LORIS GALLI
Dipartimento di scienze della terra, dell'ambiente e della vita
(DISTAV)
Università di Genova - Corso Europa 26 - 16132 Genova
tel. 010-353/38130 (Uff.) – 8548 (Lab.) - Fax 010.353/8209
E-mail loris.galli@dipteris.unige.it

VALUTAZIONE DEL RISCHIO DI COLLISIONE UCCELLI-AEROGENERATORI PRESSO IL SITO EOLICO DEL MONTE POGGIO

Relazione tecnico-scientifica

A cura di Loris Galli

Luglio 2016

INDICE

INTRODUZIONE 1
Il rischio di collisioni Uccelli-Aerogeneratori 1
Il parco eolico del Monte Poggio 5

MATERIALI E METODI 6

RISULTATI AUTUNNO 2015 8

RISULTATI PRIMAVERA 2016 10

VALUTAZIONE DEL RISCHIO 16

BIBLIOGRAFIA 20

INTRODUZIONE

IL RISCHIO DI COLLISIONI

In virtù di una serie di accordi e disposizioni internazionali volti alla limitazione delle emissioni di anidride carbonica e più in generale di gas derivanti da processi di combustione, nonché nell'ottica di un sempre maggior ricorso a fonti energetiche rinnovabili, in tutto il mondo stanno sorgendo a ritmo incalzante impianti eolici. La produzione di energia elettrica "pulita" per trasformazione ad opera di aerogeneratori di nuova generazione molto efficienti, tuttavia, comporta una serie di problematiche paesaggistico-ambientali, tra le quali quella relativa alle ricadute di dette strutture sulla fauna.

Dall'analisi del materiale bibliografico e "sitografico" scientificamente attendibile e documentato sulla problematica relativa all'impatto degli impianti eolici sull'avifauna, sono scaturite alcune considerazioni di carattere generale sull'argomento in esame che vengono di seguito enucleate in forma sintetica.

Va innanzitutto rimarcato come, per quanto spesso minimizzato, il problema dell'impatto degli impianti eolici sull'avifauna sia reale e meriti di essere affrontato con serietà.

Spesso i documenti di propaganda a favore dell'eolico evidenziano un'incidenza in termini di numero di uccelli morti per impatto nettamente inferiore a quello legato ad altre strutture/attività antropiche quali uso di pesticidi, linee elettriche e edifici/finestre. Tuttavia il fenomeno andrebbe più correttamente analizzato in rapporto alle dimensioni ed abbondanza sul territorio dei diversi tipi di manufatti/attività produttive esaminati. Inoltre va tenuto ben presente come detta forma d'impatto si vada a sommare ad altri fattori di mortalità naturale ed artificiali e spesso, almeno in base a quanto noto in letteratura, intacchi soprattutto le popolazioni di specie di maggior interesse naturalistico e conservazionistico.

La letteratura disponibile al riguardo, benché consistente, appare piuttosto frammentaria, ma consente di delineare un quadro sufficientemente chiaro del fenomeno, almeno per quel che riguarda le implicazioni dello stesso sulla fase di pianificazione dei nuovi impianti e di valutazione della relativa compatibilità ambientale.

Vengono pertanto di seguito sintetizzate per punti alcune considerazioni di carattere generale che emergono dalla consultazione del materiale bibliografico citato a fine elaborato. Per approfondimenti, si suggerisce la lettura dei seguenti lavori di sintesi: CAMPEDELLI & TELLINI-FLORENZANO (2002), LANGSTON & PULLAN (2004), REGIONE TOSCANA (2004), KINGSLEY & WHITTAM (2005), DE LUCAS *et al*. (2007), KUNZ *et al*. (2007) e WWF ITALIA (2007).

Una prima forma d'impatto degli impianti eolici sull'avifauna è quella indiretta dovuta:

- al disturbo arrecato dagli operatori presenti sul sito in fase di costruzione, controllo e manutenzione
- al disturbo acustico prodotto dalla rotazione delle pale (importante soprattutto per gli uccelli canori)
- alla frammentazione e/o sottrazione di habitat idonei alla nidificazione e/o alimentazione.

Vi è quindi un impatto diretto rappresentato dal rischio di collisione contro le torri e le strutture antropiche ad esse correlate (anemometri, tralicci, pali e linee elettriche aeree). In proposito sono auspicabili impianti che prevedano l'interramento e/o l'isolamento di cavi e linee elettriche di collegamento alla rete.

La valutazione dell'impatto indiretto è spesso difficile (anche perché raramente sono stati effettuati studi di tipo *before-after* sia nel sito eolico che in un analogo sito di controllo).

In certi casi gli impianti eolici hanno fatto registrare ricadute negative in termini di ricchezza di specie e densità di popolazione anche ad alcune centinaia di metri di distanza.

In particolare, sono considerati di maggior rilievo, per il disturbo arrecato a specie nidificanti sensibili e di pregio, gli impianti costruiti in zone aperte naturali e seminaturali (praterie) frequentate sia come siti riproduttivi, sia come siti trofici.

Il rischio di collisione riguarda tutti gli uccelli, anche se incide maggiormente sui migratori che non hanno adeguata conoscenza del territorio e degli ostacoli in esso

presenti (specie se di recente costruzione), sugli individui più giovani meno padroni delle tecniche di volo e meno esperti nella fruizione del proprio *home range*. Nelle aquile reali ad Altamont Pass (California), ad esempio, si è riscontrata una maggior mortalità "da eolico" tra gli individui non territoriali e tra quelli appena involati. D'altro canto è stato messo in evidenza come in certi casi gli uccelli stanziali tendano ad assuefarsi alle torri, avvicinandosi ad esse e, conseguentemente, risultando più soggetti al pericolo di incidenti contro tali strutture.

In generale si è riscontrato come le specie a maggior rischio varino in funzione del sito in esame. In alcuni casi le specie a più elevato tasso di mortalità sono risultate i rapaci e gli uccelli veleggiatori in generale (es. cicogne) – in proposito va rimarcato come detti uccelli siano di solito quelli di maggior importanza naturalistica e conservazionistica. In altri siti, invece, si sono registrate maggiori frequenze d'impatto tra i passeriformi (es. zone di prateria nordamericane) o tra uccelli acquatici (zone umide s.l.).

Ovviamente il numero di individui potenzialmente a rischio di collisione di ciascuna specie (con particolare attenzione a quelle dell'Allegato I della Direttiva "Uccelli") va valutato in termini di "accettabilità" non in quanto tale, ma in relazione alle caratteristiche delle relative popolazioni locali (densità, tasso riproduttivo, tasso di mortalità naturale, possibilità di reclutamento di nuovi individui da popolazioni limitrofe).

Il rischio d'impatto è legato a diversi fattori:

- geomorfologia del sito
- tipologia dell'impianto (numero, disposizione relativa nello spazio[1], struttura e dimensioni delle torri)
- ubicazione dell'impianto rispetto agli spazi aerei maggiormente frequentati dagli uccelli (vie migratorie, direttrici preferenziali di transito giornaliero tra i siti di sosta/riposo e quelli di foraggiamento, aree di particolare abbondanza di Uccelli)

[1] Si ricordano in proposito i cosiddetti "effetto selva" ed "effetto barriera" considerati particolarmente deleteri per l'avifauna.

- condizioni meteorologiche (la presenza di nebbia e di foschia riduce la visibilità delle torri)
- illuminazione delle torri (i migratori notturni, specialmente in condizioni climatiche avverse, tendono ad essere attratti da strutture elevate ed illuminate e, conseguentemente, a collidere con esse)
- capacità differenziale delle diverse specie ornitiche di individuare ed evitare eventuali ostacoli.

Pertanto – vista la necessità di prendere in esame le diverse variabili di cui sopra - una quantificazione del rischio d'impatto risulta estremamente complessa.

La stima del tasso di collisione negli impianti in funzione attraverso la ricerca/raccolta carcasse si è rivelata spesso poco realistica. Una serie di fattori, infatti, condizionano la probabilità di rinvenire i cadaveri degli uccelli morti a seguito di collisioni con le strutture eoliche:

- l'abilità/esperienza dei rilevatori (in tal senso si possono sopperire le carenze umane con l'ausilio di cani da caccia opportunamente addestrati)
- le dimensioni corporee delle specie ornitiche
- il tipo di habitat sottostante e circostante le torri (con vegetazione più o meno alta e fitta)
- la stagione e le condizioni climatiche (che influenzano la velocità di decomposizione e l'abbondanza di animali spazzini)
- l'abbondanza locale di divoratori di carogne
- a ciò si aggiunge il fatto che alcuni uccelli dopo la collisione si allontanano anche di chilometri prima di morire.

Per quanto riguarda, invece, la capacità degli uccelli di evitare le torri nelle situazioni a rischio, in generale, essa è stata stimata essere superiore al 95 %: ad es., nel caso oggetto di studi specifici particolarmente approfonditi sull'Albanella reale *Circus cyaneus*, tale capacità sembra essere prossima, se non superiore al 99 %.

I sistemi di mitigazione proposti nella maggior parte dei casi non sono stati sottoposti ad adeguati test sperimentali ed analisi di efficacia.

I saggi condotti su alcuni possibili metodi di mitigazione (l'adozione di torri tubolari che minimizzano la disponibilità di posatoi e la proposta di modelli di coloritura della pale[2] atti a renderle più evidenti[3]) hanno dato risultati poco convincenti o in alcuni casi contraddittori. Sembrerebbe piuttosto promettente, anche se non ancora adeguatamente verificata in termini di efficacia, la possibilità di aumentare la percezione acustica delle pale attraverso il ricorso a dispositivi che alzino la frequenza del rumore da esse prodotto (in genere al di sotto di 1-2 kHz) nel *range* di maggior udibilità da parte degli uccelli (2-4 kHz).

Interventi sull'ambiente circostante le torri atti a minimizzarne l'attrattività per gli uccelli (riduzione della disponibilità di prede, di posatoi e di siti di nidificazione) possono contribuire ad una diminuzione del rischio di collisione.

IL PARCO EOLICO DEL MONTE POGGIO

Il presente elaborato ha la finalità di integrare tre documenti prodotti su incarico della Ditta S.E.V.A. Srl da parte dello studio di consulenze ambientali Fauna Viva di seguito elencati:

- PARCO EOLICO MONTE POGGIO IN COMUNE DI FRACONALTO (AL) STUDIO DI INCIDENZA sul sito Natura 2000 SIC/ZPS IT1180026 "Capanne di Marcarolo"
- RILIEVI SU AVIFAUNA E CHIROTTEROFAUNA PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO IN LOCALITÀ MONTE POGGIO (FRACONALTO, AL) *Relazione finale*
- RILIEVI SU AVIFAUNA E CHIROTTEROFAUNA PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO EOLICO IN LOCALITÀ MONTE POGGIO (FRACONALTO, AL) *Integrazioni del monitoraggio – primavera 2014*.

In particolare, al DISTAV, congiuntamente allo Spin-Off CESBIN, è stato affidato l'incarico di provvedere ad un supplemento di monitoraggio finalizzato a valutare l'entità del rischio di collisioni dell'avifauna con gli aerogeneratori ivi previsti.

[2] Anche con vernici riflettenti i raggi ultravioletti percepibili dagli uccelli.
[3] Sembra che a livello di recettori retinici le pale in rotazione visualizzate dall'animale in avvicinamento tendano a risultare praticamente invisibili ("*motion smear*").

MATERIALI E METODI

Per una quantificazione oggettiva dell'effettivo rischio di collisione di uccelli con le torri dell'impianto di Monte Poggio in base ai dati acquisiti nel corso del monitoraggio, sono stati utilizzati appositi fogli di calcolo di Microsoft Excel, secondo la procedura di seguito riportata.

Individuazione dei sorvoli a rischio di collisione

Sono identificati come a rischio i sorvoli avvenuti in un raggio di 50 m dal punto torre, ad altezza da terra compresa tra 40 e 130 m: ovvero entro lo spazio spazzato dalle pale, dal momento che il rotore ha diametro 92 m ed essendo l'altezza al mozzo pari a 85 m. Va specificato che, a titolo di massima prudenza, in un'ottica il più possibile conservazionistica, sorvoli multipli di uno o più punti torre da parte del medesimo individuo sono stati elaborati come se fossero relativi a diversi individui.

Frequenza media annua di utilizzo dello spazio aereo "a rischio"

Sulla base delle informazioni ottenute nel corso del monitoraggio ornitologico, viene definita la frequenza media giornaliera di utilizzo da parte di diverse specie ornitiche dello spazio aereo spazzato dalle pale delle torri previste. Da questa, per estrapolazione, sulla base della fenologia delle specie e quindi sul relativo periodo di presenza nel sito, viene calcolata la probabile frequenza media annua di sorvolo di ciascun punto torre da parte di ogni specie rilevata.

Stima del numero annuo di collisioni

I dati così ottenuti in termini di numero di "voli a rischio" sono quindi tradotti in numero di collisioni attese per anno nell'impianto, applicando agli uccelli una capacità di evitare le torri stimata in letteratura nell'ordine del 99% e comunque superiore al 95% (cfr. PERCIVAL, 2007), nonché la percentuale di rischio di collisione calcolabile in base al modello predittivo di W. Band descritto in BAND *et al*. (2007).

In particolare, per l'implementazione del foglio di calcolo "W. Band - Calculation of Collision Risk for Bird Passing through Rotor Area" i parametri utilizzati per le torri (Enercon E92) sono:

- numero pale 3
- diametro rotore m 92
- periodo rotazione medio 5,7 sec
- larghezza massima della pala pari a 4.2 m
- angolo di pitch pari a 60°

Per le specie ornitiche, invece, si sono utilizzati i valori di lunghezza del corpo, apertura alare e velocità di volo reperibili nella letteratura specialistica del settore.

Per quel che concerne il calendario e le metodologie adottate nel predisporre il monitoraggio, si rimanda alla relazione tecnica del CESBIN.

RISULTATI AUTUNNO 2015

In Figura 1 sono riportati gli avvistamenti, suddivisi per punto torre e per specie, di sorvoli avvenuti in corrispondenza dei punti torre e nella fascia spazzata dalle pale dei previsti aerogeneratori.

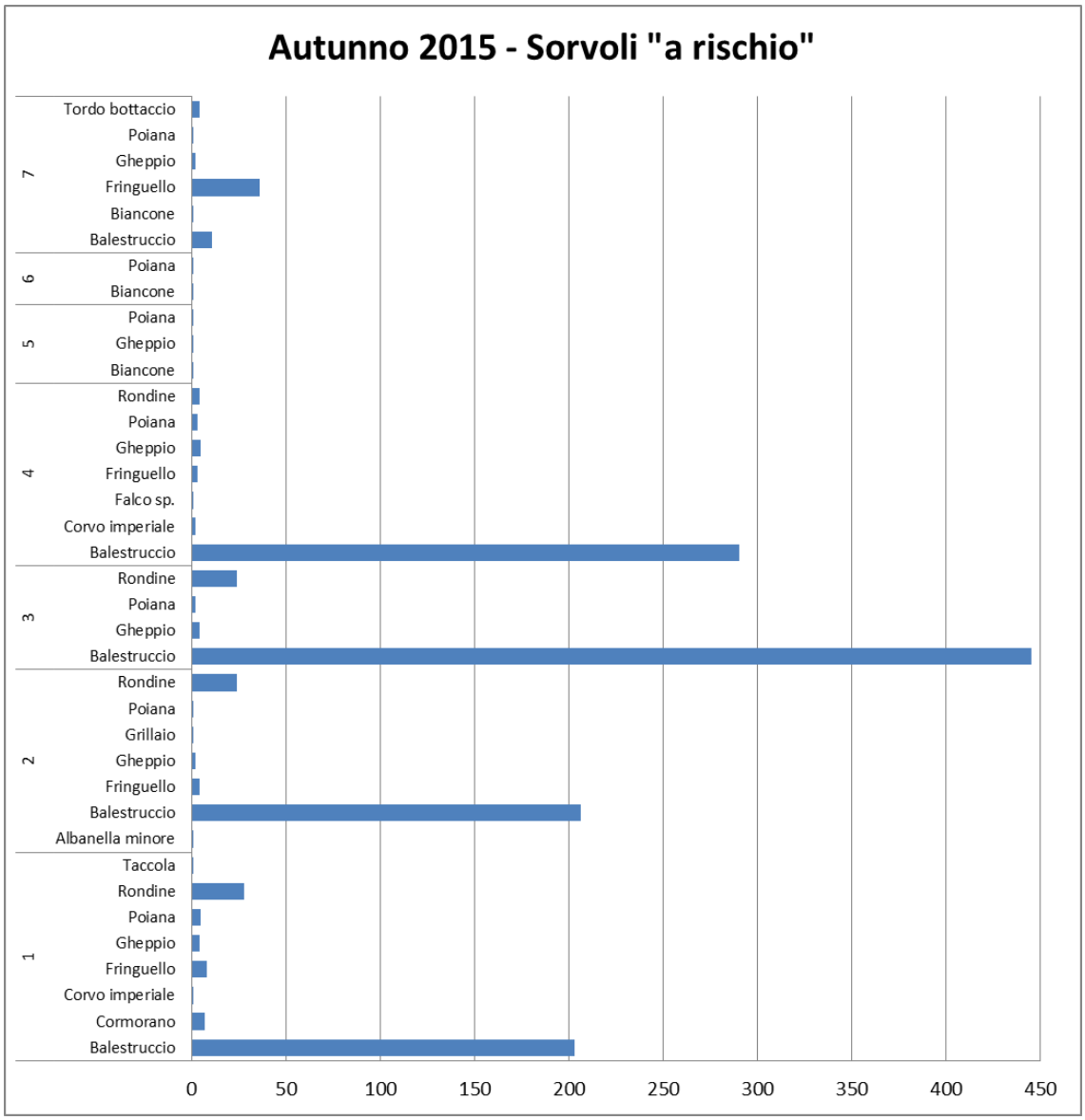


Figura 1 – Avvistamenti di uccelli in volo in corrispondenza dei punti torre, ad altezza a rischio di collisione con le pale.

I dati bruti, per una più precisa quantificazione dei sorvoli "a rischio" sono riportati in Tabella I.

PUNTO SORVOLO	SPECIE	NR IND.
1	Balestruccio	203
	Cormorano	7
	Corvo imperiale	1
	Fringuello	8
	Gheppio	4
	Poiana	5
	Rondine	28
	Taccola	1
2	Albanella minore	1
	Balestruccio	206
	Fringuello	4
	Gheppio	2
	Grillaio	1
	Poiana	1
	Rondine	24
3	Balestruccio	445
	Gheppio	4
	Poiana	2
	Rondine	24
4	Balestruccio	290
	Corvo imperiale	2
	Falco sp.	1
	Fringuello	3
	Gheppio	5
	Poiana	3
	Rondine	4
5	Biancone	1
	Gheppio	1
	Poiana	1
6	Biancone	1
	Poiana	1
7	Balestruccio	11
	Biancone	1
	Fringuello	36
	Gheppio	2
	Poiana	1
	Tordo bottaccio	4

Tabella I – Sorvoli a rischio (autunno 2015).

RISULTATI PRIMAVERA 2016

Anche in questo caso, in Tabella II sono riportati i dati bruti e in Figura 2 sono rappresentati graficamente gli avvistamenti, suddivisi per punto torre e per specie, di sorvoli avvenuti in corrispondenza dei punti torre e nella fascia spazzata dalle pale dei previsti aerogeneratori.

PUNTO SORVOLO	SPECIE	NR IND
1	Balestruccio	14
	Biancone	4
	Falco di palude	2
	Falco pecchiaiolo	4
	Falco pellegrino	1
	Gheppio	1
	Poiana	1
	Rondine	5
	Rondine montana	3
	Rondone	66
2	Balestruccio	7
	Cornacchia grigia	9
	Falco di palude	1
	Poiana	4
	Rondine montana	3
	Rondone	1
3	Balestruccio	91
	Colombaccio	2
	Cornacchia grigia	4
	Corvo imperiale	1
	Gheppio	1
	Rondine	2
	Rondone	8
4	Albanella reale	1
	Allodola	6
	Balestruccio	31
	Biancone	2
	Cornacchia grigia	4
	Corvo imperiale	1
	Falco pecchiaiolo	4
	Rondine	8
	Rondone	21

PUNTO SORVOLO	SPECIE	NR IND
5	Airone cenerino	12
	Allodola	3
	Balestruccio	61
	Cornacchia grigia	4
	Falco pecchiaiolo	7
	Gheppio	1
	Poiana	2
	Rondine	5
	Rondine montana	1
	Rondone	88
	Sparviere	1
6	Airone cenerino	12
	Albanella minore	1
	Balestruccio	96
	Biancone	4
	Cornacchia grigia	4
	Corvo imperiale	1
	Falco cuculo	1
	Falco di palude	1
	Falco pecchiaiolo	3
	Gheppio	1
	Colombo	1
	Poiana	4
	Rondine	2
	Rondone	94
7	Balestruccio	89
	Biancone	5
	Colombaccio	11
	Cornacchia grigia	4
	Falco di palude	2
	Falco pecchiaiolo	2
	Fringuello	1
	Nibbio bruno	1
	Colombo	1
	Poiana	3
	Rondine	13
	Rondone	82

Tabella II – Sorvoli a rischio (primavera 2016).

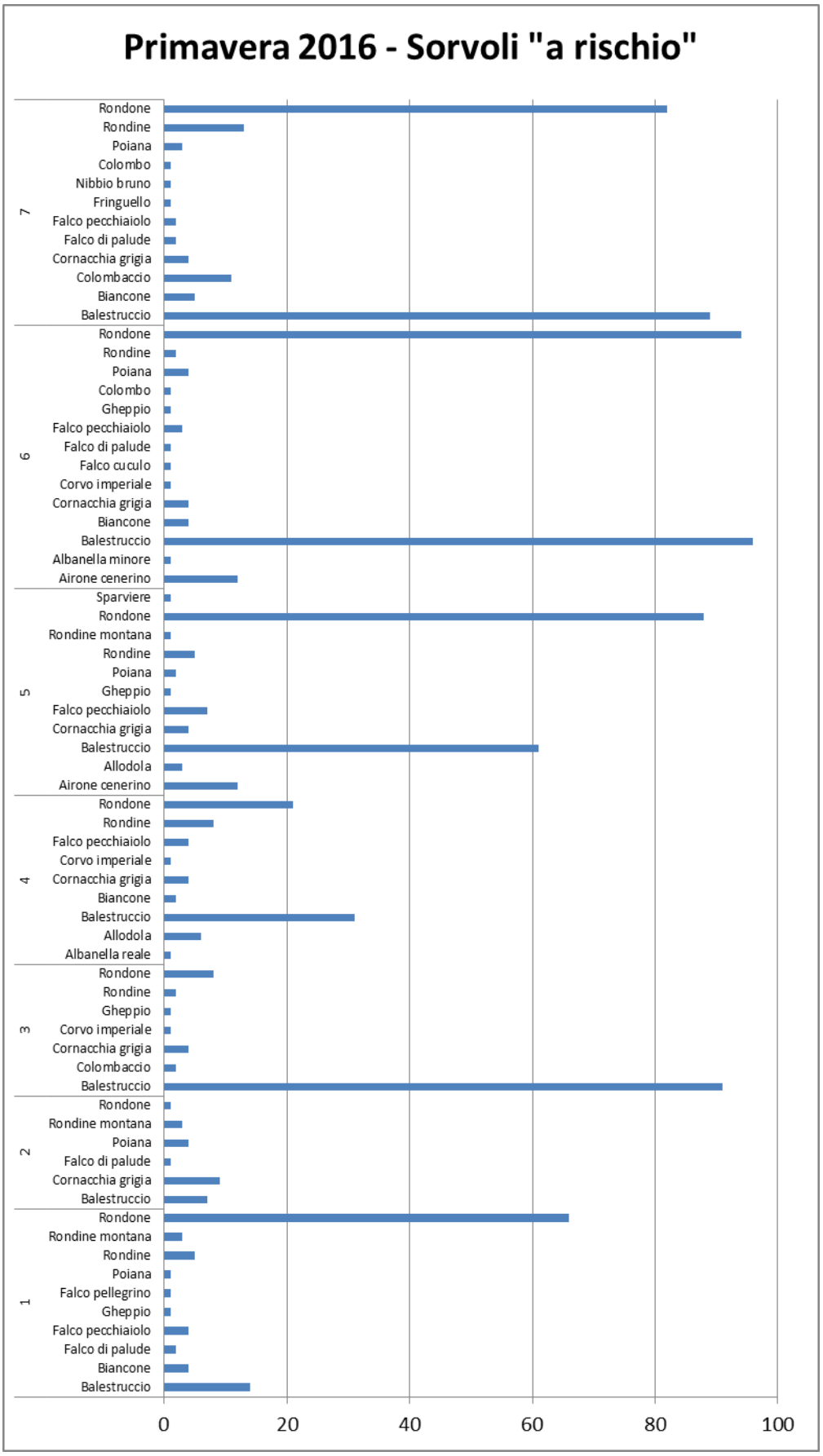


Figura 2 – Avvistamenti di uccelli in volo “a rischio di collisione con le pale”.

In particolare, in riferimento alle specie di maggior pregio naturalistico, sono due quelle la cui fenologia prevede sia la presenza di individui nidificanti, sia quella di contingenti in transito migratorio: Biancone *Circaetus gallicus* e Falco pecchiaiolo *Pernis apivorus*.

Su 15 sorvoli a rischio di Biancone, sei sono relativi ad individui in migrazione, mentre relativamente al Falco pecchiaiolo i transiti a rischio di collisione degli individui migratori sono risultati 14 su un totale di 20. Ciò fa sì che il numero effettivo di individui a rischio di collisione sia inferiore al numero di sorvoli critici: i nove avvistamenti di Biancone ed i sei di Falco pecchiaiolo ascrivibili a soggetti nidificanti sono da considerarsi osservazioni multiple degli individui di una sola coppia.

Lo stesso dicasi per le specie nidificanti e stanziali quali Poiana *Buteo buteo* e Gheppio *Falco tinnunculus*.

VALUTAZIONE DEL RISCHIO

I valori calcolati sulla base del modello predittivo di Band (v. Materiali e metodi) relativi al rischio di collisione degli uccelli contro gli aerogeneratori previsti nel Parco eolico di Monte Poggio sono riportati in Tabella III, limitatamente alle specie per le quali sono stati individuati sorvoli a rischio nel corso del monitoraggio (v. Tabelle I e II).

SPECIE	% RISCHIO BAND
Airone cenerino	15
Cormorano	11,2
Falco pecchiaiolo	10,5
Biancone	11,3
Sparviere	10,7
Falco di palude	13,7
Albanella reale	16,6
Albanella minore	16,4
Nibbio bruno	17,4
Poiana	14,7
Colombaccio	8,9
Colombo	9,1
Rondone	8,2
Grillaio	14,1
Gheppio	14,1
Falco cuculo	13,6
Falco pellegrino	8,8
Falco sp.	14,1
Taccola	9,7
Cornacchia grigia	10,1
Corvo imperiale	13,4
Allodola	10,7
Rondine	11
Rondine montana	10,9
Balestruccio	11,1
Tordo bottaccio	9,1
Fringuello	10,5

Tabella III – Rischio % di collisione con gli aerogeneratori (BAND *et al*., 2007).

Il modello valuta il rischio sulla base delle dimensioni, della velocità e del tipo di volo (battuto, planato) degli animali, considerandoli, però, oggetti inanimati. Motivo per il quale, nel calcolo del rischio reale, si adotta un fattore correttivo che tiene conto delle capacità degli animali di evitare gli ostacoli, in misura compresa tra il 95 ed il 99% (v. Materiali e metodi).

In Tabella IV viene riportato, per ciascun punto torre, il numero minimo (capacità di evitare gli ostacoli con probabilità del 99%) e massimo (95%) di collisioni annue prevedibili sulla base dei sorvoli "a rischio" individuati nel corso del presente studio (Tabelle I e II).

	1		**2**		**3**		**4**		**5**		**6**		**7**		**TOT**	
Specie	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**	**Min**	**Max**
Airone cenerino	0	0	0	0	0	0	0	0	0,03	0,17	0,03	0,17	0	0	**0,06**	**0,34**
Cormorano	0,02	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,02**	**0,08**
Falco pecchiaiolo	0,02	0,1	0	0	0	0	0,02	0,1	0,04	0,18	0,02	0,08	0,01	0,05	**0,11**	**0,51**
Biancone	0,03	0,13	0	0	0	0	0,01	0,07	0,01	0,03	0,03	0,16	0,04	0,2	**0,12**	**0,59**
Sparviere	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,06	0	0	0	0	**0,01**	**0,06**
Falco di palude	0,01	0,03	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	0,03	**0,02**	**0,08**
Albanella reale	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	**0**	**0,02**
Albanella minore	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0	0	0,02	0	0	**0**	**0,04**
Nibbio bruno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,02	**0**	**0,02**
Poiana	0,1	0,52	0,09	0,43	0,03	0,17	0,05	0,26	0,05	0,26	0.09	0,44	0,07	0,35	**0,39**	**2,43**
Colombaccio	0	0	0	0	0,02	0,1	0	0	0	0	0	0	0,12	0,58	**0,14**	**0,68**
Colombo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,05	0,01	0,05	**0,02**	**0,1**
Rondone	0,26	1,31	0	0,02	0,03	0,16	0,08	0,42	0,35	1,75	0,37	1,86	0,33	1,63	**1,42**	**7,15**
Grillaio	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**	**0,01**
Gheppio	0,08	0,42	0,03	0,17	0,08	0,42	0,08	0,42	0,03	0,17	0,02	0,08	0,03	0,17	**0,35**	**1,85**
Falco cuculo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0	0	**0**	**0,01**
Falco pellegrino	0,01	0,05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,01**	**0,05**
Falco sp.	0	0	0	0	0	0	0,02	0,08	0	0	0	0	0	0	**0,02**	**0,08**
Taccola	0,01	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0,01**	**0,06**
Cornacchia grigia	0	0	0,11	0,54	0,05	0,24	0,05	0,24	0,05	0,24	0,05	0,24	0,05	0,24	**0,36**	**1,74**
Corvo imperiale	0,02	0,08	0	0	0,02	0,08	0,05	0,24	0	0	0,02	0.08	0	0	**0,11**	**0,4**
Allodola	0	0	0	0	0	0	0,08	0,38	0,04	0,19	0	0	0	0	**0,12**	**0,57**
Rondine	0,21	1,05	0,15	0,77	0,17	0,83	0,08	0,38	0,03	0,16	0,01	0,06	0,08	0,42	**0,73**	**3,67**
Rondine montana	0,04	0,19	0,04	0,19	0	0	0	0	0,01	0,06	0	0	0	0	**0,09**	**0,44**
Balestruccio	1,4	6,99	1,37	6,86	3,45	17,27	2,07	10,34	0,39	1,97	0,62	3,09	0,64	3,22	**9,94**	**49,74**
Tordo bottaccio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	0,21	**0,04**	**0,21**
Fringuello	0,1	0,5	0,05	0,25	0	0	0,04	0,19	0	0	0	0	0,46	2,29	**0,65**	**3,23**
Totale sp. All. I	**0,07**	**0,31**	**0**	**0,04**	**0**	**0**	**0,05**	**0,27**	**0,05**	**0,21**	**0,05**	**0,28**	**0,06**	**0,3**	**0,28**	**1,41**
Totale	**2,31**	**11,51**	**1,84**	**9,27**	**3,85**	**19,27**	**2,63**	**13,14**	**1,04**	**5,24**	**1,18**	**6,27**	**1,89**	**9,46**	**14,74**	**74,16**

Tabella IV – Numero minimo e massimo di collisioni annue ipotizzabili per ciascuna specie. Sono evidenziate le specie dell'Allegato I della Direttiva "Uccelli (tra queste è stato prudenzialmente inserito anche *Falco* sp.).

Prima di procedere all'analisi dei risultati illustrati in tabella IV, si ribadisce che i valori relativi alla frequenza annua di collisioni ivi riportati sono da ritenersi sovrastimati dal momento che, a titolo di massima prudenza, sorvoli multipli di uno o più punti torre da parte del medesimo individuo sono stati elaborati come se fossero relativi a diversi individui. Allo stesso modo, per specie stanziali come Gheppio e Poiana è estremamente probabile che gli individui osservati in giorni differenti, fossero comunque sempre gli stessi (v. anche pg. 15 per quel che concerne Biancone e Falco pecchiaiolo).

I valori calcolati sono in generale bassi, al di sotto dell'unità, soprattutto per quel che concerne le specie di maggior interesse conservazionistico, cioè quelle elencate nell'Allegato I della Direttiva "Uccelli" (2009/147/CE).

Per una più immediata visualizzazione del rischio di collisione calcolato per gli uccelli con gli aerogeneratori previsti nel parco eolico, i dati complessivi e quelli per i soli rapaci sono rappresentati torre per torre in Figura 3.

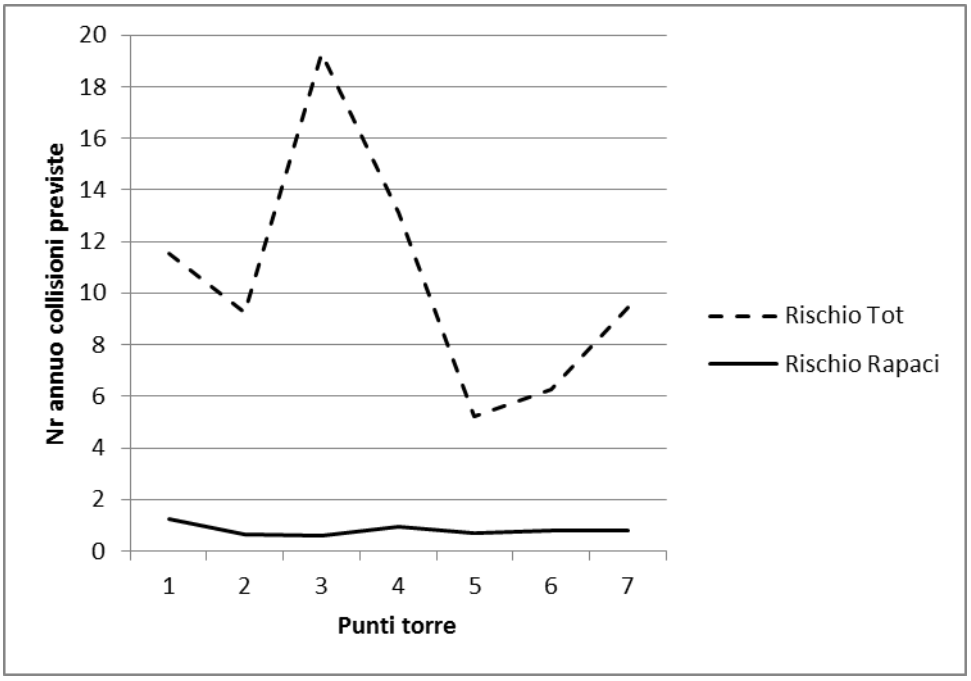


Figura 3 – Rischio di collisione calcolato per i singoli aerogeneratori.

Si può notare come il rischio di collisione risulti distribuito in modo sostanzialmente omogeneo tra le torri per quel che riguarda i rapaci, mentre in generale l'aerogeneratore numero 3 presenta un valore di rischio significativamente (χ^2=329.6, 7 g.l., $p < 0,01$) più elevato rispetto alla media.

L'eliminazione dal layout di detto aerogeneratore contribuirebbe, pertanto, a ridurre in modo sostanziale l'impatto complessivo sull'avifauna del parco eolico

(soprattutto su Rondine *Hirundo rustica* e Balestruccio *Delichon urbicum*, specie comunque non inserite in All. I della Direttiva "Uccelli").

In alternativa a detta misura, si propone un intervento che va ad interessare gli estremi del parco eolico. In figura 4 sono illustrati i sorvoli "a rischio" registrati per i rapaci in transito migratorio.

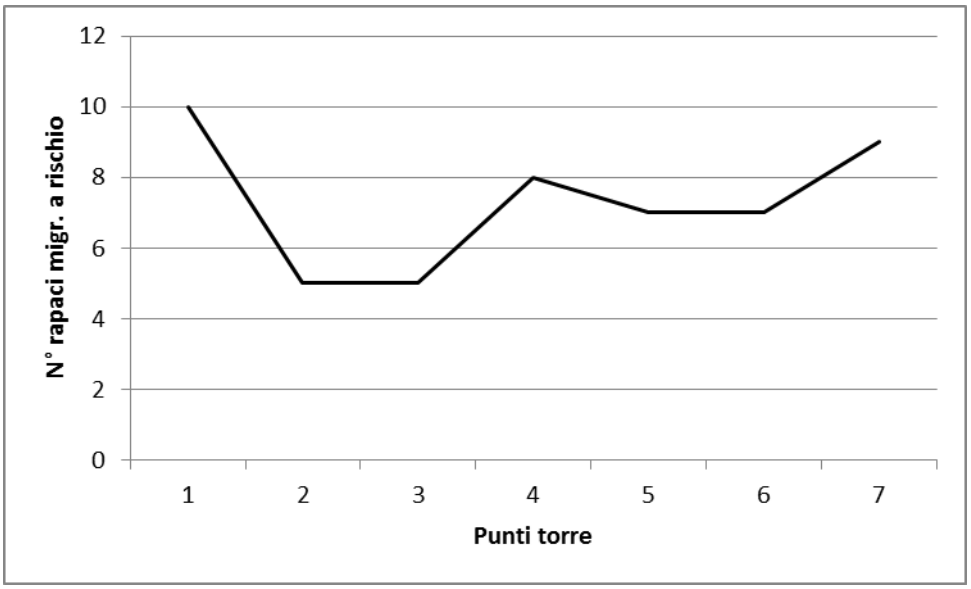


Figura 4 – Sorvoli a rischio di rapaci in migrazione.

Il dato in sé non ha valenza statistica, unitamente però alle considerazioni dei rilevatori sul campo, basate sulle caratteristiche orografiche del sito e su quanto osservato in termini di direttrici migratorie, farebbe propendere, nell'ottica della conservazione dei rapaci migratori, per una soppressione delle torri 1 e 7 o, almeno, per una sospensione della relativa attività nei periodi di maggior flusso (marzo-maggio e settembre).

Ciò, tra l'altro ridurrebbe il fronte complessivo dell'impianto, con permanenza dei soli aerogeneratori 2-6, tutte all'incirca alla stessa quota.

BIBLIOGRAFIA

BAND W., MADDERS M. & WHITFIELD D.P., 2007 – Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. Chap.15. In: De Lucas M., Janss G.F.E. & Ferrer M. Birds and Wind Farms. *Quercus/Libreria Linneo*, Spagna: 259-275.

CAMPEDELLI T. & TELLINI FLORENZANO G., 2002 - Indagine bibliografica sull'impatto dei parchi eolici sull'avifauna. *Centro Ornitologico Toscano*. 36 pp.

DE LUCAS M., JANSS G.F.E. & FERRER M., 2007 – Birds and Wind Farms. *Quercus/Libreria Linneo*, Spagna. 275 pp.

KINGSLEY A. & WHITTAM B., 2005 – Wind Turbines and Birds a Background Review for Environmental Assessment. *Environment Canada/Canada Wildlife Service*. 81 pp.

KUNZ T.H., ARNETT E.B., COOPER B.M., ERICKSON W.P., LARKIN R.P., MABEE T., MORRISON M.L., STRICKLAND M.B. & SZEWCZAK J.M., 2007 – Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: a Guidance Document. *Journal of Wildlife Management*, 71 (8): 2449-2486.

LANGSTON R.H.W. & PULLAN J.D., 2004 – Effects of Wind Farms in Birds. Nature and Environment Series N° 139. *Council of Europe*. 89 pp.

PERCIVAL S.M., 2007 – Predicting the effects of wind farms on birds in the UK: the development of an objective assessment method. Chap. 7. In: De Lucas M., Janss G.F.E. & Ferrer M. Birds and Wind Farms. *Quercus/Libreria Linneo*, Spagna: 137-152.

REGIONE TOSCANA, 2004 – Linee guida per la valutazione dell'impatto degli impianti eolici. Regione Toscana. 127 pp.

WWF ITALIA, 2007 – Eolico & Biodiversità. Linee guida per la realizzazione di impianti eolici industriali in Italia. *WWF*. 95 pp.