SCHEMA RIEPILOGATIVO DELLE ATTIVITÀ

ATTIVITÀ SVOLTE - FASE CANTIERE

Programma monitoraggio fauna SELT (in conformità alla DGR n. 1208/2011)

Anni 2018 - 2019
Sessioni di rilievo svolte tra dicembre 2018 e ottobre 2019:

- Per l'avifauna sono stati svolti rilievi invernali (dicembre 2018 - febbraio 2019) complessivamente di quattro giornate con due transetti per giornata;
- I rilievi per l'avifauna nidificante sono stati effettuati in due sessioni, una ad aprile ed una a giugno; inoltre, per i rapaci nidificanti i dati sono stati raccolti in 3 giornate (rilievi di almeno 6 ore ciascuno);
- Per l'avifauna migratrice sono state realizzate 10 giornate per la migrazione prenunziale e 8 per la migrazione post-riproduttiva;
- Per gli uccelli notturni, in particolar modo rapaci e succiacapre, i rilievi sono stati eseguiti nella primavera 2019, in due sessioni, con 4 punti d'ascolto di durata 10 minuti;
- Per i chirotteri sono state realizzate tre giornate di rilievi distribuite nei mesi di aprile, giugno e settembre;
- Predisposta relazione annuale con dati del monitoraggio sull'avifauna migratrice, nidificante e sui chirotteri, in formato digitale.

Totale complessivo: n. 32 sessioni (dalla somma sono escluse tempistiche necessarie per la predisposizione dei REPORT)

Introduzione

Nel rispetto delle prescrizioni indicate dalla Regione Toscana (D.D. di Autorizzazione Unica n. 2247 del 29.05.2014 Regione Toscana - Rilascio del permesso alla realizzazione dell'impianto), che prevedono di effettuare il monitoraggio in corso d'opera allo scopo di rilevare le specie di uccelli e pipistrelli che frequentano l'area di localizzazione dell'impianto, i rilievi sono stati eseguiti durante la fase di cantiere, quella del collaudo dell'impianto e durante i lavori di sistemazione finale dell'area (sistemazione del fondo stradale, ripristino delle aree di cantiere, montaggio delle recinzioni).
Nelle figure seguenti si riporta la cartografia relativa alla localizzazione dell'area di studio a scala vasta (Figura 1 e Figura 2) e nel dettaglio (Figura 3).



Figura 1. Localizzazione dell'impianto eolico "Foce di Cornia", Piombino LI (base cartografica: OpenStreetMap).



Figura 2. Localizzazione dell'impianto eolico "Foce di Cornia", Piombino LI (base cartografica: Google Satellite).



Figura 3. Dettaglio dell'area di studio.

Per quanto riguarda la presenza degli uccelli, i rilievi sono stati realizzati durante il periodo dello svernamento e durante la nidificazione, in questo secondo caso comprendendo anche i notturni; inoltre è stata campionata la migrazione primaverile e quella post-riproduttiva.
Per i chirotteri sono state realizzate tre giornate di rilievi distribuite nei mesi di aprile, giugno e settembre.

Avifauna

Materiali e metodi

Uccelli svernanti

I rilievi invernali sono stati fatti tra dicembre 2018 e febbraio 2019, complessivamente in quattro giornate. Le osservazioni sono state fatte durante tutta la giornata e prolungate fino al crepuscolo. Non sono stati fatti rilievi in orari notturni.
Per ogni sessione di rilievo sono stati effettuati rilievi lungo un transetto e osservazioni da punti panoramici.
Il transetto, che comprendeva la strada di servizio all'impianto (in costruzione) e un tragitto lungo la linea di costa (Figura 4), è stato percorso due volte in ogni giornata, una volta la mattina ed una il pomeriggio. Nelle giornate di dicembre non è stato possibile raggiungere la zona circostante l'aerogeneratore posto all'estremità occidentale dell'impianto in quanto la strada non era stata ancora completata e l'area, parzialmente allagata, non era accessibile; è stato comunque possibile rilevare e mappare gli uccelli contattabili dal punto finale del percorso. Nelle giornate di febbraio la strada era stata completata ed è stato perciò possibile percorrere l'intero transetto. Per i rilievi da punti panoramici sono stati utilizzati i punti impiegati anche per i nidificanti (Figura 6) e, in minor misura, anche altre postazioni. Sono inoltre stati raccolti anche ulteriori dati, senza una metodologia precisa (dati integrativi).

I rilievi sono stati realizzati generalmente in condizioni di buona visibilità, ad esclusione delle osservazioni svolte al crepuscolo. In quest'ultimo caso sono proseguite comunque proseguite, anche con visibilità decrescente, con lo scopo preciso di verificare la possibile presenza di dormitori, in particolare di falco di palude e albanella reale, in modo da poterne stimare la consistenza.

Ogni uccello o gruppo di uccelli è stato cartografato, indicandone la localizzazione esatta sulle foto satellitari usate come base cartografica. Per gli uccelli di grosse dimensioni, come i rapaci e gli acquatici, che possono compiere voli visibili durante le ore di luce, sono stati mappati anche gli spostamenti, in modo da poter caratterizzare l'uso dello spazio; in questi casi sono stati registrati anche gli orari, il tipo di attività (spostamento, caccia e posato) e l'altezza di volo.

I rilievi degli uccelli svernanti non erano inizialmente previsti ma sono stati aggiunti al programma di monitoraggio per avere un quadro più completo dell'avifauna che frequenta il sito, in considerazione dell'importanza che ambienti come quelli dell'area di studio possono rivestire per l'avifauna nella stagione invernale.



Figura 4. Percorso seguito durante i rilievi invernali per lo studio dell'avifauna svernante.

Uccelli nidificanti

Come per la stagione invernale oltre alla via di accesso agli aerogeneratori è stato percorso un tratto della costa (Figura 5). Sono stati effettuati i rilievi in due sessioni, una ad aprile ed una a giugno, in entrambi i casi alle prime ore dell'alba.

Tutti i rilievi sono stati fatti al canto e/o tramite osservazione diretta con l'ausilio di un binocolo 10x42. Tutti gli uccelli osservati e uditi sono stati mappati utilizzando le ortofoto scaricate dal Geoportale della Regione Toscana aggiornate al 2016.

Oltre ai dati raccolti con la metodologia standard, osservazioni relative agli uccelli nidificanti sono state annotate anche durante le altre giornate di rilievi, in modo da aggiungere informazioni integrative.



Figura 5. Percorso utilizzato per i rilievi degli uccelli nidificanti diurni.

Rapaci nidificanti

La raccolta dati riguardante i rapaci nidificanti è stata programmata per i mesi di giugno e agosto, con lo scopo principale di verificare la permanenza e il successo riproduttivo delle due specie incluse nell'allegato I della direttiva "Uccelli" 79/409/CEE, nidificanti nell'area di studio e nelle immediate vicinanze (Oasi Orti-Bottagone): il falco di palude e il falco pescatore. Sono state comunque registrate le osservazioni di tutti i rapaci che hanno frequentato l'area, sia come sito di nidificazione che come area di alimentazione o semplicemente transito trai due.

Ulteriori e utili dati sono stati raccolti con la stessa metodologia anche durante le giornate di studio per la migrazione primaverile, quindi nei mesi di marzo, aprile a maggio; infatti, tutte le specie potenzialmente presenti nell'area di studio iniziano le fasi di corteggiamento e deposizione in questo periodo.

Ogni giorno di rilievo ha avuto una durata di almeno sei ore.

Tutti gli spostamenti ed altre attività, analogamente a quanto fatto durante la stagione invernale, sono stati mappati su ortofoto. Sono state registrate anche le altezze di volo, gli orari delle osservazioni e le condizioni meteorologiche.

Le osservazioni sono state fatte da punti ad elevata visibilità (Gilbert et al. 2011) nell'area compresa tra la linea di costa e le pale eoliche in costruzione. I punti di osservazione sono stati scelti compatibilmente con le attività di cantiere ma rimanendo all'interno dell'area di studio (Figura 6).



Figura 6. Punti d'osservazione ad elevata visibilità utilizzati per i rilievi dei rapaci nidificanti diurni.

Tutte le osservazioni sono state localizzate su una mappa (costituita da ortofoto) e riportate su un'apposita scheda indicando, per ciascun contatto, oltre alla specie e al numero di individui l'attività (spostamento, caccia, volo territoriale) e la direzione di spostamento. A questo scopo abbiamo indicato tutti i contatti anche nel caso fossero riconducibili ad uno stesso individuo (ad esempio il falco pescatore che torna a pescare lungo lo stesso tratto di costa). Per ciascuna osservazione si è inoltre stimata l'altezza di volo attribuendo ciascun contatto a una o più fasce di altezza secondo il seguente schema: (A) 0-10 m; (B) 10-100 m; (C) oltre 100 m (Band et al. 2007). Le osservazioni sono state effettuate utilizzando binocoli 10x e un cannocchiale 50x in modo da coprire l'intera area.

Uccelli migratori

Per l'avifauna migratrice sono state programmate e realizzate 10 giornate per la migrazione pre-nunziale e otto per la migrazione post-riproduttiva.
La metodologia adottata è la stessa utilizzata per lo studio dei rapaci nidificanti: ogni giorno di rilievo ha avuto la durata di almeno 6 ore, le osservazioni sono state fatte da punti panoramici (Figura 6), sono state annotate tutte le specie, per i rapaci e altri uccelli di grosse dimensioni sono stati cartografati gli spostamenti e le altre attività. Sono state registrate anche le altezze di volo, gli orari delle osservazioni e le condizioni meteorologiche.
Come è noto la fenologia e le modalità di migrazione degli uccelli è fortemente variabile e specie-specifica. Per quanto riguarda il primo aspetto difficilmente in un periodo ristretto possono essere raccolti dati significativi per tutte le specie migratrici che potrebbero utilizzare la costa tirrenica come rotta di migrazione (ad esempio la migrazione di specie come le oche selvatiche o le gru di ritorno dai quartieri di svernamento a quelli di nidificazione nel nord Europa interessa la fine dell'inverno, quella di altre specie, come alcuni passeriformi transahariani, interessa la primavera inoltrata). Per quanto riguarda il secondo aspetto si evidenzia che numerose specie hanno una migrazione notturna per cui

difficilmente intercettabili con i metodi previsti e per i quali si usano altri strumenti (ad esempio il radar). Per questi motivi il target delle giornate di studio per la migrazione è fondamentalmente quello dei rapaci, che comunque risultano ad oggi essere tra le specie più elevato rischio di impatto. Ad ogni modo durante le stesse sessioni di rilievi sono stati raccolti dati alcuni dati anche su altre specie di uccelli in migrazione.
Le giornate primaverili (migrazione pre-nunziale) sono comprese tra 1 di marzo e il 15 maggio, quelle autunnali tra il 15 agosto e il 15 ottobre, e rappresentano un campione dei periodi di migrazione di diverse specie come il biancone, il falco di palude e falco pecchiaiolo, corrispondenti a quelli noti sulla base delle conoscenze generali sulla migrazione in Italia (Agostini 2002; Agostini 2003; Giraudo 2007) e conoscenze più specifiche riguardanti la migrazione in Toscana (Agostini et al. 2002; Premuda 2002; Paesani & Politi 2003; Premuda et al. 2005; Premuda 2005; Vanni et al. 2005; Paesani & Vanni 2006; Premuda 2006a; Premuda 2006b; Premuda 2007a; Premuda 2007b; Paesani 2008; Paesani & Vanni 2008; Premuda 2008a; Premuda 2008b; Paesani 2009; Premuda et al. 2010; Premuda 2011; Premuda 2012a; Premuda 2012b; Paesani & Vanni 2013; Premuda 2013a; Premuda 2013b; Sposimo et al. 2013; Vanni & Paesani 2013; Paesani & Vanni 2014; Paesani & Vanni 2015; Premuda et al. 2015; Premuda & Belosi 2015).
In un’area geografica dalle caratteristiche analoghe a quella del presente studio è molto difficile discernere gli individui in migrazione, da quelli in sosta durante la fase migratoria o dai nidificanti o da individui in transito da e per le aree di alimentazione, per questo motivo sono stati comunque annotati tutti i contatti. Si è in ogni caso cercato di distinguere i contatti tra individui migratori e individui locali (nidificanti o presenti nell'area in attività di alimentazione): sono stati considerati migratori quegli uccelli che hanno mostrato un tipico comportamento migratorio, che sono stati osservati giungere da lontano dalle direzioni di arrivo previste e seguiti nel loro tragitto per diversi chilometri (Dunn et al. 2008).
Anche gli altri dati raccolti in questa fase sono stati comunque utilizzati per caratterizzare la popolazione di rapaci nidificanti.

Uccelli notturni

La ricerca degli uccelli notturni, in particolar modo rapaci e succiacapre, è stata fatta realizzando quattro punti d’ascolto di (durata 10 minuti), distribuiti in maniera da coprire l'intera area di studio (Figura 7).
I rilievi sono stati eseguiti nella primavera 2019, in due sessioni, una nel mese di marzo e una nel mese di giugno.



Figura 7. Punti d'ascolto utilizzati per i rilievi per gli uccelli nidificanti notturni.

Chirotteri

Materiale e metodi

Il protocollo di monitoraggio del corso d'opera, relativamente ai chirotteri, prevedeva lo studio dell'attività dei pipistrelli nell'area dell'impianto mediante rilievi bioacustici a terra. I rilievi sono stati realizzati da due operatori in tre sessioni. Sono stati utilizzati un registratore ZOOM H2 Handy Recorder e Batdetector Pettersson D240x (Figura 8). I bat detector sono strumenti che convertono i segnali utilizzati dai chirotteri per l'ecolocalizzazione, emessi a frequenze quasi esclusivamente ultrasoniche, in segnali udibili (e dunque registrabili ed analizzabili con una semplice strumentazione audio). In base ad alcuni parametri delle emissioni sonore di questi animali (frequenza, intensità, struttura) si possono discriminare, anche se con alcuni limiti, le diverse specie di chirotteri (Russo 2004; Barataud 2015).



Figura 8. Il bat-detector, a sinistra, e il registratore audio, a destra, utilizzati per i rilievi.

L'efficacia del metodo dipende da una serie di parametri, tra cui la sensibilità del dispositivo, l'intensità del segnale emesso dalle singole specie, la struttura dell'habitat in cui si effettuano i rilevamenti, la distanza esistente tra la sorgente sonora e il rilevatore (Russo 2004). La maggior parte delle specie risulta in genere individuabile in una fascia di distanza compresa entro i 30 metri (Kunz et al. 2007). Il metodo presenta alcune difficoltà oggettive nella determinazione delle specie, dovute alla sovrapposizione delle frequenze di emissione di alcune di queste per questo la discriminazione delle singole specie può risultare estremamente difficoltosa o impossibile (Russo 2004), come ad esempio spesso accade con il genere *Myotis* (Russo & Jones 2002), in particolare se le registrazioni sono di scarsa qualità e/o molto brevi e non consentono di approfondire le analisi bioacustiche (Barataud 2015). In molti di questi casi è tuttavia possibile risalire almeno al genere di appartenenza e l'informazione rimane egualmente funzionale, ad esempio, anche per considerazioni circa indici di frequentazione complessivi. Un altro limite del metodo concerne la differente rilevabilità delle diverse specie il che impone di considerare con prudenza il confronto tra le abbondanze relative così rilevate. In particolare, alcune specie, come quelli appartenenti ai generi *Plecotus* e *Rhinolophus*, che emettono segnali molto deboli i primi, fortemente direzionali e a frequenze elevate dunque fortemente attenuate dall'atmosfera i secondi (Dietz et al. 2009), sono scarsamente rilevabili col bat detector e dunque sottostimati con indagini condotte esclusivamente con questa metodologia (Russo 2004). Nonostante questi limiti, l'identificazione acustica è uno dei metodi più utilizzati nello studio dei chirotteri. Negli ultimi anni, sia per la relativa facilità di utilizzo della strumentazione, sia per la comodità e l'efficienza nel lavoro di campagna, soprattutto se confrontato con metodi tradizionali quali ad esempio la cattura diretta degli individui, le indagini bioacustiche hanno acquisito crescente popolarità e riconoscimento come strumenti di monitoraggio (Russo 2004; AA.VV. 2014; Roscioni & Spada 2014).
I punti di rilievo sono stati posizionati in corrispondenza di ogni aerogeneratore (Figura 9) e la durata di ogni registrazione è stata di 30 minuti. Alcuni dati integrativi sono stati raccolti durante gli spostamenti all'interno dell'area dell'impianto. I rilievi sono stati fatti a partire al tramonto e si sono conclusi entro le prime 4 ore dallo stesso.



Figura 9. Punti di rilievo, corrispondenti alla posizione delle pale, utilizzati per i rilievi per i chirotteri.

Conclusioni

Di seguito vengono riportati i risultati principali del monitoraggio.

- L'elenco delle specie di uccelli che hanno frequentato l'area durante la fase di cantiere risulta molto ricco, sicuramente condizionato sia dalla posizione geografica, dalla vicinanza alla foce del fiume Cornia e all'area umida di Orti-Bottagone.
- Complessivamente le specie contattate durante i rilievi sono state 114: n. 9 ardeidi, n. 3 trampolieri, n. 4 anatidi, n. 13 rapaci diurni, n. 1 galliforme, n. 4 rallidi, n. 10 limicoli, n. 3 laridi, n. 2 columbidi, n. 2 cuculidi, n. 1 strigiforme, n. 1 caprimulgiforme, n. 2 coraciiformi, n. 1 bucerotiforme, n. 3 alaudidi, n. 5 irundinidi, n. 2 apodidi, n. 34 passeriformi, n. 4 corvidi, n. 1 sturnide, n. 5 chirotteri e n. 4 indeterminati.
- Da un punto di vista quantitativo la migrazione primaverile non è risultata essere particolarmente abbondante per quanto riguarda i rapaci, ma, più in generale, abbondanti sono stati i contatti durante la maggior parte delle giornate di migrazione. Una quota molto consistente delle osservazioni ha riguardato il gabbiano reale, tuttavia, il livello di frequentazione dell'area si può considerare nel complesso, anche per altre specie, relativamente elevato.
- Per quanto riguarda i pipistrelli, durante le giornate di raccolta dati, l'area non è risultata particolarmente ricca; il ritrovamento occasionale di due carcasse suggerisce comunque di non trascurare il taxa nel monitoraggio post-operam.
- Per la stima dell'impatto diretto dell'impianto eolico è stato previsto un monitoraggio post operam con avvio nel 2020. I dati raccolti sono stati utilizzati per organizzare e ottimizzare la raccolta dati nel post operam, in particolar modo per la programmazione delle giornate della ricerca delle carcasse e delle relative metodologie da adottare.

ATTIVITÀ SVOLTE - FASE ESERCIZIO

Verifica mortalità da impatto, con ricerca delle eventuali carcasse presso le torri eoliche (in conformità alla DGR n. 1208/2011).

Durante il primo anno, test su tempi di rimozione ed efficienza rilevatori.
Per ogni annualità considerata, predisposta relazione riassuntiva.

Anno 2020
N. 52 sessioni + n. 5 integrative, tra gennaio e dicembre 2020. Cadenza temporale dei rilievi settimanale. *Tale attività è conforme anche a quanto richiesto dal "Contributo tecnico istruttorio su esiti campagne di monitoraggio" del 01-07-2020 - Direzione Ambiente ed Energia - Settore "Tutela della natura e del mare" - Regione Toscana*.
Il programma ha subito una parziale variazione nel periodo marzo - maggio 2020 a causa delle restrizioni connesse all'emergenza COVID-19. Le attività sono riprese regolarmente già durante il mese di maggio e le sessioni di rilievo non effettuate sono state recuperate nel periodo successivo.

Anno 2021
N. 21 sessioni, tra gennaio e dicembre 2021. Cadenza temporale quindicinale nel periodo febbraio - ottobre e mensile nel periodo novembre - gennaio.

Anno 2023
N. 21 sessioni (previsione, poi ampliata nella realtà), tra gennaio e dicembre 2023. Cadenza temporale quindicinale nel periodo febbraio - ottobre e mensile nel periodo novembre - gennaio.

Totale complessivo: n. 99 sessioni (dalla somma sono escluse tempistiche necessarie per la predisposizione dei REPORT)

Modifiche al programma monitoraggio fauna SELT (integrazioni rispetto al programma iniziale, in conformità a nuove richieste pervenute dagli Enti)

Anno 2021
Predisposti relazione intermedia e Allegati al report annuale 2020 con descrizione delle analisi statistiche e delle stime.

Anno 2022
1) Monitoraggio visivo di possibili collisioni: n. 21 sessioni
2) Monitoraggio effetti sull'avifauna nidificante e svernante: n. 6 sessioni
Predisposta relazione annuale.

Anno 2023-2024
Data l'iniziale richiesta per l'anno A5 della fase esercizio (2023 n.d.r.) dello svolgimento di n. 21 sessioni, per consentire una frequenza di rilevamento settimanale si è reso necessario lo svolgimento di n. 31 sessioni aggiuntive (con termine ad aprile 2024), oltre alle conseguenti integrazioni alla reportistica conclusiva della campagna di rilievo.
Predisposta relazione finale e Allegato con descrizione delle analisi statistiche e delle stime.

Totale complessivo: n. 58 sessioni (dalla somma sono escluse tempistiche necessarie per la predisposizione dei REPORT)

ANNO 2020

Introduzione

Le attività nel 2020 hanno riguardato il monitoraggio delle collisioni che sono consistite nella ricerca delle carcasse e le attività a queste correlate, funzionali a calcolare correttivi da utilizzare per una stima dell'impatto diretto, cioè la misura dell'efficienza del rilevatore e la stima del tempo di permanenza delle carcasse (HUSO *ET AL.* 2017).

Le attività sono state pianificate in modo da avere il maggior numero di elementi utili per una stima quanto più possibile precisa della mortalità. Dato che il numero di carcasse che si riesce a rinvenire in studi di questo tipo è infatti solo una frazione, spesso molto piccola, di quelle realmente presenti, occorre tener presente una serie di correttivi che sono sostanzialmente: a) la superficie effettivamente indagata; b) la permanenza al suolo delle carcasse (che possono essere rimosse da altri animali che se ne nutrono, indicati col termine inglese *scavengers*); c) l'efficienza del rilevatore nel trovare le carcasse effettivamente presenti (BERNARDINO *ET AL.* 2013; HUSO *ET AL.* 2017). Questi parametri si possono "modellizzare", tenendo conto della variabilità degli stessi, e combinare per ottenere delle stime complessive di mortalità (KORNER-NIEVERGELT *ET AL.* 2015; DALTHORP *ET AL.* 2018). Per una stima precisa si può tenere conto nei modelli di molti fattori diversi (specie impattata, singolo aerogeneratore, periodo dell'anno ecc.). Tuttavia, data la dimensione ridotta dell'impianto (sei soli aerogeneratori) e il numero di dati raccolti dopo un solo anno, si possono ragionevolmente calcolare soltanto stime aggregate (intero anno, gruppi di specie, intero impianto). In ogni caso i dati sono stati raccolti in modo da poter essere utilizzati anche per stime più dettagliate (ad esempio per periodo) una volta che, con il prosieguo del monitoraggio negli anni successivi, si rendesse disponibile un numero sufficiente di osservazioni.

Le attività di ricerca delle carcasse seguono le prescrizioni indicate dalla Regione Toscana (D.D. n. 2580 del 20.06.2014 del Bollettino Ufficiale della Regione Toscana), per complessive 52 giornate di rilievi distribuite durante tutto l'anno. Lo schema iniziale di distribuzione delle giornate ha subito delle variazioni a causa delle restrizioni imposte dall'emergenza Covid-19 nel periodo primaverile ma è stato comunque coperto l'intero anno, mantenendo il totale delle giornate previste.

Metodi

Aree di ricerca

Le aree di ricerca sono state definite con lo scopo di massimizzare l'efficienza della ricerca, tenendo conto e misurando i parametri che potessero poi essere utilizzati nei calcoli per le stime.

La ricerca delle carcasse è avvenuta nella superficie sottostante ogni aerogeneratore, entro un raggio di 100 m dalla torre. Le esperienze di ricerche simili, ormai abbastanza numerose, concordano sul fatto che oltre una certa distanza dagli aerogeneratori (in genere 10-30 m) le carcasse vengano rinvenute in numero rapidamente decrescente allontanandosi dagli stessi (MAURER *ET AL.* 2020), per cui la grande maggioranza dei rinvenimenti avviene entro i 100 m (ad esempio il 95% in uno studio riguardante grandi rapaci in Nord America, HALLINGSTAD *ET AL*. 2018). Estendere ulteriormente l'area di ricerca è generalmente inefficiente (basse possibilità di trovare ulteriori carcasse, rispetto alla necessità di indagare superfici sempre più ampie, peraltro spesso su substrati dove la ricerca è difficile e difficoltoso può essere anche l'accesso). Nel caso specifico dell'impianto Foce di Cornia,

allontanandosi dagli aerogeneratori le superfici di ricerca sarebbero ricadute quasi per intero in aree esterne all'impianto (a nord, a est e ad ovest) o in zone con vegetazione densa e intricata (a sud e negli spazi tra gli aerogeneratori, fig. 10).

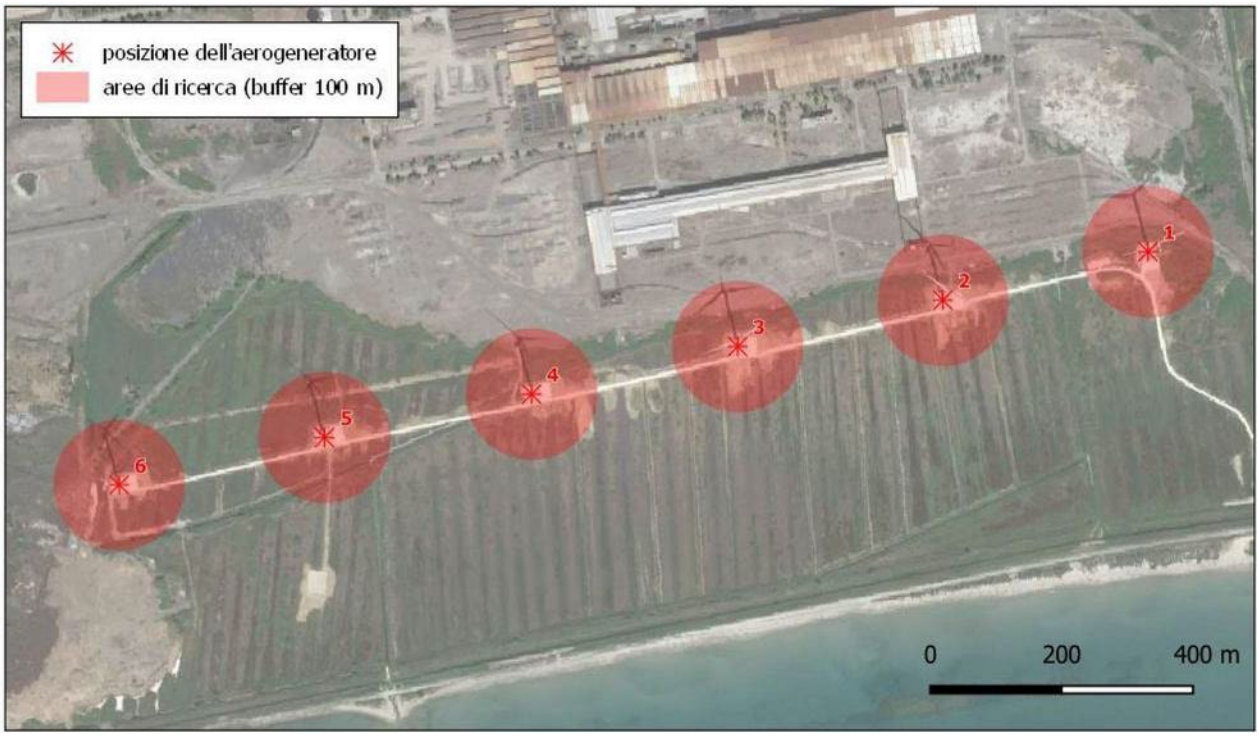

Figura 10. Posizione degli aerogeneratori e aree di 100 m di raggio attorno a ciascuno di questi. La numerazione degli aerogeneratori è quella usata nel resto della relazione.

Anche all'interno delle aree dei 100 m di raggio erano presenti, comunque, superfici cui l'accesso era precluso (esterne all'area di pertinenza dell'impianto) o la ricerca molto difficile se non impossibile (zone allagate e quelle costituite da fitti canneti o vegetazione intricata) che sono state escluse dalla ricerca.

In generale è poco efficiente indagare zone con vegetazione molto fitta dove il reperimento delle carcasse di piccole dimensioni è praticamente impossibile e molto difficile anche quello di carcasse di grandi dimensioni (BORNER *ET AL.* 2017; BARRIENTOS *ET AL.* 2018) per cui è sempre opportuna privilegiare le aree con migliore visibilità (MAURER *ET AL.* 2020). Riguardo a quest'ultimo aspetto, l'ambiente attorno agli aerogeneratori è risultato molto dinamico, per cui aree facilmente indagabili all'inizio del periodo d'indagine sono divenute poi impraticabili (zone di cantiere poi invase dalla vegetazione, zone allagate) mentre aree all'inizio non accessibili o indagabili, lo sono diventate in seguito (zone private dalla vegetazione per ulteriori lavori, zone prosciugate). Nell'impossibilità di definire con precisione fin dall'inizio le aree indagabili, abbiamo ritenuto più efficiente indagare in ogni uscita tutta la superficie possibile, registrando in maniera automatica i percorsi con il GPS, in modo da avere una indicazione oggettiva, per ogni uscita, della superficie indagata (fig. 11).

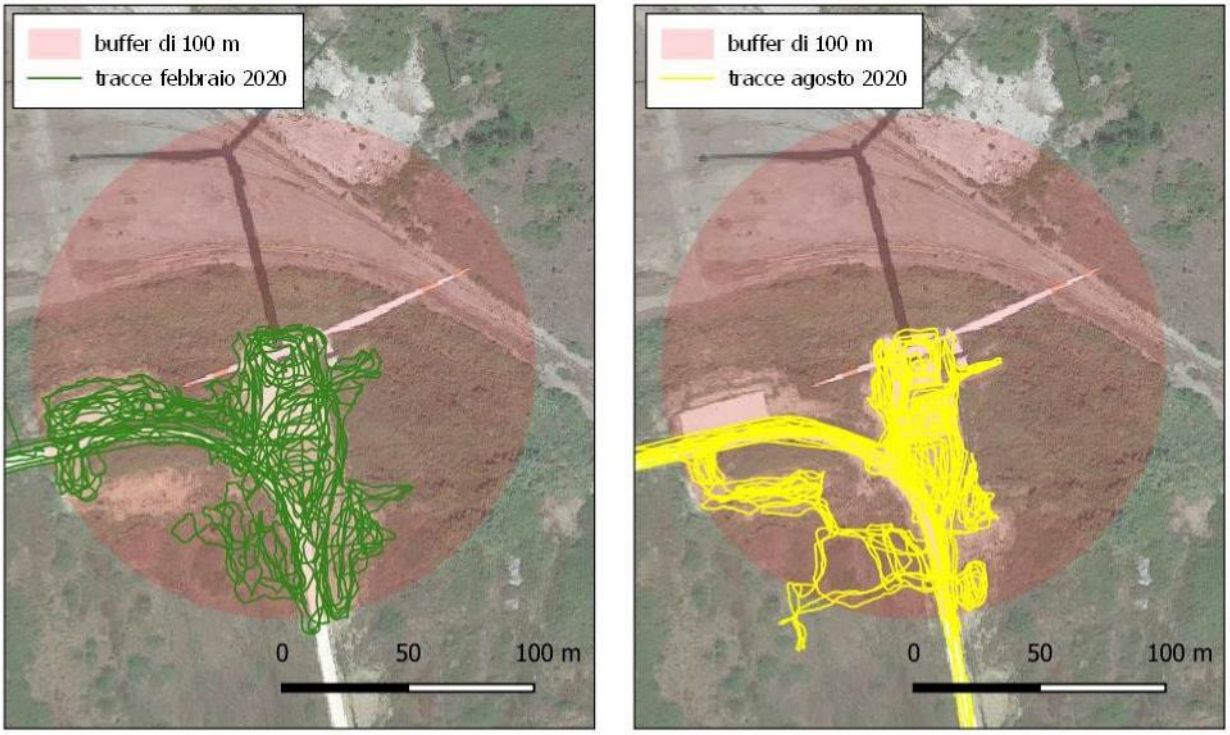

Figura 11. Esempi dei percorsi registrati nelle uscite di febbraio (a sinistra) e agosto (a destra) nell'area dell'aerogeneratore 1. Da notare come, sebbene la gran parte della superficie esplorata nei due periodi sia la stessa, ad agosto l'area complessivamente indagabile sia leggermente più ristretta rispetto a quella indagata a febbraio, a causa dell'avanzata della vegetazione (canneto e rovi) in alcuni settori.

Nelle aree di ricerca è stata realizzata una sorta di carta dell'uso del suolo semplificata, che tenesse in conto di diverse categorie di uso del suolo. Le categorie sono state definite esclusivamente in maniera funzionale alla stima dell'efficienza della ricerca, definendo sostanzialmente delle categorie di copertura della vegetazione (tab. 1). Esempi delle categorie utilizzate sono riportate nelle figg. 13 e 14).

Tabella 1. Categorie di copertura del suolo utilizzate.

categoria	tipo di copertura
a	vegetazione assente (strade e piazzole)
b	vegetazione scarsa (copertura<30%; altezza<10 cm)
c	vegetazione abbondante (copertura tra 30% e 90%; altezza tra 10 e 30 cm)
d	vegetazione fitta (coperura>90%; altezza>30 cm)
ACQ	acqua
NC	non classificato

Si è tenuto conto dell'evoluzione della vegetazione, provvedendo ad aggiornare le informazioni nel caso appunto si fossero verificati cambiamenti di categoria. Dato l'obiettivo del lavoro, le aree non oggetto di ricerca, sono state inserite nella categoria NC.

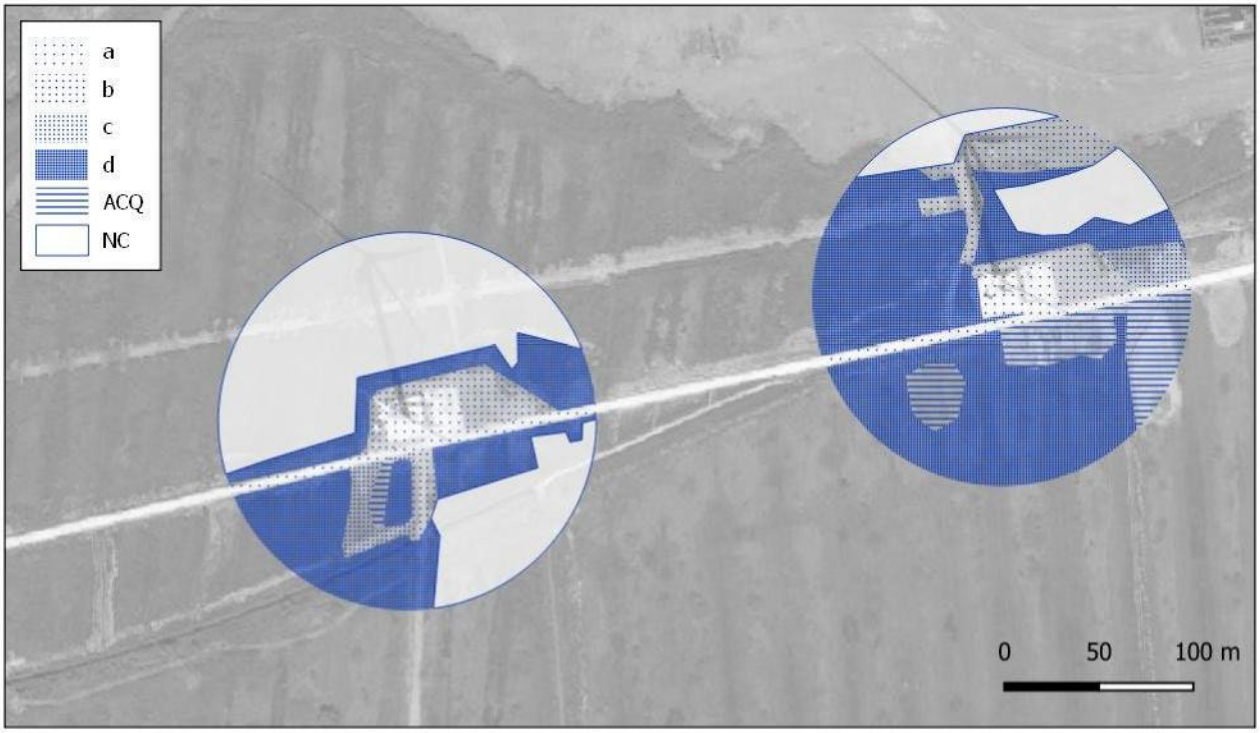

Figura 12. Substrato presente intorno alla pala 1 entro 100 m di raggio caratterizzato dalla presenza in parte di ghiaia, in parte terra con poca vegetazione e in parte canneto.



Figura 13. Superfici di ricerca classificate nella categoria b (a sinistra) ed a (a destra). L'area sullo sfondo è classificata nella categoria d. Aerogeneratore 1, agosto 2020.



Figura 14. Superfici di ricerca classificate nella categoria c (a sinistra) ed d (a destra). Aerogeneratore 2, agosto 2020.

Ricerca delle carcasse

La ricerca delle carcasse è stata effettuata percorrendo le aree accessibili nel raggio di 100 m da ogni aerogeneratore, in modo che tutta l'area percorsa risultasse sufficientemente coperta. I percorsi si sono adattati alle condizioni del substrato (più fitti dove la visibilità era bassa, più distanziati dove la visibilità era migliore) e sono risultati pertanto diversi di volta in volta. Come già descritto, sono comunque rilevate sempre i percorsi con l'utilizzo del GPS, in maniera da poter definire con precisione, a posteriori, le aree indagate.

Il protocollo prevedeva inizialmente 52 giornate, in media quindi un rilievo a settimana, con minore frequenza nei mesi invernali (sei rilievi in totale nei mesi di gennaio, novembre, dicembre) e frequenza invece maggiore nel periodo agosto ottobre (20 rilievi). I rilievi di uccelli e pipistrelli nell'area dell'impianto realizzati nel monitoraggio del corso d'opera e l'analisi dei dati disponibili rispetto alla stagionalità dei fenomeni di mortalità presso altri impianti (BARCLAY *ET AL.* 2017; DE LUCAS & PERROW 2017), hanno sostanzialmente confermato la validità di questo schema nell'ottica di concentrare i rilievi nei periodi maggiormente a rischio.

Per ogni carcassa rinvenuta è stata annotato la data del ritrovamento, la specie (ove l'identificazione sia stata possibile), la posizione, il tipo di carcassa. Rispetto a quest'ultimo aspetto sono state utilizzate le seguenti categorie:

1. corpi interi (più o meno decomposti);
2. spiumate o resti di predazione (molte penne e piume, parti di corpi);
3. penne (poche penne, senza altri indizi).

Le prime due categorie sono state utilizzate poi nelle stime, sebbene per la seconda la causa della morte non possa essere stabilita con certezza. In questo senso i risultati ottenuti sono quindi da intendersi come prudenziali. Non sono invece stati utilizzati i reperti afferenti alla terza categoria perché in questo caso non è nemmeno possibile determinare con sufficiente certezza se siano o meno appartenenti ad un animale morto. Allo stesso modo

non sono considerate le penne singole, la cui presenza è stata comunque registrata con le stesse informazioni sopra descritte.

Le carcasse non sono state rimosse dopo il rinvenimento (a meno che sia stato necessario per l'identificazione), ma sono state utilizzate per i test di rimozione mediante delle fototrappole (vedi il paragrafo relativo).

Stima dell'efficienza del rilevatore

Per la valutazione dell'efficienza del rilevatore abbiamo utilizzato un campione di 91 test costituiti da fantocci di diverse dimensioni e forme che simulassero quattro categorie di animali, definite sulla base delle specie rilevate nei primi mesi di monitoraggio:

- tipo 1 - pipistrelli
- tipo 2 - uccelli di medio-piccole dimensioni (con colorazione uniformemente scura come ad esempio merli e storni)
- tipo 3 - uccelli di medio-grandi dimensioni (con colorazione variabile come ad esempio gruccioni)
- tipo 4 - uccelli di grosse dimensioni (ad esempio gabbiani, aironi)

La scelta di utilizzare tipologie diverse deriva dal fatto che il fattore che incide maggiormente sull'efficienza del rilevatore è la dimensione della carcassa (BARRIENTOS *ET AL.* 2018). Dato che per carcasse molto piccole era stimabile un'efficienza molto bassa, è stato utilizzato un maggior numero di test del tipo 1, in modo da avere risultati comunque significativi.

I test sono stati distribuiti in due date, da un secondo operatore in numero e posizione ignota per il primo operatore (quello che normalmente conduceva le ricerche per le carcasse); il secondo operatore, terminata la ricerca da parte del primo, ha poi verificato l'effettiva presenza dei test che questo non aveva trovato (anche se il rischio di rimozione, avendo utilizzato fantocci invece di carcasse vere, era trascurabile) escludendoli, in caso effettivamente non fossero più presenti, dal conteggio.

I test sono stati distribuiti in modo da indagare tutte le quattro principali categorie di uso del suolo della tab. 1 e valutare eventuali differenze in ciascuno di questi. L'influenza dell'habitat è infatti anch'esso un fattore che influisce sull'efficienza di ricerca e, sebbene sia in generale meno importante rispetto alle dimensioni delle carcasse (BARRIENTOS *ET AL.* 2018), può avere in determinate condizioni, in particolare per quanto riguarda i pipistrelli, un peso molto rilevante (ARNETT *ET AL.* 2008).

Tabella 2. Distribuzione dei test utilizzate per la stima dell'efficienza del rilevatore.

tipo di animale	data								totale				totale
	09 ottobre				06 novembre				cop. della vegetazione				
	cop. della vegetazione				cop. della vegetazione								
	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	
tipo 1	4	8	4	4	5	6	5	4	**9**	**14**	**9**	**8**	**40**
tipo 2	2	2	2	2	2	3	2	2	**4**	**5**	**4**	**4**	**17**
tipo 3	2	2	2	2	2	4	2	2	**4**	**6**	**4**	**4**	**18**
tipo 4	2	2	2	2	2	2	2	2	**4**	**4**	**4**	**4**	**16**
totale	*10*	*14*	*10*	*10*	*11*	*15*	*11*	*10*	***21***	***29***	***21***	***20***	***91***

Stima della rimozione delle carcasse

Per la stima della rimozione delle carcasse, stante l'estrema difficoltà di reperire carcasse appartenenti alla fauna selvatica, ed in particolare appartenenti alle specie potenzialmente vittime degli aerogeneratori, abbiamo utilizzato tre tipi di "esche":

- le carcasse rinvenute nel corso delle ricerche, una volta analizzate, fotografate e classificate, sono state lasciate se possibile in loco e la loro presenza è stata verificata poi nei giorni successivi;
- carcasse di specie selvatiche rinvenute occasionalmente in aree esterne all'impianto (purché appartenenti a specie regolarmente presenti anche nell'area dell'impianto stessa);
- pulcini di gallina domestica, provenienti da allevamenti autorizzati, di colorazioni e dimensioni variabili.



Figura 15. Fototrappola piazzata per inquadrare una carcassa di cormorano.

In tutti i casi la permanenza è stata verificata piazzando una fototrappola che inquadrasse l'esca (fig. 15), limitando la verifica sul campo alla visita successiva (PAULA *ET AL.* 2015). In questa maniera si possono ottenere stime molto precise (in termini di ore o addirittura minuti) e si riduce notevolmente il numero di test da utilizzare che, in caso di tempi di permanenza prevedibilmente brevi, sarebbe molto elevato (BISPO *ET AL.* 2012). Inoltre, utilizzare molte carcasse in un'area ristretta come quella dell'impianto, avrebbe molto probabilmente l'effetto di attrarre molti scavengers, alterando di fatto il parametro che si sta misurando e rendendo le stime ancora meno precise. L'impiego di fototrappole inoltre permette di raccogliere informazioni accessorie, individuando ad esempio la specie animale responsabile della rimozione della carcassa.
Sempre per limitare la possibilità di attrazione per gli scavengers, le carcasse sono state distribuite in numero sempre ridotto, nel corso di tutto il periodo di studio. Dato che anche per la rimozione delle carcasse la dimensione delle stesse è un fattore importante (BARRIENTOS *ET AL.* 2018), sono state considerate due diverse categorie dimensionale: "S", small (piccola) e "L", large (grande).

Nel complesso è stato possibile utilizzare sei carcasse reperite all'interno dell'area dell'impianto; siamo riusciti a reperire inoltre tre carcasse di specie selvatiche provenienti da altre aree; oltre a queste sono stati utilizzati 19 pulcini (tab. 3). I test disponibili in totale sono quindi 28.

Tabella 3. Test per la rimozione delle carcasse. Sono riportate la data (in formato aaaammgg), l'aerogeneratore più vicino al punto di posizionamento, l'origine della carcassa ("L", proveniente dall'impianto; "I", portata da fuori), la specie e la taglia, suddivisa in due solo categorie: "S", small (piccola); "L", large (grande).

	data	aerog.	origine	specie	taglia
1	20200214	2	L	*Phasianus colchicus*	L
2	20200221	6	I	pulcino t. piccola	S
3	20200221	5	I	pulcino t. piccola	S
4	20200229	2	I	pulcino t. piccola	S
5	20200229	5	I	pulcino t. piccola	S
6	20200313	5	I	pulcino t. grande	L
7	20200313	3	I	pulcino t. grande	L
8	20200320	2	L	*Passer italiae*	S
9	20200417	1	I	pulcino t. grande	L
10	20200417	6	I	pulcino t. piccola	S
11	20200512	4	L	*Phasianus colchicus*	L
12	20200519	5	L	*Merops apiaster*	S
13	20200905	5	L	*Hypsugo savii*	S
14	20200929	2	I	*Columba palumbus*	L
15	20201005	3	I	pulcino t. grande	L
16	20201005	6	I	pulcino t. grande	L
17	20201106	5	I	pulcino t. grande	L
18	20201117	2	I	pulcino t. piccola	S
19	20201117	6	I	pulcino t. grande	L
20	20201013	5	L	*Phalacrocorax carbo*	L
21	20201016	1	I	*Sylvia atricapilla*	S
22	20201016	4	I	pulcino t. grande	L
23	20201016	6	I	pulcino t. grande	L
24	20201027	1	I	pulcino t. grande	L
25	20201027	3	I	pulcino t. grande	L
26	20201027	4	I	pulcino t. grande	L
27	20201223	6	I	pulcino t. grande	L
28	20201223	4	I	*Sylvia melanocephala*	S

Conclusioni

Il piano di monitoraggio è risultato efficiente, permettendo in un solo anno di monitoraggio, di raccogliere un numero sufficiente di dati per stimare i principali parametri utili al calcolo della mortalità.

Tuttavia, a causa delle ridotte dimensioni dell'impianto, i dati non sono ancora sufficienti a stime dettagliate (ad esempio per singola specie o per periodo diversi dell'anno), in particolare per i pipistrelli (è stata trovata una sola carcassa). Per questi ultimi, infatti,

sebbene i pochi dati possano in qualche misura dipendere da un impatto ridotto, rimane impossibile elaborare qualsiasi stima di impatto.

Tabella 4. Stima della mortalità mediante utilizzo di due diverse modalità di calcolo.

gruppo	stima	intervalli di confidenza al 95%	
		lower	upper
con a calcolato come valore medio			
tutti gli uccelli	185	112	314
fagiani	64	34	120
aironi e cormorani	41	12	87
altri uccelli	77	37	187
con a calcolato per le singole turbine			
tutti gli uccelli	180	111	319
fagiani	63	32	113
aironi e cormorani	42	14	91
altri uccelli	74	36	152

ANNO 2021

Introduzione

Si riportano i risultati delle attività di ricerca delle carcasse di uccelli e pipistrelli effettuate nell'anno solare 2021 per lo studio dell'impatto diretto degli aerogeneratori dell'impianto eolico "Foce di Cornia", nel comune di Piombino (LI), sulle diverse specie animali coinvolte.

Le attività di ricerca delle carcasse seguono le prescrizioni indicate dalla Regione Toscana (decreto n. 24 del 18.06.2014 del Bollettino Ufficiale della Regione Toscana), per complessive 21 giornate di rilievi distribuite durante tutto l'anno.

Nel 2021 non sono stati effettuati i test per stimare l'efficienza del rilevatore e per stimare il tempo di permanenza delle carcasse nel suolo. Sono stati comunque utilizzati i dati raccolti nei test effettuati nel 2020 anche per le stime di mortalità del 2021.

Ricerca delle carcasse

La ricerca delle carcasse è stata effettuata percorrendo le aree accessibili nel raggio di 100 m da ogni aerogeneratore, in modo che tutta l'area percorsa risultasse sufficientemente coperta. I percorsi si sono adattati alle condizioni del substrato (più fitti dove la visibilità era bassa, più distanziati dove la visibilità era migliore) e sono risultati pertanto diversi di volta in volta. Come già descritto, i percorsi sono stati comunque sempre rilevati con l'utilizzo del GPS, in maniera da poter definire con precisione, a posteriori, le aree indagate.

Nel 2021 sono state effettuate 21 uscite sul campo, due ogni mese da febbraio a settembre e nel mese di novembre e solo un'uscita nei mesi di gennaio, ottobre e dicembre.

Per ogni carcassa rinvenuta è stata annotata la data del ritrovamento, la specie (ove l'identificazione sia stata possibile), la posizione, il tipo di carcassa. Rispetto a quest'ultimo aspetto sono state utilizzate le seguenti categorie:

- corpi interi (più o meno decomposti);
- spiumate o resti di predazione (molte penne e piume, parti di corpi);
- penne (poche penne, senza altri indizi).

Conclusioni

Nel 2021 è stato individuato lo stesso numero di carcasse integre (per le quali la causa di morte è da attribuirsi quasi certamente alla collisione con gli aerogeneratori) rinvenute l'anno precedente mentre il numero di gruppi di penne e piume è risultato inferiore.

Tra i resti di uccelli sono stati rinvenuti resti di ardeidi (garzetta e airone cenerino, come anche nel 2020) e galliformi (fagiano e pernice rossa), oltre a strillozzo e gheppio. Le piazzole e le aree con vegetazione rada prossime agli aerogeneratori rappresentano per il gheppio delle ottime zone per la caccia ed è possibile quindi che la specie, attratta da queste aree, possa impattare con le turbine in movimento.

Per quanto concerne i chirotteri è stata rinvenuta una sola carcassa (come nel 2020).

Tabella 5. Stima della mortalità mediante utilizzo di due diverse modalità di calcolo.

gruppo	2020			2021		
	stima	intervalli di confidenza al 90%		stima	intervalli di confidenza al 90%	
		lower	upper		lower	upper
con a calcolato come valore medio						
tutti gli uccelli	185	*112*	*314*	117	*50*	*262*
fagiani e pernici	64	*34*	*120*	49	*9*	*134*
aironi e cormorani	41	*12*	*87*	24	*2*	*78*
altri uccelli	77	*37*	*187*	39	*10*	*107*
con a calcolato per le singole turbine						
tutti gli uccelli	180	*111*	*319*	114	*46*	*236*
fagiani e pernici	63	*32*	*113*	47	*12*	*134*
aironi e cormorani	42	*14*	*91*	23	*2*	*65*
altri uccelli	74	*36*	*152*	37	*10*	*94*

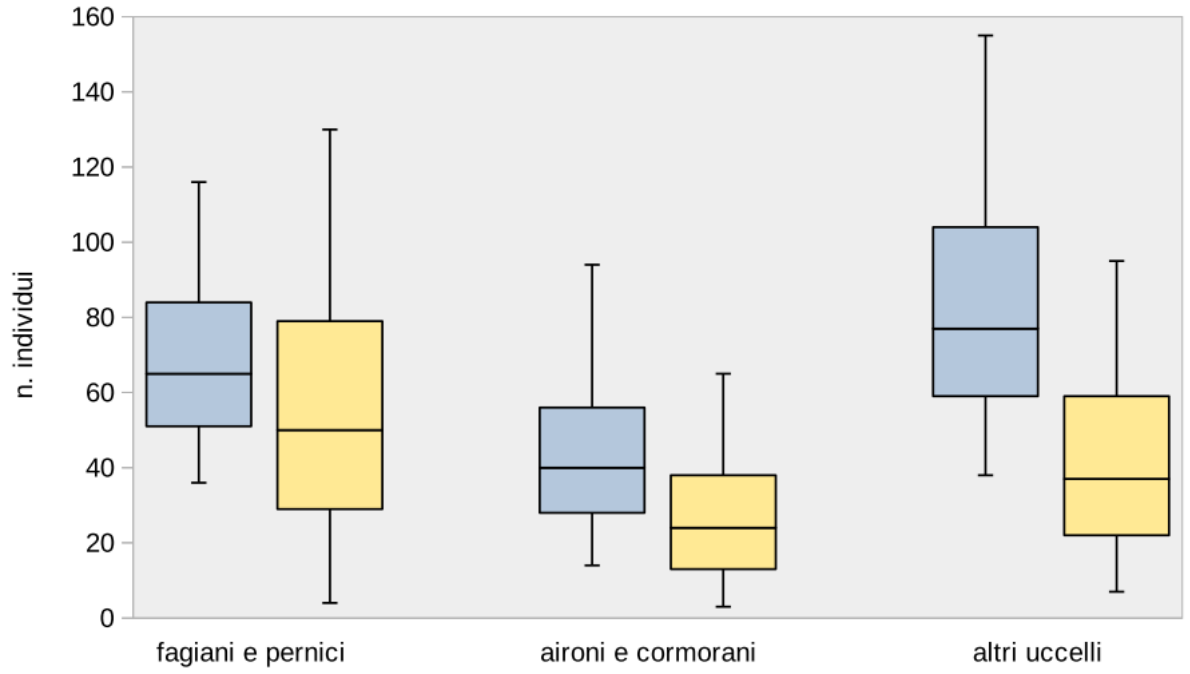

Figura 16. Risultati delle stime di mortalità calcolate con a calcolato come valore medio per il 2020 (in azzurro) e il 2021 (in giallo).

ANNO 2022

Introduzione

Si riportano i risultati delle attività svolte nel periodo compreso tra dicembre 2021 e ottobre 2022 inerenti al monitoraggio dell'avifauna nell'area dell'impianto eolico "Foce di Cornia", nel comune di Piombino (LI).

Il monitoraggio svolto è principalmente finalizzato alla descrizione dei popolamenti degli uccelli presenti nell'area dell'impianto durante la fase di esercizio dell'impianto (*post operam*).

I rilievi degli uccelli sono stati realizzati durante il periodo dello svernamento e durante la nidificazione; inoltre è stata campionata la migrazione primaverile e quella post-riproduttiva.

Avifauna

Materiali e metodi

Uccelli svernanti

I rilievi invernali si sono svolti tra dicembre 2021 e febbraio 2022, complessivamente in quattro giornate. Le osservazioni sono state fatte durante tutta la giornata e prolungate fino al crepuscolo. Non sono stati fatti rilievi in orari notturni.

Per ogni sessione di rilievo sono stati effettuati rilievi lungo un transetto e osservazioni da punti panoramici.

Il transetto, che comprendeva la strada di servizio all'impianto e un tragitto lungo la linea di costa (Figura 17), è stato percorso due volte in ogni giornata, una volta la mattina ed una il pomeriggio. Per i rilievi da punti panoramici sono state scelta aree collocate sia in prossimità degli aerogeneratori che lungo la linea di costa. Sono inoltre stati raccolti anche ulteriori dati, senza una metodologia precisa (dati integrativi).

I rilievi sono stati realizzati generalmente in condizioni di buona visibilità, ad esclusione delle osservazioni svolte al crepuscolo. In quest'ultimo caso sono proseguite comunque, anche con visibilità decrescente, con lo scopo preciso di verificare la possibile presenza di dormitori, in particolare di falco di palude e albanella reale, in modo da poterne stimare la consistenza.

Ogni uccello o gruppo di uccelli è stato cartografato, indicandone la localizzazione esatta sulle foto satellitari usate come base cartografica. Per gli uccelli di grosse dimensioni, come i rapaci e gli acquatici, che possono compiere voli visibili durante le ore di luce, sono stati mappati anche gli spostamenti, in modo da poter caratterizzare l'uso dello spazio; in questi casi sono stati registrati anche gli orari, il tipo di attività (spostamento, caccia e posato) e l'altezza di volo.



Figura 17. Percorso seguito durante i rilievi invernali per lo studio dell'avifauna svernante.

Uccelli nidificanti

Come per la stagione invernale anche per gli uccelli nidificanti è stata utilizzata la tecnica del mappaggio ovvero è stato percorso un transetto e tutti gli uccelli visti e sentiti sono stati cartografati in un'apposita mappa. Il transetto, costituito dalla via di accesso agli aerogeneratori e un tratto della costa, è stato percorso a piedi a velocità costante (Figura 18). I rilievi sono stati effettuati in due sessioni, una ad aprile ed una a giugno, in entrambi i casi nelle prime ore dopo l'alba. Tutti gli uccelli osservati e uditi sono stati mappati utilizzando le ortofoto aggiornate scaricate dal Geoportale della Regione Toscana.

Oltre ai dati raccolti con la metodologia standard, osservazioni relative agli uccelli nidificanti sono state annotate anche durante le altre giornate di rilievi, in modo da aggiungere informazioni integrative.



Figura 18. Percorso utilizzato per i rilievi degli uccelli nidificanti.

Rapaci nidificanti

La raccolta dati riguardante i rapaci nidificanti è stata condotta utilizzando tre punti di osservazioni collocati dentro l'area di studio (Figura 19) nei mesi di giugno e luglio, con lo scopo principale di verificare la permanenza e il successo riproduttivo delle due specie incluse nell'Allegato I della direttiva "Uccelli" 79/409/CEE, potenzialmente nidificanti nell'area di studio e nelle immediate vicinanze (Oasi Orti-Bottagone): il falco di palude e il falco pescatore. Sono state comunque registrate le osservazioni di tutti i rapaci che hanno frequentato l'area, sia come sito di nidificazione che come area di alimentazione o semplicemente di transito.

Ulteriori e utili dati sono stati raccolti con la stessa metodologia anche durante le giornate di studio per la migrazione primaverile; quindi, nel periodo che va da marzo a maggio; infatti, tutte le specie potenzialmente presenti nell'area di studio iniziano le fasi di corteggiamento e deposizione in questo periodo.

Ogni giorno di rilievo ha avuto una durata di almeno 6 ore.

Tutti gli spostamenti ed altre attività, analogamente a quanto fatto durante la stagione invernale, sono stati mappati su ortofoto. Sono stati registrati anche gli orari delle osservazioni e le condizioni meteorologiche.

Le osservazioni sono state fatte da punti ad elevata visibilità (Gilbert et al. 2011) nell'area compresa tra la linea di costa e gli aerogeneratori. I punti di osservazione sono stati scelti all'interno dell'area di studio (Figura 19).

Tutte le osservazioni sono state localizzate su una mappa (costituita da ortofoto) e riportate su un'apposita scheda indicando, per ciascun contatto, oltre alla specie e al numero di individui l'attività (spostamento, caccia, volo territoriale) e la direzione di spostamento. A questo scopo abbiamo indicato tutti i contatti anche nel caso fossero riconducibili ad uno stesso individuo (ad esempio il falco pescatore che torna a pescare lungo lo stesso tratto di costa). Per ciascuna osservazione si è inoltre stimata l'altezza di volo attribuendo ciascun contatto a una o più fasce di altezza secondo il seguente schema: (A) 0-10 m; (B) 10-100 m; (C) oltre 100 m (Band et al. 2007). Le osservazioni sono state effettuate utilizzando binocoli 10x e un cannocchiale 50x in modo da coprire l'intera area.



Figura 19. Punti d'osservazione ad elevata visibilità utilizzati per i rilievi dei rapaci nidificanti diurni.

Uccelli migratori

Per l'avifauna migratrice sono state realizzate 10 giornate di rilievo per la migrazione pre-nunziale e otto per la migrazione post-riproduttiva. Le osservazioni sono state effettuate da nove punti collocati dentro l'area di studio (sei in corrispondenza degli aerogeneratori e tre lungo la linea di costa) (Figura 20). Dai punti scelti è stato possibile effettuare un monitoraggio completo di tutta l'area di studio.

La metodologia adottata è la stessa utilizzata per lo studio dei rapaci nidificanti: ogni giorno di rilievo ha avuto la durata di almeno 6 ore, le osservazioni sono state fatte da punti panoramici (Figura 20), sono state annotate tutte le specie, per i rapaci e altri uccelli di grosse dimensioni sono stati cartografati gli spostamenti e le altre attività. Sono state registrate anche le altezze di volo, gli orari delle osservazioni e le condizioni meteorologiche.



Figura 20. Punti d'osservazione ad elevata visibilità utilizzati per i rilievi degli uccelli migratori.

Come è noto la fenologia e le modalità di migrazione degli uccelli è fortemente variabile e specie-specifica. Per quanto riguarda il primo aspetto difficilmente in un periodo ristretto possono essere raccolti dati significativi per tutte le specie migratrici che potrebbero utilizzare la costa tirrenica come rotta di migrazione. Ad esempio, la migrazione di specie come le oche selvatiche o le gru di ritorno dai quartieri di svernamento a quelli di nidificazione nel nord Europa interessa la fine dell'inverno, quella di altre specie, come alcuni passeriformi transahariani, interessa la primavera inoltrata. Per quanto riguarda il secondo aspetto si evidenzia che numerose specie hanno una migrazione notturna per cui difficilmente intercettabili con i metodi previsti e per i quali si usano altri strumenti (ad esempio il radar). Per questi motivi il target delle giornate di studio per la migrazione è fondamentalmente quello dei rapaci, che comunque risultano ad oggi essere tra le specie più elevato rischio di impatto. Ad ogni modo durante le stesse sessioni di rilievi sono stati raccolti alcuni dati anche su altre specie di uccelli in migrazione.

Le giornate primaverili (migrazione pre-nunziale) sono state effettuate nel periodo compreso tra il 1 di marzo e il 15 maggio, quelle autunnali tra il 15 agosto e il 15 ottobre, e rappresentano un campione dei periodi di migrazione di diverse specie come il biancone, il falco di palude e falco pecchiaiolo, corrispondenti a quelli noti sulla base delle conoscenze generali sulla migrazione in Italia (Agostini 2002; Agostini 2003; Giraudo 2007) e conoscenze più specifiche riguardanti la migrazione in Toscana (Agostini et al. 2002; Premuda 2002; Paesani & Politi 2003; Premuda et al. 2005; Premuda 2005; Vanni et al. 2005; Paesani & Vanni 2006; Premuda 2006a; Premuda 2006b; Premuda 2007a; Premuda 2007b; Paesani 2008; Paesani & Vanni 2008; Premuda 2008a; Premuda 2008b; Paesani 2009; Premuda et al. 2010; Premuda 2011; Premuda 2012a; Premuda 2012b; Paesani & Vanni 2013; Premuda 2013a; Premuda 2013b; Sposimo et al. 2013; Vanni & Paesani 2013; Paesani & Vanni 2014; Paesani & Vanni 2015; Premuda et al. 2015; Premuda & Belosi 2015).

In un’area geografica dalle caratteristiche analoghe a quella del presente studio è molto difficile discernere gli individui in migrazione, da quelli in sosta durante la fase migratoria o dai nidificanti o ancora da individui in transito da e per le aree di alimentazione, per questo motivo sono stati comunque annotati tutti i contatti. Si è in ogni caso cercato di distinguere i contatti tra individui migratori e individui locali (nidificanti o presenti nell'area in attività di alimentazione): sono stati considerati migratori quegli uccelli che hanno mostrato un tipico comportamento migratorio, che sono stati osservati giungere da lontano dalle direzioni di arrivo previste e seguiti nel loro tragitto per diversi chilometri (Dunn et al. 2008).

Anche gli altri dati raccolti in questa fase sono stati comunque utilizzati per caratterizzare la popolazione di rapaci nidificanti.

Conclusioni

Di seguito vengono riportati i risultati principali del monitoraggio.

- L’elenco delle specie di uccelli che hanno frequentato l’area risulta molto ricco, sicuramente condizionato sia dalla posizione geografica, dalla vicinanza alla foce del fiume Cornia e all’area umida di Orti-Bottagone;
- Complessivamente le specie contattate durante i rilievi sono state 99: n. 9 ardeidi, n. 1 trampoliere, n. 4 anatidi, n. 12 rapaci diurni, n. 1 galliforme, n. 3 rallidi, n. 9 limicoli, n. 2 laridi, n. 2 columbidi, n. 1 cuculide, n. 1 strigiforme, n. 2 coraciiformi, n. 2 alaudidi, n. 3 irundinidi, n. 3 apodidi, n. 38 passeriformi, n. 4 corvidi, n. 1 sturnide e n. 1 indeterminato.
- Da un punto di vista quantitativo, i dati raccolti non sembrano evidenziare per i rapaci la presenza di flussi migratori consistenti, sia durante la stagione primaverile sia durante quella autunnale, quando però sono state rilevate numerose specie;
- Durante le attività di monitoraggio non sono stati registrati eventi di collisione. Per quanto riguarda la stima dei potenziali impatti diretti, riteniamo opportuno rimandare ai risultati delle specifiche attività di ricerca carcasse e produzione delle stime di impatto elaborate negli anni 2020 e 2021. Come mostrano i dati raccolti nel 2022, in particolare relativi alla frequentazione dell’area da parte dei rapaci diurni, a fronte di una stabilità nel numero di specie che frequentano l’area, si è registrata una variazione, anche considerevole, dei livelli di frequentazione, sia in positivo per alcune specie che in negativo per altre. Pur non potendo escludere che almeno alcune di queste variazioni possano essere riconducibili alla presenza dell’impianto, tali differenze rientrano comunque nella variabilità che di per sé caratterizza l’attività di queste specie, soprattutto se riferite ad una scala temporale ristretta. Utilizzare tali dati per l'elaborazione di stime di impatto produrrebbe molto probabilmente dei risultati poco affidabili e non indicativi della potenziale pericolosità dell’impianto, a differenza appunto delle sopracitate attività di ricerca delle carcasse che, pur mantenendo un certo livello di incertezza, si basano comunque su dati certi, raccolti in campo, e su test correttivi quali quelli della stima delle rimozioni delle carcasse e dell’efficienza di ricerca delle carcasse stesse;
- Per quanto riguarda l’avifauna nidificante e svernante, confrontando i dati raccolti nel 2022 con quelli del 2019, non sembrano emergere differenze significative, sia per quanto riguarda il numero di specie sia di individui;
- Per quanto riguarda nello specifico i rapaci nidificanti, dallo stesso confronto, emergono alcune differenze nella frequentazione dell’area (variazione del numero di

contatti/ora). Tuttavia, risulta prematuro associare a tali variazioni un potenziale effetto della presenza dell'impianto.

ANNI 2023-2024

Introduzione

Si riportano i risultati delle attività di ricerca delle carcasse di uccelli e pipistrelli effettuate nel periodo 2023-2024 per lo studio dell'impatto diretto degli aerogeneratori dell'impianto eolico "Foce di Cornia", nel comune di Piombino (LI), sulle diverse specie animali coinvolte.

Le attività di ricerca delle carcasse seguono le prescrizioni indicate dalla Regione Toscana (D.D. n. 2580 del 20.06.2014 del Bollettino Ufficiale della Regione Toscana) e fanno seguito a due precedenti annualità di rilievo svolte negli anni 2020 e 2021.

Le attività sono state pianificate in modo da avere il maggior numero di elementi utili per una stima quanto più possibile precisa della mortalità. Dato che il numero di carcasse che si riesce a rinvenire in studi di questo tipo è infatti solo una frazione, spesso molto piccola, di quelle realmente presenti, occorre tener presente di una serie di correttivi che sono sostanzialmente (Bernardino *et al.* 2013; Huso *et al.* 2017):

a) la superficie effettivamente indagata;
b) la permanenza al suolo delle carcasse (che possono essere rimosse da altri animali che se ne nutrono, indicati col termine inglese scavengers);
c) l'efficienza del rilevare nel trovare le carcasse effettivamente presenti.

Questi parametri si possono "modellizzare", tenendo conto della variabilità degli stessi, e combinare per ottenere delle stime complessive di mortalità (Korner-Nievergelt *et al.* 2015; Dalthorp *et al.* 2018). Per una stima precisa si può tenere conto nei modelli di molti diversi fattori (specie impattata, singolo aerogeneratore, periodo dell'anno ecc.) tuttavia, data la dimensione ridotta dell'impianto (sei soli aerogeneratori) cui consegue un numero di dati raccolti comunque ridotto anche considerando i precedenti periodi di rilievo, si possono ragionevolmente calcolare soltanto stime aggregate (intero anno, gruppi di specie, intero impianto). In ogni caso i dati sono stati raccolti in modo da poter comunque analizzare aspetti più dettagliati (ad esempio considerazioni per periodi più brevi o singoli aerogeneratori).

Nel 2023-2024 sono stati effettuati i test per stimare l'efficienza del rilevatore e per stimare il tempo di permanenza delle carcasse nel suolo, come era stato fatto anche nel 2020.

Ricerca delle carcasse

La ricerca delle carcasse è stata effettuata percorrendo le aree accessibili nel raggio di 100 m da ogni aerogeneratore, in modo che tutta l'area percorsa risultasse sufficientemente coperta. I percorsi si sono adattati alle condizioni del substrato (più fitti dove la visibilità era bassa, più distanziati dove la visibilità era migliore) e sono risultati pertanto diversi di volta in volta. Come già descritto, i percorsi sono stati comunque sempre rilevati con l'utilizzo del GPS, in maniera da poter definire con precisione, a posteriori, le aree indagate.

Il rilievo è stato effettuato prevalentemente da due operatori, col supporto in alcune occasioni di ulteriori due operatori.

Nel 2023-2024 sono state effettuate 52 uscite sul campo, comprese tra aprile 2023 e aprile 2024, in modo da coprire un intero anno solare. La distribuzione delle giornate è stata più o meno corrispondente a quella delle precedenti indagini (2020 e 2021).

Per ogni carcassa rinvenuta è stata annotata la data del ritrovamento, la specie (ove l'identificazione sia stata possibile), la posizione, il tipo di carcassa. Rispetto a quest'ultimo aspetto sono state utilizzate le seguenti categorie:

1. corpi interi (più o meno decomposti);
2. spiumate o resti di predazione (molte penne e piume, parti di copritrici);
3. penne (poche penne, senza altri indizi).

Le prime due categorie sono state utilizzate poi nelle stime, sebbene per la seconda la causa della morte non possa essere stabilita con certezza. In questo senso i risultati ottenuti sono quindi da intendersi come prudenziali. Non sono invece stati utilizzati i reperti afferenti alla terza categoria perché in questo caso non è nemmeno possibile determinare con sufficiente certezza se siano o meno appartenenti ad un animale morto. Allo stesso modo non sono considerate le penne singole, la cui presenza è stata comunque registrata con le stesse informazioni sopra descritte.

Le carcasse non sono state rimosse dopo il rinvenimento (a meno che sia stato necessario per l'identificazione), ma sono state utilizzate per i test di rimozione mediante delle fototrappole (vedi il paragrafo relativo).

Stima dell'efficienza del rilevatore

Per la valutazione dell'efficienza del rilevatore i test sono stati realizzati con le stesse modalità già impiegate nelle prime fasi della ricerca (2020). Abbiamo utilizzato un campione di 191 test costituiti da fantocci di diverse dimensioni e forme che simulassero quattro categorie di animali, definite sulla base delle specie rilevate nell'area nei precedenti monitoraggi:

- tipo 1 – pipistrelli;
- tipo 2 - uccelli di medio-piccole dimensioni (con colorazione uniforme scura come ad es. merli e storni);
- tipo 3 - uccelli di medio-grandi dimensioni (con colorazione variabile, ad es. gruccioni);
- tipo 4 - uccelli di grosse dimensioni (ad esempio gabbiani, aironi).

La scelta di utilizzare tipologie diverse deriva dal fatto che il fattore che incide maggiormente sull'efficienza del rilevatore è la dimensione della carcassa (Barrientos *et al.* 2018). Dato che per carcasse molto piccole era stimabile un'efficienza molto bassa, è stato utilizzato un maggior numero di test del tipo 1, in modo da avere risultati comunque significativi.

I test sono stati distribuiti in due date, da un diverso operatore in numero e posizione ignota per il rilevatore da testare; appena terminata la ricerca da parte di quest'ultimo, il primo ha verificato l'effettiva presenza dei test eventualmente non rilevati (anche se il rischio di rimozione, avendo utilizzato fantocci invece di carcasse vere, era trascurabile) escludendoli, in caso effettivamente non fossero più presenti, dal conteggio dei test "disponibili".

I test sono stati distribuiti in modo da indagare tutte le quattro principali categorie di uso del suolo della tab. 1 e valutare eventuali differenze in ciascuno di questi. L'influenza dell'habitat, o meglio del substrato su cui è effettuata la ricerca, è infatti anch'esso un fattore che influisce sull'efficienza di ricerca e, sebbene sia in generale meno importante rispetto alle dimensioni delle carcasse (Barrientos *et al.* 2018) può avere in determinate condizioni, ed in particolare per quanto riguarda le ricerche inerenti ai pipistrelli, un peso molto rilevante (Arnett *et al.* 2008).

Tabella 6. Distribuzione dei test utilizzate per la stima dell'efficienza del rilevatore. Per il significato dei codici del "tipo di animale" cfr. il testo; per il significato dei codici di "cop. della vegetazione" cfr. tab. 1).

tipo di animale	data								totale 2023-2024				totale
	04 settembre 2023				01 gennaio 2024								
	cop. della vegetazione				cop. della vegetazione				cop. della vegetazione				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
tipo 1	9	14	9	6	9	17	12	10	**18**	**31**	**21**	**16**	***86***
tipo 2	4	5	4	4	4	2	4	4	**8**	**7**	**8**	**8**	***31***
tipo 3	4	6	4	4	5	10	4	3	**9**	**16**	**8**	**7**	***40***
tipo 4	3	4	4	4	4	4	7	4	**7**	**8**	**11**	**8**	***34***
totale	*20*	*29*	*21*	*18*	*22*	*33*	*27*	*21*	***42***	***62***	***48***	***39***	***191***

Stima del tempo di permanenza delle carcasse

Per la stima della rimozione delle carcasse (o meglio del tempo di permanenza delle stesse), stante l'estrema difficoltà di reperire carcasse appartenenti alla fauna selvatica, ed in particolare appartenenti alle specie potenzialmente vittime degli aerogeneratori, abbiamo utilizzato tre tipi di "esche":

- le carcasse rinvenute nel corso delle ricerche, una volta analizzate, fotografate e classificate, sono state lasciate se possibile in loco e la loro presenza è stata verificata poi nei giorni successivi;
- carcasse di specie selvatiche rinvenute occasionalmente in aree esterne all'impianto (purché appartenenti a specie regolarmente presenti anche nell'area dell'impianto stessa);
- pulcini di gallina domestica, provenienti da allevamenti autorizzati, di colorazioni e dimensioni variabili oppure quaglie, sempre provenienti da allevamenti autorizzati.

In tutti i casi la permanenza è stata verificata piazzando una fototrappola che inquadrasse l'esca (fig. 21), limitando la verifica sul campo alla visita successiva (Paula *et al*. 2015). In questa maniera si possono ottenere stime molto precise (in termini di ore o addirittura minuti) e si riduce notevolmente il numero di test da utilizzare che, in caso di tempi di permanenza prevedibilmente brevi, sarebbe molto elevato (Bispo *et al*. 2012). Inoltre utilizzare molte carcasse in un'area ristretta come quella dell'impianto, avrebbe molto probabilmente l'effetto di attrarre molti scavengers, alterando di fatto il parametro che si sta misurando e rendendo le stime ancora meno precise. L'impiego di fototrappole inoltre permette di raccogliere informazioni accessorie, individuando ad esempio la specie animale responsabile della rimozione della carcassa.



Figura 21. Fototrappola piazzata per inquadrare una carcassa di cormorano (anno 2020).

Sempre per limitare la possibilità di attrazione per gli scavengers, le carcasse sono state distribuite in numero sempre ridotto, nel corso del periodo di studio. Dato che anche per la rimozione delle carcasse la dimensione delle stesse è un fattore importante (Barrientos *et al.* 2018) sono state considerate due diverse categorie dimensionale: "S", small (piccola) e "L", large (grande).

Nel 2023-2024 sono state posizionate quattro carcasse reperite all'interno dell'impianto, e altre cinque provenienti da aree esterne; oltre a queste sono stati utilizzati 11 pulcini (tab. 7). I test disponibili in totale sono quindi 21. Nel corso della ricerca si sono evidenziate diverse problematiche di funzionamento delle fototrappole che sono state spesso danneggiate o anche distrutte, probabilmente ad opera dei cinghiali, riducendo così la

possibilità di raccogliere informazioni precise. Per questo motivo nella stima della permanenza sono utilizzati anche i dati raccolti nel 2020 (in totale 28 test disponibili, tab. 7).

Tabella 7. Test per la rimozione delle carcasse. Sono riportate la data (in formato aaaammgg), l'origine della carcassa ("L", proveniente dall'impianto; "I", portata da fuori), la specie e la taglia, suddivisa in due solo categorie: "S", small (piccola); "L", large (grande).

	data	origine	specie	taglia
			2020	
1	20200214	L	*Phasianus colchicus*	L
2	20200221	I	pulcino t. piccola	S
3	20200221	I	pulcino t. piccola	S
4	20200229	I	pulcino t. piccola	S
5	20200229	I	pulcino t. piccola	S
6	20200313	I	pulcino t. grande	L
7	20200313	I	pulcino t. grande	L
8	20200320	L	*Passer italiae*	S
9	20200417	I	pulcino t. grande	L
10	20200417	I	pulcino t. piccola	S
11	20200512	L	*Phasianus colchicus*	L
12	20200519	L	*Merops apiaster*	S
13	20200905	L	*Hypsugo savii*	S
14	20200929	I	*Columba palumbus*	L
15	20201005	I	pulcino t. grande	L
16	20201005	I	pulcino t. grande	L
17	20201106	I	pulcino t. grande	L
18	20201117	I	pulcino t. piccola	S
19	20201117	I	pulcino t. grande	L
20	20201013	L	*Phalacrocorax carbo*	L
21	20201016	I	*Sylvia atricapilla*	S
22	20201016	I	pulcino t. grande	L
23	20201016	I	pulcino t. grande	L
24	20201027	I	pulcino t. grande	L
25	20201027	I	pulcino t. grande	L
26	20201027	I	pulcino t. grande	L
27	20201223	I	pulcino t. grande	L

	data	origine	specie	taglia
28	20201223	I	*Sylvia melanocephala*	S
			2023-2024	
29	20230505	I	*Streptopelia decaoto*	L
30	20230909	I	*Falco tinnunculus*	L
31	20231205	I	*Strunus vulgaris*	S
32	20231219	I	*Larus michaellis*	L
33	20231219	I	*Passer italiae*	S
34	20231219	L	*Pipistrellu khulii*	S
35	20231219	L	*Pica pica*	L
36	20231219	I	*Streptopelia decaoto*	L
37	20231219	L	*Chiroptera* sp.	S
38	20240215	I	*Coturnix coturnix*	S
39	20240215	I	*Coturnix coturnix*	S
40	20240215	I	*Coturnix coturnix*	S
41	20240215	I	*Coturnix coturnix*	S
42	20240220	I	*Coturnix coturnix*	S
43	20240220	L	*Rallus aquaticus*	S
44	20240220	I	*Coturnix coturnix*	S
45	20240404	I	*Coturnix coturnix*	S
46	20240404	I	*Coturnix coturnix*	S
47	20240404	I	*Coturnix coturnix*	S
48	20240404	I	*Coturnix coturnix*	S
49	20240404	I	*Coturnix coturnix*	S



Figura 22. Posizionamento di una fototrappola (anno 2023).

Conclusioni

Rimandando al report relativo alle stime di mortalità per le considerazioni sui possibili impatti, si possono sottolineare alcuni aspetti.

Nel 2023-2024 lo sforzo di ricerca è stato uguale a quello del 2020 e superiore a quello del 2021; i risultati complessivi sono paragonabili a quelli conseguiti nel 2020, con una apparente riduzione dell'efficienza di ricerca dovuta in sostanza alla maggiore copertura della vegetazione.

Si conferma, rispetto al 2020 e al 2021 l'elevato numero di impatti per quanto riguarda il fagiano comune, presente peraltro in elevatissime densità all'interno dell'impianto; sebbene in alcuni casi sia possibile che la morte degli animali sia dovuta a predazione o urti con le recinzioni, in diversi casi è molto probabile che la causa siano gli urti con gli aerogeneratori, in particolare con le torri più che con i rotori, fenomeno peraltro noto anche per altri galliformi (Coppes *et al.* 2020).

Sono state rinvenute due carcasse di gazza (già rinvenute anche negli anni precedenti) e tre di colombaccio, invece non rilevato nel 2020 e 2021. Si tratta di specie molto comuni nell'area dell'impianto presenti con numerosi individui in maniera continua la gazza, in maniera invece meno regolare il colombaccio.

Sono state rinvenute anche le carcasse di alcuni piccoli passeriformi (il luì verde ed altri di cui non si è individuata la specie). Anche negli anni precedenti erano state trovare carcasse di piccoli passeriformi, appartenenti a diverse specie e sempre in numero piuttosto ridotto.

Nel complesso le specie rinvenute erano risultate già vittime in altri impianti o comunque erano stati osservati impatti su specie con morfologia, ecologia, etologia e fenologia simile (Erickson *et al.* 2014; Hötker & Dürr 2017) Molte carcasse di uccelli però, in particolare nel 2023-2024, sono state ritrovate parzialmente consumate o comunque in condizioni che non ne hanno consentito l'identificazione per cui è probabile che lo "spettro" delle specie interessate sia più ampio di quello che emerge dagli animali identificati.

Non sono stati rinvenuti resti di ardeidi identificati con certezza ma è probabile che in almeno un caso i resti rinvenuti appartenessero ad una garzetta, specie che frequenta regolarmente l'area e che era stata rinvenuta tra le vittime anche negli anni precedenti.

Per quanto concerne i chirotteri sono state rinvenute due carcasse, un pipistrello albolimbato e un probabile pipistrello di Savi, specie molto comuni e diffuse. Anche negli anni precedenti erano state rinvenute pochissime carcasse di pipistrelli (una nel 2020 e una nel 2021), appartenenti, quando identificate, alle stesse specie (nel 2019 era stata tuttavia ritrovata, al di fuori dei monitoraggi standard, una nottola di Leisler).

I risultati sottolineano come lo scarso numero di carcasse reperibili (per le difficoltà di ricerca, la presenza di molti scavengers e la dimensione ridotta dell'impianto) renda indispensabili sforzi di rilievo molto consistenti (almeno come quelli del 2020 e 2023-2024) per ottenere risultati.

Tabella 8. Stima della mortalità con le due diverse modalità di calcolo del parametro a utilizzate. Sono riportate anche le stime per il 2020 e il 2021, calcolate tutte con i parametri s ed f derivanti dai tutti i test (considerando cumulativamente i dati del 2020 e 2023-2024).

	2020			2021			2023-2024		
	stima	intervalli di confidenza al 90%		stima	intervalli di confidenza al 90%		stima	intervalli di confidenza al 90%	
		lower	upper		lower	upper		lower	upper
con a calcolato come valore medio									
tutti gli uccelli	***140***	*95*	*207*	***86***	*37*	*153*	***163***	*94*	*273*
fagiani e pernici	**46**	26	73	**35**	7	84	**39**	16	68
aironi e cormorani	**30**	10	56	**17**	2	47	**6**	1	19
altri uccelli	**64**	33	112	**30**	8	71	**113**	54	220
con a calcolato per le singole turbine									
tutti gli uccelli	***139***	*93*	*208*	***81***	*37*	*150*	***155***	*123*	*263*
fagiani e pernici	**44**	26	72	**35**	8	79	**36**	14	66
aironi e cormorani	**29**	11	55	**16**	2	43	**6**	1	19
altri uccelli	**64**	30	112	**28**	6	65	**108**	54	211

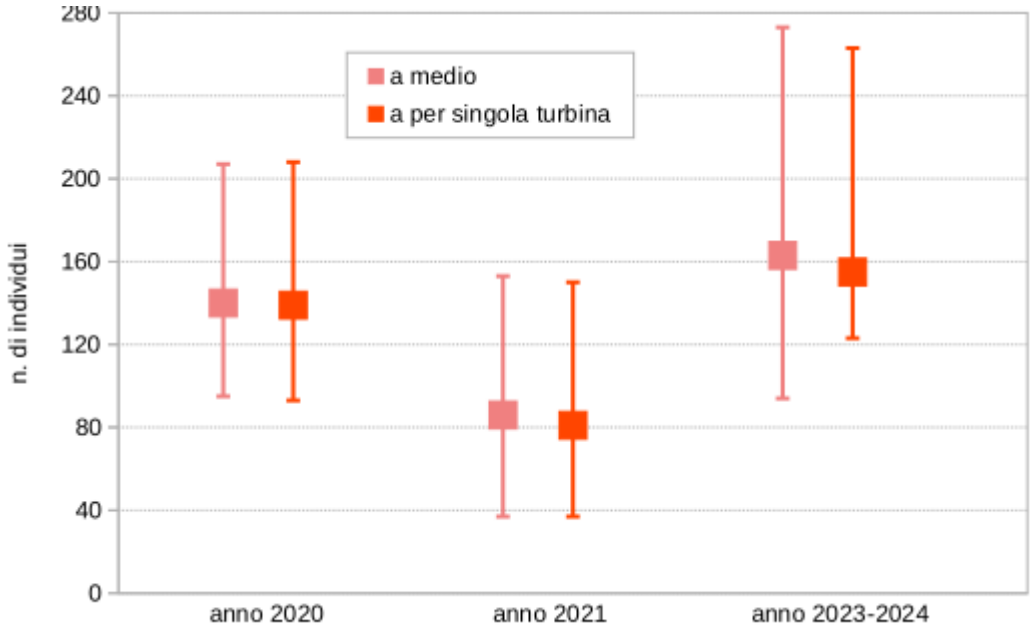

Figura 23. Stima della mortalità complessiva per gli uccelli. Le stime per il 2020 e 2021 sono ricalcolate con i parametri s ed f aggiornati al 2023-2024 (utilizzando cumulativamente tutti i dati dei test).

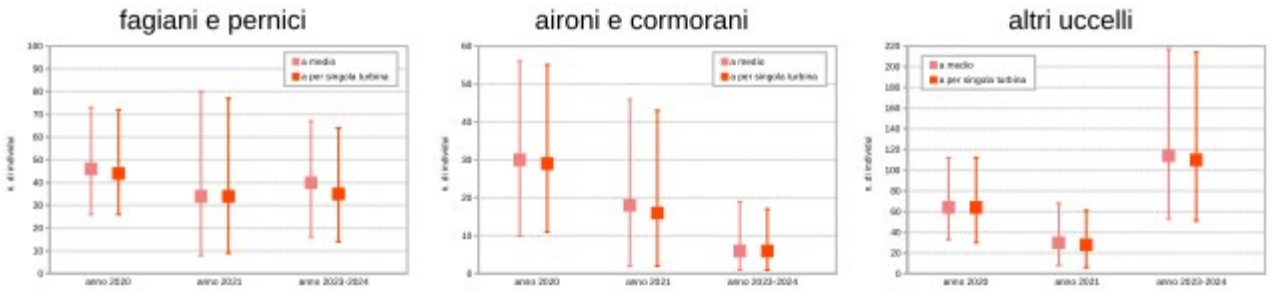

Figura 24. Stima della mortalità per gli uccelli suddivisi nei diversi gruppi. Le stime per il 2020 e 2021 sono ricalcolate con i parametri s ed f aggiornati al 2023-2024 (utilizzando cumulativamente tutti i dati dei test).