del parco eolico, nonché degli spazi aerei soprastanti.

4 Materiali e metodi

4.1 Fonti consultate

Per l'inquadramento faunistico dell'area e l'analisi territoriale, nonché per valutare lo stato di conservazione delle specie contattate sono state consultate le seguenti fonti:

- Formulario standard delle aree SIC/ZSC e ZPS limitrofe;
- Check list degli uccelli della Sardegna, Avibase - Checklists degli uccelli del mondo aggiornata al 2022
- Libro Rosso della Fauna d'Italia (Bulgarini et al 1998);
- Libro "Gli uccelli della Sardegna" (Ilaria Fozzi) nuova ristampa 2022;

Raccolta delle norme nazionali ed internazionali per la conservazione della fauna selvatica e degli habitat (Spagnesi & Zambotti, 2001).

4.2 Area di studio

L'area di studio è quella racchiusa entro il raggio di 12,5 km dagli aerogeneratori di progetto.

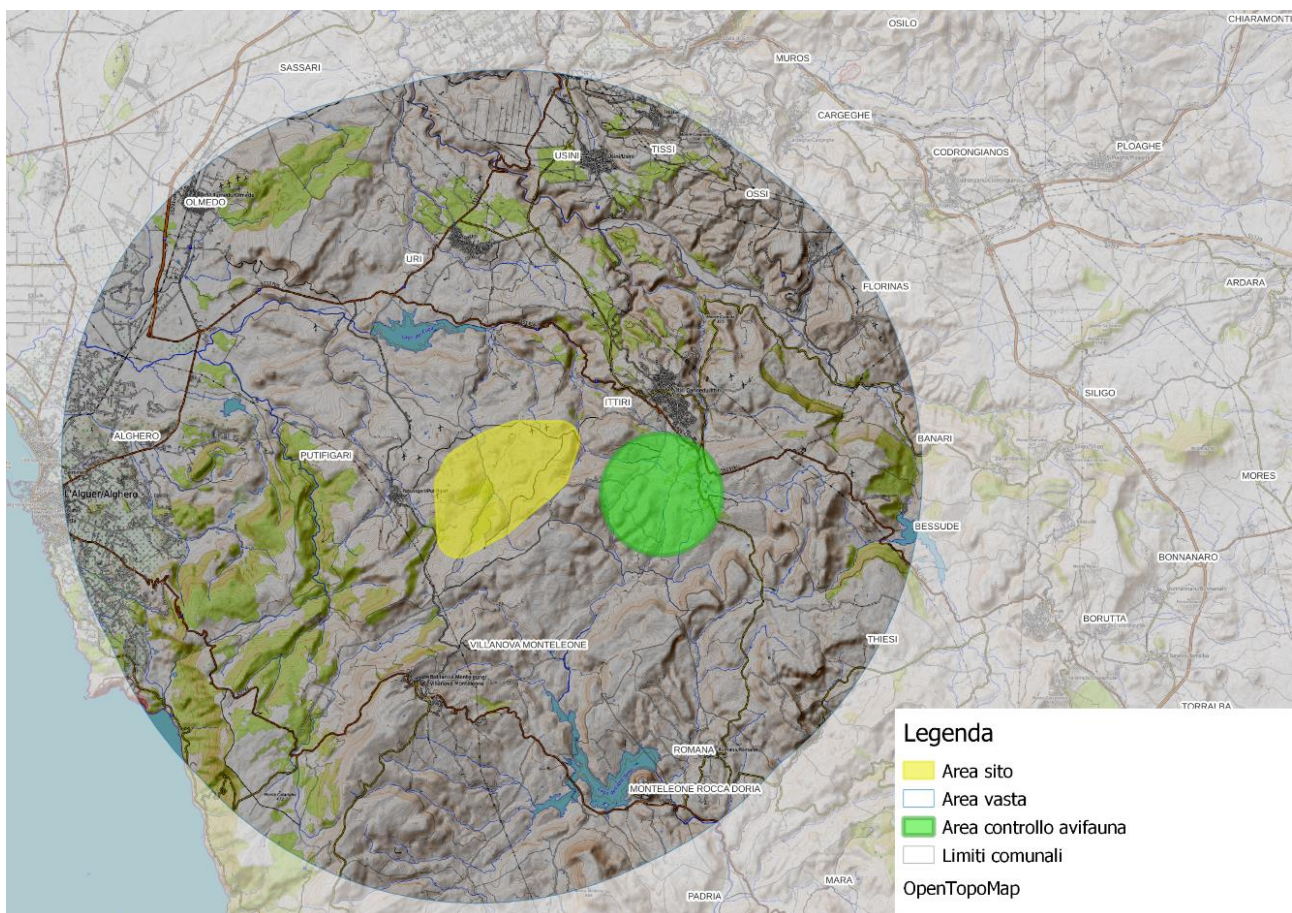


Figura 6 – Area di studio (buffer 12.5 km dagli aerogeneratori di progetto)

4.3 Frequenza e calendario dei rilievi

Tabella 2. Calendario e tipologia di rilievi

MESE	SITI RIPROD. RAPACI	TRANSETTI	P.TI ASCOLTO NOTT.	P.TI ASCOLTO PASS.	OSS. POST. FISSA	TOT.
GIUGNO 2022	1	2	1	2	2	8
LUGLIO 2022					1	1
AGOSTO 2022					1	1
SETTEMBRE 2022					2	2
OTTOBRE 2022*					3	3
NOVEMBRE 2022*					3	3
DICEMBRE 2022*					1	1
GENNAIO 2023*					1	1
FEBBRAIO 2023*					2	2
MARZO 2023*	1		1	2	2	6
APRILE 2023*	1			2	3	6
MAGGIO*	1	3		2	3	9
TOTALE	4	5	2	8	24	43

* Ipotesi previsionale

Sono stati anche raccolti dati bibliografici sull'avifauna svernante e stazionaria.

I risultati medi dei rilievi sono stati utilizzati per definire i gradienti di abbondanza delle specie sul territorio, nonché l'indice di diversità di Shannon - Wiener (H') stagionale.

4.4 Modalità di esecuzione dei rilievi

Il monitoraggio dell'avifauna presso l'area interessata dall'impianto "Monte rosso", sito nei territori comunali di Ittiri e Putifigari, in provincia di Sassari, è stato condotto coerentemente con la metodologia proposta da ANEV, Osservatorio nazionale eolico e fauna e Legambiente (2012), eventualmente integrata con le linee guida WWF Italia (Teofili C., Petrella S., Varriale M., 2009) e MITO (2000).

4.4.1 Osservazioni da postazione fissa

Le osservazioni da postazione fissa (Bibby et al. 2000) consistono nella perlustrazione, da punti panoramici, dello spazio aereo entro 15° sopra e sotto la linea dell'orizzonte, alternando l'uso del binocolo (10x42 mm) a quello del telescopio (82 mm, ad oculare 25-50x) montato su treppiede, con l'obiettivo di coprire l'intero tratto coinvolto dal progetto di parco eolico, registrando la specie, il numero di individui, l'orario di inizio dell'osservazione, l'altezza approssimativa di volo (sopra i 100 m e sotto i 100 m) e alcune note comportamentali (volteggio, picchiate ecc.). Per il monitoraggio da postazione fissa è stato scelto un punto di osservazione nell'area di impianto, da cui è possibile ottenere una vista a 360° ed osservare l'intero territorio in esame.

Di seguito l'attrezzatura utilizzata per il monitoraggio dell'avifauna:

- Binocolo Swarovski CL 10X25
- Cannocchiale Leica APO Televid 82
- Anemometro Kestrel 1000

- GPS Garmin E TREX 10
- Binocolo Swarovski EL PURE 10X42
- Fotocamera Nikon Coolpix P100
- Fotocamera Canon EOS 6d Mark II + 24-105 mm



Figura 7 – Parte dell’attrezzatura utilizzata per studio dell’avifauna

Tabella 3. Scheda osservazioni da postazione fissa

Ora		DATA						
inizio - fine	Punto Osservazione	Int. Vento	Direzione	Specie	n.	Direzione	sotto 100 m	sopra 100 m

Di seguito la localizzazione del punto utilizzato per le osservazioni da postazione fissa.

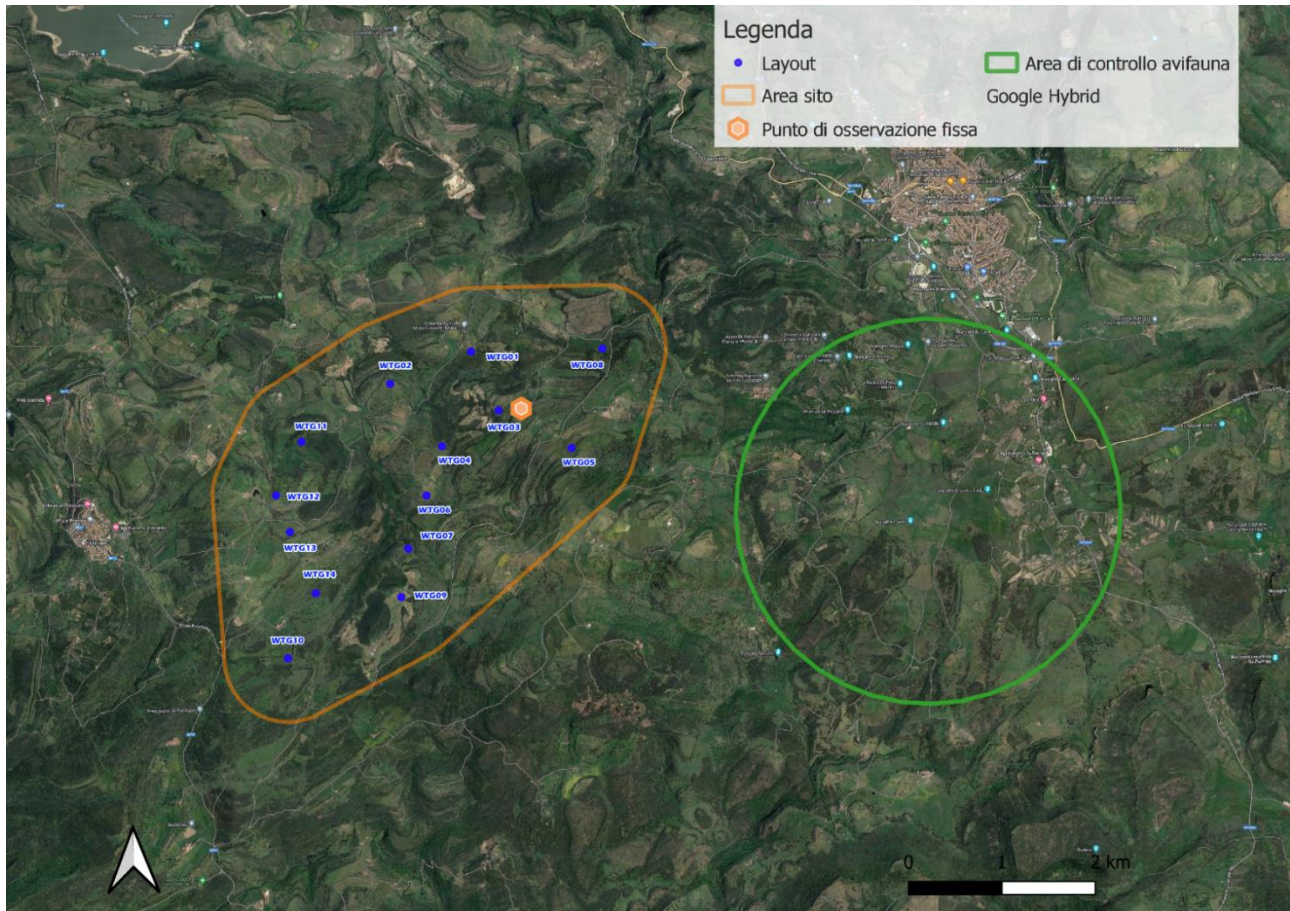


Figura 8 – Area di studio. Punto di osservazione da postazione fissa

4.4.2 Rilevamenti mediante transetti lineari (mapping transect)

I rilievi quantitativi sono effettuati lungo percorsi (Line Transect Method) di circa 2 km posizionati secondo un piano di campionamento prestabilito; ciascun transetto deve essere percorso a velocità costante di 1 chilometro ogni mezz'ora, contando ed annotando i "contatti" visivi e canori dei Passeriformi registrati entro una fascia di 150 m su ambedue i lati dell'itinerario e degli altri ordini di uccelli entro una fascia di 1.000 m su ambedue i lati dell'itinerario. I rilievi quantitativi hanno lo scopo di definire i gradienti di abbondanza delle specie su un territorio.

Di seguito la localizzazione dei transetti individuati nell'area di studio.

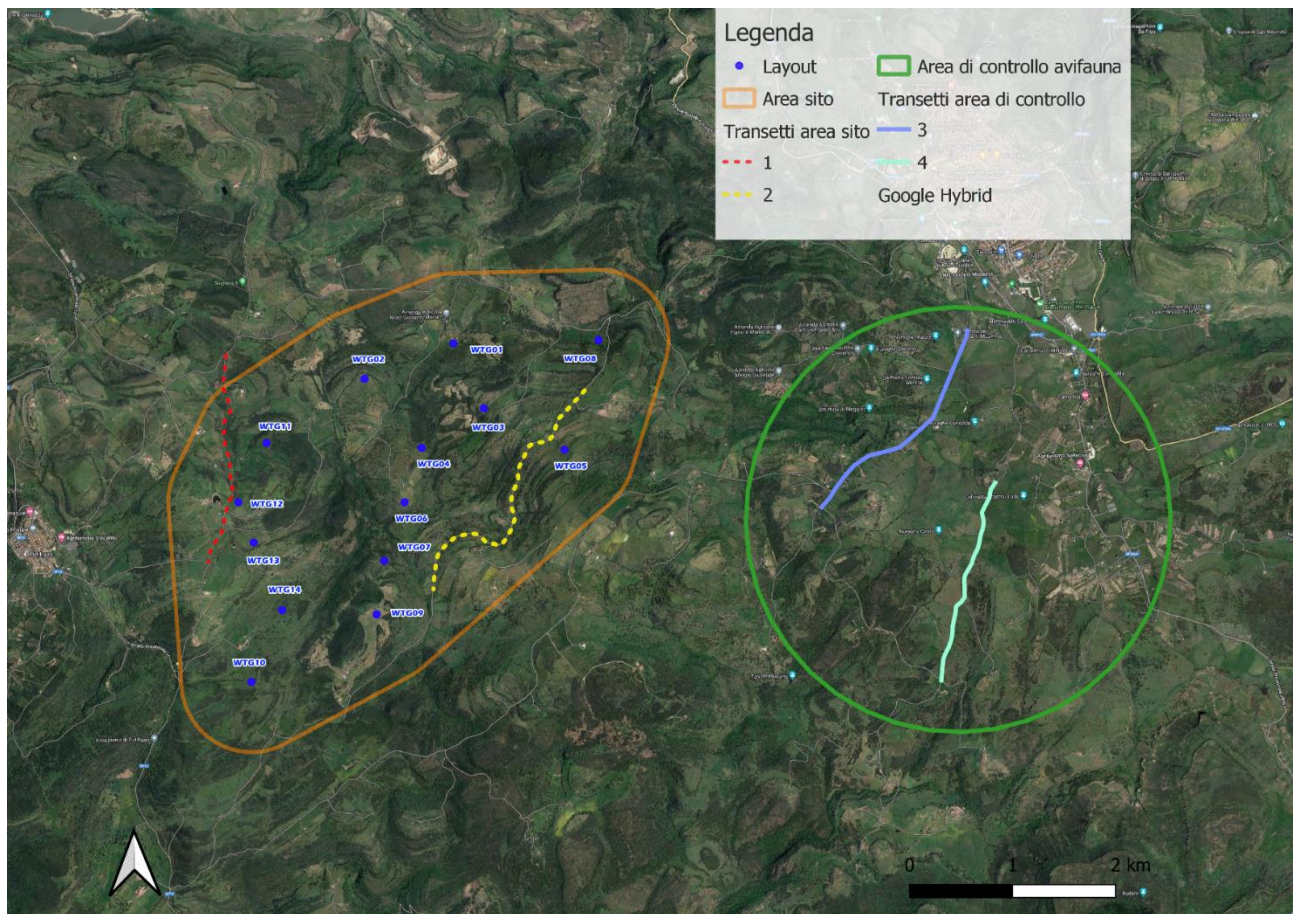


Figura 9 – Area di studio. Transetti in area di impianto e area di controllo.

4.4.3 Rilevamento mediante punti di ascolto

Il monitoraggio nei mesi di giugno-settembre è integrato da un congruo numero di punti d'ascolto, in corrispondenza dei quali i rilievi sono condotti secondo il metodo di Blondel et al. (1988), che rappresenta lo standard per l'ascolto delle vocalizzazioni spontanee degli uccelli con sosta, nel solo periodo riproduttivo.

Il rilevamento si ispira alle metodologie classiche (Bibby et al., 1992) e consiste nel sostare in punti prestabiliti per 8 o 10 minuti, annotando tutti gli uccelli visti e uditi entro un raggio di 100 m ed entro un buffer compreso tra i 100 e i 200 m intorno al punto.

I campionamenti sono stati effettuati per lo più nella prima parte della mattinata (da mezz'ora prima dell'alba sino alle 10) e in misura minore nel tardo pomeriggio (dalle 17-18) sino al tramonto. Questa tecnica risulta la più idonea per campionare ampie superfici in cui i Passeriformi, facilmente contattabili per le loro vocalizzazioni e solo in parte rilevabili a vista, rappresentano la componente dominante del popolamento ornitico. Oltre ai Passeriformi, il metodo permette di rilevare diverse altre specie canore appartenenti ad altri ordini, tra cui i Galliformi, i Piciformi, Columbiformi, i Cuculiformi e alcuni Coraciformi.

Nello specifico, sono stati selezionati 18 punti di ascolto in maniera tale da rilevare tutti gli ambienti presenti nell'area vasta dell'impianto e altri 18 in una area di riferimento avente caratteristiche ambientali simili.

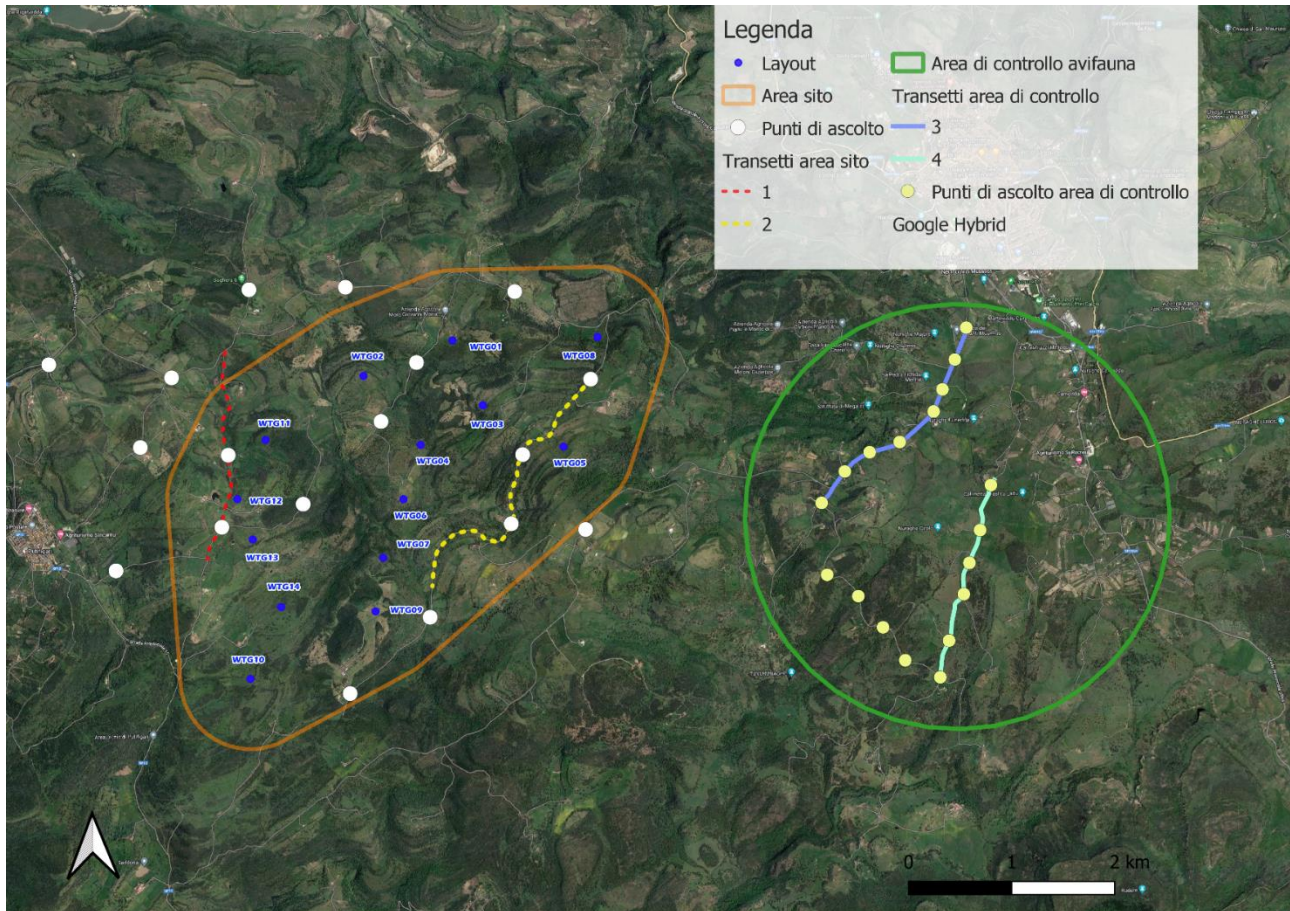


Figura 10 – Area di studio. Localizzazione dei punti di ascolto (area di impianto)

4.4.4 Rilievi notturni

Il rilevamento notturno è una tipologia di campionamento necessaria per ottenere un quadro quanto più completo dell'avifauna, in quanto permette di rilevare la presenza degli uccelli stanziali non attivi durante il giorno (Strigiformi e Caprimulgiformi).

Si tratta di un rilevamento condotto da punti fissi, a sera inoltrata, delle specie riconosciute tramite ascolto delle vocalizzazioni. I rilievi sono stati effettuati utilizzando la tecnica del Playback, consistente nello stimolare la risposta delle diverse specie grazie all'emissione del loro canto tramite amplificatori collegati a lettori audio MP3. Le emissioni sono state effettuate da una serie di punti distribuiti in modo da coprire le diverse tipologie di territorio.



Figura 11 – Attrezzatura utilizzata per i rilievi dei rapaci notturni

Da ogni punto di richiamo, ciascuna specie è stata stimolata secondo il seguente schema:

- 1' di ascolto (per evidenziare eventuali attività canore spontanee)
- 1' di stimolazione
- 1' di ascolto

4.4.5 Stima del rischio e del numero possibile di collisioni

La stima del numero di collisioni per anno è stata eseguita con riferimento alle Linee Guida pubblicate da *Scottish Natural Heritage (SNH)*, *Windfarms and birds: calculating a theoretical collision risk assuming no avoiding action* ed il relativo foglio di calcolo in formato Excel che racchiude il modello predittivo proposto da *Band et al, 2007*, che rappresenta l'unico strumento esistente di matrice scientifica per cercare di attribuire un valore numerico al potenziale rischio di impatto degli impianti eolici sull'avifauna. Il metodo consente di rendere più oggettiva la stima dell'influenza sia dei parametri tecnici degli impianti che dei parametri biologici delle specie; in riferimento a questi ultimi, sono stati utilizzati dati di bibliografia, in particolare la pubblicazione di *Thomas Alerstam et alii "Flight Speeds among Bird Species: Allometric and Phylogenetic Effects"* (2007).

Il rischio di collisione con i rotori (C) si ottiene moltiplicando il numero di individui che potrebbero attraversare l'area spazzata dai rotori (U) per la probabilità di venire colpiti o di scontrarsi con le pale (P).

In breve, si può scrivere:

$$C = U * P$$
$$U = u * (A/S)$$

Si elencano di seguito gli altri parametri che sono stati utilizzati nel foglio di calcolo.

SUPERFICIE DI RISCHIO COMPLESSIVA (S).

Tale parametro viene approssimato alla superficie perpendicolare al suolo costituita dalla massima lunghezza dell'impianto e dalla turbina più alta:

$$S = L * H$$

STIMA DEL NUMERO DI UCCELLI CHE POSSONO ATTRAVERSARE LA SUPERFICIE DI RISCHIO IN UN ANNO (u)

Questo valore risulta da una stima degli individui potenzialmente presenti nel corso di un anno, basata sui dati di monitoraggio. A scopo cautelativo si è tenuto conto del numero di contatti e non del numero di individui che frequentano la zona poiché il rischio di collisione con gli aerogeneratori aumenta in funzione della frequentazione dell'area da parte delle diverse specie; in tal senso il numero di contatti consente di meglio valutare l'importanza che una determinata zona riveste per le specie rilevate durante le attività di monitoraggio.

Inoltre, si è considerato che la probabilità di presenza degli individui sia ugualmente distribuita nell'arco di 12 mesi, senza tenere conto che per alcune specie la maggiore probabilità di passaggio sia solo in alcuni periodi dell'anno. Pertanto, il numero di individui che potenzialmente possono attraversare la superficie di rischio corrisponde al numero medio di contatti per 365 giorni.

AREA SPAZZATA DAI ROTORI (A)

Il valore si ottiene moltiplicando il numero di aerogeneratori per l'area spazzata da ciascun rotore:

$$A = N * \pi * R^2$$

SUPERFICIE NETTA DI RISCHIO (A/S)

Il rapporto A/S rappresenta un coefficiente netto di rischio di attraversamento delle aree effettivamente spazzate dai rotori.

NUMERO EFFETTIVO DI INDIVIDUI CHE POSSONO SCONTRARSI CON GLI AEROGENERATORI (U)

Il valore che si ottiene da questo calcolo è il risultato del numero di individui calcolato nel passaggio C moltiplicato per il coefficiente di rischio:

$$U = u * (A/S)$$

RISCHIO DI COLLISIONE

La probabilità che un individuo attraversando l'area in esame sia colpito o si scontri con le parti in movimento dell'aerogeneratore, dipende da:

- Dimensioni dell'uccello: uccelli più grandi con maggiore apertura alare hanno più probabilità di collisione;
- Velocità di volo: al diminuire della velocità di volo aumenta la probabilità di collisione;
- Tipo di volo: i veleggiatori (*gliding*) hanno una probabilità di collisione più bassa dei battitori (*flapping*);
- Velocità di rotazione delle turbine: maggiore è la velocità di rotazione, maggiore sarà la probabilità di collisione;
- Spessore, raggio e numero delle pale: al crescere dello spessore e del numero di pale aumenta il rischio di collisione; il raggio invece agisce in maniera inversamente proporzionale rispetto alla probabilità di collisione.

Il foglio di calcolo fornito dallo *Scottish Natural Heritage* calcola la probabilità di collisione in base alla distanza dal mozzo, e restituisce una media dei valori sotto vento (*Downwind*) e sopra vento (*Upwind*) arrivando alla media finale.

PARAMETRI TECNICI DEGLI IMPIANTI

- K rappresenta la forma della pala, assegnando il valore 0 per una pala assolutamente piatta, e 1 (come in questo caso) per una pala tridimensionale;
- Il numero di pale che ruotano (*NoBlades*);
- La massima corda della pala (*MaxChord*);
- L'angolo di inclinazione di ciascuna pala rispetto alla superficie perpendicolare all'asse del mozzo (*Pitch angle*);
- Il diametro del rotore (*RotorDiam*);
- La velocità di rotazione massima della turbina in progetto (espressa in durata in secondi).

PARAMETRI BIOLOGICI DELLE SPECIE

- Lunghezza dipendente dalla specie esaminata (*BirdLenght*);
- Apertura alare e velocità di volo (*Wingspan* e *Bird speed*) per cui sono stati utilizzati dati di bibliografia, in particolare la pubblicazione già citata di T. Alerstam et alii "Flight Speeds among Bird Species: Allometric and Phylogenetic Effects" (2007).

Una volta stimato il numero di individui a rischio ed il rischio di collisione per ciascuna specie, il metodo prevede che si tenga in considerazione anche la capacità di ogni specie di evitare le pale degli aerogeneratori. Lo *Scottish Natural Heritage* ("*Avoidance Rates for the onshore SNH Wind Farm Collision Risk Model*", 2010) raccomanda di usare un valore pari al **98%** per tutte le specie, ad eccezione del gheppio per il quale studi approfonditi hanno indicato una capacità di evitare le pale pari al **95%**.

In conclusione, il numero di collisioni per anno è calcolato con la formula:

$$N_{\text{coll/anno}} = n * R * A$$

Dove:

- n rappresenta il numero di voli a rischio;
- R è il rischio medio di collisione;

A rappresenta la capacità di schivare le pale (*Avoidance rate*).

5 Risultati delle attività di monitoraggio

5.1 Specie rilevate nel periodo giugno – settembre 2022

5.1.1 Fenologia

A caratterizzare la comunità ornitica sono gli elementi delle aree prative ed agricole comuni e nidificanti nelle aree circostanti del futuro impianto come la gazza, la passera d'Italia e la passera mattugia.

Per la fenologia si fa riferimento alla seguente nomenclatura (Check list degli uccelli della Sardegna, Avibase - Checklists degli uccelli del mondo aggiornata al 2022):

- **B = Nidificante** (*breeding*): la specie nidificante sedentaria viene indicata con **SB**, quella migratrice (o "estiva") con **M, B, B?**=(NIDIFICAZIONE DA ACCERTARE);
- **S = Sedentaria o Stazionaria** (*sedentary, resident*): viene sempre abbinato a B. Specie presente per tutto o gran parte dell'anno in un determinato territorio, dove normalmente porta a termine il ciclo riproduttivo; la sedentarietà non esclude movimenti di una certa portata (per es. erratismi stagionali, verticali);
- **M = Migratrice** (*migratory, migrant*): specie che transita sul territorio in seguito agli spostamenti annuali dalle aree di nidificazione verso i quartieri di svernamento e/o viceversa; in questa categoria sono incluse anche specie invasive, dispersive o che compiono spostamenti a corto raggio. Non viene tenuto conto della regolarità o meno delle comparse;
- **W = Svernante** (*wintering, winter visitor*): specie presente in inverno per tutto o parte del periodo considerato (dicembre-gennaio o metà febbraio), senza escludere spostamenti locali o di rilevante portata in relazione a condizioni climatico-ambientali contingenti. Non viene tenuto conto della regolarità o meno delle presenze;
- **W IRR** Svernante irregolare;
- **E = Estivo o erratico**: specie che compare durante l'estate con individui erratici (sub adulti o giovani al secondo anno) che non si riproducono;
- **A = Accidentale** (*vagrant, accidental*): specie che capita in una determinata zona in modo del tutto casuale in genere con individui singoli o in numero molto limitato.

Tabella 4. Checklist delle specie rilevate nel quadrimestre giugno – settembre 2022

id	Den.Scientifica	Den.Comune	Ordine	Famiglia	Fenologia
1	<i>Alauda arvensis</i>	Allodola	PASSERIFORMES	Alaudidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
2	<i>Alectoris barbara</i>	Pernice sarda	GALLIFORMES	Phasianidae	Stazionario nidificante
3	<i>Aquila chrysaetos</i>	Aquila reale	ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Stazionario nidificante
4	<i>Buteo buteo</i>	Poiana	ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
5	<i>Calidris minuta</i>	Gambecchio comune	CHARADRIIFORMES	Scolopacidae	Migratrice, Svernante
6	<i>Carduelis cannabina</i>	Fanello	PASSERIFORMES	Fringillidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
7	<i>Carduelis carduelis</i>	Cardellino	PASSERIFORMES	Fringillidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
8	<i>Chlidonias niger</i>	Mignattino	CHARADRIIFORMES	Laridae	
9	<i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude	ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Migratrice, Svernante, Estivo
10	<i>Cisticola juncidis</i>	Beccamoschino	PASSERIFORMES	Cisticolidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
11	<i>Columba livia</i>	Piccione selvatico	COLUMBIFORMES	Columbidae	Stazionario nidificante
12	<i>Columba palumbus</i>	Colombaccio	COLUMBIFORMES	Columbidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
13	<i>Corvus corax</i>	Corvo imperiale	PASSERIFORMES	Corvidae	Stazionario nidificante
14	<i>Corvus corone</i>	Cornacchia	PASSERIFORMES	Corvidae	Stazionario nidificante
15	<i>Corvus monedula</i>	Taccola	PASSERIFORMES	Corvidae	Stazionario nidificante
16	<i>Cuculus canorus</i>	Cuculo	CUCULIFORMES	Cuculidae	Migratrice, Nidificante

id	Den.Scientifica	Den.Comune	Ordine	Famiglia	Fenologia
17	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Cinciarella	PASSERIFORMES	Paridae	Stazionario nidificante
18	<i>Delichon urbicum</i>	Balestruccio	PASSERIFORMES	Hirundinidae	Migratrice, Nidificante
19	<i>Dendrocopos major</i>	Picchio rosso maggiore	PICIFORMES	Picidae	Stazionario nidificante
20	<i>Emberiza cirius</i>	Zigolo nero	PASSERIFORMES	Emberizidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
21	<i>Emberiza hortulana</i>	Ortolano	PASSERIFORMES	Emberizidae	Migratrice, nidificatrice irregolare
22	<i>Falco naumanni</i>	Grillaio	FALCONIFORMES	Falconidae	Migratrice, nidificatrice irregolare, Svernante irregolare
23	<i>Falco tinnunculus</i>	Gheppio	FALCONIFORMES	Falconidae	Stazionaria nidificante, Migratrice
24	<i>Fringilla coelebs</i>	Fringuello	PASSERIFORMES	Fringillidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
25	<i>Fulica atra</i>	Folaga	GRUIFORMES	Rallidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
26	<i>Garrulus glandarius</i>	Ghiandaia	PASSERIFORMES	Corvidae	Stazionario nidificante
27	<i>Gyps fulvus</i>	Grifone	ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	A-2 (MT, 1975; MT 1994)
28	<i>Hirundo rustica</i>	Rondine comune	PASSERIFORMES	Hirundinidae	Migratrice, Nidificante
29	<i>Lanius senator</i>	Averla capirossa	PASSERIFORMES	Laniidae	Migratrice, Nidificante
30	<i>Larus michahellis</i>	Gabbiano reale zampegialle	CHARADRIIFORMES	Laridae	Nidificatrice, Migratrice, Svernante
31	<i>Lullula arborea</i>	Tottavilla	PASSERIFORMES	Alaudidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
32	<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandra	PASSERIFORMES	Alaudidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
33	<i>Milvus milvus</i>	Nibbio reale	ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
34	<i>Motacilla alba</i>	Ballerina bianca	PASSERIFORMES	Motacillidae	Migratrice, Stazionario, Svernante
35	<i>Motacilla cinerea</i>	Ballerina gialla	PASSERIFORMES	Motacillidae	Stazionario nidificante, Migratrice
36	<i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	PASSERIFORMES	Muscicapidae	Migratrice, Nidificante
37	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Culbianco	PASSERIFORMES	Muscicapidae	Migratrice, Nidificante
38	<i>Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda	PASSERIFORMES	Passeridae	Migratrice irregolare
39	<i>Periparus ater</i>	Cincia mora	PASSERIFORMES	Paridae	Stazionario nidificante
40	<i>Pernis apivorus</i>	Falco pecchiaiolo	ACCIPITRIFORMES	Accipitridae	Migratrice, Nidificante
41	<i>Puffinus yelkouan</i>	Berta minore	PROCELLARIIFORMES	Procellariidae	Nidificante, Migratrice, Svernante
42	<i>Riparia riparia</i>	Topino	PASSERIFORMES	Hirundinidae	Migratrice
43	<i>Serinus serinus</i>	Verzellino	PASSERIFORMES	Fringillidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
44	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortora dal collare	COLUMBIFORMES	Columbidae	Stazionario nidificante
45	<i>Streptopelia turtur</i>	Tortora	COLUMBIFORMES	Columbidae	Migratrice, Nidificante
46	<i>Sturnus unicolor</i>	Storno	PASSERIFORMES	Sturnidae	A 1 (1992)
47	<i>Sylvia atricapilla</i>	Capinera	PASSERIFORMES	Sylviidae	Stazionario nidificante, Migratrice, svernante
48	<i>Sylvia cantillans</i>	Sterpazzolina	PASSERIFORMES	Sylviidae	Migratrice, Nidificante
49	<i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto	PASSERIFORMES	Sylviidae	Sedentario nidificante, Migratrice
50	<i>Turdus merula</i>	Merlo	PASSERIFORMES	Turdidae	Stazionario nidificante, Migratrice, Svernante
51	<i>Upupa epops</i>	Upupa	BUCEROTIFORMES	Upupidae	Migratrice, Nidificante, Svernante

Sono state rilevate **51** specie, appartenenti a **11** Ordini e **44** Famiglie. L'Ordine più rappresentato è quello dei Passeriformi, con **30** specie divise in **14** Famiglie. La presenza nell'area di edifici rurali è favorevole a specie come la Cornacchia e Balestruccio.

Tabella 5. Non/ Passeriformi

ID	DenScientifica	DenComune
1	<i>Alectoris barbara</i>	Pernice sarda
2	<i>Aquila chrysaetos</i>	Aquila reale
3	<i>Buteo buteo</i>	Poiana
4	<i>Calidris minuta</i>	Bambecchio comune
5	<i>Chlidonias niger</i>	Mignattino
6	<i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude
7	<i>Columba livia</i>	Piccione selvatico
8	<i>Columba palumbus</i>	Colombaccio
9	<i>Cuculus canorus</i>	Cuculo
10	<i>Dendrocopos major</i>	Picchio rosso maggiore
11	<i>Falco naumanni</i>	Grillaio

ID	DenScientifica	DenComune
12	<i>Falco tinnunculus</i>	Gheppio
13	<i>Fulica atra</i>	Folaga
14	<i>Gyps fulvus</i>	Grifone
15	<i>Larus michahellis</i>	Gabbiano reale zampegiale
16	<i>Milvus milvus</i>	Nibbio reale
17	<i>Pernis apivorus</i>	Falco pecchiaiolo
18	<i>Puffinus yelkouan</i>	Berta minore
19	<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortora dal collare
20	<i>Streptopelia turtur</i>	Tortora
21	<i>Upupa epops</i>	Upupa

Tabella 6. Passeriformi

ID	DenScientifica	DenComune
1	<i>Alauda arvensis</i>	Allodola
2	<i>Carduelis cannabina</i>	Fanello
3	<i>Carduelis carduelis</i>	Cardellino
4	<i>Cisticola juncidis</i>	Beccamoschino
5	<i>Corvus corax</i>	Corvo imperiale
6	<i>Corvus corone</i>	Cornacchia
7	<i>Corvus monedula</i>	Taccola
8	<i>Cyanistes caeruleus</i>	Cinciarella
9	<i>Delichon urbicum</i>	Balestruccio
10	<i>Emberiza cirius</i>	Zigolo nero
11	<i>Emberiza hortulana</i>	Ortolano
12	<i>Fringilla coelebs</i>	Fringuello
13	<i>Garrulus glandarius</i>	Ghiandaia
14	<i>Hirundo rustica</i>	Rondine comune
15	<i>Lanius senator</i>	Averla capirossa
16	<i>Lullula arborea</i>	Tottavilla
17	<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandra
18	<i>Motacilla alba</i>	Ballerina bianca
19	<i>Motacilla cinerea</i>	Ballerina gialla
20	<i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche
21	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Culbianco
22	<i>Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda
23	<i>Periparus ater</i>	Cincia mora
24	<i>Riparia riparia</i>	Topino
25	<i>Serinus serinus</i>	Verzellino
26	<i>Sturnus unicolor</i>	Storno
27	<i>Sylvia atricapilla</i>	Capinera
28	<i>Sylvia cantillans</i>	Sterpazzolina
29	<i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto
30	<i>Turdus merula</i>	Merlo

5.1.2 Rapporto non Passeriformi / Passeriformi

Il rapporto tra non Passeriformi e Passeriformi rappresenta un indice imprescindibile per la valutazione del grado di complessità delle comunità ornitiche e di conseguenza delle biocenosi e degli habitat nel loro insieme. Il rapporto **nP/P** risulta più elevato in ambienti ben strutturati, stabili e maggiormente diversificati.

Durante i rilievi quantitativi sono state contattate **51** specie, di cui **21** specie di non Passeriformi (N/P) e **30** specie di Passeriformi (P), con un rapporto **nP/P = 0,7**.

5.2 Esiti dei rilievi eseguiti mediante punti di ascolto primaverili

5.2.1 Indicatori quali-quantitativi

I rilievi quantitativi, effettuati secondo la metodologia descritta in precedenza, hanno permesso di effettuare l'analisi strutturale della comunità ornitica attraverso il calcolo e la valutazione dei seguenti parametri:

- **Abbondanza:** consistenza numerica delle diverse specie, riportata in valori assoluti;
- **Dominanza:** rapporto tra il numero di individui di ciascuna specie ed il numero totale di individui componenti la comunità;
- **Ricchezza:** numero di specie registrate. È un parametro indicativo del grado di complessità e diversità di un ecosistema;
- **Indice di Shannon – Wiener H'**: l'indice della diversità della specie. La più semplice maniera per misurar la diversità della comunità.

Di seguito si riporta una tabella con le specie individuate, in cui n = numero individui e n/N = abbondanza relativa. In **verde** sono evidenziate le specie dominanti, ovvero quelle con frequenza **>5%**, mentre in **blu** le specie sub-dominanti, aventi frequenza compresa tra il **2** ed il **5%**. Le specie influenti hanno una frequenza **>1%**.

AREA DI IMPIANTO

Tabella 7. Specie rilevate mediante punti di ascolto primaverili (area di impianto)

ID	DenScientifica	DenComune	Somma di Nr	n/N	H'
1	Alectoris barbara	Pernice sarda	12	0,0430	0,1353
2	Buteo buteo	Poiana	48	0,1720	0,3028
3	Calidris minuta	Gambecchio comune	3	0,0108	0,0487
4	Carduelis cannabina	Fanello	15	0,0538	0,1572
5	Carduelis carduelis	Cardellino	12	0,0430	0,1353
6	Chlidonias niger	Mignattino	3	0,0108	0,0487
7	Cisticola juncidis	Beccamoschino	3	0,0108	0,0487
8	Columba palumbus	Colombaccio	12	0,0430	0,1353
9	Corvus corax	Corvo imperiale	30	0,1075	0,2398
10	Corvus corone	Cornacchia grigia	321	1,1505	-0,1613
11	Corvus monedula	Taccola	6	0,0215	0,0826
12	Cuculus canorus	Cuculo	6	0,0215	0,0826
13	Cyanistes caeruleus	Cinciarella	30	0,1075	0,2398
14	Emberiza cirulus	Zigolo nero	15	0,0538	0,1572
15	Falco naumanni	Grillaio	9	0,0323	0,1108
16	Fulica atra	Folaga	9	0,0323	0,1108
17	Garrulus glandarius	Ghiandaia	15	0,0538	0,1572
18	Hirundo rustica	Rondine comune	189	0,6774	0,2638
19	Larus michahellis	Gabbiano reale zampegialle	6	0,0215	0,0826
20	Lullula arborea	Tottavilla	6	0,0215	0,0826

ID	DenScientifica	DenComune	Somma di Nr	n/N	H'
21	Oenanthe oenanthe	Culbianco	3	0,0108	0,0487
22	Passer hispaniolensis	Passera sarda	6	0,0215	0,0826
23	Periparus ater	Cincia mora	3	0,0108	0,0487
24	Pernis apivorus	Falco pecchiaiolo	9	0,0323	0,1108
25	Puffinus yelkouan	Berta minore	3	0,0108	0,0487
26	Serinus serinus	Verzellino	3	0,0108	0,0487
27	Streptopelia decaocto	Tortora dal collare	33	0,1183	0,2525
28	Sylvia atricapilla	Capinera	18	0,0645	0,1768
29	Sylvia cantillans	Sterpazzolina	3	0,0108	0,0487
30	Sylvia melanocephala	Occhiocotto	3	0,0108	0,0487
31	Turdus merula	Merlo	12	0,0430	0,1353
32	Upupa epops	Upupa	3	0,0108	0,0487
	Abbondanza Totale		849	1,0000	3,5595
	Ricchezza specie		32		

ABBONDANZA

Nel corso dei rilievi il valore dell'abbondanza totale delle **32** specie rilevate, cioè il numero totale degli individui, è risultato pari a **849**.

DOMINANZA

Le specie dominanti sono: Poiana, Fanello, Corvo imperiale, Cornacchia grigia, Cinciarella, zigolo nero, Rondine, Ghiandaia, Tortora dal collare e Capinera. Si tratta delle specie che, in misura maggiore o minore, riescono meglio ad adattarsi alla trasformazione degli ambienti (agricoltura intensiva, ecc.).

INDICE DI SHANNON WIENER H'

Dall'analisi dei dati riportati in tabella, si evince che l'indice di diversità di Shannon è pari a $H' = 3,56$.

AREA DI CONTROLLO

Tabella 8. Specie rilevate mediante punti di ascolto primaverili (area di controllo)

ID	DenScientifica	DenComune	Somma di Nr	n/N	H'
1	Buteo buteo	Poiana	9	0,0360	0,1197
2	Carduelis carduelis	Cardellino	15	0,0600	0,1688
3	Cisticola juncidis	Beccamoschino	18	0,0720	0,1894
4	Columba livia	Piccione selvatico	30	0,1200	0,2544
5	Columba palumbus	Colombaccio	12	0,0480	0,1458
6	Corvus corone	Cornacchia	201	0,8040	0,1754
7	Cuculus canorus	Cuculo	3	0,0120	0,0531
8	Cyanistes caeruleus	Cinciarella	3	0,0120	0,0531
9	Delichon urbicum	Balestruccio	33	0,1320	0,2673
10	Emberiza cirlus	Zigolo nero	3	0,0120	0,0531
11	Falco naumanni	Grillaio	18	0,0720	0,1894
12	Hirundo rustica	Rondine comune	210	0,8400	0,1465
13	Lanius senator	Averla capirossa	3	0,0120	0,0531
14	Motacilla alba	Ballerina bianca	6	0,0240	0,0895
15	Motacilla cinerea	Ballerina gialla	3	0,0120	0,0531
16	Muscicapa striata	Pigliamosche	3	0,0120	0,0531
17	Passer hispaniolensis	Passera sarda	108	0,4320	0,3626
18	Riparia riparia	Topino	3	0,0120	0,0531
19	Serinus serinus	Verzellino	3	0,0120	0,0531
20	Streptopelia decaocto	Tortora dal collare	6	0,0240	0,0895
21	Streptopelia turtur	Tortora	15	0,0600	0,1688
22	Sturnus unicolor	Storno	21	0,0840	0,2081
23	Sylvia atricapilla	Capinera	18	0,0720	0,1894
24	Turdus merula	Merlo	18	0,0720	0,1894
	Abondanza totale		762	1,0000	3,3786
	Ricchezza specie		24		

ABBONDANZA

Nel corso dei rilievi il valore dell'abbondanza totale delle 24 specie rilevate, cioè il numero totale degli individui, è risultato pari a **762**.

DOMINANZA

Le specie dominanti sono: Cardellino, Beccamoschino, Piccione selvatico, Cornacchia grigia, Balestruccio, Grillaio, Rondine comune, Passera sarda, Tortora, Storno, Capinera, Merlo. Si tratta delle specie che, in misura maggiore o minore, riescono meglio ad adattarsi alla trasformazione degli ambienti (agricoltura intensiva, ecc.).

INDICE DI SHANNON WIENER H'

Dall'analisi dei dati riportati in tabella, si evince che l'indice di diversità di Shannon è pari a $H' = 3,38$.

ANALISI DEI RISULTATI COMPLESSIVI

Nell'area impianto e nell'area di controllo, il numero di specie contattate durante i rilievi primaverili è stato rispettivamente di **32** e **24**. Il numero di individui nell'area di controllo è risultato di **762** individui, **87** in meno rispetto l'area di impianto (**849** individui).



Figura 12 – Cardellino (*Carduelis carduelis*)

5.3 Rapaci diurni. Ricerca siti riproduttivi

Come tutte le aree caratterizzate da buona ventosità e presenza di zone aperte e pendii, anche quella in esame risulta ideale per alcune specie di rapaci, in particolare per quelle che sfruttano tecniche di volo in grado di far sospendere il corpo in aria (surplace, "spirito santo") e perlustrare dettagliatamente il terreno in cerca di prede (piccoli mammiferi, insetti, rettili).

I rapaci diurni osservati in prossimità dell'area di studio hanno per lo più effettuato voli di spostamento, volteggio ascensionale o soaring, voli di caccia e voli territoriali.

Sebbene i rapaci diurni mostrino i primi comportamenti territoriali nel periodo compreso tra febbraio - marzo, si è proceduto alla sistematica ricerca e ispezione nelle aree adiacenti l'impianto, per un raggio di almeno 5 km, al fine di rilevare la presenza di specie di uccelli, in particolar modo rapaci, presenti e nidificanti nell'area.

Tutte le specie di rapaci sono protette ai sensi delle leggi Comunitarie (Direttiva Uccelli 79/409), Nazionali (157/1992), Regionali (33/1993 s.m.i.), Convenzioni (Bonn 1979; Berna 1979; Washington 1973), IUCN (Red Data Book 1996), SPEC (Tucker e Heath 1994) e sono un gruppo zoologico importante su cui approfondire alcuni temi di ricerca e conoscenza.

Sono stati localizzati possibili siti riproduttivi delle seguenti specie:

- Poiana (*Buteo buteo*);
- Grillaio (*Falco naumanni*);
- Gheppio (*Falco tinnunculus*).
- Grifone (*Gyps Fulvus*)
- Aquila Reale (*Aquila chrysaetos*)

Si riporta di seguito un breve approfondimento di queste specie.

POIANA (*Buteo buteo*). Stazionaria e nidificante.

È il rapace più comune, facilmente avvistabile in tutta l'area di studio.

A partire dal mese di giugno, sono state ipotizzate le aree più idonee alla nidificazione della specie.



Figura 13 – Poiana (*Buteo buteo*)

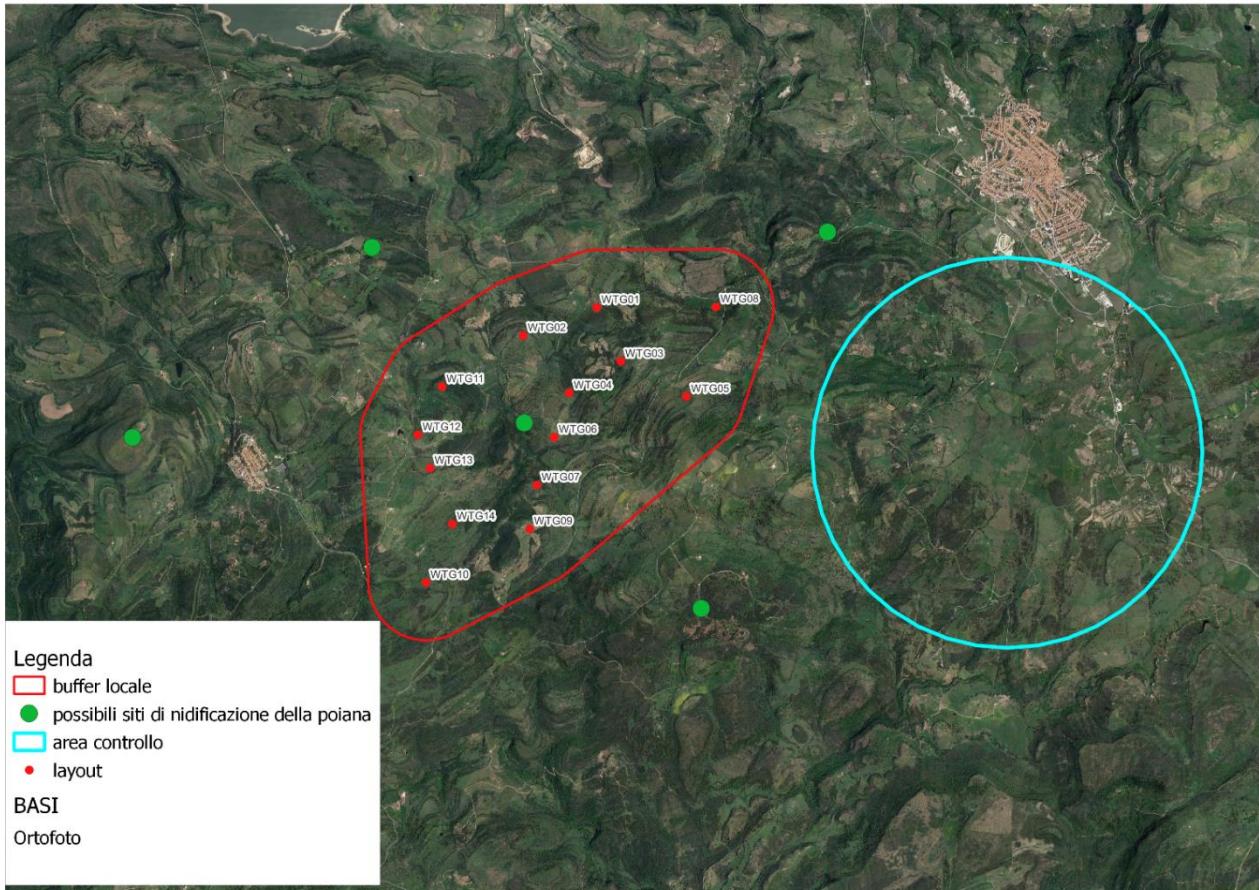


Figura 14 – Localizzazione siti di possibile nidificazione della poiana

GHEPPIO (*Falco tinnunculus*) – GRILLAIO (*Falco naumanni*)

Entrambe le specie sono state avvistate in voli di spostamento sia orizzontali che verticali o, in alcuni casi, nei ben noti voli di perlustrazione con la tecnica del surplace e dello “spirito santo”; una stima complessiva della consistenza della popolazione nidificante non risulta semplice.



Figura 15 – Gheppio (*Falco tinnunculus*)

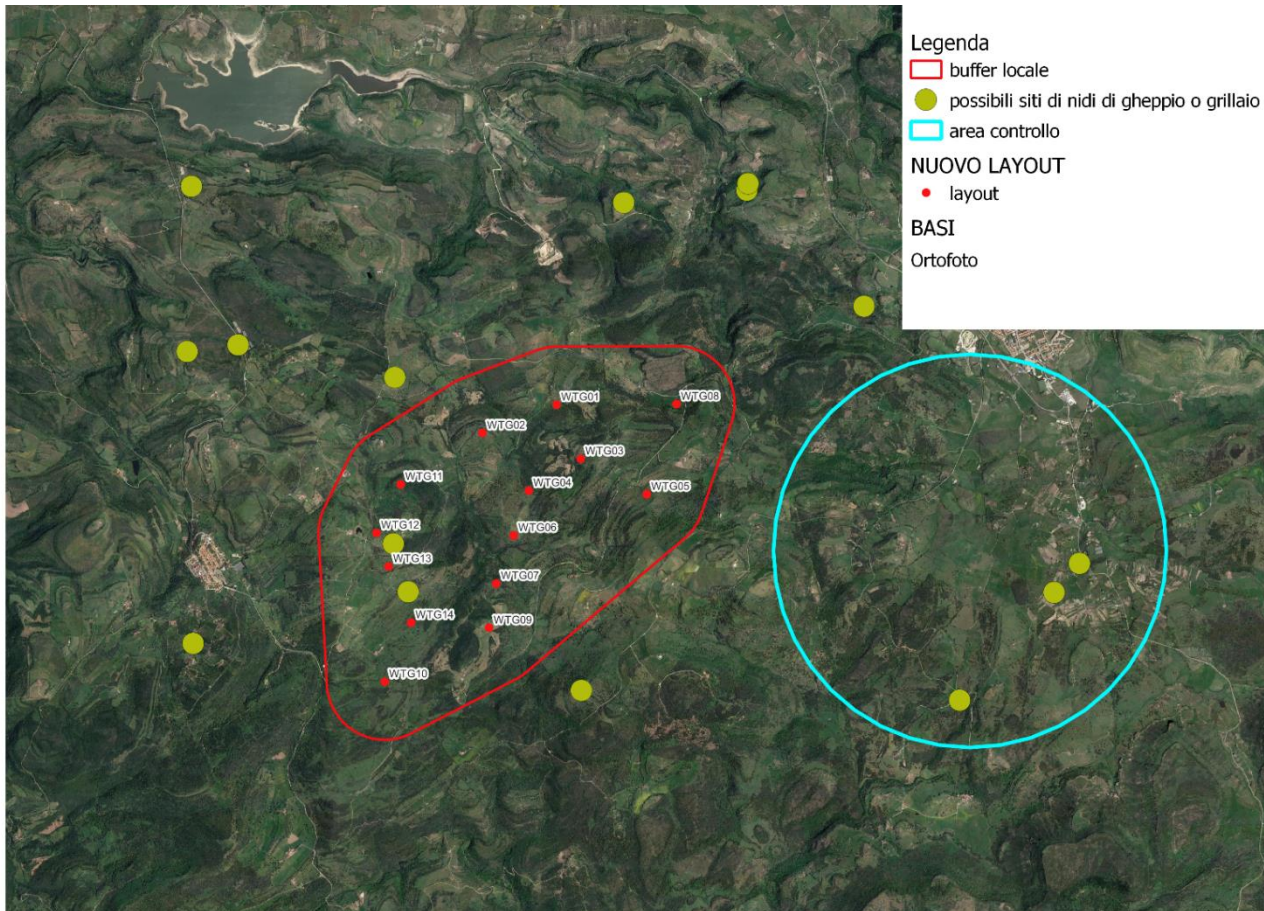


Figura 16 – Localizzazione siti di possibile nidificazione di gheppi e grillai

GRIFONE (*Gyps Fulvus*)

Il grifone è distribuito in tutto il Sud Europa, con popolazioni numerose in Spagna e Sud Francia e piccole popolazioni a Cipro, Creta, e nei Balcani; areale discontinuo che si estende dall'Asia Minore e dal nord del Mar Nero verso est fino alle montagne dell'Asia Centrale e dell'Himalaya. Le popolazioni del Medio Oriente sono per lo più piccole e in diminuzione (Dick Forsman, *Identificare i rapaci in volo*, 2020). In Italia è nidificante localizzata principalmente in Sardegna (dove nidifica con due colonie nell'Algherese e nel Bosano), Prealpi orientali, Appennino centrale, Basilicata e Sicilia (Ilaria Fozzi, *Gli uccelli della Sardegna*, 2022).

Nidifica in colonie in pareti rocciose, costiere o interne. Perlustra il territorio alla ricerca di cibo con lunghi voli planati sfruttando le correnti ascensionali; è una specie necrofaga, si nutre esclusivamente di carcasse di animali di medie e grandi dimensioni. E' una specie gregaria sia durante l'alimentazione che il riposo notturno (Ilaria Fozzi, *Gli uccelli della Sardegna*, 2022).

La specie è minacciata sia dalla persecuzione diretta che indiretta (bocconi avvelenati), ma la minaccia principale rimane la riduzione della disponibilità alimentare a causa della diminuzione della pratica del pascolo brado e delle normative sanitarie che impongono lo smaltimento delle carcasse.

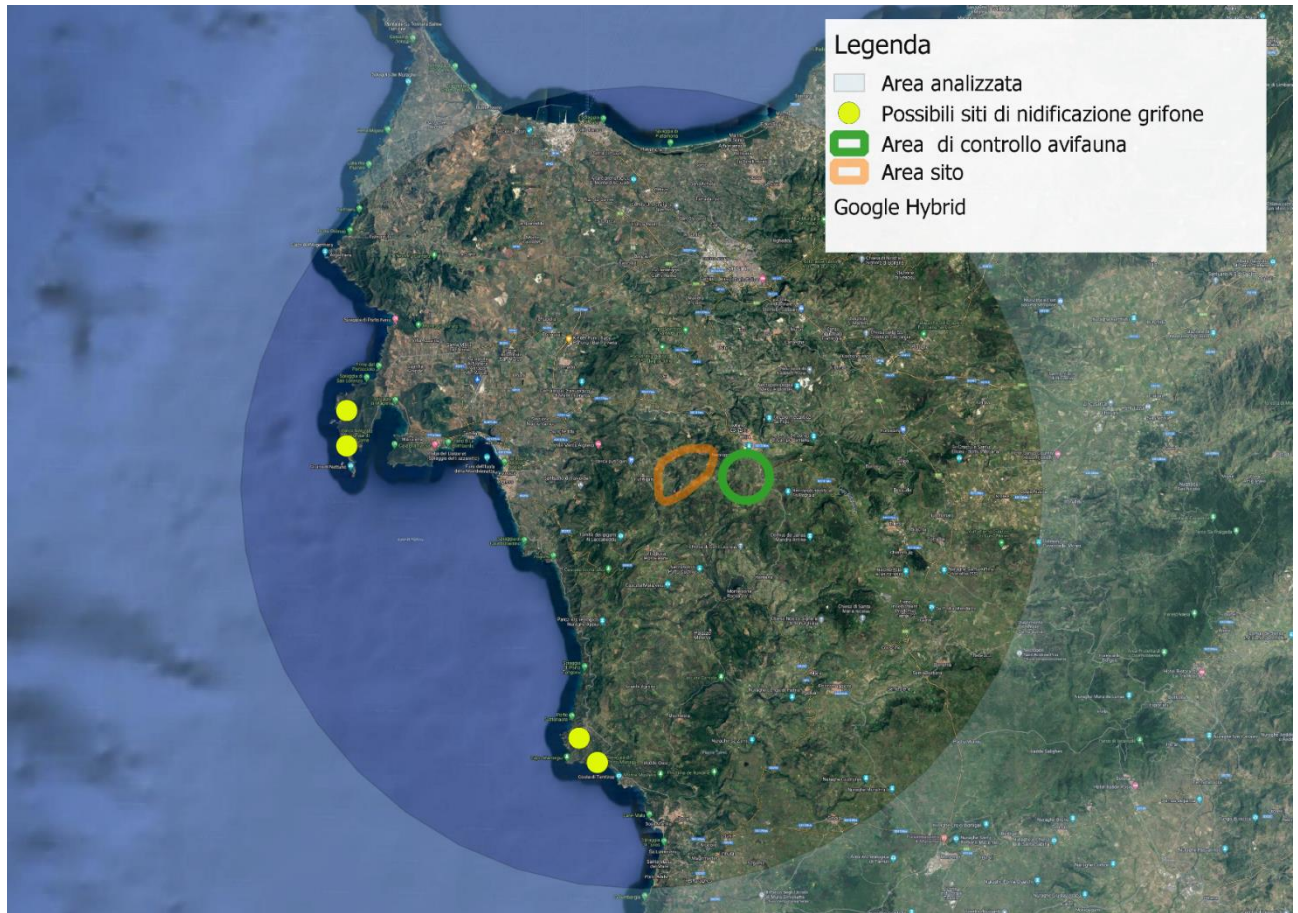


Figura 17 – Localizzazione siti di possibile nidificazione dei Grifoni



Figura 18 - Grifone nidificante e necrofago (*Gyps Fulvus*)

Aquila Reale (*Aquila chrysaetos*)

In Italia e Sardegna è sedentaria e nidificante. Tipicamente solitaria, nidifica solitamente su pareti rocciose dominanti al limite del bosco in zone ricche di praterie e pascoli; caccia perlustrando il territorio per individuare le prede dall'alto oppure volando a pochi metri dal suolo; le prede sono mammiferi di diverse dimensioni, uccelli e perfino carcasse

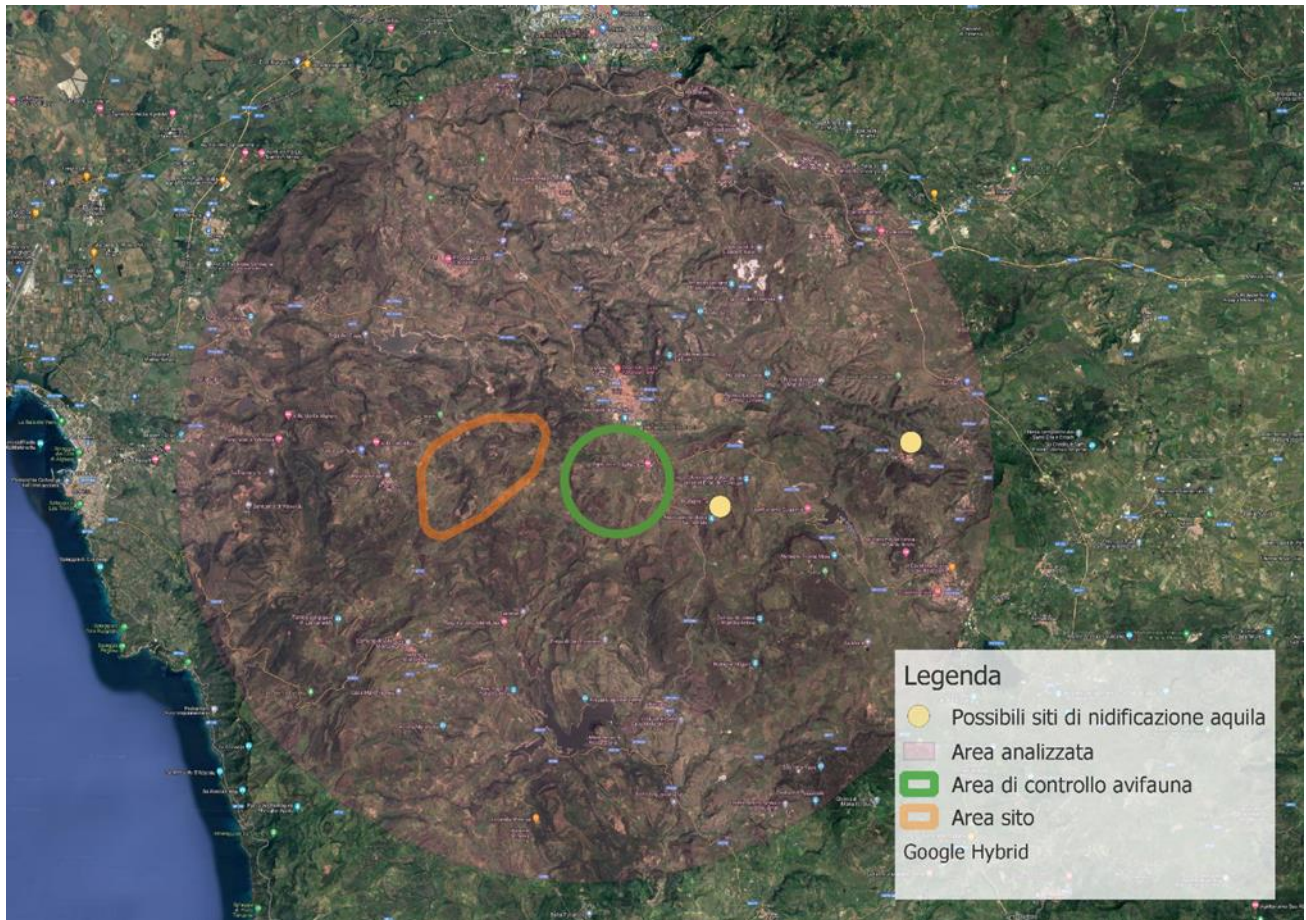


Figura 19 – Localizzazione possibili siti di nidificazione dell’Aquila Reale



Figura 20 –Aquila Reale (*Aquila chrysaetos*)

5.4 Rapaci notturni

A differenza di alcuni ordini di uccelli (ad esempio Passeriformes), per i quali le tecniche di censimento sono ormai delineate e largamente utilizzate (Mappaggio, Transetto, EFP, IPA), per gli Strigiformi l'uso del richiamo registrato (playback) sembra essere la tecnica più promettente pur con differenze di efficacia. Non tutte le specie, infatti, hanno lo stesso livello di attività canora e la stessa facilità di risposta al richiamo registrato.

La Civetta e l'Allocco sono specie piuttosto canore che rispondono bene e immediatamente al richiamo con il playback, che pertanto risulta efficace.

L'Assiolo è una specie piuttosto canora, tuttavia il basso volume del suo richiamo determina problemi di sovrapposizione acustica e conseguenti difficoltà di esatta stima del numero di individui più lontani.

Il Barbagianni ha una rara attività canora e talvolta, anche se certamente presente, non risponde ai richiami registrati, pertanto per questa specie l'uso del richiamo non sembra essere un'efficace tecnica di censimento.

Nel corso dei rilievi notturni sono state rilevate le seguenti specie. I contatti con le specie in canto naturale sono stati rilevati quasi tutti in prossimità di casolari, masserie e ruderi. Le ricerche notturne sono state effettuate emettendo il canto registrato delle specie mediante un MP3 portatile.

Strigiformes

- **Civetta (*Athene noctua*)**. Sedentaria. Legata agli ambienti cerealicoli ed alla media e bassa collina, specie al di sotto degli 800 m s.l.m. Facilmente contattabile anche nelle ore diurne

e vespertine grazie alla notevole e continua attività canora, e all'abitudine di utilizzare posatoi, anche artificiali, a qualche metro di altezza dal piano campagna.

- **Barbagianni (*Tyto alba*)**. Sedentario. Legato alle aree aperte e coltivate, semiboscate, ma anche ad ambienti urbani e periurbani.
- **Assiolo (*Otus scops*)**. La specie utilizza spazi aperti per ricercare insetti e micromammiferi che compongono la sua dieta, nonché ruderi, pareti rocciose e, ove presenti, cavità di alberi per la nidificazione. Durante le uscite serali contattato più di una volta tramite il canto caratteristico.

Caprimulgiformes

- **Succiacapre (*Caprimulgus europaeus*)**: predilige ambienti aperti, asciutti e dal clima temperato. Si nutre di insetti ed è facilmente riconoscibile dal suo canto crepuscolare e notturno.

Tabella 9. Riepilogo dati rilevati durante le osservazioni notturne

famiglia	nome scientifico	nome comune	nr
<i>Strigidi</i>	<i>Otus scops</i>	Assiolo	4
<i>Strigidi</i>	<i>Athena noctua</i>	Civetta	10
<i>Titonidi</i>	<i>Tyto alba</i>	Barbagianni	3
<i>Caprimulgidi</i>	<i>Caprimulgus europaeus</i>	Succiacapre	4
TOTALE			21



Figura 21 –Civetta (*Athene noctua*)

5.5 Esiti delle osservazioni da postazione fissa

Per ogni specie osservata, è stato riportato il numero di individui e ne è stata stimata l'altezza di volo. Sebbene i pattern di volo appaiano differenti da specie a specie, a seconda della scala spaziale di

azione e delle abitudini di ciascuna specie, l'altezza è stata distinta in due fasce: oltre i 100 metri e sotto i 100 metri¹.

È importante precisare come, nel corso dei rilievi, le osservazioni riferite ad uno stesso individuo, ma effettuate in momenti diversi della stessa giornata, sono state registrate come contatti differenti. È quindi evidente che il numero di contatti non corrisponde al numero di individui, soprattutto per i rapaci locali (Poiana, Gheppio, Grillaio), osservati frequentemente più volte anche nell'arco della stessa giornata, per cui più contatti possono riferirsi ad uno stesso individuo.

Sono stati inseriti nelle analisi sulle altezze di volo, anche alcuni piccoli Passeriformi stazionari legati agli ambienti prativi come, ad esempio, la Tottavilla e l'Allodola perché durante il caratteristico volo territoriale, i maschi effettuano voli verticali fino a raggiungere altezze di 30, 60 o 100 m dal suolo.

Tabella 10. Scheda delle osservazioni da postazione fissa. Esempio di compilazione dati in campo.

Ora	DATA						sotto 100 m	sopra 100 m
	Punto Osservazione	Int. Vento	Direzione	Specie	n.	Direzione		
8,30	1	3	nord	Nibbio bruno	1	Da sud a nord/est		X
9,00	1	3	nord	Poiana	1	Da est a nord	X	
9,30	2	3,5	nord	Cornacchia grigia	3	Da est a nord	X	
...

Di seguito le specie rilevate mediante osservazioni da postazione fissa.

Tabella 11. Riepilogo delle specie e delle altezze dei passaggi rilevati durante le osservazioni da postazione fissa.

DenScientifica	DenComune	Famiglia	Sotto i 100 m	Sopra i 100 m	Totale
<i>Alauda arvensis</i>	Allodola	<i>Alaudidae</i>	18		18
<i>Alectoris barbara</i>	Pernice sarda	<i>Phasianidae</i>	9		9
<i>Aquila chrysaetos</i>	Aquila reale	<i>Accipitridae</i>		6	6
<i>Buteo buteo</i>	Poiana	<i>Accipitridae</i>	21	24	45
<i>Carduelis carduelis</i>	Cardellino	<i>Fringillidae</i>	12		12
<i>Circus aeruginosus</i>	Falco di palude	<i>Accipitridae</i>	6	3	9
<i>Columba livia</i>	Piccione selvatico	<i>Columbidae</i>	12	6	18
<i>Columba palumbus</i>	Colombaccio	<i>Columbidae</i>	9	12	21
<i>Corvus corax</i>	Corvo imperiale	<i>Corvidae</i>	3	0	3
<i>Corvus corone</i>	Cornacchia grigia	<i>Corvidae</i>	21	42	63
<i>Cyanistes caeruleus</i>	Cinciarella	<i>Paridae</i>	12	12	24
<i>Delichon urbicum</i>	Balestruccio	<i>Hirundinidae</i>	150	60	210
<i>Dendrocopos major</i>	Picchio rosso maggiore	<i>Picidae</i>	3		3
<i>Emberiza cirrus</i>	Zigolo nero	<i>Emberizidae</i>	24		24
<i>Emberiza hortulana</i>	Ortolano	<i>Emberizidae</i>	3		3
<i>Falco naumanni</i>	Grillaio	<i>Falconidae</i>	3		3
<i>Falco tinnunculus</i>	Gheppio	<i>Falconidae</i>	15	6	21
<i>Fringilla coelebs</i>	Fringuello	<i>Fringillidae</i>	6		6
<i>Gyps fulvus</i>	Grifone	<i>Accipitridae</i>		18	18
<i>Lanius senator</i>	Averla capirossa	<i>Laniidae</i>	9	9	18
<i>Lullula arborea</i>	Tottavilla	<i>Alaudidae</i>	30	15	45
<i>Melanocorypha calandra</i>	Calandra	<i>Alaudidae</i>	6		6
<i>Milvus milvus</i>	Nibbio reale	<i>Accipitridae</i>		6	6
<i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	<i>Muscicapidae</i>	81		81
<i>Oenanthe oenanthe</i>	Culbianco	<i>Muscicapidae</i>	3		3
<i>Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda	<i>Passeridae</i>	120	57	177

¹ Gli aerogeneratori presenti nell'area di studio sono a distanza tale da non poter essere utilizzati come riferimento per distinguere l'altezza di volo nelle tre fasce indicate nel paragrafo 2.2.

DenScientifica	DenComune	Famiglia	Sotto i 100 m	Sopra i 100 m	Totale
<i>Riparia riparia</i>	Topino	<i>Hirundinidae</i>	6		6
<i>Streptopelia decaocto</i>	Tortora dal collare	<i>Columbidae</i>	3		3
<i>Sturnus unicolor</i>	Storno	<i>Sturnidae</i>	60	51	111
<i>Sylvia cantillans</i>	Sterpazzolina	<i>Sylviidae</i>	3		3
<i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto	<i>Sylviidae</i>	6		6
<i>Turdus merula</i>	Merlo	<i>Turdidae</i>	6	6	12
Totale complessivo			660	333	993

Sono state registrate **32** specie appartenenti a **17** famiglie, per un totale di **993** passaggi, di cui **660** ad altezze inferiori a 100 metri (66%) e **333** ad altezze superiori a 100 metri (34%).

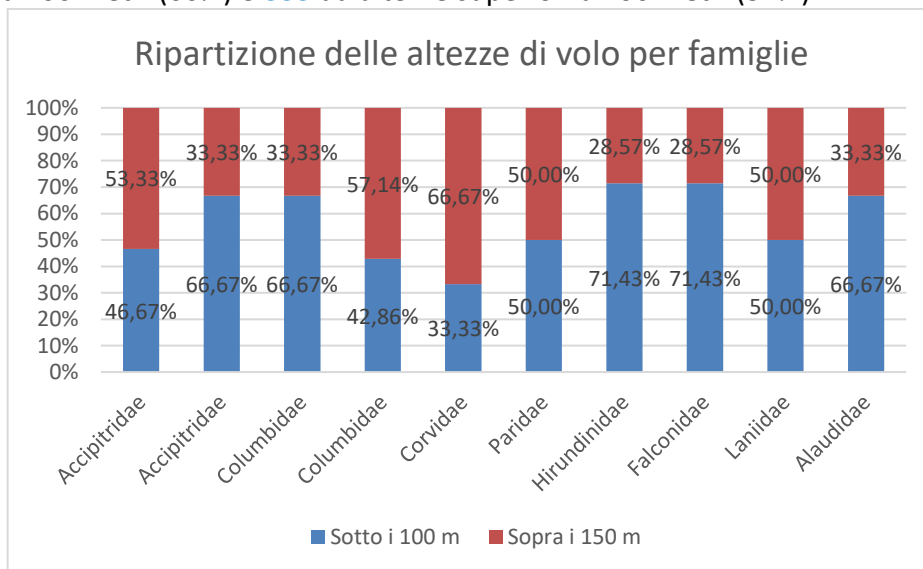


Grafico 3 – Ripartizione delle altezze di volo per famiglia



Figura 22 – Cornacchia grigia (Corvus corone) posato su cavo di rete elettrica.

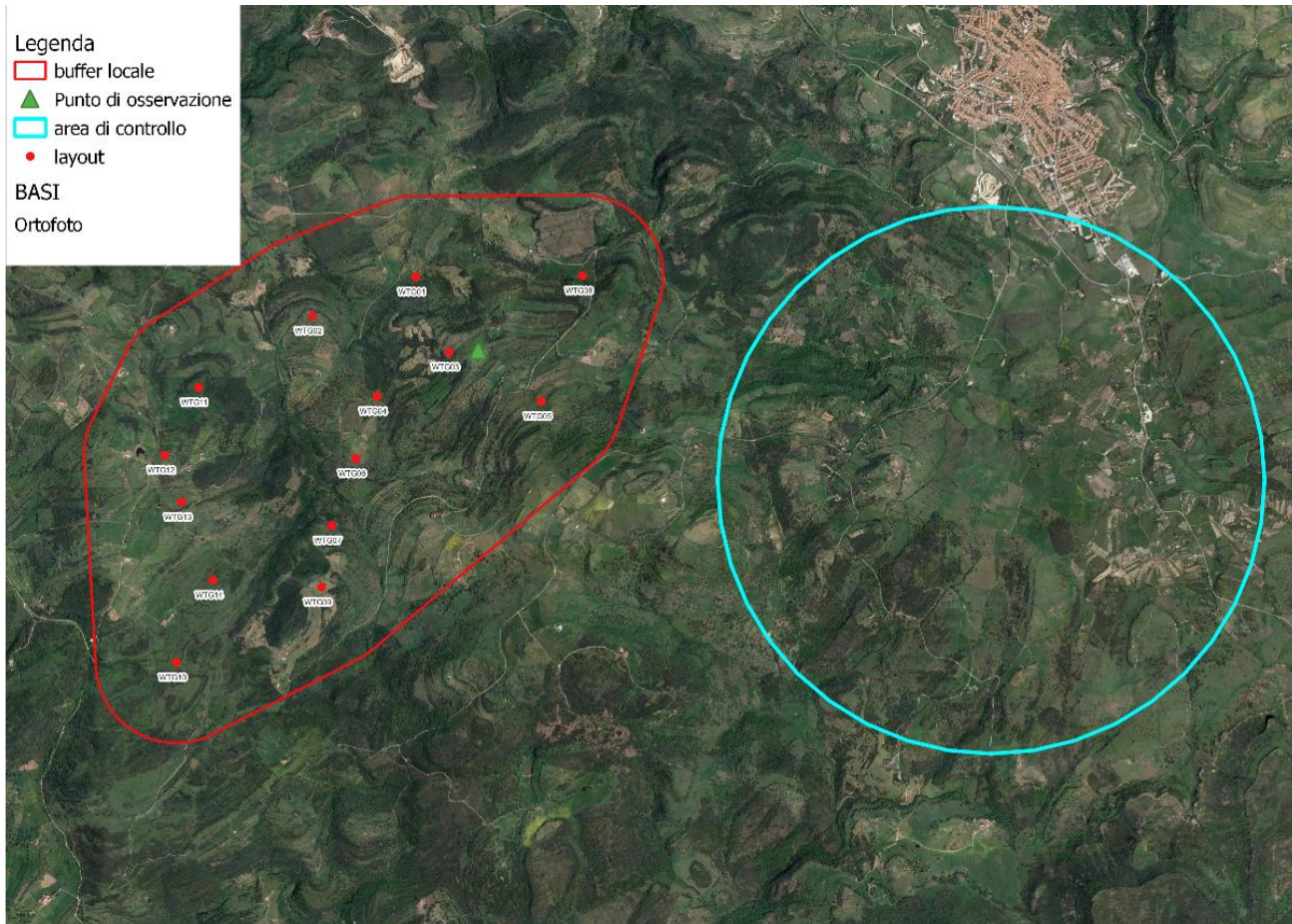


Figura 23 – Localizzazione del punto di osservazione

5.6 Migrazione primaverile e post riproduttiva

Il Mediterraneo è un'area essenziale per gli uccelli migratori e svernanti. Ogni anno milioni di individui appartenenti a diversi gruppi (uccelli acquatici, rapaci, passeriformi, ecc.) attraversano la regione. I grandi veleggiatori come le cicogne e i rapaci si concentrano in alcuni siti (i cosiddetti colli di bottiglia o *bottle-neck*). Lo stretto di Gibilterra e del Bosforo sono i principali *bottle neck* nella regione paleartica, ma importanti *bottle-neck* sono stati individuati anche nel Mediterraneo centrale, ossia *Capo Bon (Tunisia)*, *lo stretto di Messina – Reggio Calabria*, *l'Istmo di Catanzaro* e alcune aree della costa Ionica calabrese, come *le colline di Strongoli* e *Punta Alice nel Crotonese (Italia)*.

Negli ultimi anni le ricerche inerenti la migrazione visibile degli uccelli rapaci sono aumentate nel territorio nazionale. Molti ornitologi, spesso appartenenti a specifici gruppi di lavoro, hanno esteso l'ambito di indagine in diverse aree interessate da tale fenomeno. In Italia, alle aree già note, ultimamente si sono aggiunte nuove località in cui si può assistere al passaggio dei rapaci in migrazione; tra queste, il *Gargano* e *le Isole Tremiti* le *Alpi Marittime*, *il Monte Conero*, *il Parco del Circeo*.

La migrazione degli uccelli ha luogo ad altitudini che variano da quelle minime, al livello del mare (soprattutto nel caso dei piccoli uccelli, che volano spesso molto bassi lungo il lato degli argini al riparo del vento), alle massime, che arrivano a circa 10.000 m. A dispetto della grande variabilità delle altezze di volo migratorie e delle lacune nelle nostre conoscenze, è possibile formulare alcune regole generali in relazione alle altezze di volo e al comportamento dei migratori:

- I migratori notturni volano di solito ad altezze maggiori di quelli diurni;

- Nella migrazione notturna il volo radente al suolo è quasi del tutto assente;
- Tra i migratori diurni, le specie che usano il volo remato procedono ad altitudini inferiori delle specie che usano il volo veleggiato;
- Nel volo controvento gli uccelli volano bassi cercando di utilizzare la morfologia del territorio per schermare la velocità del vento.

5.6.1 Migrazione e voli di spostamento

I principali movimenti degli uccelli, per migrazione o spostamento, si possono ricondurre principalmente alle seguenti tipologie:

- **Migrazione**, movimento stagionale che prevede lo spostamento degli individui da un'area di riproduzione a un'area di svernamento (movimento che prevede un'andata e un ritorno);
- **Dispersal**, spostamento dell'individuo dall'area natale all'area di riproduzione (movimento a senso unico);
- **Movimenti all'interno dell'area vitale**, spostamenti compiuti per lo svolgimento delle normali attività di reperimento del cibo, cura dei piccoli, ricerca di aree idonee per la costruzione della tana o del nido.

La migrazione è un fenomeno estremamente complesso e, in quanto tale, influenzato da numerosi parametri e potenzialmente molto variabile. I primi movimenti primaverili nell'area di interesse appaiono orientati secondo l'asse sud - nord e nord - sud, secondo un pattern di attraversamento su fronte ampio e comunque con basso numero di individui.

5.6.2 Analisi dei fenomeni migratori osservati nell'area di studio

Nel contesto generale, uno dei corridoi interessati maggiormente dall'avifauna durante la migrazione primaverile, comprende la direttrice che attraversa tutta la Sardegna, verso la Corsica. Queste direttrici restano comunque secondarie a quelle maggiormente utilizzate dall'avifauna in migrazione.

I dati raccolti nelle uscite di giugno – settembre, hanno permesso di registrare un passaggio piuttosto scarso di individui in migrazione. Non sembra esistere, nell'area interessata, un vero corridoio (bottle neck) utilizzato da grandi concentrazioni di uccelli durante la migrazione primaverile.

La Sardegna ha un ruolo secondario nella migrazione di molte specie svernanti nel Bacino del Mediterraneo (migratori a corto raggio) o nel Sud-Africa (migratori a lungo raggio) (Uccelli della Sardegna – Ilaria Fozzi, ristampa 2022). In relazione all'orografia del territorio Sardo, alla frammentazione degli habitat naturali e all'antropizzazione, i migratori si comportano diversamente.

In autunno i migratori provengono dai Balcani e dal nord Italia. Alcuni restano a svernare in Puglia mentre altri proseguono verso l'Africa. In primavera i migratori, in risalita dall'Africa transitano per la Sicilia e la Calabria. In pochi si fermano per nidificare, mentre la maggior parte prosegue alla volta dei Balcani.

Gli spostamenti primaverili (direzione S-N) si concentrano lungo un tratto che porta dallo stretto di Messina all'istmo di Marcellinara, da cui si sviluppano due direttrici principali: una lungo la costa tirrenica; l'altra in direzione di Punta Alice, nel crotonese (con passaggio anche da Isola di Capo Rizzuto), e poi verso il Salento, dopo aver attraversato il Golfo di Taranto.

Le specie osservate in migrazione o in sosta migratoria sono, in particolare, il Grillaio (*Falco naumanni*), della cui specie sono stati osservati molti individui in sosta nell'area su manufatti o tralicci,

perlustrando i seminativi in cerca di prede. Il Grillaio negli ultimi anni ha subito un lieve incremento delle coppie nidificanti, con una espansione anche verso il nord Italia. Altre specie osservate in transito sono state il Falco di palude, Grifone e aquila reale. Sono stati rilevati anche la Rondine e il Balestruccio per i Passeriformi migratori.

In ogni caso, per quanto esposto, si può ipotizzare una bassa incidenza legata alla costruzione del parco eolico in esame, atteso che nell'area l'avifauna sfrutta grandi spazi per gli spostamenti e, pertanto, le frequenze di individui registrate sono significativamente basse e tali da non porre a significativo rischio la conservazione delle specie più sensibili.

Inoltre, non tutte le specie volano e viaggiano allo stesso modo, alcune specie appartenenti al genere Circus come il Falco di palude, durante la migrazione hanno l'abitudine di cacciare nella stessa zona in cui hanno scelto di trascorrere la notte prima di ripartire verso i quartieri di nidificazione. Si tratta di specie caratterizzate da elevate capacità di volo, in grado di volteggiare anche in assenza di termiche, che durante la migrazione riposano generalmente sul terreno o su paletti e cacciano concentrando la vista verso il basso, perlustrando il territorio a bassa quota e velocità costante, generalmente lungo itinerari prestabiliti, gremendo a terra prede costituite da piccoli roditori e piccoli Passeriformi. Tali abitudini e comportamenti, tra cui la quota variabile di volo, rendono queste specie più sensibili ad un'eventuale incidenza nei confronti degli aerogeneratori di progetto, benché la bassa frequenza di passaggi riduca il rischio entro limiti accettabili per la loro conservazione.

5.6.3 Effetto dei venti sulla migrazione

Pur considerando la complessità e la variabilità dei comportamenti migratori dell'avifauna, le osservazioni hanno consentito di tracciare un quadro del rapporto tra andamento meteo e migrazione. In generale i venti dominanti nell'area sono quelli dei quadranti nord – nord ovest. Nel periodo della migrazione primaverile, questi venti sono favorevoli alla migrazione; i venti caldi meridionali, di norma con cielo coperto o con nuvole stratificate in quota, sono invece sfavorevoli. Venti forti da nord – nord ovest accompagnati da un transito di perturbazione, con progressive schiarite, consentono il passaggio dei rapaci con una elevazione delle quote di volo.

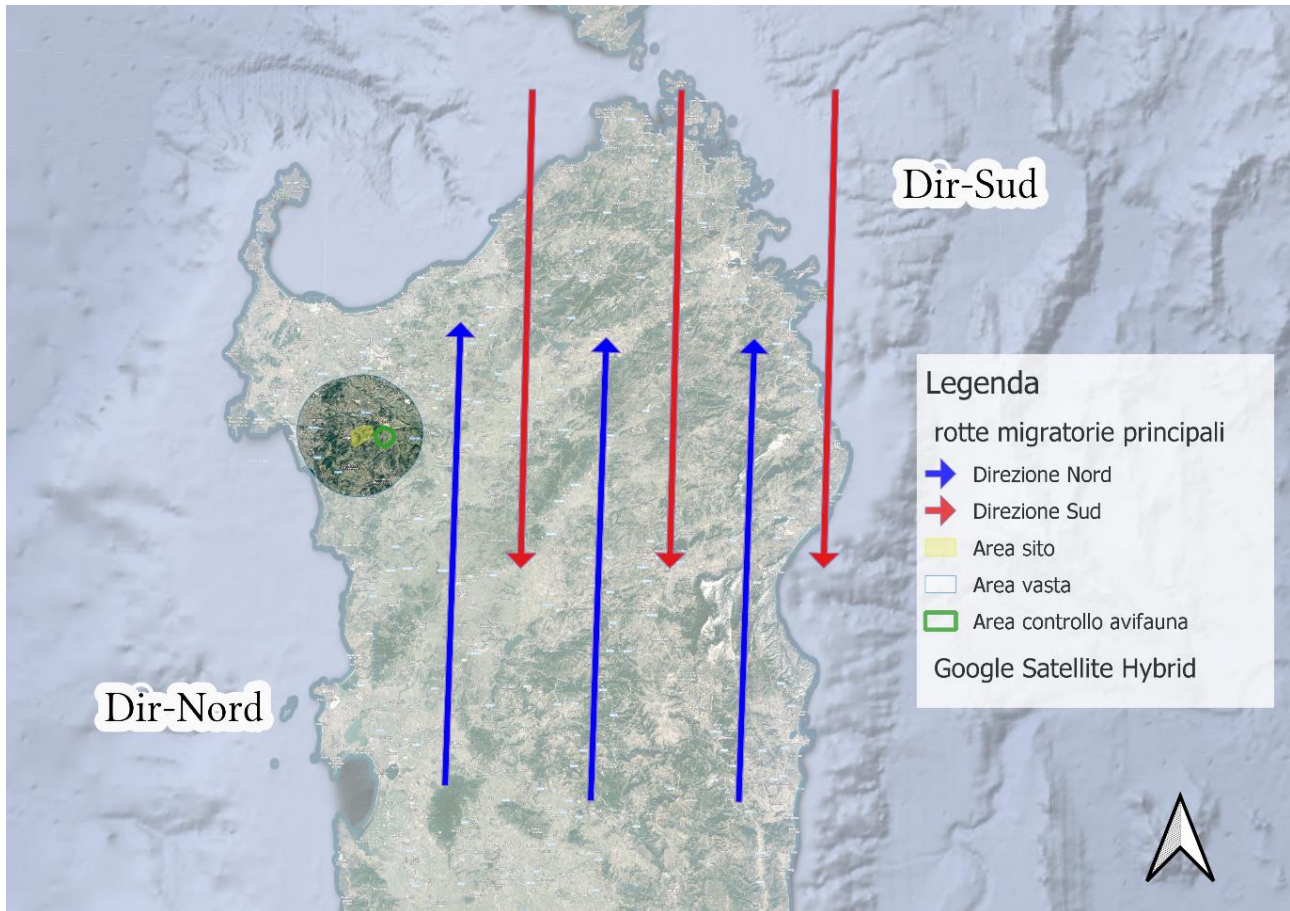


Figura 24 – Rotte migratorie in Sardegna

5.7 Eventuali incidenze legate all'interazione con avifauna

Gli studi disponibili in bibliografia hanno segnalato effetti differenti in funzione delle caratteristiche e dell'ubicazione dell'impianto, oltre che della topografia, degli habitat presenti nei territori circostanti e delle specie presenti (Percival S.M., 2000; Barrios L., Rodriguez A., 2004; De Lucas M., Janss G., Ferrer M., 2004). Il gran numero di variabili in gioco è probabilmente il motivo per il quale i dati della letteratura scientifica finora sono stati molto discordanti: diversi studi hanno rilevato uno scarso impatto (De Lucas M., Janss G., Ferrer M., 2004; Madders M., Whitfield D.P., 2006), mentre altri hanno riportato elevati livelli di mortalità, soprattutto, come detto, a carico dei rapaci (Orloff S., Flannery A., 1992; Barrios L., Rodriguez A., 2004). In alcuni casi, nonostante il basso tasso di mortalità per turbina registrato, le collisioni sono state comunque numerose, in virtù dell'elevato numero di torri (Orloff S., Flannery A., 1992). I valori in merito al tasso di mortalità per turbina sono risultati compresi tra 0,01 e 23 collisioni annue (Drewitt A.L., Langston R.H.W., 2006).

Significativi tassi di mortalità sono stati attribuiti anche alle situazioni di "collo di bottiglia" ovvero di aree relativamente confinate come, ad esempio, i valichi montani, in cui transitano o stazionano molti uccelli. Altri luoghi sensibili sono stati individuati in c.d. hot spot, ovvero aree in cui si formano correnti ascensionali, oppure zone umide, che attirano un gran numero di uccelli. Sono state ritenute sensibili anche zone che intercettano le traiettorie di volo tra i siti di alimentazione, dormitorio e/o riproduzione (EEA, 2009).

Variabili tassi di mortalità sono stati rilevati in funzione della stagione e delle abitudini delle singole specie, come per il tipo e l'altezza di volo, le condizioni meteorologiche, la topografia e la disposizione e le caratteristiche delle turbine eoliche.

Particolare attenzione è stata posta sull'incremento del rischio per le popolazioni di specie rare e vulnerabili, già minacciate da altri fattori antropici, come la perdita di habitat, tra cui le specie nell'allegato I della Direttiva Uccelli. Tra queste, grifone (*Gyps fulvus*) e gheppio (*Falco tinnunculus*) nei parchi eolici in Spagna, aquila di mare (*Haliaeetus albicilla*) in Germania e Norvegia, nibbio reale (*Milvus milvus*) in Germania (Commissione Europea, 2010).

Anche per quanto riguarda i passeriformi non tutte le ricerche hanno ottenuto le stesse evidenze: alcuni studi non hanno rilevato un aumento del tasso di mortalità a causa della presenza delle turbine eoliche, né un forte allontanamento dall'impianto (Orloff S., Flannery A., 1992). Altri studi hanno invece avanzato una crescente preoccupazione (ma si trattava di studi preliminari) soprattutto per i passeriformi migratori notturni (Sterner S., Orloff S., Spiegel L., 2007, Drewit A.L., Langston R.H.W., 2008).

L'ipotesi di un adattamento degli animali alla presenza delle turbine è stata confermata in diversi studi (Langston R.H.W., Pullan J.D., 2003). Stewart et al. (2004), hanno sostenuto, viceversa, che l'abbandono dell'area dell'impianto aumentasse col passare del tempo, ritenendo poco plausibile un adattamento e rilevando invece un persistente o crescente impatto nel tempo. Questa tesi pare sia stata suffragata anche dai dati raccolti in uno studio compiuto a Tarifa da Janss et al. (2001), che hanno rilevato per sei specie di rapaci un minore utilizzo del territorio e lo spostamento dei siti di nidificazione all'esterno dell'area dell'impianto. Risultati simili sono riportati anche da Johnson et al. (2000) relativamente al sito di Buffalo Ridge, dove è stata riscontrata una riduzione di habitat per 7 specie di ambienti aperti a seguito della costruzione della centrale eolica. Gli autori però hanno anche rilevato che tale interferenza non ha effetti significativi sulla conservazione delle popolazioni locali. Secondo Eriksson et al. (2000), invece, gli impianti di nuova generazione non presentavano interferenze apprezzabili sulla nidificazione. Questa considerazione è stata confermata anche dai dati di uno studio di Everaert e Stienen (2007) presso il sito di Zeerbrugge, in Belgio. La realizzazione dell'impianto non ha determinato, infatti, variazioni nelle popolazioni di alcune specie di sternidi.

Numerosi studi si sono poi concentrati sulla ipotetica sussistenza di interferenze negative sul periodo di nidificazione; i risultati ottenuti hanno suggerito però che la portata del disturbo fosse in realtà modesta, probabilmente a causa della filopatria (fedeltà al sito riproduttivo) e della longevità delle specie studiate (Ketzenberg C. et al., 2002).

In realtà, i rischi sono molto meno rilevanti di quanto si possa percepire anche dagli studi sopra citati. Ampliando la prospettiva e considerando un maggior numero di cause di mortalità antropica, già Erickson et al. (2005) avevano riscontrato **che l'eolico rappresentava lo 0,01% della mortalità antropica di avifauna: un valore comparabile con l'impatto da aeromobili e decisamente inferiore ad altre cause (accidentali) antropiche come torri per radiocomunicazioni (0,5%), pesticidi (7%), veicoli (8,5%), gatti (10,6%), elettrodotti (13,7%) e finestre di palazzi (58,2%)**.

Con riferimento alla sola produzione di energia, Chapman (2017), riportando i risultati di alcuni studi citati anche nel presente documento, fa notare che una ricerca condotta nel 2006 ha evidenziato che le turbine eoliche hanno prodotto, negli USA, circa 7.000 morti di uccelli, quelle nucleari 327.000, mentre le centrali fossili ben 14,5 milioni. In uno studio spagnolo condotto tra il 2005 ed il 2008 su 20 impianti eolici con 252 turbine in totale, si è rilevata una media annuale di 1,33 uccelli uccisi per turbina. Peraltro, le ricerche sono state condotte nei pressi dello stretto di Gibilterra, ovvero un'area interessata da imponenti flussi migratori tra Marocco e Spagna.

Sovacool B.K. (2009) ha rilevato che gli impianti eolici sono responsabili della morte di circa 0,3 uccelli/GWh di elettricità prodotta, mentre per le centrali alimentate da fonti fossili il tasso di mortalità è

pari a 5,2 uccelli/GWh prodotto (15 volte superiore). In un aggiornamento proposto nel 2012, lo stesso autore ha evidenziato che l'incremento della mortalità per le centrali nucleari è comunque in gran parte legato ai cambiamenti climatici indotti dalle emissioni inquinanti prodotte da tali impianti.

Altri autori, per impianti fino a 30 aerogeneratori, hanno rilevato tassi pari a 0,03-0,09 collisioni/generatore/anno, 0,06-0,18 per i rapaci (Janss, 2000; Winkelman, 1992). A questi può aggiungersi quello riportato da Rydell J. et al. (2012) di 2.3 uccelli/generatore/anno, ma anche il range di 0.63-7.7 uccelli/turbina/anno, di cui 0-0.1 rapaci/generatore/anno rilevati da Erickson W.P. et al. (2005). Si tratta di valori piuttosto variabili che dipendono da diversi fattori e che li rendono difficilmente estrapolabili dal contesto entro il quale vengono rilevati. Le specie migratrici sono, in generale, quelle maggiormente sensibili alle collisioni, benché spesso si rilevino maggiori tassi di mortalità a carico delle specie stanziali, in virtù del maggior numero di passaggi compiuti regolarmente nei pressi degli impianti (Marques et al. 2014; in: Bennun L. et al., 2021). La maggior parte delle collisioni avvengono a carico dei Passeriformi, ma ciò difficilmente comporta rischi significativi per la conservazione delle specie poiché, nella maggior parte dei casi, caratterizzate da ampie popolazioni e ridotti tempi di riproduzione (AWWI, 2019; Dürr T. et al., 2019; in: Bennun L. et al., 2021). Ciò è in linea con quanto riscontrato anche da Zimmerling et al. (2013; in Schuster E. et al., 2015), secondo cui per la maggior parte delle specie gli effetti, a livello di popolazione, sono improbabili perché le specie che mostrano alti tassi di collisione (es. i Passeriformi) hanno anche popolazioni ampie. Minore è l'impatto rilevato nei confronti dei rapaci, che in base a quanto rilevato da Erickson W.P. et al. (2002) incidono per il 2% del totale delle collisioni. Nonostante la variabilità degli indici riportati in bibliografia, nel corso delle attività di monitoraggio su impianti in esercizio in Calabria e Sicilia dal 2009 ad oggi (dati non pubblicati) i tassi di mortalità non si sono discostati da valori compatibili con la conservazione delle specie, rilevando collisioni in numero variabile tra 0 e 1 rapace/generatore/anno, prevalentemente a carico di poiane, ovvero specie non a rischio estinzione (Rondinini C. et al. 2013).

Al momento sono valori accettabili e compatibili con le esigenze di protezione delle specie di interesse conservazionistico, anche in confronto con altre attività antropiche o altre tipologie di impianto.

In proposito, Calvert (2013) ha rilevato che oltre il 95% della mortalità degli uccelli per cause antropiche è dovuta a predazione da parte di gatti, collisione con finestre, veicoli, reti di trasmissione, rilevando peraltro una stretta correlazione con la distribuzione della popolazione. Sempre secondo questo studio **gli impianti eolici sarebbero responsabili dello 0,007% delle morti di uccelli registrate annualmente in Canada per cause antropiche.**

SOURCE	SCOPE	LANDBIRDS	SEABIRDS	SHOREBIRDS	WATERBIRDS	WATERFOWL	ALL BIRDS
Cats - Feral	All	78,600,000			293,400	380,500	79,000,000
Cats - Domestic	All	54,150,000			199,300	258,300	54,880,000
Power - Transmission line collisions	All	574,700		2,548,000	5,170,000	8,459,000	16,810,000
Buildings - Houses	All	16,390,000					16,390,000
Transportation - Road vehicle collisions	All	8,743,000		197,000	187,200	218,500	9,814,000
Agriculture - Pesticides	All	1,898,000		19,230	19,430	19,130	1,998,000
Harvest - Migratory game birds	All	235	55,520	24,770		8773	1,786,000
Buildings - Low- and mid-rise	All	1,132,000		26,310	23,870	32,190	1,283,000
Harvest - Non-migratory game birds	All	1,031,000					1,031,000
Forestry - Commercial	Landbirds	887,835					887,835
Transportation - Chronic ship-source oil	All		282,700				282,700
Power - Electrocutions	All	178,200		1715	1854	2275	184,300
Agriculture - Haying and mowing	5 species	135,400					135,400
Power - Line maintenance	All	70,140		4474		33,030	116,000
Communication - Tower collisions	All	101,500		965	1050	1278	101,500
Power - Hydro reservoirs	Québec	31,260		490	1571	158	35,770
Buildings - Tall	All	32,000		388	339	501	34,130
Fisheries - Marine gill nets	All		10,700				10,700
Power - Wind energy	All	13,000					13,000
Oil and Gas - Well sites	Landbirds	9815					9815
Mining - Pits and quarries	All	5169		39	168		5637
Oil and Gas - Pipelines	Landbirds	4687					4687
Mining - Metals and minerals	All	2798					2798
Oil and Gas - Oil sands	Landbirds	2193					2193
Oil and Gas - Seismic exploration	Landbirds	1966					1966
Fisheries - Marine longlines and trawls	All		1843				1843
Transportation - Road maintenance	6 species	1103		71		324	1545
Oil and Gas - Marine	All		584				584
TOTAL		163,980,226	360,437	2,848,252	5,931,455	11,124,386	186,429,553

Figura 25 – Mortalità media annua per cause antropiche in Canada dell'avifauna (Fonte: Calvert A.M. et al., 2013)

Tali dati minimizzano l'impatto dell'eolico rispetto ad altre cause antropiche sulle quali vi è una bassa percezione e una consolidata disponibilità sociale. Infatti, al momento la collisione di un rapace contro un aerogeneratore suscita interesse e sdegno da parte della popolazione, che percepisce l'impatto esercitato dagli impianti eolici nei confronti dell'avifauna probabilmente in misura più elevata rispetto a quanto non lo sia in realtà. Di contro, non suscita alcun interesse la collisione di uccelli (anche rapaci) contro gli aeromobili o gli autoveicoli, che invece viene vissuta più dal punto di vista dei rischi per l'incolumità delle persone. In tale contesto, si trasforma volutamente l'impatto esercitato dalla caccia, poiché spesso si trasforma in attività di predazione volontaria da parte dell'uomo, nonostante le rigide disposizioni volte a contenere ogni rischio di estinzione.

Nel caso di specie, il rischio attiene esclusivamente alle strutture delle turbine eoliche, dal momento che la linea elettrica di conduzione è completamente interrata e pertanto viene prevenuta sia la problematica della collisione che quella dell'elettrocuzione con gli elettrodotti. In particolare, sulla base delle considerazioni effettuate in precedenza, alcuni fattori locali contribuiscono a rendere meno sensibile il rischio, già di per sé basso, ovvero:

- Il layout dell'impianto non prevede, in aggiunta agli aerogeneratori già presenti nell'area, la disposizione degli aerogeneratori su lunghe file, in grado di amplificare significativamente l'eventuale effetto barriera, ma piuttosto raggruppata permettendo una minore occupazione del territorio e circoscrivendo gli effetti di disturbo ad aree limitate (Campedelli T., Tellini Florenzano G., 2002);
- La distanza tra gli aerogeneratori è almeno pari a 420 m, con uno spazio utile – tenendo conto dell'ingombro delle pale di lunghezza pari a 85 m – di almeno 250 m che consente la penetrazione all'interno dell'area anche da parte dei rapaci senza particolari rischi di collisione; inoltre, tale distanza – riducendo al minimo l'effetto barriera – agevola il rientro dell'avifauna dopo l'allontanamento in fase di cantiere e di primo esercizio;

- La tipologia di macchina prescelta per la realizzazione dell'impianto in questione prevede l'utilizzo di turbine a basso numero di giri. Va inoltre sottolineato che all'aumento della velocità del vento, non aumenta la velocità di rotazione della pala e che, qualora il vento raggiungesse velocità eccessive, un sistema di sicurezza fa "imbardare" la pala ed il rotore si ferma. Tale rotazione, molto lenta, permette di distinguere perfettamente l'ostacolo in movimento e permette agli uccelli di evitarlo.
- Per quanto concerne la componente svernante, ed in particolare dei rapaci, le preliminari osservazioni condotte nell'area non suggeriscono, per la zona occupata dall'impianto, un ruolo strategico per lo svernamento di questi gruppi ornitici. Inoltre per il periodo non riproduttivo le specie sono meno legate a particolari porzioni di territorio, potendo compiere spostamenti più ampi per ispezionare il territorio ai fini trofici;
- Per quanto riguarda la componente nidificante dell'avifauna, maggiormente sensibile poiché più legata al territorio, anche nella ipotesi che si registri un calo della densità di nidificazione, come rilevato da Janss G. et al. (2001), ipotesi non confermata da altre numerose fonti di letteratura, nel raggio di 600 metri dalle turbine non ci sono habitat di particolare elezione per il foraggiamento di specie di uccelli o utilizzabili ai fini della nidificazione di specie di particolare interesse conservazionistico. Inoltre Leddy K.L. et al. (1997) indicano in 180 metri la distanza oltre la quale non si rileva più alcun effetto; Everaert et al. (2002) in Belgio hanno riscontrato una distanza minima dai generatori di 150-300 metri entro cui si registra un certo disturbo per le specie acquatiche e per i rapaci; L'area è interessata da spostamenti migratori dell'avifauna, ma l'impianto non si trova in corrispondenza di un corridoio di migrazione caratterizzato da consistenti passaggi giornalieri (ovvero un c.d. collo di bottiglia, o bottle-neck), ma gli stessi avvengono su un fronte molto ampio e con flussi giornalieri poco significativi e non paragonabili a quelli registrati nei colli di bottiglia distribuiti sul territorio nazionale.

Sulla base di quanto evidenziato sinora, nell'ipotesi che siano applicabili al caso di specie i tassi riportati da Rydell J. et al. (2012) di 2.3 uccelli/generatore/anno e da Erikson W.P. et al. (2005) di 0.1 rapaci/generatore/anno, l'impatto potenziale risulterebbe pari a circa 32.2 collisioni all'anno, di cui 1.4 rapaci, dei quali a loro volta solo una parte appartenenti a specie di interesse conservazionistico.

Si tratta di stime superiori a quanto rilevato nell'ambito di attività di monitoraggio di impianti eolici in altre aree del meridione di Italia, in cui la collisione di specie di interesse è risultata essere del tutto eccezionale, e comunque non tale da porre a rischio la presenza e la conservazione delle specie coinvolte nell'area, incluse quelle a rischio estinzione.

Limitatamente alle specie di maggiore interesse conservazionistico ed ai rapaci diurni rilevati nell'area di studio, di seguito si riportano gli esiti delle simulazioni di collisione effettuate, che tengono conto dei potenziali **effetti cumulativi**.

Le elaborazioni sono state effettuate per una sola possibile finestra di collisione, nello stato di fatto (SF, comprendente gli aerogeneratori esistenti, autorizzati, minieolico), nello stato di progetto (SP = SF + aerogeneratori dell'impianto in progetto), e stato di progetto con interventi di mitigazione.

5.8 Stima del numero possibile di collisioni

Le elaborazioni sono state effettuate per tre differenti condizioni:

1. Stato di fatto (aerogeneratori esistenti, autorizzati o con giudizio favorevole di compatibilità ambientale valido e minieolico)

2. Stato di progetto (aerogeneratori esistenti, autorizzati o con giudizio favorevole di compatibilità ambientale valido, minieolico + aerogeneratori di progetto).
3. Stato di progetto più interventi di mitigazione (aerogeneratori esistenti, autorizzati o con giudizio favorevole di compatibilità ambientale valido, minieolico)

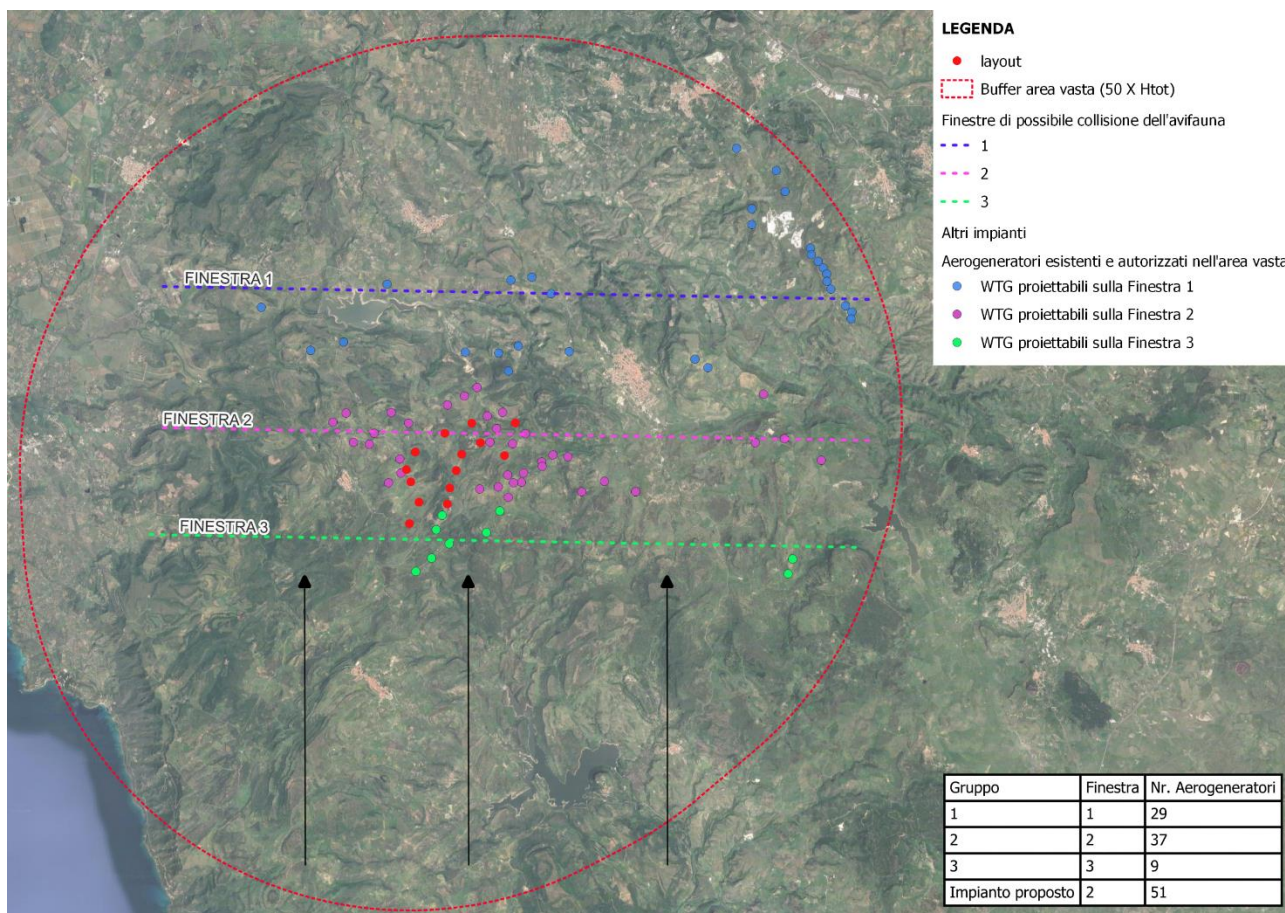


Figura 26 – Schematizzazione degli aerogeneratori esistenti raggruppati per simulare le tre diverse finestre di collisione

A titolo esemplificativo si riporta uno stralcio del foglio di calcolo utilizzato per la definizione del rischio di collisione:

Tabella 12. Stralcio del foglio di calcolo utilizzato

PARAMETRI TECNICI – SG 6.6 – 170 HH 165		
K: [1D or [3D] (0 or 1)	1	
NoBlades	3	
MaxChord	4,5	m
Pitch (degrees)	5	
RotorDiam	170	m
RotationPeriod	5,45	sec
PARAMETRI BIOLOGICI – Specie <i>Buteo buteo</i>		
BirdLength	0,56	m
Wingspan	1,24	m

F: Flapping (0) or gliding (+1)	1	
Bird speed	11,6	m/sec
Bird aspect ratio:b	0,45	

I parametri tecnici sono stati desunti dalle schede tecniche della SG 6.6-170 HH 165 m; per l'angolo di pitch (angolo di calettamento) è stato usato un parametro desunto dall'articolo di Sudhamsu A.R. et alii (2014) "Numerical study of effect of pitch angle on performance characteristics of a HAWT".

I parametri biologici delle varie specie sono desunti dalla pubblicazione di T. Alerstam et alii; in particolare quelli riportati nella tabella in alto fanno riferimento alla Poiana (*Buteo buteo*).

Laddove invece la specie in esame non fosse riportata nella suddetta pubblicazione, sono state considerate caratteristiche di specie simili per corporatura e comportamento (i.e. specie contrassegnate con "*" nelle tabelle successive).

Inserendo quindi i dati relativi alle caratteristiche tecniche dell'impianto e quelli relativi alle singole specie² osservate durante le attività di monitoraggio, si arriva alla definizione del rischio di collisione.

STATO DI FATTO 1 (FINESTRA 1 = Aerogeneratori esistenti, autorizzati e minieolico)

Tabella 13. Dati in input

INPUT	ST. FATTO 1	
Larghezza impianto	19106	m
Altezza turbina piu alta	206	m
Superf lorda di rischio	3935836	m ²
n rotori (N)	29	
Diametro rotore	64	m
Area rotori	93493,9	m ²
Coeff netto di rischio (A/S)	0,024	

Tenendo conto delle caratteristiche degli aerogeneratori presi in considerazione per l'analisi degli effetti cumulativi, inclusi i diversi mini-eolici presenti, è stata impostata una larghezza di impianto pari a 19.106 km. Il diametro è stato calcolato come media pesata dei diametri degli aerogeneratori presi in considerazione, sulla base delle informazioni in possesso.

² Il calcolo del rischio è stato effettuato per tutti i *Falconiformes*, gli *Accipitriformes*, e per le specie classificate come **VU**, **EN**, **CR** secondo IUCN - Liste Rosse italiane.

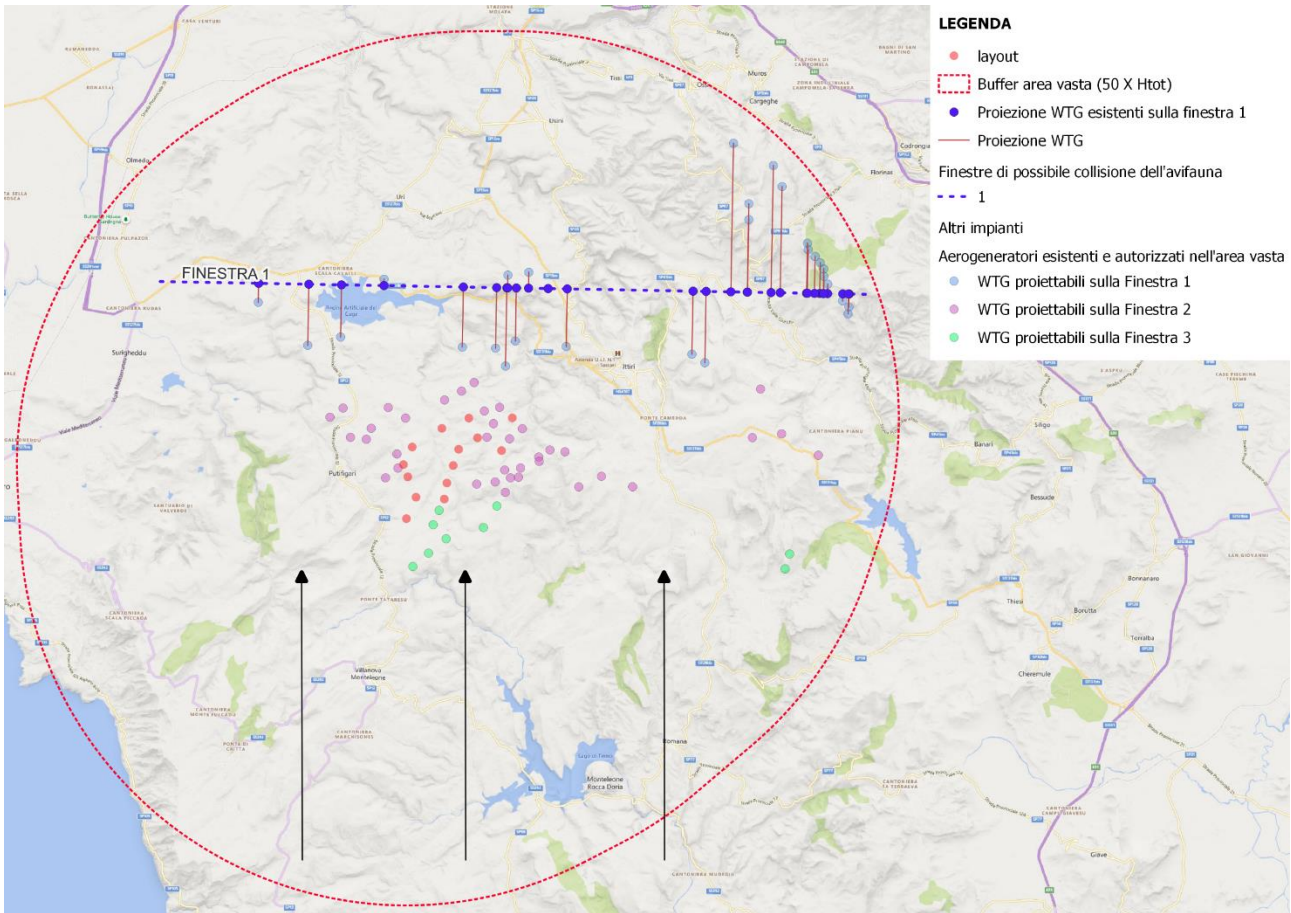


Figura 27 – Rappresentazione del fronte preso in esame per il calcolo e degli aerogeneratori considerati per la definizione della finestra di rischio – SF1

Tabella 14. Rischio medio di collisione – Stato di fatto 1

Specie	N. ind censiti	G. Avv	N. ind./anno	A/S	N. voli a rischio/anno	Rischio Collisione (BAND)				N. collisioni anno			
						Upwind	Downwind	Media	Avoid.	Upwind	Downwind	Media	
Aquila reale	6	12	183	0,02	4	0,078	0,059	0,069	0,98	0,02	0,01	0,01	0,006
Falco di palude	9	12	274	0,02	7	0,071	0,048	0,059	0,98	0,02	0,01	0,01	0,008
Grifone	18	12	548	0,02	13	0,108	0,085	0,096	0,98	0,02	0,03	0,02	0,025
Nibbio reale	6	12	183	0,02	4	0,073	0,054	0,063	0,98	0,02	0,01	0,00	0,006
Poiana	45	12	1369	0,02	33	0,074	0,054	0,064	0,98	0,02	0,05	0,04	0,042
Gheppio	21	12	639	0,02	15	0,059	0,036	0,048	0,95	0,05	0,05	0,03	0,036
Grillaio	3	12	91	0,02	2	0,057	0,036	0,046	0,98	0,02	0,002	0,002	0,002
Allodola	18	12	548	0,02	13	0,046	0,031	0,038	0,98	0,02	0,012	0,008	0,010
Calandra*	6	12	183	0,02	4	0,047	0,031	0,039	0,98	0,02	0,00	0,00	0,003
Topino*	6	12	183	0,02	4	0,045	0,029	0,037	0,98	0,02	0,00	0,00	0,003
Averla capriosa*	18	12	548	0,02	13	0,046	0,031	0,039	0,98	0,02	0,01	0,01	0,010
Passera sarda*	177	12	5384	0,02	128	0,047	0,028	0,037	0,98	0,02	0,12	0,07	0,095

STATO DI FATTO 2 (FINESTRA 2 = Aerogeneratori esistenti, autorizzati e minieolico)

Tabella 15. Dati in input

INPUT	ST. FATTO 2	
Larghezza impianto	15816	m
Altezza turbina piu alta	250	m
Superf lorda di rischio	3954000	m ²
n rotor (N)	37	

INPUT	ST. FATTO 2	
Diametro rotore	64	m
Area rotor	117226,0	m ²
Coeff netto di rischio (A/S)	0,030	

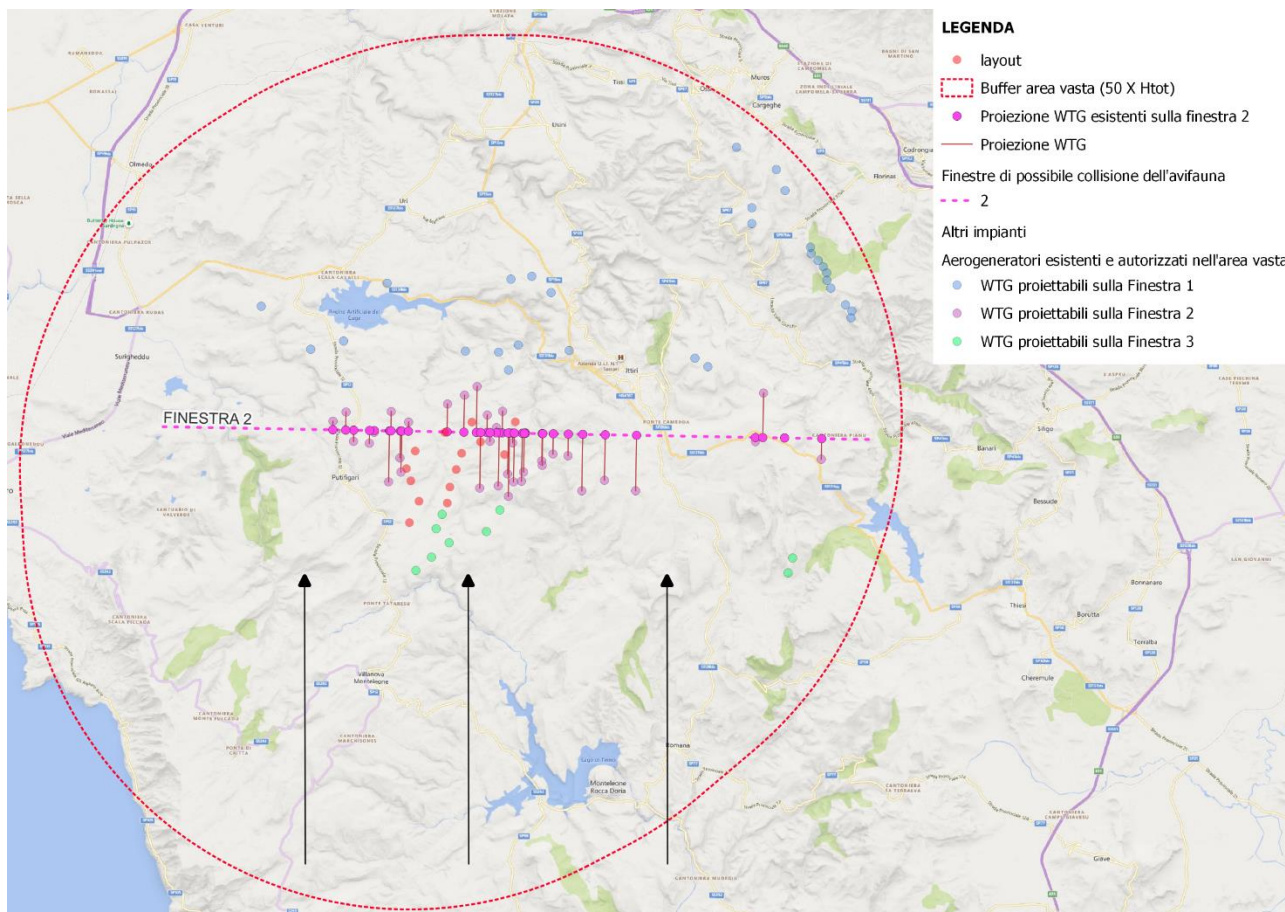


Figura 28 – Rappresentazione del fronte preso in esame per il calcolo e degli aerogeneratori considerati per la definizione della finestra di rischio – SF2

Tabella 16. Rischio medio di collisione – Stato di fatto 2

Specie	N. ind censiti	G. Avv	N. ind./anno	A/S	N. voli a rischio/anno	Rischio Collisione (BAND)			N. collisioni anno				
						Upwind	Downwind	Media	Avoid.	Upwind	Downwind	Media	
Aquila reale	6	12	183	0,03	5	0,078	0,059	0,069	0,98	0,02	0,01	0,01	0,007
Falco di palude	9	12	274	0,03	8	0,071	0,048	0,059	0,98	0,02	0,01	0,01	0,010
Grifone	18	12	548	0,03	16	0,108	0,085	0,096	0,98	0,02	0,04	0,03	0,031
Nibbio reale	6	12	183	0,03	5	0,073	0,054	0,063	0,98	0,02	0,01	0,01	0,007
Poiana	45	12	1369	0,03	41	0,074	0,054	0,064	0,98	0,02	0,06	0,04	0,052
Gheppio	21	12	639	0,03	19	0,059	0,036	0,048	0,95	0,05	0,06	0,03	0,045
Grillaio	3	12	91	0,03	3	0,057	0,036	0,046	0,98	0,02	0,003	0,002	0,002
Allodola	18	12	548	0,03	16	0,046	0,031	0,038	0,98	0,02	0,015	0,010	0,012
Calandra*	6	12	183	0,03	5	0,047	0,031	0,039	0,98	0,02	0,01	0,00	0,004
Topino*	6	12	183	0,03	5	0,045	0,029	0,037	0,98	0,02	0,00	0,00	0,004
Averla capriosa*	18	12	548	0,03	16	0,046	0,031	0,039	0,98	0,02	0,02	0,01	0,013
Passera sarda*	177	12	5384	0,03	160	0,047	0,028	0,037	0,98	0,02	0,15	0,09	0,119

STATO DI FATTO 3 (FINESTRA 3 = Aerogeneratori esistenti, autorizzati e minieolico)

Tabella 17. Dati in input

INPUT	ST. FATTO 3	
Larghezza impianto	12179	m
Altezza turbina piu alta	250	m
Superficie di rischio	3044750	m ²
n rotor (N)	9	
Diametro rotore	103	m
Area spazzata	75476,8	m ²
Coeff netto di rischio (A/S)	0,025	

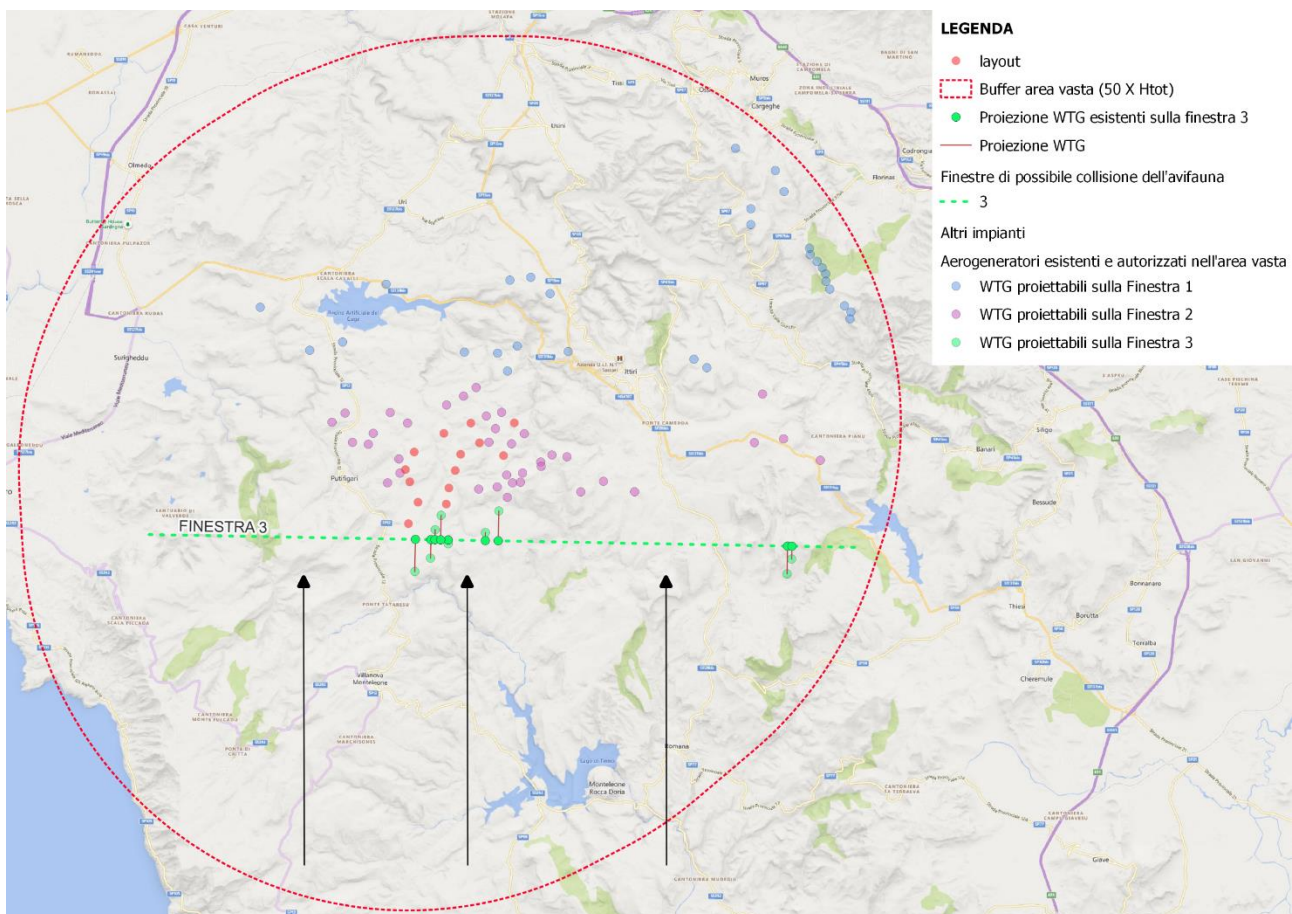


Figura 29 – Rappresentazione del fronte preso in esame per il calcolo e degli aerogeneratori considerati per la definizione della finestra di rischio – SF3

Tabella 18. Rischio medio di collisione – Stato di fatto 3

Specie	N. ind censiti	G. Avv	N. ind./anno	A/S	N. voli a rischio/anno	Rischio Collisione (BAND)				N. collisioni anno			
						Upwind	Downwind	Media	Avoid.	Upwind	Downwind	Media	
Aquila reale	6	12	183	0,02	5	0,078	0,059	0,069	0,98	0,02	0,01	0,01	0,006
Falco di palude	9	12	274	0,02	7	0,071	0,048	0,059	0,98	0,02	0,01	0,01	0,008
Grifone	18	12	548	0,02	14	0,108	0,085	0,096	0,98	0,02	0,03	0,02	0,026
Nibbio reale	6	12	183	0,02	5	0,073	0,054	0,063	0,98	0,02	0,01	0,00	0,006
Poiana	45	12	1369	0,02	34	0,074	0,054	0,064	0,98	0,02	0,05	0,04	0,044
Gheppio	21	12	639	0,02	16	0,059	0,036	0,048	0,95	0,05	0,05	0,03	0,038

Specie	N. ind censiti	G. Avv	N. ind./anno	A/S	N. voli a rischio/anno	Rischio Collisione (BAND)				N. collisioni anno			
						Upwind	Downwind	Media	Avoid.	Upwind	Downwind	Media	
Grillaio	3	12	91	0,02	2	0,057	0,036	0,046	0,98	0,02	0,003	0,002	0,002
Allodola	18	12	548	0,02	14	0,046	0,031	0,038	0,98	0,02	0,013	0,008	0,010
Calandra*	6	12	183	0,02	5	0,047	0,031	0,039	0,98	0,02	0,00	0,00	0,004
Topino*	6	12	183	0,02	5	0,045	0,029	0,037	0,98	0,02	0,00	0,00	0,003
Averla capirossa*	18	12	548	0,02	14	0,046	0,031	0,039	0,98	0,02	0,01	0,01	0,010
Passera sarda*	177	12	5384	0,02	133	0,047	0,028	0,037	0,98	0,02	0,13	0,07	0,100

Passando allo stato di progetto, si specifica che le condizioni SP1 ed SP3 non variano rispetto ad SF1 ed SF3, in quanto non variano le condizioni delle due finestre considerate; pertanto si omette di riportare il calcolo del rischio di collisione, di cui si terrà tuttavia conto per la definizione dei risultati finali.

STATO DI PROGETTO 2 (aerogeneratori esistenti, autorizzati o con giudizio favorevole di compatibilità ambientale valido, minieolico + aerogeneratori di progetto):

Tabella 19. Dati in input

INPUT	ST. PROG 2	
Larghezza impianto	15816	m
Altezza turbina piu alta	250	m
Superf lorda di rischio	3954000	m ²
n rotori (N)	51	
Diametro rotore	93	m
Area rotori	344541,9	m ²
Coeff netto di rischio (A/S)	0,087	

Tabella 20. Rischio medio di collisione – SP2

Specie	N. ind censiti	G. Avv	N. ind./anno	A/S	N. voli a rischio/anno	Rischio Collisione (BAND)				N. collisioni anno			
						Upwind	Downwind	Media	Avoid.	Upwind	Downwind	Media	
Aquila reale	6	12	183	0,09	16	0,078	0,059	0,069	0,98	0,02	0,02	0,02	0,022
Falco di palude	9	12	274	0,09	24	0,071	0,048	0,059	0,98	0,02	0,03	0,02	0,028
Grifone	18	12	548	0,09	48	0,108	0,085	0,096	0,98	0,02	0,10	0,08	0,092
Nibbio reale	6	12	183	0,09	16	0,073	0,054	0,063	0,98	0,02	0,02	0,02	0,020
Poiana	45	12	1369	0,09	119	0,074	0,054	0,064	0,98	0,02	0,18	0,13	0,153
Gheppio	21	12	639	0,09	56	0,059	0,036	0,048	0,95	0,05	0,17	0,10	0,133
Grillaio	3	12	91	0,09	8	0,057	0,036	0,046	0,98	0,02	0,009	0,006	0,007
Allodola	18	12	548	0,09	48	0,046	0,031	0,038	0,98	0,02	0,044	0,029	0,037
Calandra*	6	12	183	0,09	16	0,047	0,031	0,039	0,98	0,02	0,01	0,01	0,012
Topino*	6	12	183	0,09	16	0,045	0,029	0,037	0,98	0,02	0,01	0,01	0,012
Averla capirossa*	18	12	548	0,09	48	0,046	0,031	0,039	0,98	0,02	0,04	0,03	0,037
Passera sarda*	177	12	5384	0,09	469	0,047	0,028	0,037	0,98	0,02	0,44	0,26	0,350

Si fa presente che il diametro è stato calcolato come media pesata in base alle informazioni in possesso sugli altri aerogeneratori presenti nell'area di studio.

Come si evince dalla tabella il numero di aerogeneratori è aumentato delle 14 unità di cui si compone il parco eolico "Monte Rosso"; anche il diametro medio è leggermente incrementato rispetto al caso SF2 per effetto dell'inserimento, nel calcolo della media pesata, del diametro di 170 m caratteristico degli aerogeneratori in progetto.

Stato di progetto con interventi di mitigazione (aerogeneratori esistenti, autorizzati o con giudizio favorevole di compatibilità ambientale valido, minieolico).

Il calcolo è stato effettuato considerando come misura di mitigazione principale, l'utilizzo di sistemi ottici di gestione della rotazione delle turbine; l'utilizzo di questa procedura porterebbe a 0 la mortalità

degli uccelli; nel calcolo probabilistico, a scopo cautelativo, questo intervento è stato assimilato allo spegnimento del 50% degli aerogeneratori del parco in progetto.

Tabella 21. Dati in input

F0529	ST. PROG + MITIGAZIONE	
Larghezza impianto	15816	m
Altezza turbina piu alta	250	m
Superf lorda di rischio	3954000	m ²
n rotor (N)	44	
Diametro rotore	80	m
Area rotor	223688,5	m ²
Coeff netto di rischio (A/S)	0,057	

Tabella 22. Rischio medio di collisione – Stato di progetto con intervento di mitigazione

Specie	N. ind censiti	G. Avv	N. ind./anno	A/S	N. voli a rischio/anno	Rischio Collisione (BAND)				N. collisioni anno			
						Upwind	Downwind	Media	Avoid.	Upwind	Downwind	Media	
Aquila reale	6	12	183	0,06	10	0,078	0,059	0,069	0,98	0,02	0,02	0,01	0,014
Falco di palude	9	12	274	0,06	15	0,071	0,048	0,059	0,98	0,02	0,02	0,01	0,018
Grifone	18	12	548	0,06	31	0,108	0,085	0,096	0,98	0,02	0,07	0,05	0,060
Nibbio reale	6	12	183	0,06	10	0,073	0,054	0,063	0,98	0,02	0,02	0,01	0,013
Poiana	45	12	1369	0,06	77	0,074	0,054	0,064	0,98	0,02	0,12	0,08	0,100
Gheppio	21	12	639	0,06	36	0,059	0,036	0,048	0,95	0,05	0,11	0,07	0,086
Grillaio	3	12	91	0,06	5	0,057	0,036	0,046	0,98	0,02	0,006	0,004	0,005
Allodola	18	12	548	0,06	31	0,046	0,031	0,038	0,98	0,02	0,029	0,019	0,024
Calandra*	6	12	183	0,06	10	0,047	0,031	0,039	0,98	0,02	0,01	0,01	0,008
Topino*	6	12	183	0,06	10	0,045	0,029	0,037	0,98	0,02	0,01	0,01	0,008
Averla capriossa*	18	12	548	0,06	31	0,046	0,031	0,039	0,98	0,02	0,03	0,02	0,024
Passera sarda*	177	12	5384	0,06	305	0,047	0,028	0,037	0,98	0,02	0,29	0,17	0,227

Sommando il rischio di collisione calcolato per lo stato di fatto, per lo stato di progetto e per lo stato di progetto con interventi di mitigazione, si ottiene la mortalità annua potenziale. I valori, normalizzati su cinque classi di sensibilità alla collisione, sono stati poi moltiplicati per un coefficiente associato alla classe di minaccia IUCN (Rondinini C. et al., 2013), ottenendo un valore di impatto (anch'esso normalizzato su cinque classi), in modo da tenere conto del rischio di estinzione di ciascuna specie.

Si tenga presente che il calcolo probabilistico è stato effettuato a vantaggio di sicurezza in virtù di alcune necessarie assunzioni (previste dagli stessi autori del modello), come ad esempio l'assimilazione degli uccelli a semplici modelli cruciformi, che una pala abbia larghezza ed inclinazione ma non spessore, che la velocità di volo rimanga la stessa sia sopra vento che sotto vento e che il volo stesso non venga influenzato dalla scia attorno alle pale della turbina.

Risulta utile sottolineare come nel passaggio da stato di fatto a stato di progetto, l'aumento del rischio di collisione tra stato di fatto e stato di progetto sia percepibile (anche in virtù delle dimensioni degli aerogeneratori), e pari a circa il 73%; l'adozione delle misure di mitigazione consigliate permetterebbe una potenziale riduzione di questo dato al **34%**.

I valori medi di collisioni/anno risultano prossimi a 0 per nove delle dodici specie prese in considerazione; per le tre rimanenti invece, (Poiana, Passera sarda, Gheppio), i valori risultano non del tutto trascurabili, ma comunque inferiori rispetto a quelli normalmente reperiti nella citata bibliografia (in particolare, Rydell J. et al., 2012; Erikson W.P. et al., 2005), che riguardano indici di collisione annui per singola turbina.

Va peraltro evidenziato che il rischio di collisione appare legato maggiormente alle attività di esplorazione del territorio per esigenze trofiche (anche durante la migrazione, come nel caso del falco di

palude) più che agli spostamenti migratori veri e propri, che come detto non sono particolarmente rilevanti in termini numerici, ma sono piuttosto diffusi su un ampio fronte.

L'incremento maggiore di possibile mortalità annua, si ha per la passera sarda (+0,23) e per la poiana (+0,10 individui); per tutte le altre specie rilevate l'incremento della mortalità annua potenziale risulta <0,1, il che sta a significare che il progetto non incide in maniera significativa rispetto allo stato di fatto.

Per la passera sarda, passeriforme rilevato con numero significativo di passaggi, l'incremento di mortalità risulta pari a +0,23, valore basso ma non trascurabile, a fronte di una potenziale mortalità annua che già nello stato di fatto è di circa 0,31.

Le stesse considerazioni valgono per il gheppio, per cui l'incremento di mortalità vale +0,0880 a fronte di un valore di mortalità potenziale annua pari a +0,119 nello stato di fatto.

Il valore della classe di rischio di collisione risulta pari a 4 per la poiana e il gheppio, e non varia tra SF e SP, l'aumento della classe di rischio di una unità avviene solo per la passera sarda (da 4 a 5); si evince che adottando misure utili a minimizzare l'impatto, come i moderni **sistemi ottici**, l'impatto nei confronti di alcune specie, si riduce.

Per maggiore chiarezza si riporta in tabella, il riepilogo dei risultati ottenuti per i 3 scenari esposti.

Tabella 23. Rischio di collisione per l'avifauna

Specie	N. collisioni anno - Valori medi							Mortalità Annuale SF	Mortalità Annuale SP	Mortalità Annuale Sp+MIT	Diff % SP-SF	Diff % SP-SF	Diff % SP+MIT-SF	Diff % SP+MIT-SF	Classe Rischio Collisione SF	Classe Rischio Collisione SP	Classe Rischio Collisione Sp+MIT	Classe Rischio IUCN	Impatto SF	Impatto SP	Impatto Sp+MIT
	SF1	SF2	SF3	SP1	SP2	SP3	SP+MIT														
Aquila reale	0,0059	0,0074	0,0062	0,0059	0,0218	0,0062	0,0141	0,020	0,034	0,026	0,014	73,5	0,007	34,4	3	3	3	2	2	2	2
Falco di palude	0,0077	0,0097	0,0081	0,0077	0,0284	0,0081	0,0184	0,025	0,044	0,034	0,019	73,5	0,009	34,4	3	3	3	3	2	2	2
Grifone	0,0251	0,0313	0,0262	0,0251	0,0919	0,0262	0,0597	0,083	0,143	0,111	0,061	73,5	0,028	34,4	4	4	4	5	4	4	4
Nibbio reale	0,0055	0,0069	0,0057	0,0055	0,0202	0,0057	0,0131	0,018	0,031	0,024	0,013	73,5	0,006	34,4	2	3	3	3	2	2	2
Poiana	0,0418	0,0522	0,0437	0,0418	0,0535	0,0437	0,0196	0,138	0,239	0,185	0,101	73,5	0,047	34,4	4	4	4	1	1	1	1
Gheppio	0,0363	0,0453	0,0379	0,0363	0,0332	0,0379	0,0864	0,119	0,207	0,161	0,088	73,5	0,041	34,4	4	4	4	1	1	1	1
Grillaio	0,0020	0,0025	0,0021	0,0020	0,0073	0,0021	0,0048	0,007	0,011	0,009	0,005	73,5	0,002	34,4	1	2	2	1	1	1	1
Allodola	0,0100	0,0124	0,0104	0,0100	0,0366	0,0104	0,0237	0,033	0,057	0,044	0,024	73,5	0,011	34,4	3	4	3	3	2	3	2
Calandra*	0,0034	0,0042	0,0035	0,0034	0,0123	0,0035	0,0080	0,011	0,019	0,015	0,008	73,5	0,004	34,4	2	3	2	3	2	2	2
Topino*	0,0032	0,0040	0,0033	0,0032	0,0117	0,0033	0,0076	0,010	0,018	0,014	0,008	73,5	0,004	34,4	2	3	2	3	2	2	2
Averla caprirossa*	0,0100	0,0125	0,0105	0,0100	0,0368	0,0105	0,0239	0,033	0,057	0,044	0,024	73,5	0,011	34,4	3	4	3	4	3	4	3
Passera sarda*	0,0955	0,0192	0,0096	0,0955	0,03503	0,0096	0,02274	0,314	0,545	0,423	0,231	73,5	0,108	34,4	4	5	4	3	3	3	3
MEDIA																			2,1	2,3	2,1

Va sottolineato che l'impatto da stato di fatto a stato di progetto aumenta del 20% passando da 2,1 a 2,3; con l'utilizzo dei sistemi di mitigazione, il valore medio di impatto calcolato per tutte le specie considerate, si riduce riportandosi al valore iniziale dello stato di fatto di 2,1.

In ogni caso, si rende auspicabile il completamento delle attività di monitoraggio ante operam e l'esecuzione di un monitoraggio durante l'esercizio dell'impianto, onde valutare l'incremento delle misure di mitigazione e compensazione già previste o prevederne di nuove.

Per quanto sopra, il rischio di collisione di esemplari durante i loro spostamenti locali al di fuori delle aree protette è da ritenersi **MODERATO** poiché legato principalmente a quella parte della avifauna ivi

presente che compie ampi spostamenti quotidiani, come il grifone e l'aquila reale: gli effetti perturbatori sono significativi, ma mitigabili in misura tale da non incidere sull'integrità del sito e senza comprometterne la resilienza.

La distanza tra gli aerogeneratori è tale da non determinare un significativo disturbo nei confronti delle rotte migratorie, caratterizzate in ogni caso da contingenti non particolarmente elevati.

6 Valutazione di incidenza

Allo stato delle conoscenze attuali, sulla base dei dati rilevati da giugno a settembre 2022, si esprimono le seguenti considerazioni.

Stimando in **“inesistente, basso, medio e alto”** il rischio di incidenza, si ritiene che:

- La **modificazione e perdita di habitat** sia **moderata per gli habitat naturali** poiché la realizzazione dell'intervento prevede interferenze nei confronti di habitat naturali. Le opere in progetto interessano in prevalenza habitat con indice di fragilità ambientale basso (colture agrarie, pascoli) e brevi tratti di habitat con FG medio (vegetazione arbustiva).
- Rispetto al **disturbo** si ritiene che l'incidenza sia **BASSA** per le specie che frequentano i pascoli, poiché già adattate alla vicinanza con l'uomo. Risulta **BASSA** anche per le specie che frequentano gli habitat naturali presenti nell'area;
- Rispetto all'**effetto barriera**, si ritiene che tale rischio sia **MODERATO** in virtù della distanza che intercorre tra gli aerogeneratori e i biotopes di rilevanza naturalistica; si tratta in particolare di habitat riferibili ad ambienti marini, con ridottissime superfici rispetto al buffer di analisi. Per maggiori dettagli si rimanda allo Studio di Incidenza Ambientale.
- Rispetto al rischio di **collisione** si ritiene possa essere **MODERATO**, maggiore per le specie ornitiche che frequentano i campi, rispetto a quelle che frequentano gli ambienti naturali, in virtù della già accennata distanza dagli ambienti naturali. In ogni caso, sulla base delle considerazioni fin qui espresse e dell'esperienza maturata in attività di monitoraggio per altri impianti eolici, si conferma che, i **bassi contingenti finora rilevati nell'area dell'impianto e le misure di mitigazione proposte fanno ritenere che la possibile collisione di uccelli contro gli aerogeneratori sia moderata.**

In ogni caso, a conclusione del monitoraggio *ante operam* e *post operam* sul sito, si potranno trarre considerazioni più accurate e specifiche per l'impianto in esame.

7 Conclusioni sui rilievi avifaunistici

I risultati conseguiti attraverso i rilievi del periodo giugno – settembre 2022, hanno permesso di ottenere un quadro ancora non completamente esaustivo, ma indicativo, almeno per il periodo di osservazione, delle modalità di frequentazione della componente stazionaria, nidificante e migratrice dell'avifauna.

I rapaci osservati, hanno dimostrato, in misura ora maggiore ora minore, di utilizzare l'area di studio per la caccia e voli di spostamento sfruttando altezze di volo sopra e sotto i 100 metri.

Per quanto esposto, si possono confermare le valutazioni già riportate nello SIA relativamente ad una bassa incidenza legata alla costruzione del parco eolico, che non si sovrappone sulle rotte migratorie principali; la spaziatura tra torri e gli altri accorgimenti atti a rendere maggiormente percepibili le pale dall'avifauna, si ipotizza che non possano influire significativamente sul numero di individui e, in generale, sulla biodiversità dell'avifauna caratterizzante l'area.

Si ritiene in ogni caso auspicabile il completamento dell'attività di monitoraggio anche per la fase di cantiere e di esercizio, per soddisfare il perseguimento dei seguenti obiettivi:

- Acquisire un quadro ancora più completo delle conoscenze riguardanti l'utilizzo, da parte degli uccelli, dello spazio interessato dalla costruzione dell'impianto, al fine di prevedere e stimare la possibile incidenza sulla medesima avifauna, a scale geografiche conformi ai range di attività delle specie e delle popolazioni coinvolte;
- Fornire una quantificazione dell'incidenza degli aerogeneratori sul popolamento animale, e, per quanto attiene all'avifauna sugli uccelli che utilizzano, per diverse funzioni (spostamenti per la migrazione, la difesa territoriale e l'alimentazione), le superfici al suolo e lo spazio aereo nei pressi delle turbine;
- Disporre di una base di dati che permetta l'elaborazione di modelli sull'incidenza più accurati, attraverso la verifica della loro attendibilità e l'individuazione dei più importanti fattori che contribuiscono alla variazione della sua entità;
- Individuare eventuali ulteriori misure di mitigazione. La possibile incidenza risulta tanto maggiore quanto maggiore è la densità delle macchine. In proposito va tenuto conto che gli spazi disponibili per il volo dipendono non solo dalla distanza "fisica" delle macchine (gli spazi effettivamente occupati dalle pale, vale a dire l'area spazzata), ma anche da un ulteriore eventuale impedimento costituito dal campo di flusso perturbato generato dall'incontro del vento con le pale oltre che dal rumore da esse generato.

Il rischio è tuttavia facilmente prevedibile e mitigabile con accorgimenti da mettere in atto in fase esecutiva al fine di mitigare gli effetti che la realizzazione dell'impianto potrebbe avere sull'avifauna. In particolare, per l'impianto in esame si ritiene utile l'adozione delle seguenti misure di mitigazione:

- L'adozione di una **colorazione, per almeno una pala su tre, adatta alla riduzione del rischio di collisione dell'avifauna**³ e comunque coerente con le disposizioni per la segnalazione degli ostacoli verticali per la navigazione aerea.
- Adozione di sistemi ottici che consentono di abbattere le potenziali collisioni.
- Realizzazione di un **punto di alimentazione artificiale per i rapaci necrofagi (carnaio) per la durata del monitoraggio post-operam o supporto alle attività già in essere nei carnai**

³ Recenti studi in Norvegia hanno dimostrato che dipingere una pala di nero riduce del 72% le collisioni

attivi nell'area vasta; è ampiamente dimostrata l'utilità dei carnai⁴, sia per quanto riguarda il sostentamento delle specie nidificanti (Poiana e Grifone) sia per alcune specie migratrici (Falco di palude e Nibbio bruno), che durante le migrazioni stagionali, a causa della stanchezza per i lunghi spostamenti, frequentano i carnai per alimentarsi. Il carnaio inoltre, è un'utile azione per mantenere lontane dal parco eolico le specie necrofaghe (Grifone), riducendo così il rischio di collisione con le pale durante i voli di ricerca di cibo;

- Installazione di **cassette nido per piccoli falchi** (es. Gheppio e Grillaio) e **passeriformi**;
- **Isolamento delle linee elettriche** per evitare l'elettrocuzione con in cavidotti (Cicogne e rapaci di grosse dimensioni come il Nibbio reale, Biancone e il Capovaccaio, sono spesso vittime del fenomeno dell'elettrocuzione). In proposito si evidenzia che il cavidotto di collegamento MT dell'impianto è completamente interrato, così come il cavo di collegamento in AT alla cabina Terna. Per le altre opere elettriche (stazione utente) saranno adottati tutti gli accorgimenti utili ad evitare l'elettrocuzione dell'avifauna;

L'adozione delle sopraccennate misure di mitigazione riduce significativamente la possibile incidenza complessiva dell'impianto eolico in esame, portandola a livelli accettabili e compatibili con le strategie di conservazione delle specie di interesse naturalistico.

⁴ I carnai per la conservazione dei rapaci. Gazzetta Ambiente 2:1-144. Edizioni Alpes Italia, Roma

8 Bibliografia sull'avifauna

- [1] Anderson R. L., W. Erickson, D. Strickland, J. Tom, N. Neumann, 1998 - Avian Monitoring and risk Assessment at Tehachapi Pass and San Gorgonio Pass Wind Resource Areas, California: Phase 1 Preliminary Results. Proceedings of national Avian-Wind Power Planning Meeting III. May 1998, San Diego, California.
- [2] Bibby C. J., Burgess, N. D., Hill D. A., Mustoe S., 2000. Bird Census Techniques, 2° editino. London UK. Academic Press., 302 pp.
- [3] Eolico & Biodiversità. Linee guida per la realizzazione di impianti eolici in Italia WWF Italia 2007.
- [4] EEA – European Environmental Agency (2009). Europe's onshore and offshore wind energy potential. An assessment of environmental and economic constraints. EA Technical report no.6, 2009.
- [5] Impianti Eolici Industriali. Criteri per la localizzazione degli impianti e protocolli di monitoraggio della fauna nella Regione Piemonte.
- [6] Regione Toscana. Centro Ornitologico Toscano. Indagine sull' impatto dei parchi eolici sull' avifauna. Luglio 2002.
- [7] LIPU - Bird Life International. In volo sull' Europa – 25 anni della Direttiva Uccelli, legge pioniera sulla conservazione della natura.
- [8] Meschini E., S.Frugis. Atlante degli uccelli nidificanti in Italia – Volume XX Novembre 1993.
- [9] BAKER K., 1993. Identification Guide to European Non-Passerines: BTO Guide 24.
- [10] BROWN R., FERGUSON J., LAWRENCE M., LEES D. (1989). Tracce e segni degli uccelli d'Europa. Franco Muzzio ed., Padova.
- [11] CHIAVETTA M., 1988. Guida ai rapaci notturni – strigiformi d'Europa, nord Africa e Medioriente. Zanichelli.
- [12] CRAMP S., SIMMONS K.E.L., 1980 – The Birds of Western Palearctic. Hawks to Bustards. Oxford University Press, Oxford.
- [13] FORSMAN D., 1999. The raptors of Europe and Middle East. Christopher Helm (Publishers) Ltd.
- [14] JONSSON L., Birds of Europe with North Africa and the Middle East. Christopher Helm (Publishers) Ltd.
- [15] MASI A., 1991. Gli uccelli e i loro nidi. Rizzoli.
- [16] BULGARINI F., CALVARIO E., FRATICELLI F., PETRETTI F., SARROCCO S., 1998 - Libro Rosso degli animali Italiani – i vertebrati. WWF Italia.
- [17] Medsker L., 1982. Side effects of renewable energy sources. National Audubon Society, Enviromental Policy Research Department n° 15. 73 pp.
- [18] Winkelman J.E.,1992. The impact of the Sep wind park near Oosterbierum (FR), the Netherlands, on birds. 2: nocturnal collision risks. DLO-Instituut voor Bos-en Natuuronderzoek. RIN-rapport 92/3 4 volumes.
- [19] De Lucas M., Guyonne F.E., Janns F.E and Ferre M., 2004. The effects of a wind farm on birds in a migration point : the strait of Gibilterra. Biodiversity and Conservation 13: 395-407.

- [20] Barriors L., 1995. Energia eolica y aves en el Campo de Gibraltar. La Garciglia 93 : 39-41.
- [21] Hunt G., 1999. A Population Study of Golden Eagles in the Altamont Pass Wind Resource Area. National Renewable Energy Labotatory (NREL), Santa Cruz, California.
- [22] Higgins K.F., Osborn R.G., Dieter C.D. and Usgaard R.E., 1996. Monitoring of Seasonal Bird Activity and Mortality at the Buffalo Ridge Wind Resource Area, Minnesota, 1994-1995. South Dakota Cooperative Fish and Wildlife Research Unit, National Biological Service, Brookings, South Dakota.
- [23] Šálek M, Bažant M, Žmihorski M, Gamero A. 2022 Evaluating conservation tools in intensively-used farmland: Higher bird and mammal diversity in seed-rich strips during winter. Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 327
- [24] Ilaria Fozzi, Gli uccelli della sardegna, ristampa 2022.

9 Check-list uccelli della Sardegna aggiornata al 2022

Tabella 24. Elenco sistematico delle specie più comuni e regolari su tutto il territorio della Sardegna

ID	Den. Scientifica	Den. Comune	Fenologia
	Accipitriformes		
	Accipitridae		
1	Circus pygargus	Albanella minore	M reg, E irr
2	Hieraaetus fasciatus	Aquila di Bonelli	A-2 (M)
3	Aquila chrysaetos	Aquila reale	SB
4	Accipiter gentilis arrigonii	Astore	SB, M reg, W
5	Circus aeruginosus	Falco di palude	M reg, W, E
6	Pernis apivorus	Falco pecchiaiolo	M reg, B
7	Pandion haliaetus	Falco pescatore	M reg, E irr
8	Gypaetus barbatus	Gipeto	
9	Gyps fulvus	Grifone	A-2 (MT, 1975; MT 1994)
10	Milvus milvus	Nibbio reale	SB, M reg, W
11	Buteo buteo	Poiana	SB, M reg, W
12	<i>Accipiter nisus</i> in particolare la sottospecie <i>A. n. wolterstorffi</i>	Sparviere	SB, M reg, W
	Anseriformes		
	Anatidae		
13	Anas crecca	Alzavola	M reg, W, E
14	Anas strepera	Canapiglia	M reg, W
15	Anas querquedula	Marzaiola	M reg
16	Anas clypeata	Mestolone	M reg, W
17	Aythya fuligula	Moretta	M reg, W
18	Aythya nyroca	Moretta tabaccata	M reg, W, E
19	Aythya ferina	Moriglione	SB, M reg, W
	Apodiformes		
	Apodidae		
20	Apus apus	Rondone	M reg, B
	Caprimulgiformes		
	Caprimulgidae		
21	Caprimulgus europaeus	Succiacapre	M reg, B
	Charadriiformes		
	Recurvirostridae		
22	Recurvirostra avosetta	Avocetta	M reg, W irr
23	Scolopax rusticola	Beccaccia	M reg, W
24	Himantopus himantopus	Cavaliere d'Italia	M reg
25	Numenius arquata	Chiurlo maggiore	M reg, W
26	Philomachus pugnax	Combattente	M reg
27	Charadrius dubius	Corriere piccolo	M reg, B, W
28	Charadrius alexandrinus	Fratino	M reg, B, W
29	Chroicocephalus ridibundus	Gabbiano comune	M reg, W, E
30	Ichthyaetus melanocephalus	Gabbiano corallino	M reg
31	Ichthyaetus audouinii	Gabbiano corso	M irr
32	Larus michahellis	Gabbiano reale zampegiale	B,M,W
33	Chroicocephalus genei	Gabbiano roseo	M irr
34	Burhinus oedincnemus	Occhione	SB, M reg
35	Tringa totanus	Pettegola	M reg, W irr
36	Limosa limosa	Pittima reale	M reg
37	Sterna hirundo	Sterna comune	M irr
38	Gelochelidon nilotica	Sterna zampenere	M irr
	Ciconiiformes		
	Ardeidae		
39	Ardea purpurea	Airone rosso	M reg, B
40	Ciconia ciconia	Cicogna bianca	M reg, W irr, E
41	Egretta garzetta	Garzetta	M reg, W, E
42	Nycticorax nycticorax	Nitticora	M reg, B
43	Ardeola ralloides	Sgarza ciuffetto	M reg, E irr
44	Ixobrychus minutus	Tarabusino	M reg, B
	Columbiformes		
	Columbidae		

ID	Den. Scientifica	Den. Comune	Fenologia
45	Columba palumbus	Colombaccio	SB, M reg, W
46	Columba oenas	Colombella	M reg, B irr, W
47	Columba livia	Piccione selvatico	SB
48	Streptopelia turtur	Tortora	M reg, B
49	Streptopelia decaocto	Tortora dal collare orientale	SB
	Coraciiformes		
	Coraciidae		
50	Coracias garrulus	Ghiandaia marina	M reg, B
51	Merops apiaster	Gruccione	M reg, B
52	Alcedo atthis	Martin pescatore	SB, M reg, W
53	Upupa epops	Upupa	M reg, B, W irr
	Cuculiformes		
	Cuculidae		
54	Cuculus canorus	Cuculo	M reg, B
55	Clamator glandarius	Cuculo dal ciuffo	M irr,
	Falconiformes		
	Falconidae		
56	Falco eleonorae	Falco della regina	M irr
57	Falco tinninulus	Gheppio	SB, M reg
58	Falco naumanni	Grillaio	M reg, B, W irr
59	Falco subbuteo	Lodolaio	M reg
	Galliformes		
	Phasianidae		
60	Phasianus colchicus	Fagiano comune	SB
61	Alectoris barbara	Pernice sarda	SB
62	Coturnix coturnix	Quaglia	M reg, B, W irr
	Gruiformes		
	Rallidae		
63	Fulica atra	Folaga	SB, M reg, W
64	Tetrax tetrax	Gallina prataiola	A-1 (MT, 1995)
65	Gallinula chloropus	Gallinella d'acqua	SB, M r
	Passeriformes		
	Alaudidae		
66	Alauda arvensis	Allodola	SB, M reg, W
67	Melanocorypha calandra	Calandra	SB, M reg, W
68	Calandrella brachydactyla	Calandrella	M reg,
69	Lullula arborea	Tottavilla	SB, M reg, W
	Corvidae		
70	Corvus corone	Cornacchia grigia	sb
71	Corvus corax	Corvo imperiale	SB
72	Garrulus glandarius ssp. ichnusae)	Ghiandaia	SB
73	Pyrrhocorax pyrrhocorax	Gracchio corallino	S
74	Coloeus monedula	Taccola	SB
	Emberizidae		
75	Emberiza ortulana	Ortolano	M reg, B irr
76	Miliaria calandra	Strillozzo	SB, M reg, W
77	Emberiza cirlus	Zigolo nero	SB, M reg, W
	Fringillidae		
78	Carduelis carduelis	Cardellino	SB, M reg, W
79	Carduelis cannabina	Fanello	SB, M reg, W
80	Fringilla coelebs sarda	Fringuello	SB, M reg, W
81	Coccothraustes coccothraustes	Frosone	M reg,
82	Serinus citrinella	Venturone	SB
83	Carduelis chloris	Verdone	SB, M reg, W
84	Serinus serinus	Verzellino	SB, M reg, W
	Hirundinidae		
85	Delichon urbicum	Balestruccio	M reg, B
86	Hirundo rustica rustica	Rondine comune	M reg, B
87	Riparia riparia	Topino	M reg
	Laniidae		
88	Lanius senator	Averla capirossa	M reg, B
89	Lanius collurio	Averla piccola	M reg, B
	Motacillidae		
90	Motacilla cinerea	Ballerina gialla	SB, M reg

ID	Den. Scientifica	Den. Comune	Fenologia
91	<i>Anthus campestris</i>	Calandro	M reg, B
92	<i>Motacilla flava</i>	Cutrettola	M reg, B
93	<i>Anthus spinoletta</i>	Spioncello	SB, M reg, W
	Paridae		
94	<i>Parus ater</i>	Cincia mora	SB
95	<i>Parus caeruleus</i>	Cinciarella	SB
96	<i>Parus major ssp. ecki</i>	Cinciallegra	SB
	Passeridae		
97	<i>Petronia petronia</i>	Passera lagia	SB
98	<i>Passer montanus</i>	Passera mattugia	SB
99	<i>Passer hispaniolensis</i>	Passera sarda	M irr
	Scotocercidae		
100	<i>Cettia cetti</i>	Usignolo di fiume	SB, M reg, W
	Sturnidae		
101	<i>Sturnus unicolor</i>	Storno nero	A 1 (1992)
	Sylviidae		
102	<i>Cisticola juncidis</i>	Beccamoschino	SB, M reg,
103	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>	Cannaiola	M r
104	<i>Acrocephalus arundinaceus</i>	Cannareccione	M re
105	<i>Sylvia atricapilla</i>	Capinera	SB, M reg, W
106	<i>Sylvia undata</i>	Magnanina	SB
107	<i>Sylvia sarda</i>	Magnanina sarda	LC
108	<i>Sylvia melanocephala</i>	Occhiocotto	SB, M reg,
109	<i>Muscicapa striata</i>	Pigliamosche	M reg, B reg
110	<i>Sylvia communis</i>	Sterpazzola	M reg, B
111	<i>Sylvia cantillans</i>	Sterpazzolina	M reg, B
	Troglodytidae		
112	<i>Troglodytes troglodytes</i>	Scricciolo	SB, M reg
	Turdidae		
113	<i>Monticola saxatilis</i>	Codirossone	M reg, B
114	<i>Oenanthe oenanthe</i>	Culbianco	M reg, B
115	<i>Turdus merula</i>	Merlo	SB, M reg, W
116	<i>Monticola solitarius</i>	Passero solitario	SB
117	<i>Saxicola torquata</i>	Saltimpalo	SB, M reg, W
118	<i>Turdus viscivorus</i>	Tordela	SB, M reg, W
119	<i>Luscinia megarhynchos</i>	Usignolo	M reg, B
	Pelecaniformes		
	Phalacrocoracidae		
120	<i>Phalacrocorax aristotelis</i>	Marangone dal ciuffo	A
	Phoenicopteriformes		
	Phoenicopteridae		
121	<i>Phoenicopus roseus</i>	Fenicottero	M irr, W irr
	Piciformes		
	Picidae		
122	<i>Dendrocopos major ssp. harterti</i>	Picchio rosso maggiore	SB
123	<i>Jynx torquilla</i>	Torciccolo	M reg, B, W
	Podicipediformes		
	Podicipedidae		
124	<i>Podiceps cristatus</i>	Svasso maggiore	SB, W, M reg
125	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	Tuffetto	SB, W, M reg
	Strigiformes		
	Strigidae		
126	<i>Otus scops</i>	Assiolo	M reg, B, W irr
127	<i>Athene noctua</i>	Civetta	SB
128	<i>Asio otus</i>	Gufo comune	SB, M reg, W
	Tytonidae		
129	<i>Tyto alba</i>	Barbagianni	SB

Chiroteri

10 Premessa

I pipistrelli, in relazione alla loro peculiare biologia ed ecologia presentano adattamenti che rivelano una storia naturale unica nei mammiferi. A livello globale sono sempre più minacciati dalle attività antropiche e costituiscono l'ordine dei mammiferi con il maggior numero di specie minacciate di estinzione. In Italia meridionale sono poche le ricerche approfondite sui pipistrelli. Il sud della penisola ospita numerose specie di chiroteri e ambienti di grande importanza vitale per tutte le fasi della loro biologia, come grotte, diversi ambienti forestali, ambienti lacustri e fluviali, prati pascoli e numerosi borghi abbandonati con ruderi e strutture adatte alla colonizzazione di diverse specie. Sono conosciute ben 27 specie delle 4 famiglie di chiroteri che vivono in tutta la penisola.

Tutte le specie di Chiroteri in quanto animali volatori, sono potenzialmente soggetti a impatto contro le pale degli aerogeneratori nonostante si muovano agilmente anche nel buio più assoluto utilizzando un sofisticato sistema di eco - localizzazione a ultrasuoni. Tutte le specie europee, oltre a essere tutelate da accordi internazionali e leggi nazionali sulla conservazione della fauna selvatica, sono protette da un accordo specifico europeo, il Bat Agreement, cui nel 2005 ha aderito anche l'Italia.

La raccolta dei dati sulla chiroterofauna presenta vari e problematici aspetti, per via delle abitudini notturne, della presenza assenza di suoni udibili, della difficile localizzazione dei posatoi. Il riconoscimento degli individui in natura è spesso particolarmente difficoltoso; al contrario, se osservate a riposo molte specie possono essere identificate con relativa facilità.

La dimensione e la struttura delle comunità di chiroteri sono difficili da determinare e da stimare; quantificare con precisione il numero dei pipistrelli appartenenti ad una stessa popolazione è in pratica estremamente difficoltoso, in quanto la stima è complicata in maniera sostanziale da alcuni fattori che dipendono dalle caratteristiche biologiche di questi animali.

Ad ostacolare l'indagine, concorrono, ad esempio, le abitudini notturne che rendono difficoltosi i rilievi presso gli impianti eolici e per la capacità dei pipistrelli di disperdersi rapidamente in ampi spazi. Come nel caso degli uccelli, anche per i chiroteri, due sono i possibili impatti generati dalla presenza di un impianto eolico: un impatto di tipo diretto, connesso alla probabilità di collisione con le pale, e uno di tipo indiretto, legato alle modificazioni indotte sull'habitat di queste specie.

Numerose sono le ipotesi avanzate per spiegare i motivi per cui avvengono le collisioni:

- È stato ipotizzato che gli aerogeneratori attraggono, soprattutto durante la migrazione, quelle specie che cercano negli alberi i rifugi in cui passare le ore del giorno. Strutture come le turbine eoliche, in particolare i modelli più alti, sembrerebbero quindi, agli occhi dei pipistrelli, costituire delle valide alternative agli alberi (Ahlén 2003, von Hensen 2004). Osservazioni analoghe sono state condotte anche in prossimità di torri o ripetitori, strutture che, per la loro altezza, spiccano prepotentemente nel paesaggio circostante (F. Farina com. pers.);
- Le aree immediatamente prospicienti gli aerogeneratori, in seguito ai lavori di costruzione dell'impianto stesso, potrebbero divenire ottime aree di foraggiamento per i pipistrelli; è stato infatti verificato come, solo per citare un esempio, a seguito dell'eliminazione di alberi con conseguente formazione di radure, si creino condizioni favorevoli alla presenza di elevate concentrazioni di insetti volanti (*Grindal e Brigham 1998*). Una maggiore presenza di prede sarebbe inoltre da ricollegarsi alla dispersione di calore generata dalle turbine, che raggiungono temperature più elevate rispetto all'aria circostante, richiamando molti più insetti e potenzialmente, chiroteri in caccia (*Ahlén 2003*);

- Le pale eoliche potrebbero attrarre i pipistrelli grazie all'emissione di ultrasuoni, aumentando di fatto la probabilità che questi animali entrino in collisione con le pale in movimento. Questa possibilità è stata ampiamente studiata, soprattutto in America, dove tuttavia, in un recente lavoro, *Szewczak e Arnett (2006)* sembrano escludere la presenza di un impatto significativo, poiché l'effetto sarebbe limitato all'area immediatamente prossima alle pale, e quindi con una ridotta capacità attrattiva su questi animali, limitata al più ai soggetti che già gravitano attorno a queste strutture;
- Esistono inoltre altre ipotesi legate alla possibilità che i chiroterri vengono risucchiati dal vortice di aria prodotto dal movimento rotatorio delle pale (*Kunz et al. 2007a*), o disturbati dalla produzione di campi magnetici, generati dalle pale stesse, che, interagendo con alcuni recettori situati nel corpo dei pipistrelli, andrebbe ad interferire con la loro capacità di percepire l'ambiente circostante, aumentando di fatto la probabilità di collisione (*Holland et al. 2006*). Sembra invece verificato che le luci posizionate sugli aereogeneratori non costituiscano un'attrattiva per i chiroterri (*Kerlinger et al. 2006, Arnett et al. 2008*).

I chiroterri sono il secondo ordine di mammiferi per numero di specie, dopo i roditori, e costituiscono più del 20% della teriofauna classificata in tutto il mondo, con 1384 specie viventi (*Simmons e Cirranello, 2018*).

A livello globale, i pipistrelli forniscono servizi ecosistemici vitali e sono importanti per il consumo di insetti nocivi, l'impollinazione delle piante e la dispersione dei semi, il che li rende essenziali per la salute degli ecosistemi in tutto il mondo. Essi sono utilizzati come indicatori ecologici di qualità degli habitat e di biodiversità negli ecosistemi temperati e tropicali (*Wickramasinghe et al. 2004, Kalcounis-Rueppell et al. 2007*).

Sono molto mobili e in grado di rispondere rapidamente ai cambiamenti dei loro habitat e sono sensibili agli effetti dell'intensificazione agricola.

Le popolazioni di chiroterri a livello mondiale, e soprattutto nell'ultimo ventennio, sono in fase di declino e quasi il 25% delle specie rischia l'estinzione globale (IUCN 2018). Il declino delle popolazioni è la risposta ad una serie di stress ambientali, molti dei quali sono indotti dalle attività antropiche, che hanno portato alla perdita di eterogeneità ambientale e al degrado degli habitat.

In Italia sono presenti 35 specie di chiroterri, quasi l'80% di quelle presenti in Europa, 13 di esse sono inserite nell'allegato II della direttiva 92/43/CE (direttiva habitat), e 20 specie sono minacciate (Lista Rossa dei Vertebrati italiani, 2013).

Il nostro paese è parte contraente dell'accordo sulla conservazione delle popolazioni di chiroterri europei (UNEP/EUROBATS), e si assume obblighi particolari per la conservazione dei pipistrelli e dei loro habitat. Nell'accordo è sottolineata l'importanza del monitoraggio e della tutela dei siti ipogei (grotte e cavità artificiali), e degli habitat di foraggiamento, che sono essenziali per la conservazione dei pipistrelli. I parchi eolici possono causare problemi ad alcune specie animali che utilizzano la bassa troposfera durante le attività trofiche e durante le migrazioni.

Questi progetti industriali sono stati definiti come un problema per l'avifauna per molti anni, soprattutto per l'azione di disturbo arrecato ad alcune specie nelle fasi riproduttive e migratorie (*Winkelman 1989, Phillips 1994, Reichenbach 2002*).

A livello globale, le interazioni negative della chiroterrofauna con impianti eolici (mulini a vento) sono state per la prima volta documentate in Australia da Tate (1952) e poi da Hall e Richards (1972), (*Law et al. 1998*). In Europa e Nord America, i primi dati sulla mortalità dei pipistrelli da impatto con aerogeneratori sono stati documentati a partire dalla fine degli anni '90 (*Rahmel et al. 1999; Bach et al. 1999; Johnson et al. 2000; Arnett 2005; Rydell et al. 2012*).

In Europa, 21 specie di chiroterri sono considerate potenzialmente a rischio d'impatto eolico e 20 di esse sono note per aver subito collisioni mortali con le turbine, comprese specie a comportamento sedentario e migratorio (*Rodrigues et al., 2008*).

In Italia, le informazioni relative all'impatto dei parchi eolici sulla chiroterrofauna sono quasi del tutto assenti, soprattutto per la mancanza di studi e monitoraggi che dovrebbero essere eseguiti sia nelle fasi *ante operam* che nelle fasi *post operam*.

Quindi, la considerazione della chiroterrofauna deve avvenire in tutte le fasi di realizzazione del progetto, da quella di pianificazione e autorizzazione, alla fase di cantiere, alla fase di esercizio. Le indagini di campo nella fase autorizzativa permetteranno di costruire impianti eolici sempre più a basso impatto.

Pertanto, gli obiettivi del presente studio vertono sulla necessità di compilare una check-list della chiroterrofauna presente nell'area di progetto, valutandone l'attività delle specie rilevate mediante campionamenti bioacustici, e di elaborare un'analisi preliminare dei potenziali impatti dell'impianto in progetto, attraverso l'individuazione dei singoli aerogeneratori che potrebbero risultare maggiormente impattanti e fornire indicazioni preliminari, in merito alle misure di mitigazione atte a ridurre tali effetti negativi.

11 Area di indagine

Le valutazioni su vasta scala della chiroterrofauna eventualmente interessata dalle opere, coerentemente con le attività già svolte ai fini della predisposizione dello studio di impatto ambientale, sono previste in un'area racchiusa entro un raggio di 5 km dagli aerogeneratori di progetto.

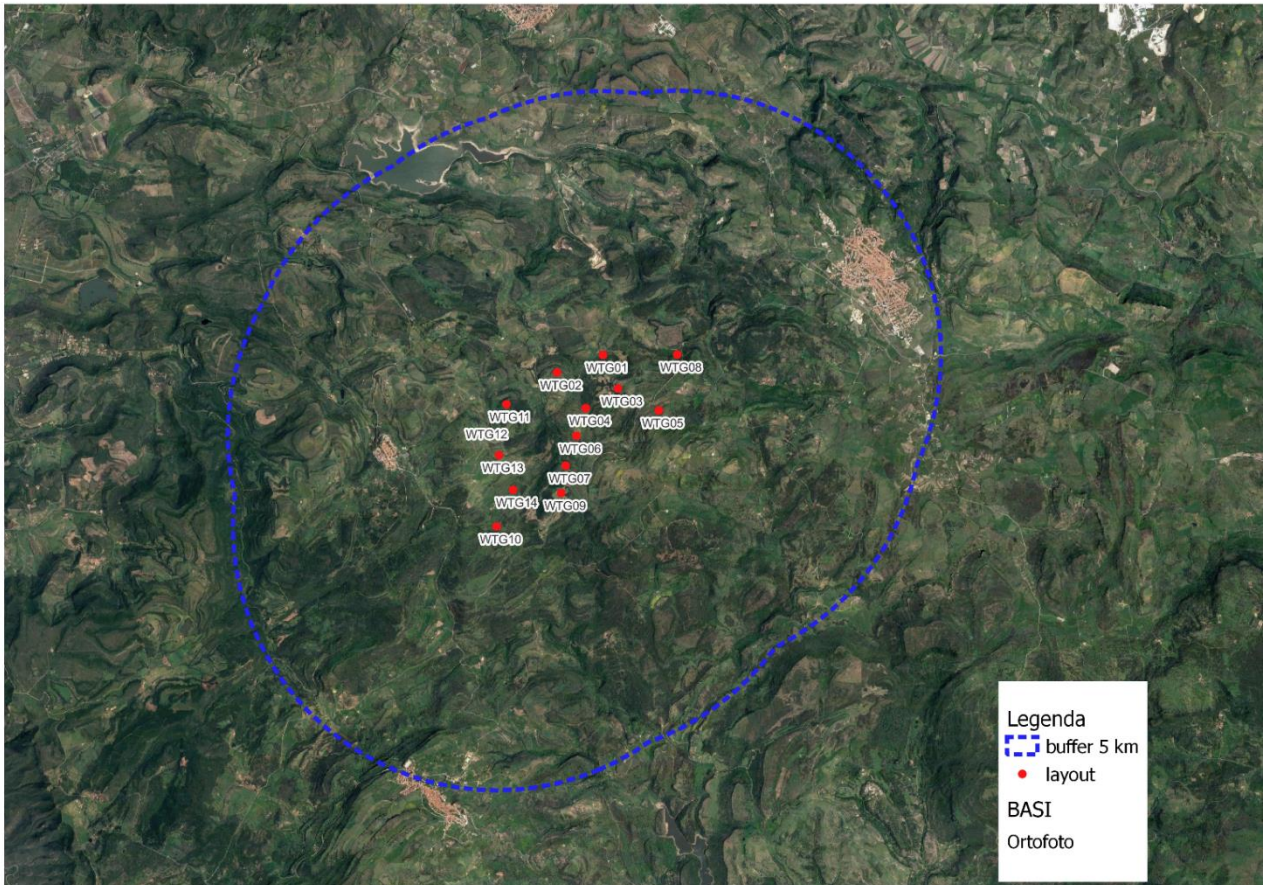


Figura 30 – Area di indagine

12 Materiali e metodi

Nel presente studio l'approccio metodologico adottato ha considerato le linee guida **EUROBATS** (*Rodrigues et al. 2008*), per la valutazione dei chiroterri nei progetti dei parchi eolici in Europa, le linee guida per il monitoraggio dei chiroterri in Italia (*Agnelli et al., 2004*). Le attività sono condotte con l'approccio BACI e in coerenza con le metodologie proposte da ANEV, Osservatorio nazionale eolico e fauna e Legambiente (2012), eventualmente integrate con le procedure proposte da WWF Italia (2009), GIRC (2014) e ISPRA (2004).

Di seguito vengono riportati i dati del primo semestre di monitoraggio della chiroterrofauna che riguarda il periodo aprile – settembre; pertanto, i dati sono rappresentativi di tale periodo.

L'indagine faunistica si è basata su campionamenti in campo effettuati in un'area a 5 km dal sito e su ricerche bibliografiche preliminari, consultando la letteratura scientifica disponibile, e la cosiddetta "letteratura grigia" (note su bollettini speleologici e report non pubblicati), in un'area a 10 km dal sito.

Le metodologie di studio adottate in campo hanno riguardato le seguenti attività:

- Rilievi bioacustici da effettuarsi nell'area compresa entro il buffer di 1 km dagli aerogeneratori e in area di controllo compresa tra 1 e 3 km dall'impianto;
- Ricerca siti di rifugio da effettuarsi nel raggio di 5 km dagli aerogeneratori e nel periodo fenologico favorevole;
- Ricerca delle carcasse sul terreno circostante gli aerogeneratori (solo per la fase di esercizio).

Alcune caratteristiche biologiche, ecologiche e comportamentali dei chiroterri possono determinare una maggiore sensibilità all'impatto di questi Mammiferi con i parchi eolici. Ad esempio, le Nottole (*Nyctalus sp.*) sono molto sensibili alla collisione con gli aerogeneratori, perché hanno un volo rapido che si esercita anche ad una elevata altezza dal suolo (> 40 m), sia durante l'attività di foraggiamento che durante le migrazioni.

Per cui, le caratteristiche relative alla velocità, all'altezza e al comportamento di volo di queste specie, le rendono particolarmente sensibili all'impatto con i parchi eolici.

A tal proposito, con la finalità di determinare il potenziale grado d'impatto eolico, per tutte le specie rilevate nell'area, sono state considerate le caratteristiche biologiche ed eco-etologiche, ed in particolare quelle relative al tipo di eco localizzazione, morfologia delle ali, tecniche di foraggiamento, velocità, altezza e comportamento di volo, modalità di utilizzo delle strutture naturali e di origine antropica del paesaggio e habitat di foraggiamento preferenziali. Inoltre, si è determinato il potenziale grado d'impatto eolico consultando i dati disponibili in letteratura per l'Europa, relativi alla collisione con gli aerogeneratori.

Il grado d'impatto eolico sui chiroterri è stato definito nel modo seguente:

- Alto – la specie è molto sensibile al parco eolico;
- Medio – la specie è moderatamente sensibile all'impatto eolico;
- Basso – la specie è poco sensibile all'impatto eolico.

12.1 Tecniche di campionamento

Come anticipato in precedenza, in linea con quanto suggerito da ANEV, Oss. Naz. Eolico e Fauna e Legambiente (2012), sono previste due tipologie di attività.

RICERCA SITI RIFUGIO

La ricerca dei rifugi, detti roost è stata effettuata in un'area con buffer di 5 km da ciascuna torre eolica prevista ispezionando ruderi, ponti ed altri potenziali ripari di origine antropica e grotte di origine artificiale, dato che nell'area in esame non sono presenti grotte naturali. I posatoi presenti nei ruderi, potenzialmente utilizzati da specie antropofile e fessuricole, le quali sono difficilmente individuabili mediante osservazione diretta, sono stati censiti utilizzando un rilevatore ultrasonoro all'emergenza serale.

RILIEVI BIOACUSTICI

Le specie di chiroteri presenti in Italia utilizzano il sistema di eco localizzazione per l'orientamento e l'identificazione delle prede. La maggior parte dei segnali emessi sono ad elevata frequenza (> 20kHz) e sono quindi al di fuori della portata dell'orecchio umano.

I campionamenti acustici possono essere effettuati per monitorare l'attività dei chiroteri lungo transetti o punti d'ascolto, identificare le specie presenti e determinare i livelli di attività (*Jones et al., 2009*).

Si evidenzia che le indagini acustiche non possono determinare il numero di pipistrelli presenti nell'area, ma sono in grado di fornire solo indicazioni di abbondanza relativa (*Hayes, 2000*).

I rilievi bioacustici sono stati effettuati con due **BAT DETECTOR**, modello **PETTERSSON D 240X**, con modalità di funzionamento espansione temporale, e modello **PETTERSSON D 500X**, con campionamento diretto. Le registrazioni sono state effettuate con registratore multitraccia **ZOOM H1n**. Per rilevare gli ultrasuoni dei pipistrelli è stato utilizzato l'uso di **Software BAT SOUND** per computer che consente una rapida classificazione dei file registrati utilizzando un rilevatore di pipistrelli a spettro completo. Il software consente inoltre di impostare i filtri in base alle frequenze target e alle lunghezze degli impulsi che elimineranno tutti i file "di disturbo" in cui è improbabile che vi siano informazioni utili. Una suite integrata di strumenti di analisi converte rapidamente i file, ordina e classifica i dati del PIP per specie, compila i risultati e li esporta in un formato che può essere caricato in Excel o in altre applicazioni.



Figura 31 – Attrezzatura utilizzata per il monitoraggio chiroteri. Da sinistra: rilevatore a eterodina ed espansione temporale (x10 e x20 selezionabile), Bat detector D 500X per la registrazione prolungata nel campo degli ultrasuoni, e registratore multitraccia collegato al D 240 X



Figura 32 – Esempio di preparazione del Bat Detector Patterson D500 X per i rilievi su postazione fissa prolungata

Il D500X è un'unità di registrazione a ultrasuoni destinata alla registrazione a lungo termine e incustodita delle chiamate dei pipistrelli. Contrariamente ai rilevatori di pipistrelli a espansione di tempo, il D500X registra gli ultrasuoni a spettro completo in tempo reale praticamente senza interruzioni tra le registrazioni. Il registratore è dotato di quattro slot per schede CF, che in genere consentono di lasciare l'unità sul campo per più di un mese. Il sistema di attivazione consente al dispositivo di avviare automaticamente la registrazione quando viene rilevato un suono.

L'efficacia del metodo dipende da una serie di parametri, tra cui la sensibilità del dispositivo, dall'intensità del segnale emesso dalle singole specie, dalla struttura dell'habitat in cui si effettuano i rilevamenti e, non per ultimo, dalla distanza esistente tra la sorgente sonora e il rilevatore. In particolare, la maggior parte delle specie risulta individuabile in una fascia di distanza compresa entro i 30 metri. Nonostante questo metodo sia ampiamente utilizzato, esistono alcune difficoltà oggettive nell'individuazione delle specie, dovute alla sovrapposizione delle frequenze di emissione di alcune di queste, sovrapposizioni che, in alcuni casi, soprattutto in presenza di registrazioni di scarsa qualità o non sufficientemente lunghe, rendono molto difficoltosa la discriminazione delle singole specie.

Di seguito si riportano esempi degli spettri restituiti dal software.

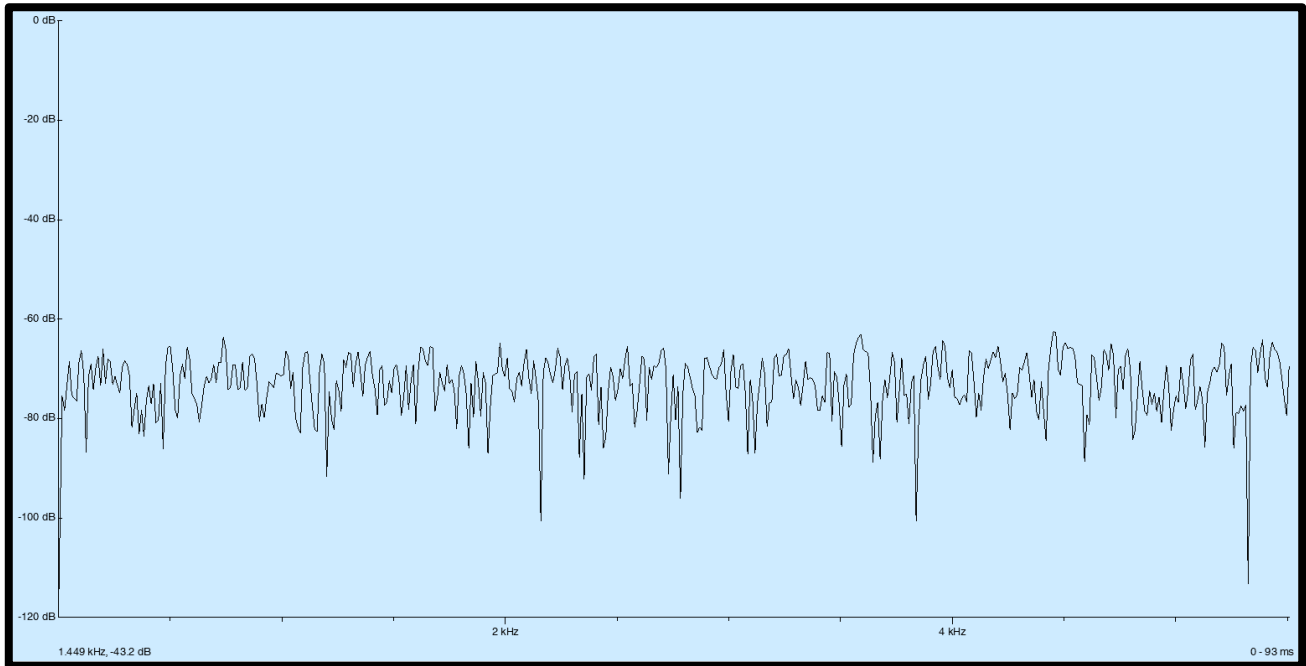


Figura 33 – Esempio di spettro sonoro processato tramite il software Bat Sound

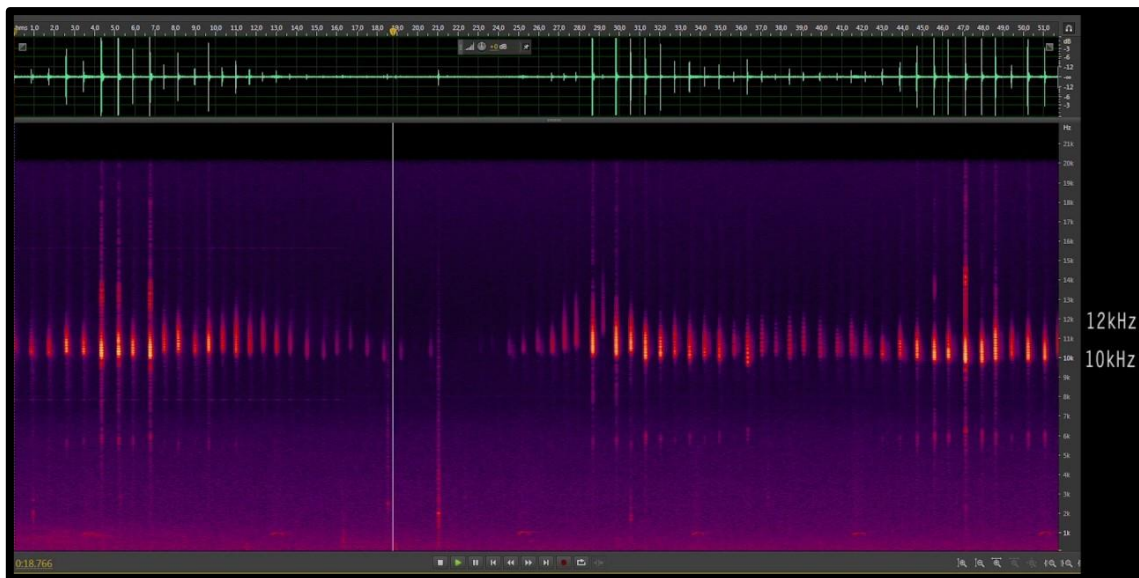


Figura 34 – Spettro del Molosso di cestoni (*Tadarida teniotis*)

Le diverse specie di chiroteri hanno una differente probabilità di essere intercettati che dipende principalmente dall'intensità di emissione sonora: la frequenza dell'emissione è molto bassa nei Rinolofidi e nel genere Plecotus, mentre è progressivamente con valori maggiori nel genere *Tadarida teniotis* (nella figura sopra) e in quello *Nyctalus*.

12.2 Punti di campionamento

Di seguito la localizzazione dei punti di campionamento bioacustico, la cui individuazione è stata effettuata tenendo conto di quanto suggerito da Roscioni F. e Spada M. (2014). In particolare, si è provveduto a:

- Suddividere l'area compresa entro il buffer di 3 km dagli aerogeneratori in celle quadrate di 500 m per lato;
- Attribuire ad ogni cella l'uso del suolo prevalente, previa sovrapposizione con la CTR Sardegna;
- Per l'**area di impianto**, selezionare il 20% delle celle, tra cui tutte quelle interessate dalle torri, in numero proporzionale all'abbondanza relativa degli habitat presenti nella stessa area;
- Per l'**area di controllo**, selezionare il 7% delle celle, in numero proporzionale all'abbondanza relativa degli habitat presenti nell'area di impianto, evitando per quanto possibile celle con presenza di aerogeneratori esistenti, autorizzati o (per quanto di conoscenza) in corso di autorizzazione presso gli Enti competenti.

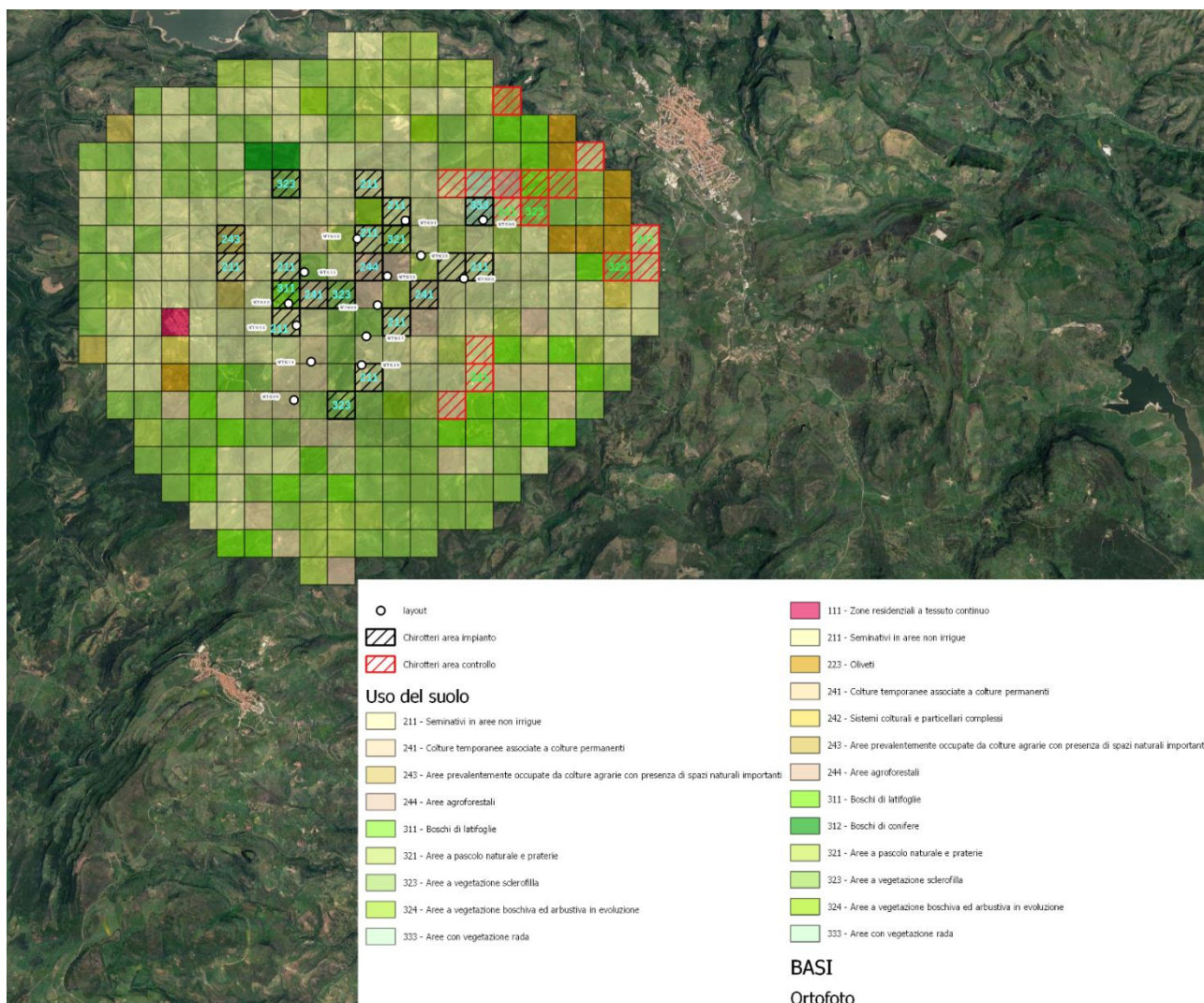


Figura 35 – Punti di campionamento individuati per l'area di impianto e l'area di controllo

All'interno di ogni cella selezionata sono stati svolti campionamenti in più punti (almeno due).

Per evitare di giungere alla conclusione che ogni cambiamento nell'attività dei chiroterri o nel loro comportamento sia da imputare al futuro impianto eolico, quando invece potrebbe essere dovuto a fluttuazioni annuali della popolazione presente, è stata monitorata anche un'area in prossimità del parco eolico (di cui al progetto esecutivo) con delle caratteristiche ambientali più o meno simili (stessa tipologia di habitat, stessa altezza della vegetazione), individuata come area di saggio o controllo, (nell'immagine di Layout, sono state indicate con lettera e numero (A1 – A2) area di progetto impianto, (B1 -B2) area di saggio o controllo dove all'interno di essa è stato selezionato lo stesso numero di punti (dell'area d'impianto), in modo da essere proporzionale alla disponibilità di habitat.

L'attività dei chiroterri può essere influenzata dall'ora della notte e da fattori ambientali, come vento, pioggia, umidità, temperatura (Avery, 1985; Rydell, 1993; Vaughan et al., 1997; O'Donnell, 2000), per cui i rilievi bioacustici sono stati effettuati nelle prime ore della notte, fase in cui l'attività è più elevata e, solo durante le notti con temperature > a 10 °C, senza precipitazioni e vento forte.

13 Valutazione quantitativa delle specie e dell'attività

L'attività è stata svolta quantificando il numero di passaggi di chiroterri per specie, attraverso il conteggio delle sequenze dei segnali di eco localizzazione (Fenton, 1970). Al fine di avere una valutazione quantitativa delle specie presenti e dell'attività della chiroterrofauna nell'area d'impianto proposta, sono stati stimati i seguenti indici (*Rodrigues et al. 2008*):

- Il numero medio di passaggi per ogni aerogeneratore (la somma dei passaggi di tutte le specie di chiroterri e in tutti i campionamenti per ciascuna torre);
- Il numero medio di passaggi orari per aerogeneratore calcolato sull'intero impianto eolico, per tutto il periodo di studio (ovvero il numero totale dei passaggi di tutti i rilievi, fratto il numero di rilievi effettuati, fratto il numero di aerogeneratori e poi moltiplicato per due, dato che i rilievi per ogni cella sono di 30 minuti). Si ottiene così un valore dell'attività media della chiroterrofauna dell'area per torre durante tutto il periodo di studio;
- Il numero di passaggi orari per l'intero impianto eolico, calcolato su tutti i rilievi. (ovvero il numero totale dei passaggi diviso per il numero di rilievi e moltiplicato per due [oppure il valore del punto precedente moltiplicato per il numero di torri dell'impianto eolico]). Si ottiene così un valore dell'attività media della chiroterrofauna durante tutto il periodo di studio e in funzione del numero di torri, utile per una valutazione del potenziale impatto sulla chiroterrofauna di tutto il progettato impianto;
- Il numero medio di passaggi su base mensile (la somma dei passaggi di tutte le specie di chiroterri per ogni mese di campionamento);
- Il numero totale di specie rilevate per ciascun aerogeneratore;
- Un indice di diversità Shannon-Wiener (H') calcolato per l'intero impianto eolico, secondo la seguente formula: $H' = -\sum (n_i/N) \log_2 (n_i/N)$ dove (n_i) è il numero di passaggi di ciascuna specie e (N) è il numero di passaggi totali. Si ottiene così una valutazione oggettiva della biodiversità della chiroterrofauna dell'area, che tiene conto anche della presenza delle specie più rare (*Wickramasinghe et al. 2004*).

Con questa metodologia è possibile valutare il grado di frequentazione dell'area su base spaziale e temporale, individuare eventuali corridoi di volo utilizzati, periodi dell'anno, o zone comprese nell'area di studio con elevata attività, andando a fornire informazioni relative al potenziale impatto sui chiroterri.

14 Risultati

14.1 Rilievi bioacustici

Nell'area oggetto di studio non sono disponibili dati di letteratura scientifica relativi alla presenza di chiroteri, e dai rilievi effettuati in campo nel periodo aprile – settembre si è potuto dedurre che allo stato attuale delle conoscenze la chiroterofauna rilevata in un'area di 5 km dal layout di progetto è rappresentata solo da 5 specie, riportate nelle tabelle sottostanti.

Tabella 25. Check-list delle specie contattate entro il raggio di 5 km dagli aerogeneratori (Area di Impianto) [Fonte: Nostra elaborazione su dati IUCN (2019), Min. Ambiente (2017)]

Famiglia	Specie		IUCN Liste Rosse		
	Nome scientifico	Nome italiano	ITA	Int.	Direttiva Habitat All.
Vespertilionidae	<i>Pipistrello kuhlii</i>	Pipistrello albolimbato	LC	LC	IV
Vespertilionidae	<i>Hypsugo savii</i>	Pipistrello di Savi	LC	LC	IV
Vespertilionidae	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello nano	LC	LC	IV
Rhinolophidae	<i>Rhinolophus ferrumequium</i>	Ferro di cavallo maggiore	VU	LC	II -IV
Molossidae	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosso del cestoni	LC	LC	IV

Tabella 26. Check-list delle specie contattate entro il raggio di 5 km dagli aerogeneratori (Area di Controllo) [Fonte: Nostra elaborazione su dati IUCN (2019), Min. Ambiente (2017)]

Famiglia	Specie		IUCN Liste Rosse		
	Nome scientifico	Nome italiano	ITA	Int.	Direttiva Habitat All.
Vespertilionidae	<i>Pipistrello kuhlii</i>	Pipistrello albolimbato	LC	LC	IV
Vespertilionidae	<i>Hypsugo savii</i>	Pipistrello di Savi	LC	LC	IV
Vespertilionidae	<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello nano	LC	LC	IV
Rhinolophidae	<i>Rhinolophus ferrumequium</i>	Ferro di cavallo maggiore	VU	LC	II -IV
Molossidae	<i>Tadarida teniotis</i>	Molosso del cestoni	LC	LC	IV

Si tratta di specie ampiamente diffuse e tolleranti la presenza dell'uomo, oltre che classificabili tra quelle a minima preoccupazione, fatta eccezione per il ferro di cavallo maggiore, che è classificato come vulnerabile da Rondinini C. et al. (2013).



Figura 36 – Pipistrello albolimbato (*Pipistrello kuhlii*)



Figura 37 – Pipistrello albolimbato (*Pipistrello kuhlii*)

14.2 Ricerca siti rifugio

Il territorio oggetto di studio è, come già rilevato in precedenza, frequentato in modo prevalente da specie antropofile, abbondanti e ampiamente diffuse; queste utilizzano soprattutto le fessure degli edifici e di altre strutture antropiche. Le indagini pluriannuali potrebbero fornire ulteriori informazioni sulla presenza di colonie nell'area, in quanto i chiroteri pur essendo fedeli ai loro rifugi, possono modificare i

comportamenti al variare di diversi fattori ecologici e biologici, selezionando rifugi differenti soprattutto nei periodi di maggiore attività, per cui la selezione degli stessi andrebbe monitorata nel tempo.

L'attività di censimento dei rifugi può essere integrata, in situazioni particolari, con l'ausilio di metodologie di studio costose, come la radiotelemetria, che generalmente è utilizzata per studi specifici sull'ecologia delle specie. Tale tecnica può inoltre risultare piuttosto invasiva sui chiroterri, che devono essere catturati e marcati, richiedendo sforzi giustificabili solo in aree con diversità elevata e specie molto rare, con presenza diffusa di boschi e habitat ad elevata idoneità per la chiroterrofauna (Rodrigues *et al.* 2008). Si tratta di condizioni non rilevabili nell'area interessata dal progetto.

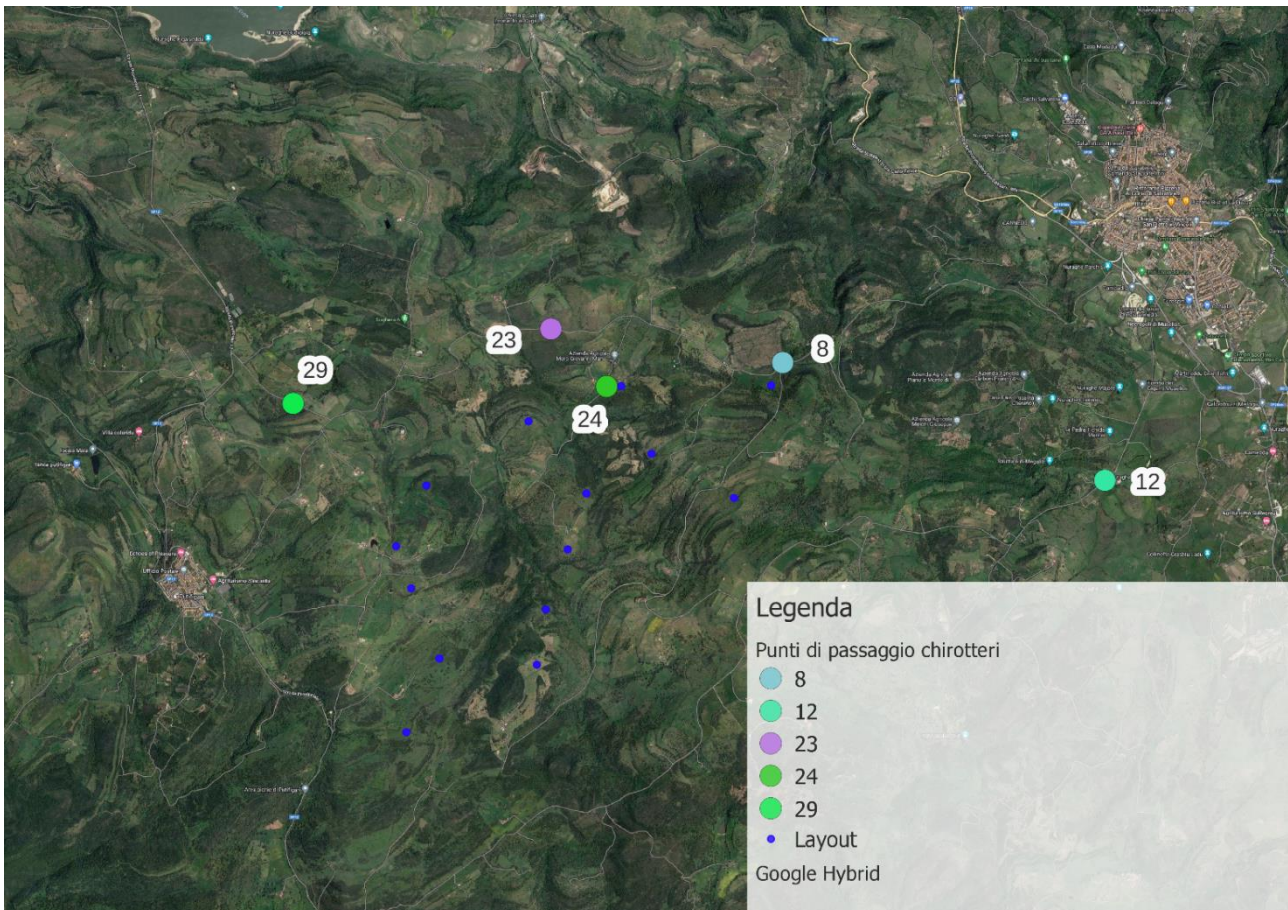


Figura 38 – Indicazione dei punti di passaggio dei chiroterri



Figura 39 – Pipistrello di Savii



Figura 40 – Ferro di cavallo maggiore

15 Rischio di collisione

La tabella seguente mostra il valore di rischio per singola specie rilevata, da un minimo di 1 a un massimo di 3, assegnato sulla base dei dati di mortalità in Europa desunti da Rodriguez et al., (2008) e relativi aggiornamenti.

Tabella 27. Indicatore di rischio derivante da impatti diretti (1 = Basso; 2 = Medio; 3 = Elevato)

Den. Scientifica	Rischio di collisione
<i>Pipistrello kuhlii</i>	2
<i>Hypsugo savii</i>	2
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	2
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	1
<i>Tadarida teniotis</i>	3

Tabella 28: Sensibilità nei confronti degli impianti eolici delle specie rinvenute durante le attività di monitoraggio (Fonte: ns. elaborazioni su dati Roscioni F., Spada M., 2014; Rondinini C. et al., 2013; Ministero dell'Ambiente).

Den scientifica	Den comune	IUCN ITA	Sens.	Impatto potenziale	Ip	Rischio*
<i>Tadarida teniotis</i>	Molosso di Cestoni	LC	1	Medio	3	0,60
<i>Rhinolophus ferrumequinum</i>	Ferro di cavallo maggiore	VU	3	Basso	1	0,60
<i>Hypsugo savii</i>	Pipistrello di Savi	LC	1	Medio	3	0,60
<i>Pipistrellus kuhlii</i>	Pipistrello albolimbato	LC	1	Medio	3	0,60
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>	Pipistrello nano	LC	1	Medio	3	0,60
MEDIA						0.60

* Rischio: 1 – molto basso; 2 – basso; 3 – medio, 4 – alto; 5 – molto alto

I dati finora acquisiti indicano, in ogni caso, che la specie a maggior rischio di collisione - il molosso di Cestoni - non presenta particolari rischi conservazionistici.

Nel caso del molosso il rischio sembra essere legato all'altezza di volo per il foraggiamento (che però in genere si mantiene tra i 10 e 20m, quindi al di sotto del rotore degli aerogeneratori di progetto), ma anche la lunghezza degli spostamenti dal rifugio, che possono raggiungere anche un centinaio di chilometri (in questo caso gli spostamenti avvengono a quota maggiore, come rilevato nel corso dei rilievi).

Nella maggior parte dei casi, le specie sono molto sedentarie; inoltre, i voli di foraggiamento vengono effettuati radenti (o comunque a pochi metri d'altezza), su corsi o specchi d'acqua, su aree a copertura arbustiva/arborea o ai margini dei boschi, all'interno di giardini, lungo viali illuminati o attorno a lampioni (in centri abitati).

La vicinanza con alcuni ruderi potrebbe incidere sulla probabilità di collisione, ma solo ad altezze di volo superiori a 40 m, raggiunte dal citato molosso di Cestoni e dal pipistrello di Savi, che in ogni caso è specie non particolarmente diffusa nell'area.

Poco comune è anche il pipistrello nano, che presenta un rischio di collisione intermedio, così come il pipistrello albolimbato, il quale compie voli di foraggiamento anche su aree steppiche o tra i frutteti (non presenti nelle immediate vicinanze degli aerogeneratori).

In generale, va anche tenuto conto del fatto che l'eventuale attività dei chiroterti nello spazio di operatività del rotore si riduce drasticamente all'aumentare della velocità del vento, concentrandosi quasi esclusivamente su livelli prossimi a quello del suolo o della copertura vegetale. Wellig S.D. et al. (2018)

evidenziano che aumentando la velocità di cut-in degli aerogeneratori a 5 m/s, il numero di passaggi all'interno dell'area spazzata dalle pale e, di conseguenza, la probabilità di collisioni, si riduce del 95%.

Sempre in linea generale, secondo gli studi condotti da Thompson M. et al. (2017) evidenziano una correlazione inversa tra estensione di spazi aperti entro un raggio di 500 m dagli aerogeneratori e mortalità dei chiroteri. Gli stessi autori ipotizzano che vi sia invece una correlazione diretta tra estensione delle superfici boscate e rischio di collisioni, non ancora dimostrata.

Inoltre, nell'ambito delle attività di monitoraggio all'interno dell'area occupata da un impianto eolico in Danimarca, Therkildsen, O.R. & Elmeros, M. (2017) indicano che i cambiamenti di habitat indotti dalla presenza delle turbine, nonché l'attività delle stesse, non hanno alterato la composizione e la ricchezza di specie presenti prima dei lavori.

16 Conclusioni sui chiroterri

I dati raccolti evidenziano come l'area in esame presenti un valore naturalistico tipico delle aree rurali con limitata presenza di specie tutelate da direttive internazionali (92/43/CEE, 79/409/CEE e 2009/147/CE).

Il mancato rilevamento di alcune specie, potrebbe essere dovuto ad una frequentazione dell'area non assidua, perché le zone di foraggiamento possono trovarsi in un raggio di decine di km dai siti controllati, ed in ogni caso andrà verificato nei prossimi anni. Gli effetti dell'impianto sulla comunità di chiroterri saranno monitorati al fine di validare le valutazioni inserite nello Studio d'Impatto Ambientale.

Per quanto riguarda le distribuzioni spaziali, il problema degli effetti dell'impianto sulla comunità di chiroterri, possono concretizzarsi non necessariamente subito dopo la messa in esercizio dell'impianto, ma anche in anni successivi.

I dati finora acquisiti indicano, in ogni caso, che il rischio di mortalità di collisione può ritenersi confinato entro ordini di grandezza fisiologici e tali da non compromettere le esigenze di conservazione delle specie di maggiore interesse.

L'incremento dello sforzo di campionamento negli anni successivi, fornirà una migliore comprensione del reale stato di presenza della chiroterrofauna nel sito. Infatti, un maggiore numero delle serate di monitoraggio, influirà positivamente sulla riduzione dell'errore di valutazione come:

- Più affidabile valore di indice di attività dei chiroterri;
- Effetti diretti dopo la messa in opera dell'impianto eolico.

17 Bibliografia sui chiroteri

- [1] Pier Paolo De Pasquale. I PIPISTRELLI DELL'ITALIA MERIDIONALE. Ecologia e Conservazione. Altrimedia Edizioni.
- [2] Fornasari L., Bani L., De Carli E., Gori E., Farina F., Violani C. & Zava B. 1999. Dati sulla distribuzione geografica e ambientale di Chiroteri nell'Italia continentale e peninsulare. In Dondini G., Papalini O. & Vergarsi S. (eds.). 1999. Atti del I Convegno Italiano sui Chiroteri. Castell'Azzara (Grosseto), 28-29 marzo 1999, pp. 63-81.
- [3] Fornasari L., Violani C. e Zava B. 1997. I chiroteri italiani. Editore Epos, Palermo.
- [4] Ahlén I. 2003. Wind turbines and bats: a pilot study. Report to the Swedish National Energy Administration. Eskilstuna, Sweden. [English translation by I. Ahlén]. Dnr 5210P-2002-00473, O-nr
- [5] Arnett E.B., Brown W.K., Erickson W.P., Fiedler J.K., Hamilton B.L., Henry T.H., Jain A., Johnson G.D., Kerns J., Koford
- [6] AGNELLI P., BISCARDI S., DONDINIG., VERGARI S., 2001. Progetto per il monitoraggio dello stato di conservazione di alcune specie di chiroteri. In: Lovari S. (a cura di), Progetto per il monitoraggio dello stato di conservazione di alcuni Mammiferi particolarmente a rischio della fauna italiana. Relazione al Ministero dell'Ambiente, Servizio Conservazione della Natura, Roma: 34-113.
- [7] GIRC, 2007. Lista Rossa Nazionale, parte sui chiroteri.
- [8] RUSS J., 1999. The Bats of Britain and Ireland - Echolocation Calls, Sound Analysis and Species Identification. 103 pp., Alana Ecology Ltd.
- [9] 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.
- [10] TUPINIER Y. 1997. European bats: their world of sound. Société Linnéenne de Lyon, Lyon (133 pp).
- [11] Rodrigues, L., L. Bach, M.-J. Dubourg-Savage, J. Goodwin & C. Harbusch, 2008. Guidelines for consideration of bats in wind farm projects. EUROBATS Publication Series No. 3 (English version). UNEP/EUROBATS Secretariat, Bonn, Germany, 51 pp.
- [12] Tereba A., Russo D., Cistrone L, Bagdanowicz W., 2008. Cryptic Diversity: first record of Myotis alcathoe (Vespertilionida) for Italy. In Dondini G., Fusco G., Martinoli A., Mucedda M., Russo D., Scotti M., Vergari S., (eds.). Chiroteri Italiani: stato delle conoscenze e problemi di conservazione. Atti del Secondo Convegno Italiano sui Chiroteri. Serra San Quirico 21-23 novembre 2008. Parco Regionale Gola della Rossa e di Frasassi, 157 pp- + 10 tav