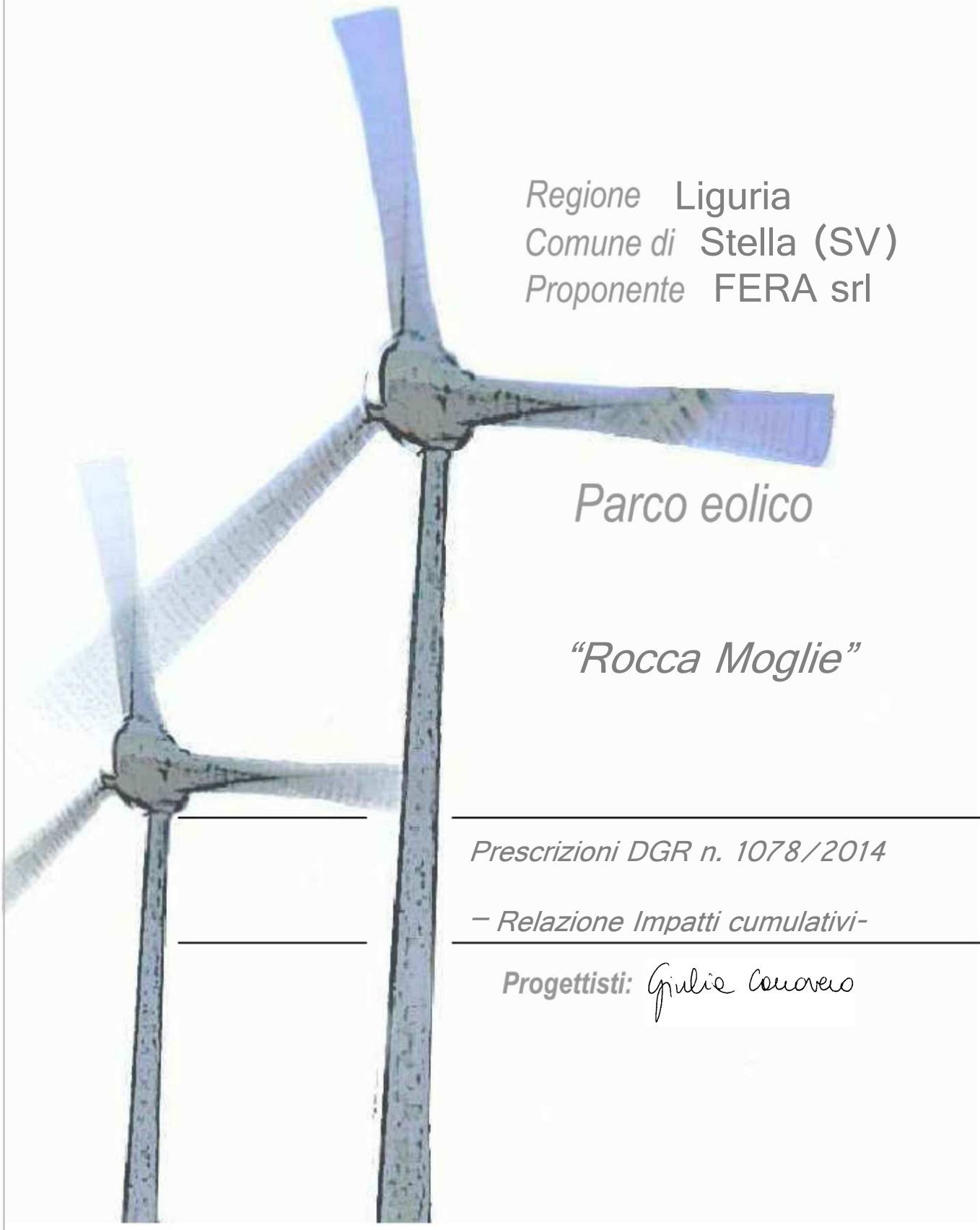
Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative
GENERAZIONE POSSIBILE

Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative S.r.l.
Piazza Cavour, 7 - 20121 Milano
T: +39 02 62690471 F: +39 02 32066804
info@ferasrl.it; www.ferasrl.it
P.IVA 13393960151

Azienda con sistema di gestione qualità
certificato UNI EN ISO 9001:2008
certificatI n. 501008849 e 501008850



Regione Liguria
Comune di Stella (SV)
Proponente FERA srl

Parco eolico

"Rocca Moglie"

Prescrizioni DGR n. 1078/2014

– Relazione Impatti cumulativi-

Progettisti: Giulia Canavero

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
16/12/15	A		Canavero	Canavero	Bertuccio

Comm. **Elaborato:**

E' vietata la riproduzione del presente documento, anche parziale, con qualsiasi mezzo, senza l'autorizzazione di F.E.R.A. S.r.l.

Indice

1. INTRODUZIONE 3

2. ANALISI DEI TREND RAPACI NIDIFICANTI 5

3. ANALISI DEI TREND RAPACI MIGRANTI 6

4. STUDIO SUI PASSERIFORMI NIDIFICANTI NELL'AREA "VALBORMIDA-NASO DI GATTO" 10

4.1) ANALISI DEI TREND DI POPOLAZIONE CON TRIM (PARCO EOLICO "VALBORMIDA") 13

4.2) CONFRONTO TRA LE COMUNITÀ DI PASSERIFORMI PRE E POST IMPIANTO UTILIZZANDO INDICI DI DIVERSITÀ (SHANNON) 26

4.3) IMPATTO CUMULATIVO NEL PARCO EOLICO CAIRO VALBORMIDA 33

4.4) CONFRONTO TRA LE COMUNITÀ DI PASSERIFORMI PRESENTI NEI PRESSI DEI SITI EOLICI ED IN AREA VASTA 37

4.5) B- DIVERSITÀ: INDICE DI SØRENSEN 40

4.7) CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 43

5. PIANO DI RICERCA CARCASSE 44

6. CONCLUSIONI 45

1. INTRODUZIONE

Il presente documento adempie a quanto prescritto nella DGR n. 1078/2014 della Regione Liguria in merito al progetto del parco eolico denominato "Rocca Moglie" costituito da un singolo aerogeneratore della potenza di 800 Kw/h, in cui veniva espressa pronuncia positiva di compatibilità ambientale per la realizzazione del progetto a condizione della presentazione della documentazione di seguito esposta.

Bisogna ricordare che a seguito della concertazione con gli Uffici Regionali per la tutela del paesaggio, viste le criticità emerse durante l'istruttoria in merito all'ubicazione dell'aerogeneratore, al fine di limitare il più possibile l'impatto sulla componente vegetazionale e su un tratto di AV, si è spostato il punto torre a bordo della strada Comunale Ghingherina; pertanto l'area in cui verrà installato l'aerogeneratore subisce già un notevole disturbo antropico legato al frequente passaggio di veicoli (automobili, ma soprattutto motocicli). Si rimarca infine che ad oggi non esiste una metodologia scientificamente riconosciuta ed approvata che consenta la quantificazione e la valutazione dell'impatto cumulativo di turbine eoliche.

Al fine di poter valutare eventuali impatti cumulativi sulle comunità di uccelli nidificanti e migranti nell'area del parco eolico "Rocca Moglie" si è compiuta un'analisi sui dati di medio/lungo periodo raccolti sia sull'area di impianto sia sul crinale in cui è stato realizzato il parco "Valbormida" nel 2009 e successivamente il parco "Naso di Gatto" nel 2012.

Si procede quindi prima ad un'analisi dei trend dei rapaci nidificanti e migratori sul sito che ospiterà la turbina eolica a progetto e successivamente, poiché la Regione Liguria ha osservato che "*i trend presentati per i Passeriformi sono interpretabili correttamente solo mediante un confronto con altre popolazioni monitorate (per un numero di anni statisticamente idoneo) in vicine aree di riferimento prive di torri eoliche, che fungano da "aree di controllo" (wind farm treated vs not treated areas)*", si propone uno studio sugli andamenti dei nidificanti passeriformi del parco eolico "Valbormida" prendendo come bianco i dati raccolti durante i monitoraggi *pre-operam* effettuati a "Naso di Gatto".

Poiché il contesto ambientale dell'area del parco eolico "Naso di Gatto-Valbormida" è paragonabile a quella di "Rocca Moglie" si può ragionevolmente ipotizzare che le considerazioni conclusive dello studio possano essere "esportabili" sul sito in esame. Lo studio è stato effettuato a circa 2,5 km di distanza e mostra che la costruzione di ulteriori 4 macchine eoliche non hanno prodotto un impatto cumulativo significativo sulla comunità ornitica in cui erano già stati costruiti 6 aerogeneratori. Si può ipotizzare che la realizzazione della macchina a progetto non avrà ripercussioni sulla fauna ornitica che convive con le 4 macchine eoliche di "Rocca Ghingherina".

La Figura che segue mostra l'ubicazione dei parchi eolici presenti in area vasta utilizzati per la stima degli impatti cumulativi dell'impianto a progetto (parco "Rocca Moglie").



Figura 1: Sono rappresentati i layout dei parchi eolici in produzione (Ghingherina, Valbormida e Naso di Gatto – cerchi blu) e in progetto (goccia azzurra)

2. ANALISI DEI TREND RAPACI NIDIFICANTI

L'analisi dei trend sui rapaci nidificanti dell'area a progetto è stata effettuata a partire dalle osservazioni *in situ* effettuate nei seguenti anni: 2008, 2009, 2012, 2015.

Come esplicitato nelle varie relazioni già consegnate le specie nidificanti sono Poiana, Gheppio, Biancone, Sparviere tra i rapaci diurni, Allocco, Assiolo, Civetta e Succiacapre tra quelli notturni[1].

Poiché non si ha certezza assoluta del numero di coppie nel grafico sotto sono riportate frazioni di coppie per indicare i valori interi prossimi, cioè ad esempio se sono stimate 2-3 coppie, si riporta il valore 2,5.

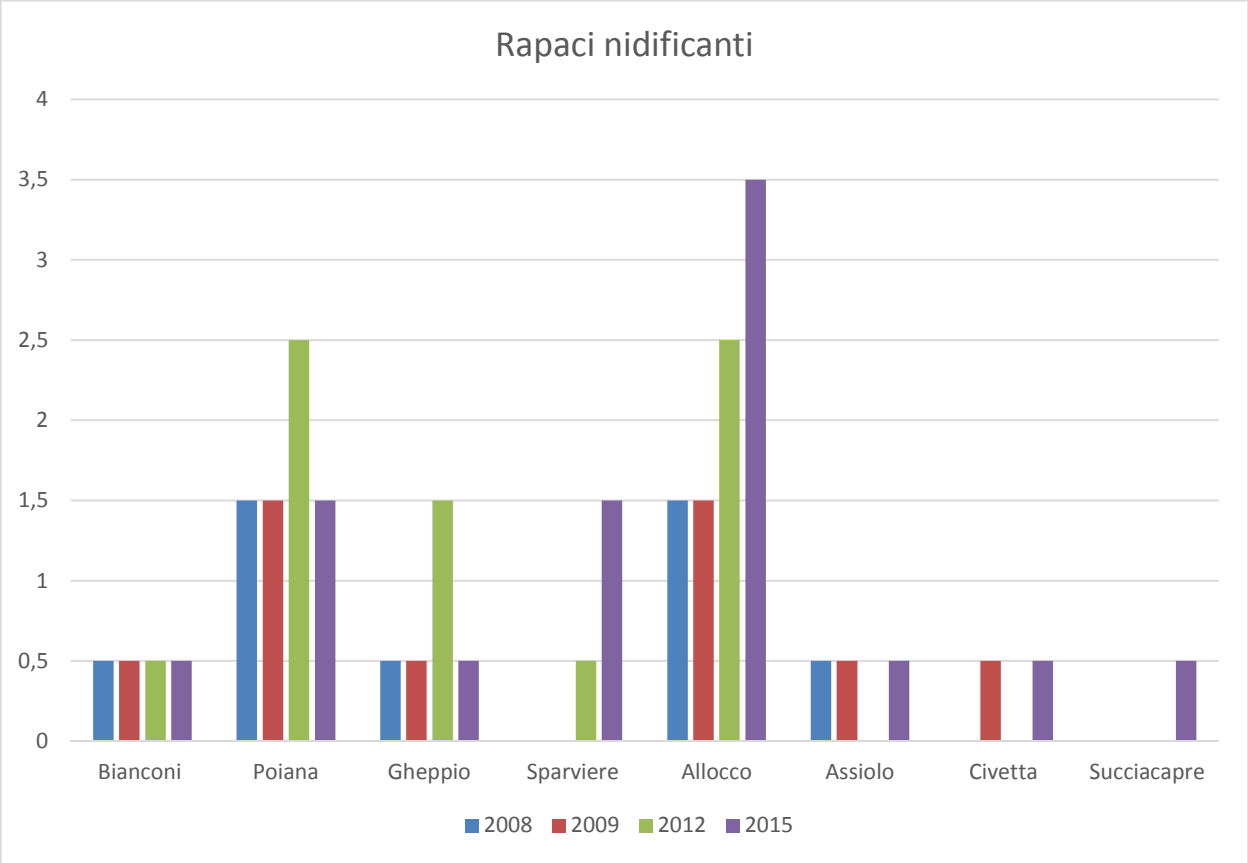


Figura 2 - Trend dei rapaci nidificanti

Come si vede dall'analisi dei dati mostrati in figura, i trend dei rapaci nidificanti, sia diurni che notturni, sono costanti per tutte le specie. Da notare che per Sparviere ed Allocco si nota un incremento nel numero di contatti e quindi coppie stimate.

[1] il Succiacapre non è un rapace notturno, ma poiché ha abitudini crepuscolari viene annoverato tra questi

3. ANALISI DEI TREND RAPACI MIGRANTI

L'analisi dei trend sui rapaci migratori dell'area è stata effettuata a partire dalle osservazioni *in situ* effettuate nei seguenti anni: 2008, 2009, 2012, 2014 e 2015.

In particolare, per la migrazione primaverile si è concentrata l'analisi sulle specie target per la Liguria, il Biancone a marzo e il Pecchiaiolo a Maggio, mentre per quella autunnale si sono considerati tutti i rapaci transitanti l'area nei mesi di Settembre e Ottobre. Tutti i dati sono infine stati normalizzati sul mese tipo di 30 gg così da renderli confrontabili tra loro e con altre indagini avifaunistiche.

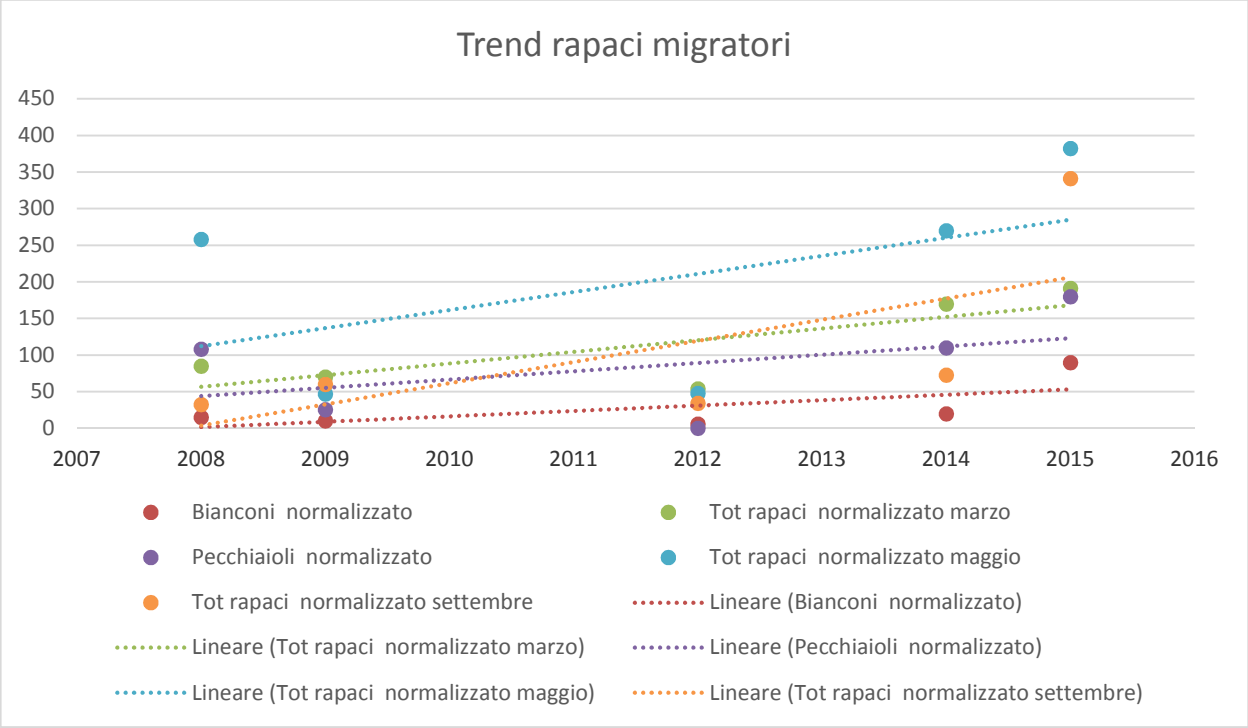


Figura 3 - Trend rapaci migratori – Pontinvrea

L'analisi dei dati mostra una diminuzione nel numero di avvistamenti dal 2008 al 2009 e 2012 ed un incremento nel 2014-2015, il trend risulta globalmente in aumento.

Risulta interessante poter confrontare i dati sui flussi migratori del sito d'indagine con quelli riferiti alla zona di Arenzano, facente parte del progetto Migrans[2]. Per questo sito si dispongono dati per tutti gli anni, dal 2008 al 2015, ad esclusione dell'autunno 2015 in quanto a tutt'oggi in fase di rielaborazione.

In ambito ornitologico l'entroterra di Arenzano è noto ormai da una decina d'anni per rappresentare un importantissimo punto di osservazione per la migratoria ligure, in particolare per le specie di biancone e falco pecchiaiolo. In questo punto la catena appenninica, che corre per chilometri parallelamente alla costa, si avvicina improvvisamente al mare, raggiungendo la sua distanza minima e determinando, in questo modo, una sorta di "collo di bottiglia" che concentra gli uccelli migratori in una fascia piuttosto

[2] I dati relativi ad Arenzano sono stati presi dai bollettini Infomigrans.

sottile di territorio. In una striscia di circa 4-5 chilometri, infatti, si va dal livello del mare ai quasi 1200 metri dei rilievi retrostanti.

Gli uccelli che migrano seguendo rotte parallele alla costa ligure, condizionati dalla situazione orografica, finiscono per concentrarsi in questa sorta di corridoio naturale, diventando più facilmente "censibili" da un osservatore che si trovi posizionato su un'altura come, ad esempio, Punta Goetta, alle spalle di Arenzano.



Figura 4 - Localizzazione "Rocca Moglie" e "Punta Goetta"

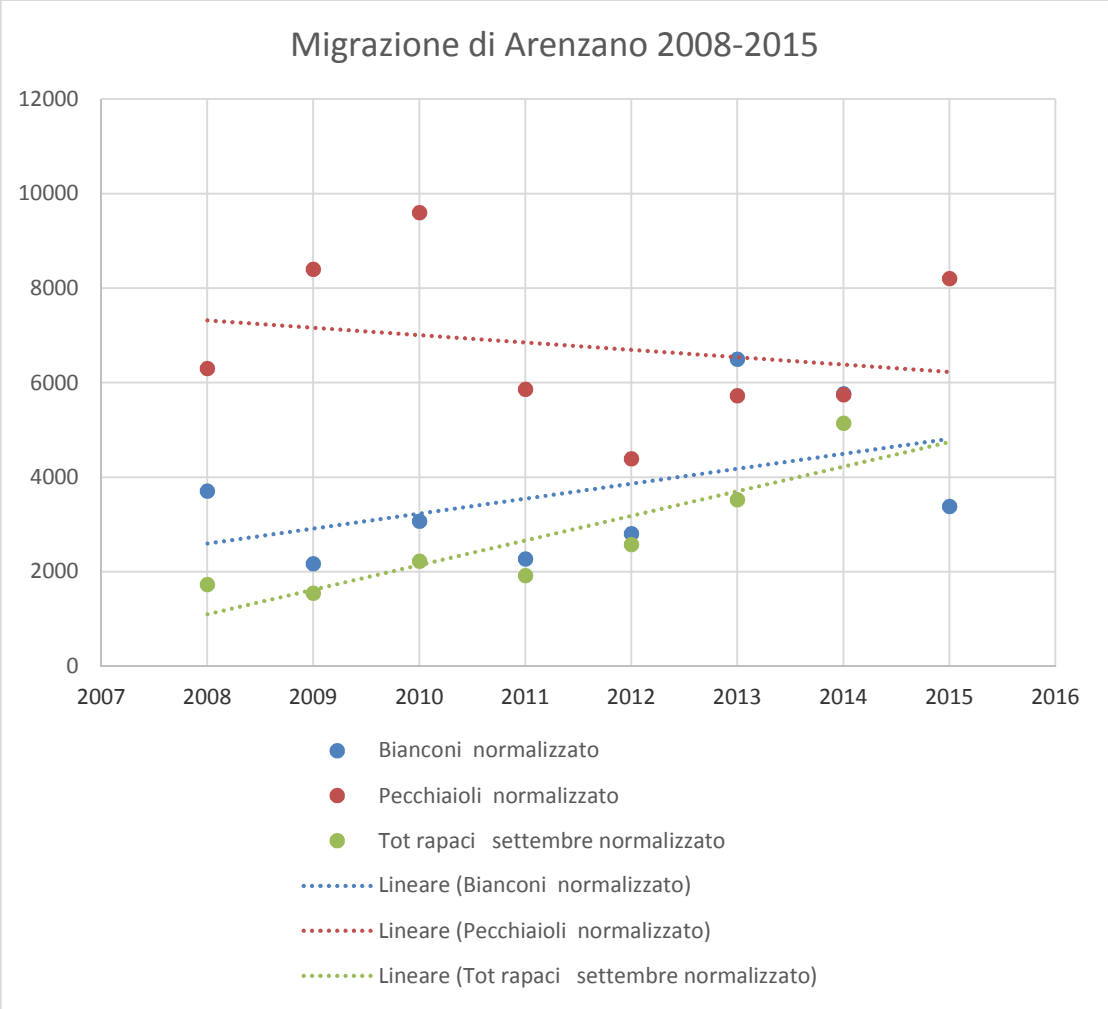


Figura 5 - Trend della migrazione presso Arenzano per gli l'intervallo di anni dal 2008 al 2015

Come si evince chiaramente dai dati, il sito di "Rocca Moglie" non è assolutamente confrontabile con quello di Arenzano per quanto concerne i contingenti migratori (la differenza è di 1, quasi 2, ordini di grandezza), sia per quanto riguarda la migratoria di ripasso che in modo più eclatante per quella di passo.

Per quanto riguarda i trend, si vede che il passaggio di Bianconi in marzo e dei rapaci in generale in Settembre-Ottobre sono in aumento, mentre i dati relativi al Pecchiaiolo mostrano un andamento pressoché costante, anche se dal 2012 le osservazioni mostrano un incremento costante di osservazioni.

Se si analizzano i trend dei dati raccolti presso il sito di Arenzano esclusivamente negli anni per i quali si dispongono dei dati del sito "Rocca Moglie", cioè 2008, 2009, 2012, 2014 e 2015, si nota che questi sono confrontabili con quelli ottenuti con il campione completo: il trend dei pecchiaioli è costante mentre gli altri in aumento.

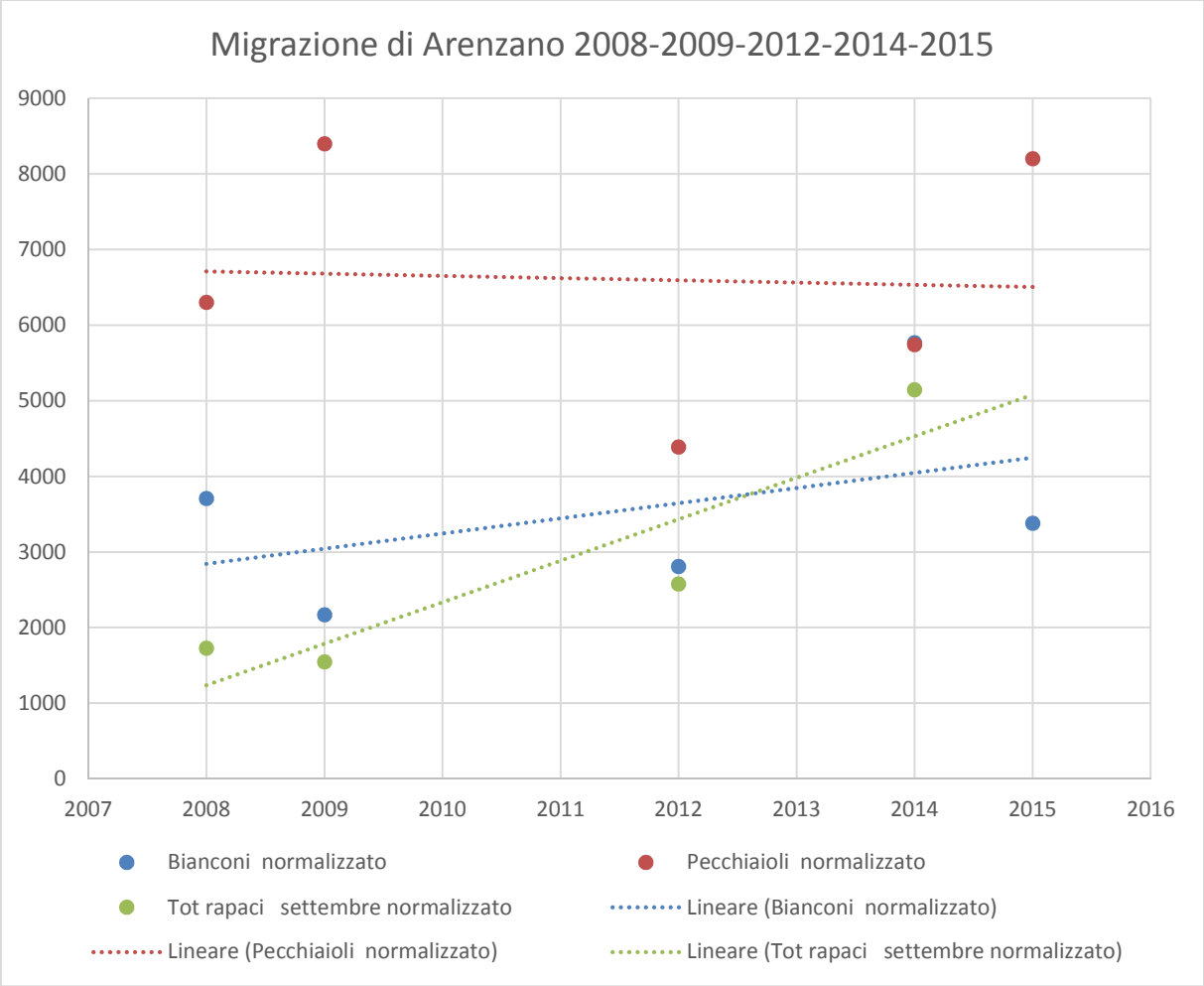


Figura 6 - Trend della migrazione presso Arenzano per gli anni 2008, 2009, 2012, 2014, 2015

Si può pertanto affermare che gli anni considerati consentono di avere trend rappresentativi del fenomeno migratorio nell'area. Analogamente pertanto le osservazioni effettuate sul sito "Rocca Moglie" possono ritenersi rappresentative dei fenomeni descritti.

4. STUDIO SUI PASSERIFORMI NIDIFICANTI NELL'AREA "VALBORMIDA-NASO DI GATTO"

Non esistendo ad oggi una metodologia scientificamente riconosciuta ed approvata che consenta la quantificazione e la valutazione dell'impatto cumulativo di turbine eoliche, in questo capitolo vengono presentate analisi relative alla comunità di Passeriformi nell'area del parco "Valbormida" (realizzato nel 2009) al fine di verificare l'esistenza e l'eventuale consistenza di impatti cumulativi che la realizzazione del parco eolico "Naso di Gatto" (2012) può aver avuto sulle comunità di Passeriformi ivi nidificanti.

Poiché il contesto ambientale dell'area del parco eolico "Naso di Gatto-Valbormida" è paragonabile a quella di "Rocca Moglie" si può ragionevolmente ipotizzare che le considerazioni conclusive dello studio possano essere "esportabili" sul sito in esame. Lo studio è stato effettuato a circa 2,5 km di distanza e mostra che la costruzione di ulteriori 4 macchine eoliche non hanno prodotto un impatto cumulativo significativo sulla comunità ornitica in cui erano già stati costruiti 6 aerogeneratori. Si può ipotizzare che la realizzazione della macchina a progetto non avrà ripercussioni sulla fauna ornitica che convive con le 4 macchine eoliche di "Rocca Ghingherina".

Si ricorda che il progetto "Rocca Moglie" prevede la realizzazione di una sola turbina eolica collocata molto vicina alla strada, l'area subisce già un notevole disturbo antropico legato al frequente passaggio di veicoli (automobili, ma soprattutto motocicli) pertanto il fastidio arrecato alla comunità nidificante dovuto al cantiere, noto ed accertato anche in letteratura, sarà verosimilmente meno importante.

L'analisi si è concentrata soprattutto sui Passeriformi nidificanti, essendo la categoria sistematica dell'avifauna più facilmente analizzabile in un'area di dimensioni modeste come quella dei parchi eolici oggetto di studio.

In primo luogo si analizzano i dati relativi al parco eolico "Valbormida" avvalendosi del software **TRIM** (TRends and Indices for Monitoring data), un software specifico per determinare i trend di popolazione basandosi su serie temporali limitate o con dati mancanti. Il modello di regressione si basa sulla distribuzione di Poisson (distribuzione che caratterizza dati non continui ma osservazioni discontinue di presenza/assenza). Scopo di tale analisi è valutare se a causa della realizzazione del parco eolico si notano cambiamenti nei trend delle popolazioni di 15 specie di Passeriformi nidificanti. Per il sito "Naso di Gatto" non è stato possibile utilizzare il modello in quanto il set di dati disponibili è limitato ad un periodo temporale troppo breve che determina una scarsa significatività dei risultati; i parametri di "*goodness of fit*" (*chi-square* e *likehood ratio*) sarebbero statisticamente non accettabili.

Al fine di verificare se la comunità di passeriformi ha subito modificazioni a valle della realizzazione del parco eolico, si calcolano gli indici di diversità secondo **Shannon** per 11 specie di Passeriformi nidificanti rilevate con la metodologia dei punti d'ascolto ripetuti in fase ante-operam e in fase post-operam dei due parchi eolici già esistenti. In questa analisi sono state considerate solo 11 specie nidificanti; cioè quelle comuni ai due impianti eolici considerati. Per "Valbormida" si considerano 10 punti di ascolto ripetuti in due trienni, mentre per "Naso di Gatto" si considerano 11 punti di ascolto ripetuti in due bienni.

Per valutare poi se la costruzione del parco "Naso di Gatto" ha avuto un effetto cumulativo sulla comunità di passeriformi di "Valbormida" si confronteranno gli indici di Diversità secondo Shannon in 6 punti di ascolto in tre bienni: uno pre operam, uno post alla realizzazione di "Valbormida" e il terzo post realizzazione "Naso di Gatto".

Per indagare le variazioni spaziali nella composizione specifica dei popolamenti di Passeriformi (β-diversity), si calcoleranno gli indici di diversità composizionale di Sørensen. Questi indici verranno calcolati per i parchi eolici "Valbormida" e "Naso di Gatto"; vengono poi confrontati gli indici di Shannon calcolati in prossimità delle torri ed in area vasta.

Infine viene calcolato l'impatto cumulativo per i rapaci in migrazione nell'area di studio dal 2009 al 2013.

I dati utilizzati sono quelli in possesso dell'azienda, raccolti nel corso di circa dieci anni di monitoraggio effettuato da personale sia interno sia esterno, in collaborazione anche con l'Università di Genova.

Autori della presente analisi sono la Dott.ssa Martina Zambon, laureata in Analisi e Gestione degli Ambienti Naturali e il Dott. Francesco Ardenghi, laureato in Scienze Ambientali.

Area di studio

Per il presente studio sono stati utilizzati i dati raccolti nelle campagne di monitoraggio di siti eolici che hanno poi visto la realizzazione degli impianti di "Valbormida", "La Rocca" e di "Naso di Gatto". In ottemperanza alle prescrizioni regionali, oltre al monitoraggio pre-operam, FERA ha effettuato anche monitoraggi continuativi *post-operam* applicando il medesimo protocollo (vedi Allegato II). Questo approccio rende confrontabili i dati e consente analisi statistiche significative.

Cairo Montenotte (SV): 6 macchine da 800 kW

Il parco eolico "Valbormida" sito nel comune di Cairo Montenotte (SV) è costituito da 6 aerogeneratori da 800 kW di potenza nominale entrati in funzione completamente nel mese di febbraio del 2009. L'impianto eolico è localizzato su di un crinale a quota media di 780 metri, che si estende dalla località La Crocetta a Cima della Biscia. Il sito è ubicato esternamente ai SIC e alle ZPS liguri ed è collocato tra due zone ampiamente note per il flusso migratorio (Passi di Cadibona e del Giovo).

La vegetazione che caratterizza l'area è costituita da formazioni forestali ceduate di non elevato valore naturalistico a dominanza di faggio (*Fagus sylvatica*). Nella zona a nord ovest (verso la Rocca del Falcone) la faggeta risulta più complessa (con alberi vetusti e di discreto valore conservazionistico). L'area risulta scarsamente disturbata ad eccezione di una modesta attività escursionistica.

Per questo sito l'azienda possiede dati di monitoraggio ornitologici di lungo periodo: quattro anni *ante operam* (2005-2008) e quattro anni *post operam* (2009-2013).



Figura 7: Parco eolico "Valbormida"

Pontinvrea (SV): 4 macchine da 800 kW

Il parco eolico "La Rocca", situato in località Rocca Ghingherina è costituito da 4 aerogeneratori di 800 kW di potenza nominale ciascuno ed è in funzione dalla primavera dell'anno 2009. Il sito è ubicato esternamente ai SIC e alle ZPS liguri ed è collocato tra due zone ampiamente note per il flusso migratorio (Passi di Cadibona e del Giovo).

La vegetazione che caratterizza l'area è costituita da formazioni forestali ceduate di non elevato valore naturalistico a dominanza di faggio (*Fagus sylvatica*) e castagno (*Castanea sativa*), intervallate

da aree aperte e arbustate. L'area risulta scarsamente disturbata ad eccezione di una modesta attività escursionistica.

Savona (SV): 4 macchine da 2,3 MW

Il parco eolico "Naso di Gatto" è costituito da 4 macchine di 2,3 MW di potenza nominale ed è in funzione dalla primavera dell'anno 2012.

Nel sito sono presenti vari habitat, tra cui il bosco ceduo a latifoglie con dominanza di faggio (*Fagus sylvatica*) e di castagno (*Castanea sativa*). La vegetazione boschiva che caratterizza l'area vasta è affiancata da piccole aree arbustate. Anche in questo caso il principale disturbo (nel complesso modesto) è determinato da attività escursionistica.

Per questo sito l'azienda dispone di dati di monitoraggio ornitologici di tre anni *ante operam* e due anni *post operam*.



Figura 8: Parco eolico "Naso di Gatto"

4.1) Analisi dei trend di popolazione con TRIM (parco eolico "Valbormida")

Al fine di ottenere dati certi circa la sostenibilità dell'impatto nei confronti della biodiversità, è stato effettuato un confronto su basi statistiche circa gli andamenti delle popolazioni nidificanti di Passeriformi monitorati durante gli anni in corrispondenza dell'impianto eolico "Valbormida". Tale processo statistico è stato realizzato mediante il programma TRIM (Pannekoek & Van Strien, 2005).

In tutto sono stati considerati 15 punti d'ascolto ripetuti durante gli 8 anni di monitoraggio (dal 2005 al 2012). La localizzazione dei punti d'ascolto utilizzati per la suddetta analisi statistica vengono di seguito rappresentati.

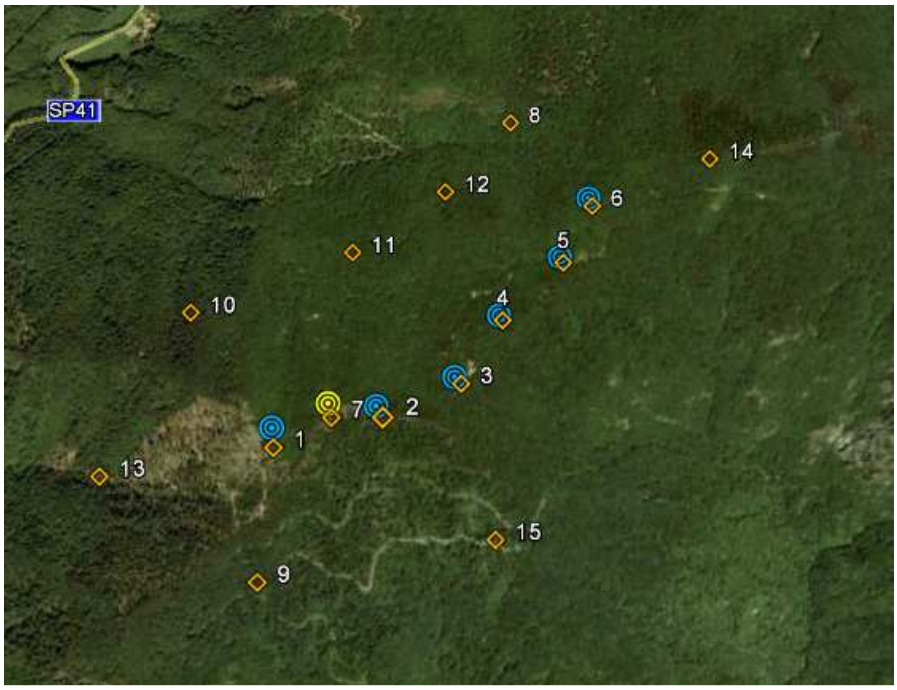


Figura 9: localizzazione dei punti d'ascolto (in arancione). In blu le torri già in funzione e in giallo quella a progetto.

I parametri statistici utilizzati al fine di valutare l'aderenza del modello ai dati in input (Goodness of Fit) sono:

- Chi-quadro → p > 0,05 → modello statisticamente accettabile;
- Rapporto di verosimiglianza (*Likelihood ratio*) → p > 0,05 → modello statisticamente accettabile;
- AIC (*Akaike Information Criterion*[3], 1973) → AIC < 0 → modello statisticamente accettabile;

Durante le analisi statistiche effettuate è stato appurato che il modello maggiormente adattabile ai dati inseriti è il *Linear Trend*; *Chi-quadro*, *Likelihood ratio* e AIC rispettano infatti le condizioni di significatività sopra citate. Il modello Linear trend evidenzia le variazioni quantitative delle popolazioni considerate nei vari anni.

Nel modello è stato definito un "*change point*" che corrisponde alla data di realizzazione del parco eolico (2009) al fine di valutare le potenziali variazioni delle popolazioni in funzione della realizzazione del parco eolico.

LEGENDA DEGLI ANDAMENTI

- Incremento forte (↑↑): incremento significativamente superiore al +5% annuo.

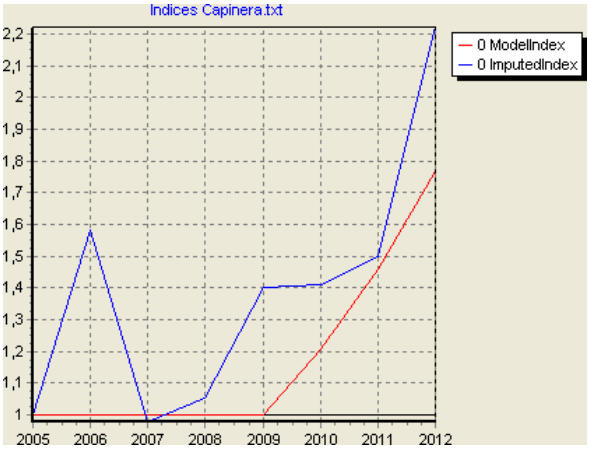
[3] Indice basato sul Principio di Parsimonia (non usare parametri addizionali per descrivere un fenomeno se essi non sono necessari). Meno parametri utilizzo, più il modello è parsimonioso e, quindi, accettabile. AIC = d + 2q (dove d è la devianza del modello e q è il numero dei parametri stimati).

- Incremento moderato (↑): incremento significativo, ovvero la specie è certamente in aumento, ma inferiore al +5% annuo;
- Stabile (=): popolazione significativamente stabile;
- Declino moderato (↓): decremento significativo, ovvero la specie è certamente in diminuzione, ma con un tasso compreso tra 0 e -5% annuo;
- Declino forte (↓↓): decremento significativamente superiore al -5% annuo;
- Incerto (?): non è possibile affermare se la specie è in aumento o in diminuzione.

RISULTATI E DISCUSSIONE

Capinera (?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  66.47, df     52, p 0.0855
 Likelihood Ratio            70.59, df     52, p 0.0440
 AIC (up to a constant)     -33.41
```



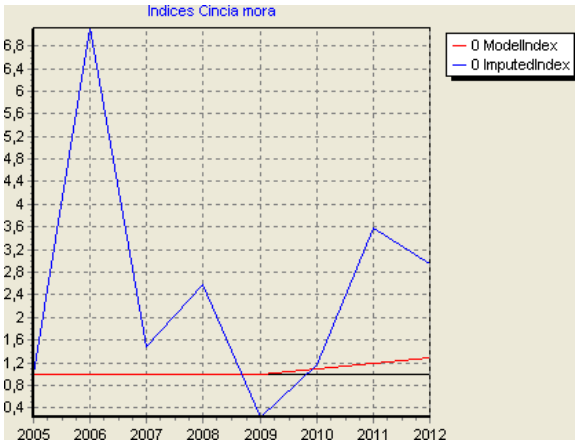

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
  Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
    0.0767       0.0509          1.0797       0.0550

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
  Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
    0.0796       0.0550          1.0829       0.0595
```

Come si evince dal grafico la capinera mostra un andamento piuttosto incerto anche se negli anni successivi alla realizzazione del parco la specie appare invece in aumento in accordo con i trend nazionali (aumento del 2% annuo).

Cincia mora (?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  48.93, df     45, p 0.3183
 Likelihood Ratio            43.85, df     45, p 0.5208
 AIC (up to a constant)     -46.15
```



```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.0345       0.0968          1.0351      0.1002

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.0124       0.1446          1.0125      0.1464
```

L'andamento della popolazione di cincia mora appare incerto. I dati in ingresso mostrano un calo tra il 2006 e il 2007 (non imputabile al parco eolico) e tra il 2008 e il 2009 che potrebbe essere correlato alla realizzazione del cantiere. Il trend nazionale della popolazione è in declino moderato (-4,6%).

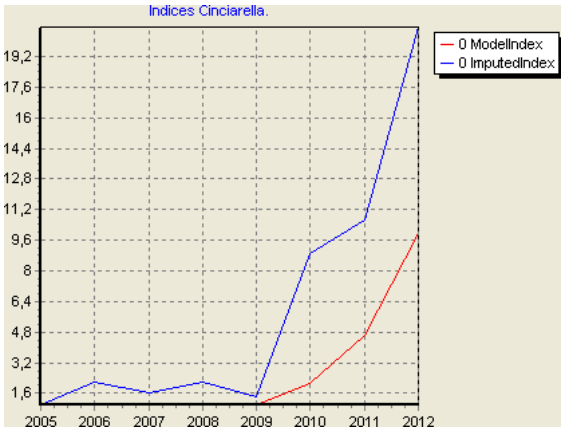
```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.0883       0.0648          1.0924      0.0708

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.1123       0.0836          1.1188      0.0935
```

La cinciallegra appare in crescita moderata anche se i dati in ingresso mostrano un calo tra il 2006 e il 2007 (non imputabile al parco eolico) e tra il 2008 e il 2009, forse in relazione alla realizzazione del cantiere; a livello nazionale la specie appare in crescita moderata (+1,5 % all'anno).

Cinciarella (↑↑)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  38.03, df     42, p 0.6460
 Likelihood Ratio            31.17, df     42, p 0.8902
 AIC (up to a constant)     -52.83
```



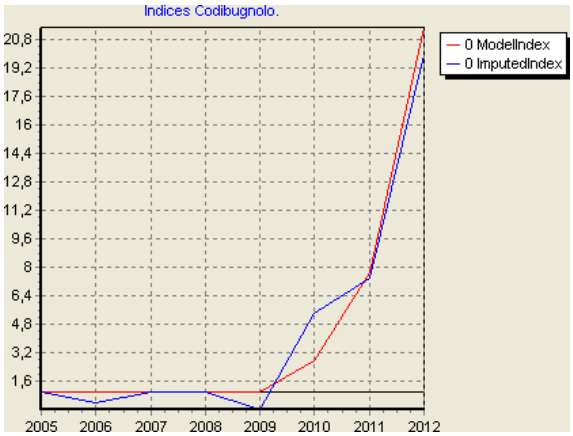

```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.3101       0.0631         1.3636      0.0860

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Strong increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.4017       0.1229         1.4943      0.1836
```

La cinciarella appare in forte crescita a partire dal 2009. A livello nazionale la specie appare in crescita moderata (+5,5% all'anno).

Codibugnolo (↑↑ - ?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  61.23, df     39, p 0.0130
 Likelihood Ratio            40.55, df     39, p 0.4016
 AIC (up to a constant)     -37.45
```



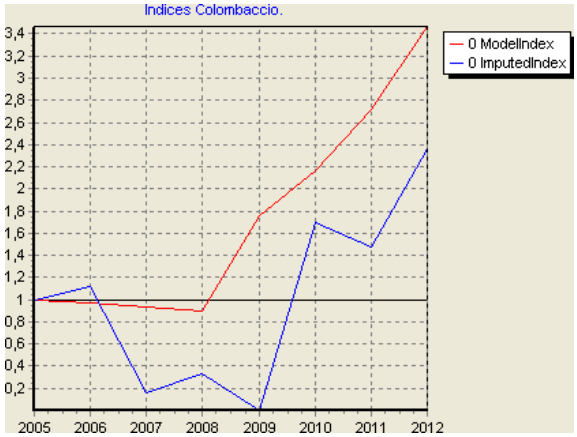

```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.4139       0.0872         1.5128      0.1320

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.4355       0.3121         1.5457      0.4824
```

Il codibugnolo mostra un trend variabile da incerto a forte crescita anche se negli anni successivi alla realizzazione del parco la specie appare invece in aumento in accordo con i trend nazionali (+4,9% annuo).

Colombaccio (?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  41.49, df     27, p 0.0370
 Likelihood Ratio            28.17, df     27, p 0.4022
 AIC (up to a constant)     -25.83
```



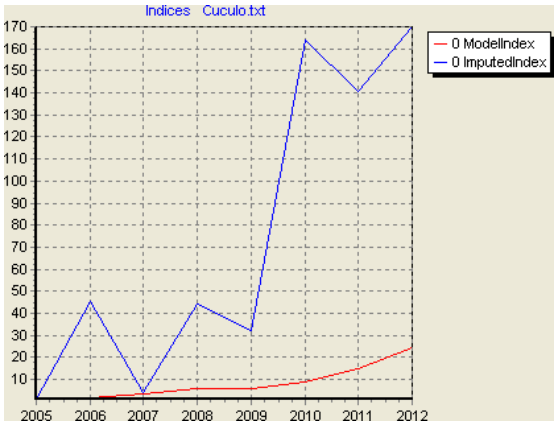

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.2032       0.1841         1.2253      0.2255

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.1856       0.1609         1.2039      0.1937
```

Il colombaccio mostra un trend incerto anche se negli anni successivi alla realizzazione del parco la specie appare in aumento, pur non essendo tale modello significativo per il basso numero di osservazioni presenti (13 individui in 8 anni). A livello nazionale la specie appare in forte aumento (+12,2% annuo).

Cuculo (?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  16.29, df     22, p 0.8012
 Likelihood Ratio            16.14, df     22, p 0.8090
 AIC (up to a constant)     -27.86
```



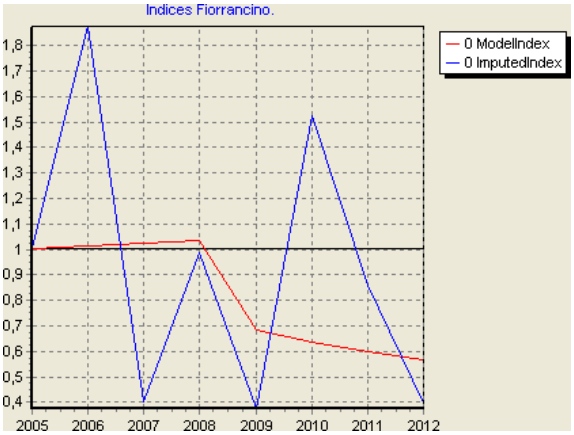
```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.4301       0.1430          1.5374       0.2199

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.6223       1.2527          1.8632       2.3340
```

Il cuculo mostra un trend variabile da incerto a forte crescita negli anni successivi alla realizzazione del parco. A livello nazionale invece la specie appare stabile (+0,1% annuo).

Fiorrancino (?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  31.53, df     22, p 0.0858
 Likelihood Ratio            25.02, df     22, p 0.2961
 AIC (up to a constant)     -18.98
```



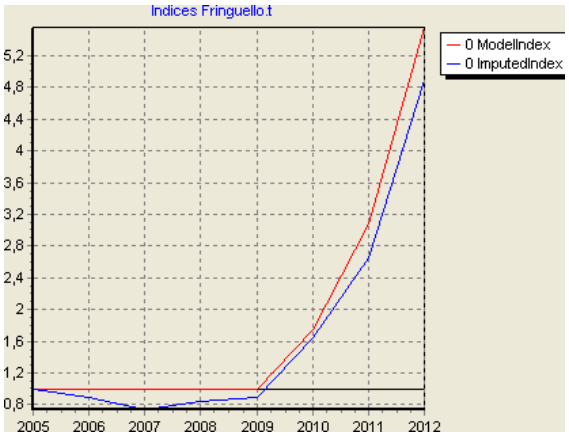

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
  -0.1002       0.1721          0.9047       0.1557

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
  -0.0867       0.1973          0.9169       0.1809
```

Il fiorrancino mostra un trend incerto negli anni, forse anche a causa dei pochi dati presenti (11 osservazioni in 8 anni). A livello nazionale la specie appare invece in moderato aumento (+3,3% annuo). Andrà monitorata la sua presenza nell'area di Valbormida negli anni seguenti al fine di avere dei dati più certi.

Fringuello (↑↑)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  37.15, df     55, p 0.9690
 Likelihood Ratio            46.20, df     55, p 0.7949
 AIC (up to a constant)     -63.80
```



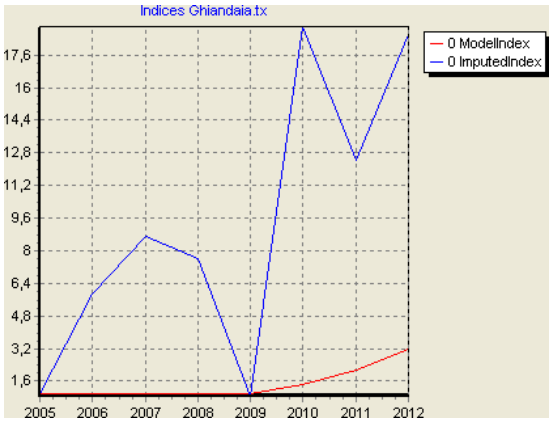

```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.2297       0.0335         1.2583       0.0421

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.2265       0.0358         1.2542       0.0449
```

Il fringuello appare in forte crescita a partire dal 2009. A livello nazionale la specie appare invece stabile (+0,6% all'anno).

Ghiandaia (↑ - ?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  29.01, df     31, p 0.5690
 Likelihood Ratio            25.05, df     31, p 0.7656
 AIC (up to a constant)     -36.95
```



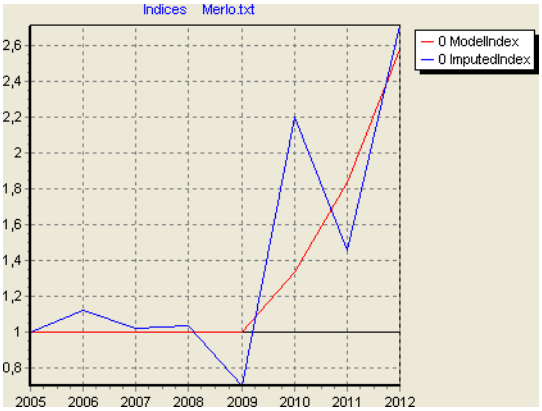

```
OVERALL SLOPE MODEL: Moderate increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.1551       0.0710         1.1677       0.0830

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.2902       0.3634         1.3367       0.4858
```

La ghiandaia mostra un trend variabile da incerto a crescita moderata, con un calo tra il 2008 e il 2009, anche se negli anni successivi alla realizzazione del parco la specie appare lieve aumento in accordo con i trend nazionali (aumento del 1,9% annuo).

Merlo (↑)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  34.49, df     51, p 0.9630
 Likelihood Ratio            38.27, df     51, p 0.9060
 AIC (up to a constant)     -63.73
```



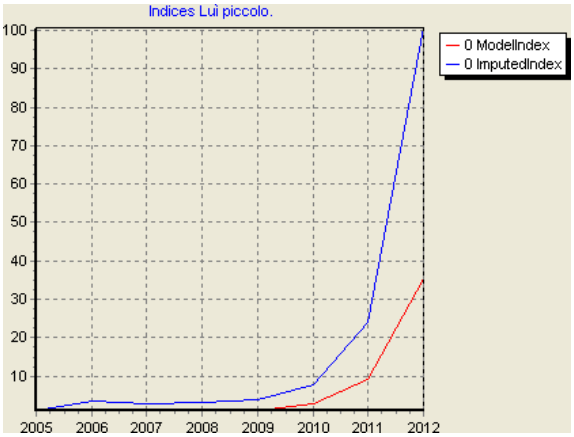

```
OVERALL SLOPE MODEL: Moderate increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.1251       0.0463          1.1333       0.0525

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Moderate increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.1215       0.0541          1.1292       0.0611
```

Il merlo appare in crescita moderata, con un calo tra il 2008 e il 2009, forse in relazione alla realizzazione del cantiere; anche a livello nazionale la specie appare in crescita moderata (+2,8% all'anno).

Luì piccolo (?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  29.47, df     42, p 0.9276
 Likelihood Ratio            28.06, df     42, p 0.9512
 AIC (up to a constant)     -55.94
```



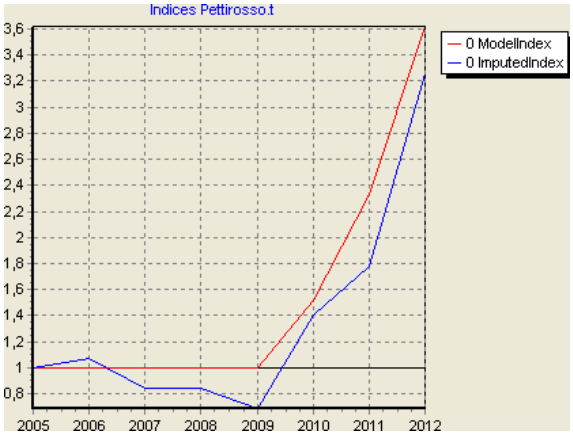
```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.4653       0.2029          1.5925      0.3231

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.5408       0.2190          1.7174      0.3761
```

Il luì piccolo appare in forte crescita, anche se la curva risulta incerta, probabilmente per la scarsità numerica dei dati a disposizione. A livello nazionale la specie appare stabile (+0,3% all'anno).

Pettirosso (↑↑)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  35.76, df     52, p 0.9581
 Likelihood Ratio            42.53, df     52, p 0.8226
 AIC (up to a constant)     -61.47
```



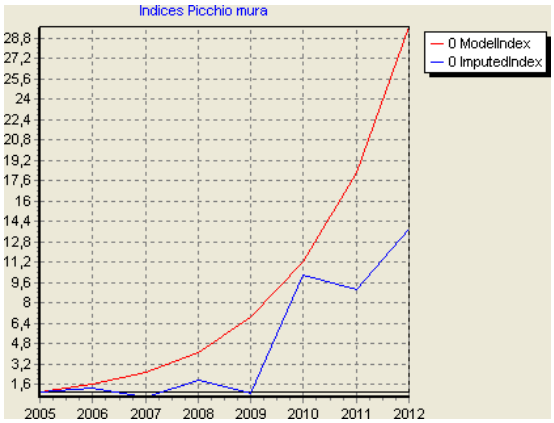

```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.1725       0.0387          1.1883      0.0459

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Strong increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.1441       0.0414          1.1550      0.0478
```

Il pettirosso appare in forte crescita, con un lieve calo tra il 2008 e il 2009 e una variazione molto netta dopo il 2009. A livello nazionale la specie appare in crescita moderata (+1,6% all'anno).

Picchio muratore (↑↑)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  78.89, df     37, p 0.0001
 Likelihood Ratio            29.86, df     37, p 0.7914
 AIC (up to a constant)     -44.14
```



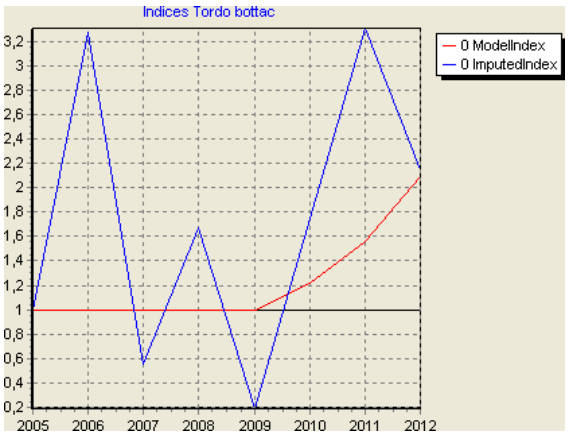

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.4872       0.2234          1.6278       0.3636

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.4294       0.1982          1.5363       0.3045
```

Il picchio muratore appare in crescita, anche se la curva risulta incerta, probabilmente per la scarsità numerica dei dati a disposizione (18 osservazioni in 8 anni). A livello nazionale la specie appare stabile (+1,1% all'anno).

Tordo bottaccio (?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  59.90, df     52, p 0.2108
 Likelihood Ratio            60.72, df     52, p 0.1906
 AIC (up to a constant)     -43.28
```




```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.0953       0.0535          1.1000       0.0589

OVERALL SLOPE IMPUTED (recommended): Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.0796       0.0848          1.0828       0.0918
```

Il tordo bottaccio appare in moderata crescita, con un calo tra il 2006 e il 2007 e poi nuovamente tra il 2008 e il 2009. Data la scarsità numerica dei dati (28 individui censiti in 8 anni) la pendenza della curva nel modello risulta incerta. A livello nazionale la specie appare in crescita moderata (+3% all'anno).

CONCLUSIONI

Gli andamenti delle specie Passeriformi nidificanti rilevate mostrano tendenze perlopiù paragonabili a quelle nazionali. Generalmente infatti le specie di ambienti boschivi (come quelle presenti nel sito eolico considerato) appaiono in aumento su scala nazionale. Tale trend positivo appare confermato anche su scala locale (anche se con valori più incerti).

Inoltre è interessante notare che tra le 15 specie considerate nidificanti (Capinera, Cincia mora, Cinciallegra, Cinciarella, Codibugnolo, Colombaccio, Cuculo, Fiorrancino, Fringuello, Ghiandaia, Luì piccolo, Merlo, Pettirosso, Picchio muratore, Tordo bottaccio), 12 mostrano una diminuzione nell'arco temporale 2008-2009, durante i lavori di cantiere; solo Capinera, Fringuello e Luì piccolo non mostrano tale comportamento. Il calo del numero di coppie risulta probabilmente correlato alla realizzazione del parco eolico che, verosimilmente, ha arrecato un disturbo all'avifauna nidificante. Di queste 12 specie in calo nel 2008-2009, 10 (circa l'83%) mostrano una netta crescita negli anni successivi alla realizzazione del parco (2010 e 2011). Verosimilmente questo andamento farebbe supporre che le specie disturbate a seguito della realizzazione del parco ritornino ai vecchi siti di nidificazione a fase di cantiere ultimata.

Nel complesso si può affermare che la realizzazione dell'impianto non ha pregiudicato la conservazione della comunità ornitica di passeriformi nidificanti presenti in area vasta.

4.2) Confronto tra le Comunità di Passeriformi pre e post impianto utilizzando Indici di Diversità (Shannon)

Al fine di quantificare l'impatto sui passeriformi dei due parchi eolici già esistenti "Valbormida" e "Naso di Gatto", è stata effettuata una prima analisi dei risultati ottenuti con la metodologia dei punti d'ascolto ripetuti in fase ante-operam e in fase post-operam.

La Comunità di Passeriformi è stata studiata sia per valutare un impatto diretto sulle specie presenti e in ottemperanza al Protocollo Liguria (Dgr.1122/2012), sia in termini di bioindicatore sensibile a gran parte dei disturbi che presentano un impatto negativo sulla biodiversità.

L'Indice di Diversità secondo Shannon (1963) è uno degli indici più utilizzati per stabilire la complessità di una comunità ed è calcolato secondo la seguente formula:

$$\mathbf{H'} = -\mathbf{\Sigma}\ p_i \ln p_i$$

dove :

p_i è la proporzione dell'abbondanza delle specie i-esima ($p_i = N_i/N$)

N_i è l'abbondanza della specie i-esima

N è l'abbondanza totale ($N = \Sigma^{S}_{i=1} N_i$) dove S è il numero di specie rilevate

L'indice misura la probabilità che un individuo preso a caso dalla popolazione appartenga ad una specie differente da una specie estratta in un precedente ipotetico prelievo; è il più diffuso indice di diversità e tiene conto sia del numero di specie sia delle abbondanze relative delle medesime. Maggiore è il valore di H', maggiore è la biodiversità: esso varia tra 0 e lnS.

Parco eolico Valbormida (CMN)

- due trienni considerati, pre impianto (2005-2007) e post-impianto (2010-2012);
- 10 punti di ascolto ripetuti nei due trienni (id3, id4, id5, id6, id8, id9, id11, id12, id14, id15);
- 11 specie considerate: *Sylvia atricapilla, Parus major, Periparus ater, Cyanistes caeruleus, Fringilla coelebs, Garrulus glandarius, Phylloscopus collybita, Turdus merula, Erithacus rubecula, Sitta europaea, Turdus philomelos*;
- sono stati utilizzati nell'analisi i valori massimi di ciascun triennio per ogni punto d'ascolto, per le specie sopra elencate;

Tabella 1: specie nidificanti in località La Crocetta – Bric della Biscia (impianto di Cairo Valbormida) prima e dopo la costruzione dell'impianto

SPECIE	cmn_pre_03	cmn_pre_04	cmn_pre_05	cmn_pre_06	cmn_pre_08	cmn_pre_09	cmn_pre_11	cmn_pre_12	cmn_pre_14	cmn_pre_15
Syl_atr	1	4	1	2	0	2	1	1	0	1
Par_maj	2	2	1	2	0	1	0	0	0	1
Per_ate	1	1	2	1	0	1	0	0	1	1
Cya_cae	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0
Fri_coe	2	1	2	1	1	2	1	1	1	1
Gar_gla	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0
Phy_col	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0
Tur_mer	2	1	1	1	1	1	1	0	0	1
Ery_rub	1	2	2	1	0	1	2	1	1	1
Sit_eur	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0
Tur_phi	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1

SPECIE	cmn_post_03	cmn_post_04	cmn_post_05	cmn_post_06	cmn_post_08	cmn_post_09	cmn_post_11	cmn_post_12	cmn_post_14	cmn_post_15
Syl_atr	4	2	0	1	3	2	1	1	1	0
Par_maj	2	2	2	2	1	0	0	1	1	0
Per_ate	1	1	0	0	1	0	0	0	1	0
Cya_cae	2	1	2	1	1	1	1	0	1	1
Fri_coe	5	4	3	5	4	2	0	2	3	2
Gar_gla	1	0	0	1	2	1	0	2	1	0
Phy_col	1	1	1	0	2	1	0	0	2	0
Tur_mer	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1
Ery_rub	3	1	1	2	2	2	1	1	2	1
Sit_eur	1	1	1	1	0	0	1	0	1	3
Tur_phi	1	0	1	1	0	1	0	2	3	1



Figura 10: localizzazione dei punti di ascolto presi in considerazione pre- e post-impianto rispetto al layout del parco eolico.

I valori dell'indice di Shannon in questo caso saranno compresi tra 0 e 2,4 (ln11).

Successivamente i valori dell'Indice di Shannon sono stati trasformati in logaritmi, y=log(x+1) dove x=H', per ottenere una distribuzione normale (Tabella 2).

Tabella 2: indici di Shannon (H') calcolati sulla comunità di passeriformi nidificanti per ogni punto di ascolto pre- e post- impianto a Cairo Valbormida (seconda e terza colonna) e indice di Shannon trasformato in logaritmo (y, ultime due colonne) calcolato nei vari punti di ascolto.

PDA	H'_cmn_pre	H'_cmn_post	y_cmn_pre	y_cmn_post
id_3	1,887	2,197	0,460	0,505
id_4	1,792	2,045	0,446	0,484
id_5	2,138	1,979	0,497	0,474
id_6	2,025	1,987	0,481	0,475
id_8	1,099	2,069	0,322	0,487
id_9	2,146	2,02	0,498	0,480
id_11	1,748	1,609	0,439	0,416
id_12	1,099	1,696	0,322	0,431
id_14	1,386	2,245	0,378	0,511
id_15	1,906	1,677	0,463	0,428

Su questi valori è stato quindi effettuato un normality test al fine di verificare che avessero realmente una distribuzione normale: è risultato statisticamente significativo, accettando

H_0 = il campione appartiene a una popolazione con distribuzione normale (Shapiro Wilk[4] W_{PRE} = 0.846, P > 0.05; Shapiro Wilk W_{POST} = 0.894, P > 0.05).

[4] test che consente di verificare se i dati hanno una distribuzione normale e quindi stabilire se è possibile applicarvi un test parametrico come il t-test.

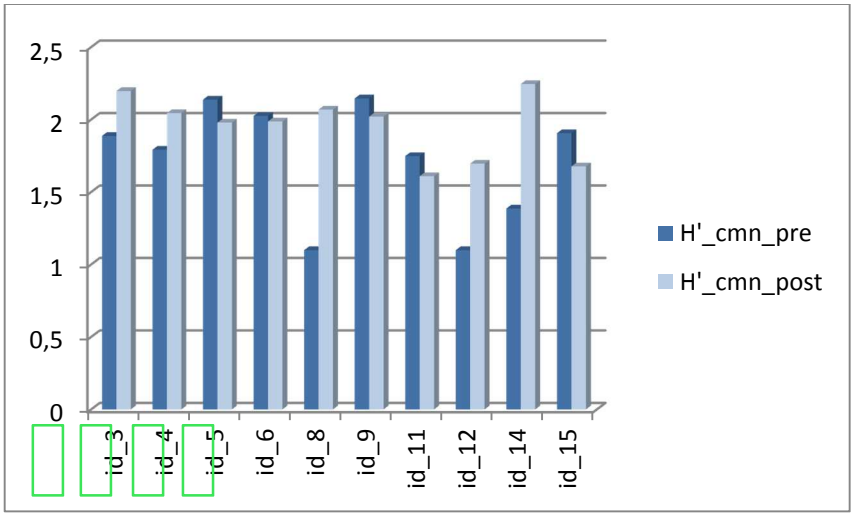


Figura 11: indici di Shannon (H') calcolati per ogni punto di ascolto pre- e post-impianto. Nei riquadri verdi sono evidenziati i punti effettuati in corrispondenza degli aerogeneratori.

La risposta biologica della comunità di Passeriformi alla costruzione del parco eolico, in funzione dall'inizio del 2009, è certo complessa ma già un semplice confronto tra questi valori grezzi di diversità risulta importante nell'individuazione di eventuali criticità.

Dal grafico non si nota un sostanziale peggioramento nei valori di diversità della comunità ornitica dopo la costruzione del parco, anzi in alcuni punti (8, 12 e 14) i valori di diversità sono maggiori post impianto (cfr. Figura 10). Questo non significa che la costruzione del parco eolico sia la causa dell'aumento della diversità biologica, probabilmente da ricercarsi in dinamiche popolazionali più ampie (es. trend nazionali) che influenzano la diversità locale. In particolare, i trend nazionali in crescita per le specie di ambiente boschivo possono influenzare un miglioramento delle comunità di Passeriformi presente in loco.

Si è poi cercato di testare statisticamente quello che appare da un primo confronto tra i valori. Dopo aver applicato la trasformazione logaritmica ai dati, è stato effettuato un test per campioni appaiati (*two sample paired test*[5] in Past 3.0, Hammer et al., 2001). Il risultato del test permette di accettare con ampio margine l'ipotesi nulla che i due campioni appartengano alla stessa popolazione (t = -1.6656, P = 0.152).

Stante la numerosità relativamente limitata del campione, è stata effettuata un'ulteriore verifica applicando un test non parametrico, sui valori di Diversità di Shannon senza trasformazione logaritmica. Anche il risultato del Wilcoxon test[6] accetta ampiamente l'ipotesi nulla di uguaglianza tra mediane (W = 40, P = 0.232).

Parco eolico Naso di Gatto (SV1)

- due bienni considerati, pre impianto (anno 2008 e anno 2011) e post-impianto (anno 2012 e anno 2013);

[5] test parametrico "t-test" per dati appaiati, che si applica al logaritmo dei valori.
[6] test non parametrico applicabile anche a dati senza distribuzione normale.

- 11 punti di ascolto ripetuti nei due bienni (id1, id2, id3, id4, id5, id6, id7, id10, id11, id12, id13);
- 11 specie considerate, come nel caso precedente: *Sylvia atricapilla, Parus major, Periparus ater, Cyanistes caeruleus, Fringilla coelebs, Garrulus glandarius, Phylloscopus collybita, Turdus merula, Erithacus rubecula, Sitta europaea, Turdus philomelos*;
- sono stati utilizzati nell'analisi i valori massimi di ciascun biennio per ogni punto d'ascolto, per le specie sopra elencate;

Tabella 3: specie nidificanti in località Naso di Gatto prima e dopo la costruzione dell'impianto

SPECIE	NG_pre_01	NG_pre_02	NG_pre_03	NG_pre_04	NG_pre_05	NG_pre_06	NG_pre_07	NG_pre_10	NG_pre_11	NG_pre_12	NG_pre_13
Syl_atr	1	2	5	3	1	1	3	1	2	1	1
Par_maj	2	2	2	1	0	1	2	0	0	0	1
Per_ate	2	1	0	2	1	1	1	2	0	0	0
Cya_cae	2	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0
Fri_coe	6	6	2	5	4	5	2	2	2	1	0
Gar_gla	2	0	2	0	0	2	0	0	0	2	0
Phy_col	0	0	3	0	1	1	1	0	0	0	0
Tur_mer	2	2	1	1	1	2	2	0	1	0	1
Ery_rub	5	2	5	1	2	0	3	2	2	1	2
Sit_eur	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0
Tur_phi	1	0	2	1	2	0	0	0	0	1	0

SPECIE	NG_post_01	NG_post_02	NG_post_03	NG_post_04	NG_post_05	NG_post_06	NG_post_07	NG_post_10	NG_post_11	NG_post_12	NG_post_13
Syl_atr	1	2	2	3	2	0	2	0	1	2	0
Par_maj	2	2	1	3	3	0	0	3	2	0	1
Per_ate	1	2	0	2	1	1	0	2	1	0	1
Cya_cae	1	2	2	1	2	0	0	2	2	0	0
Fri_coe	1	2	1	2	3	0	0	2	3	1	1
Gar_gla	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0
Phy_col	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0
Tur_mer	0	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1
Ery_rub	3	2	2	3	4	2	0	3	3	3	1
Sit_eur	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Tur_phi	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0

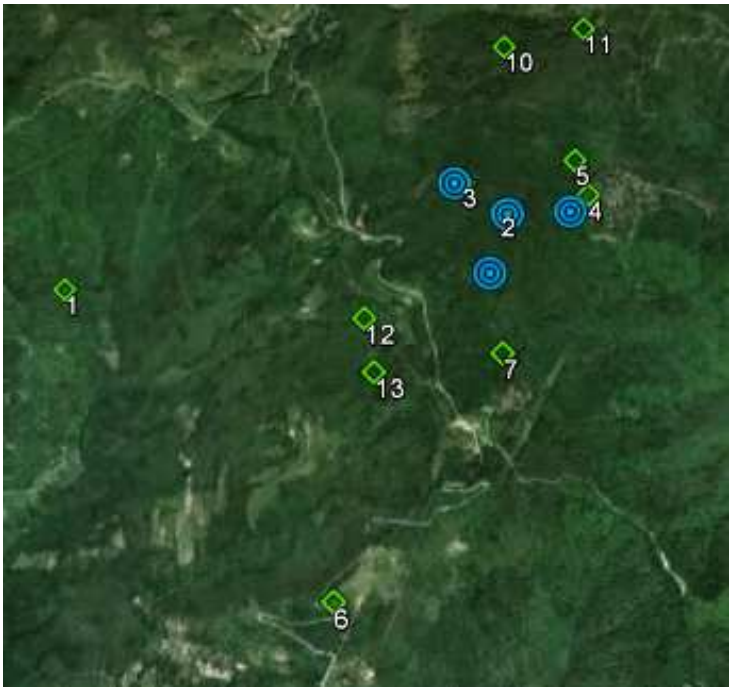


Figura 12: localizzazione dei punti di ascolto presi in considerazione pre- e post- impianto rispetto al layout del parco eolico.

Anche in questo caso i valori dell'indice di Shannon sono compresi tra 0 e 2,4 (ln11).

Tabella 4: indici di Shannon (H') calcolati per ogni punto di ascolto pre- e post- impianto a Naso di Gatto (seconda e terza colonna) e indice di Shannon trasformato in logaritmo (y, ultime due colonne) calcolato nei vari punti di ascolto.

PDA	H'_sv1_pre	H'_sv1_post	y_sv1_pre	y_sv1_post
id_1	2,017	1,677	0,480	0,428
id_2	1,622	1,925	0,419	0,466
id_3	2,051	1,735	0,484	0,437
id_4	1,859	1,981	0,456	0,474
id_5	1,792	2,087	0,446	0,490
id_6	1,733	0,636	0,437	0,214
id_7	1,991	1,04	0,476	0,310
id_10	1,581	1,871	0,412	0,458
id_11	1,352	1,845	0,371	0,454
id_12	1,561	1,277	0,408	0,357
id_13	1,332	1,609	0,368	0,416

Come nell'analisi precedente i valori dell'Indice di Shannon sono stati trasformati in logaritmi, y=log(x+1) dove x=H', per ottenere una distribuzione normale (Tabella 4). Su questi valori il normality test è risultato statisticamente significativo, accettando H_0 = il campione appartiene a una popolazione con distribuzione normale (Shapiro Wilk W_{PRE} = 0.930, P > 0.05; Shapiro Wilk W_{POST} = 0.830, P > 0.05).

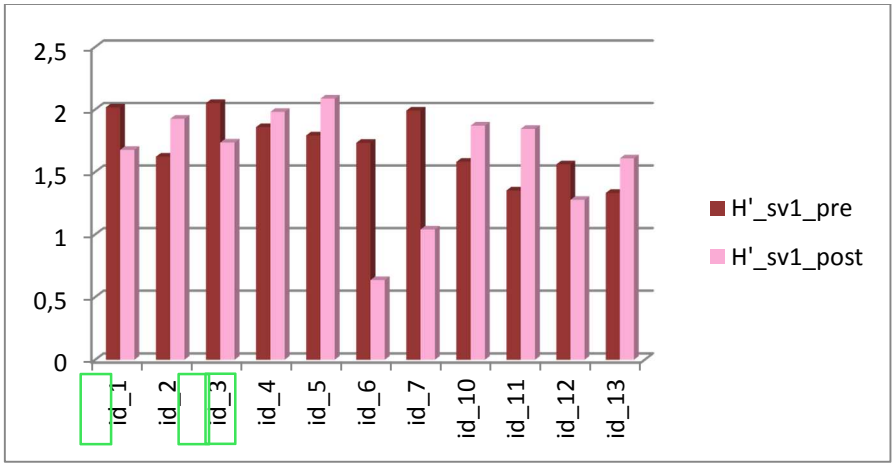


Figura 13: indici di Shannon (H') trasformati in log(x+1) calcolati per ogni punto di ascolto pre- e post- impianto. In verde sono evidenziati i punti effettuati in corrispondenza degli aerogeneratori.

Come nel caso del Parco Eolico "Valbormida" si osservano a livello preliminare i valori grezzi di diversità.

Dal grafico non si nota un sostanziale peggioramento della comunità ornitica dopo la costruzione del parco, ad esclusione dei punti 6 e 7, in cui da valori di H prossimi a 0,45 si è passati a 0,2 – 0,3 circa. Questi due punti di ascolto non sono comunque prossimi alle torri eoliche installate, quindi le differenze riscontrate non sono chiaramente interpretabili. Infatti i punti di ascolto 2, 3, 4, localizzati in prossimità delle torri, non hanno riscontrato sostanziali differenze (cfr. Figura 12).

Il risultato del two sample paired test permette di accettare con ampio margine l'ipotesi nulla che i due campioni appartengano alla stessa popolazione (t = 0,783, P = 0.465).

Anche il risultato del Wilcoxon test accetta ampiamente l'ipotesi nulla di uguaglianza tra mediane (W = 39, P = 0.638).

4.3) Impatto cumulativo nel parco eolico Cairo Valbormida

È stato fin qui evidenziato come in entrambi i parchi la diversità della comunità ornitica non abbia subito sostanziali variazioni dopo la costruzione di ciascun impianto eolico. Sono stati quindi analizzati i possibili impatti negativi dovuti alla costruzione del parco eolico di Naso di Gatto (inverno 2011-2012) sull'area di Cairo Valbormida (località La Crocetta - Bric della Biscia). A tal proposito sono stati selezionati a priori tre periodi: prima della costruzione di Cairo Valbormida (2006-2007), dopo la costruzione del parco (2010-2011) e dopo la costruzione di Naso di Gatto (2012-2013). I dati utilizzati sono relativi a 6 punti d'ascolto replicati in tutti e tre i bienni: 3 punti (id_3, id_4 e id_5) in prossimità degli aerogeneratori e 3 punti (id_8, id_11 e id_14) a circa 300 metri dagli aerogeneratori (Figura 14).

Figura 14: localizzazione dei punti di ascolto considerati nella presente analisi nel parco eolico di Cairo Valbormida.



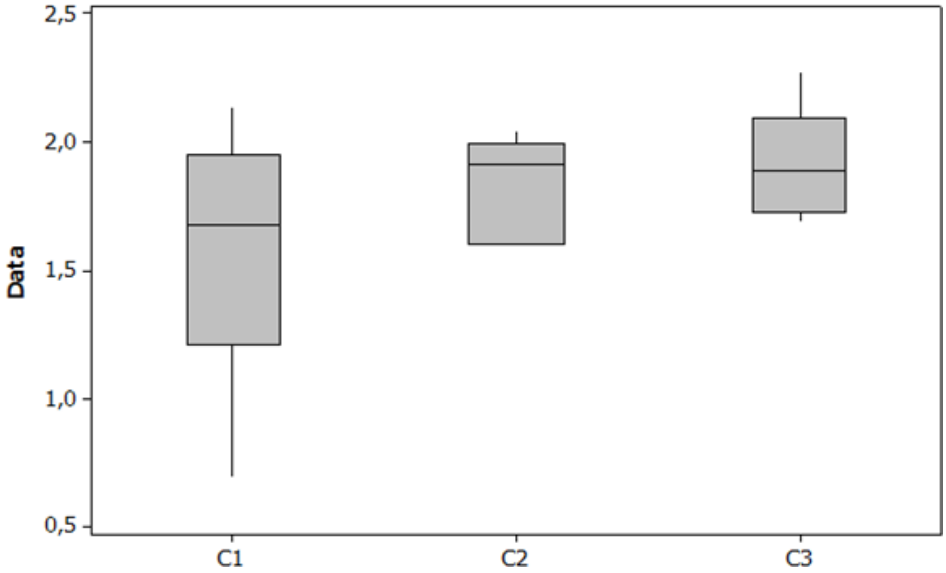
I dati sono stati elaborati con il programma Past 3.0 e sono stati ottenuti gli indici di Shannon (H') nei punti presi in considerazione (vedi tabella seguente).

Tabella 5: indice di Shannon nei punti di ascolto ripetuti nei tre diversi periodi temporali: prima della costruzione di Valbormida (2006-2007), dopo la costruzione di Cairo Valbormida (2010-2011) e dopo la costruzione del parco eolico adiacente (Naso di Gatto, 2012-2013).

PDA	H'_cmn_06+07	H'_cmn_10+11	H'_cmn_12+13
id_3	1,748	1,847	2,042
id_4	1,889	2,045	1,733
id_5	2,138	1,979	1,696
id_8	0,693	1,972	1,792
id_11	1,609	1,609	1,992
id_14	1,386	1,594	2,276

Si sono poi confrontati i quartili dei valori assunti dall'indice nei tre periodi (C1, C2, C3): come si può vedere dal grafico in Figura 14, non sembrerebbe che la costruzione del parco eolico Valbormida abbia avuto effetti negativi sulla comunità, considerazione che vale anche per gli anni successivi alla costruzione dell'adiacente parco eolico "Naso di Gatto".

Figura 15: confronto tra valori medi dell'Indice di Shannon (H') nei tre periodi presi in considerazione (C1= anni 2006+2007, C2 = 2010+2011, C3= 2012+2013). Sono rappresentati i valori medi e la deviazione standard.



Alcuni studi tuttavia dimostrano come l'indice di Shannon, pur essendo molto utile in questo tipo di analisi, non tenga conto della comparsa di specie generaliste a discapito di specie stenoecie (Gregory & van Strien, 2010). Per questo motivo sono state prese in considerazione tutte le specie più sensibili, per la loro biologia di popolazione, che rientrassero in specifiche categorie di tutela (vedi Tabella 6), in particolare quelle:

- di Allegato I (Direttiva 09/147/CE);
- PP (particolarmente protette) nelle L. 157/92 e L.R. 26/93;
- CR (in pericolo molto critico), EN (in pericolo) e VU (vulnerabile) della Lista rossa italiana;
- SPEC 2 (specie le cui popolazioni globali sono presenti in modo concentrato in Europa dove però il loro status di protezione è inadeguato) - Categorie SPEC (Species of Conservation Concern).

Tabella 6: specie rilevate come nidificanti nei siti Valbormida e Naso di Gatto appartenenti a categorie di tutela che indicano maggiore sensibilità della popolazione ai cambiamenti ambientali.

Nome comune	Nome scientifico	Categoria protezione
Quaglia	*Coturnix coturnix*	Reg
Picchio verde	*Picus viridis*	Spec 2
Allodola	*Alauda arvensis*	VU
Luì bianco	*Philloscopus bonelli*	Spec 2
Fiorrancino	*Regulus ignicapillus*	Spec 2
Cincia dal ciuffo	*Lophophanes cristatus*	Spec 2

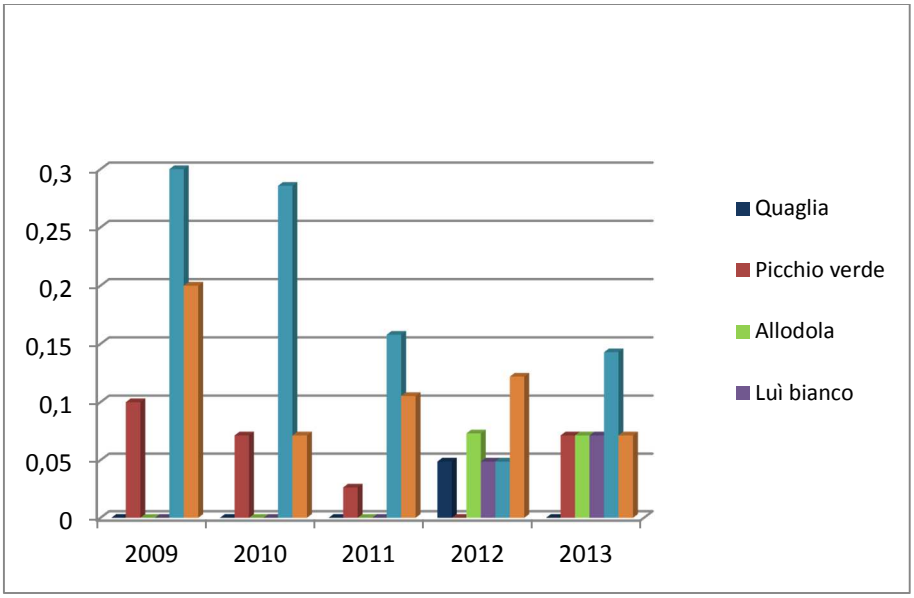


Figura 16: indice di presenza (numero di coppie/numero di punti di ascolto totali) delle specie incluse nelle categorie di protezione sopracitate.

Come si può vedere dal grafico, il numero di specie presenti nel sito aumenta da tre nel 2009 a cinque nel 2012 e 2013: in particolare compaiono **Allodola** e **Quaglia**, probabilmente per l'apertura di aree non boscate ed il conseguente aumento di tipologie di habitat disponibili anche per specie di ambienti aperti. La Quaglia compare soltanto nel 2012 ed andrà accertata la sua presenza come nidificante nei prossimi anni. Il **Fiorrancino**, specie tipicamente di ambiente boschivo, va incontro ad una diminuzione tra il 2010 e il 2012; la sua presenza andrà monitorata negli anni a seguire per poter verificare l'eventuale ripresa della popolazione. Si noti che sinora l'indagine mediante il software TRIM aveva dato esito incerto per la scarsità dei dati disponibile (specie poco contattabile e con basse densità nel sito). La **Cincia dal ciuffo**, come il Fiorrancino, mostra un calo ed una successiva stabilità attorno a valori più bassi rispetto al 2009; discorso simile vale per il **Picchio verde**, che però nel 2013 sembra tornare a valori simili a quelli iniziali.

Tabella 7: indice di Shannon calcolato solo sulle sei specie appartenenti alle categorie di conservazione specificate precedentemente.

Nome comune	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**
Quaglia	0	0	0	-0,147	0
Picchio verde	-0,230	-0,189	-0,096	0	-0,189
Allodola	0	0	0	-0,191	-0,189
Luì bianco	0	0	0	-0,147	-0,189
Fiorrancino	-0,361	-0,358	-0,291	-0,147	-0,278
Cincia dal ciuffo	-0,322	-0,189	-0,237	-0,257	-0,189
H' Indice di Shannon	**0,913**	**0,735**	**0,624**	**0,890**	**1,032**

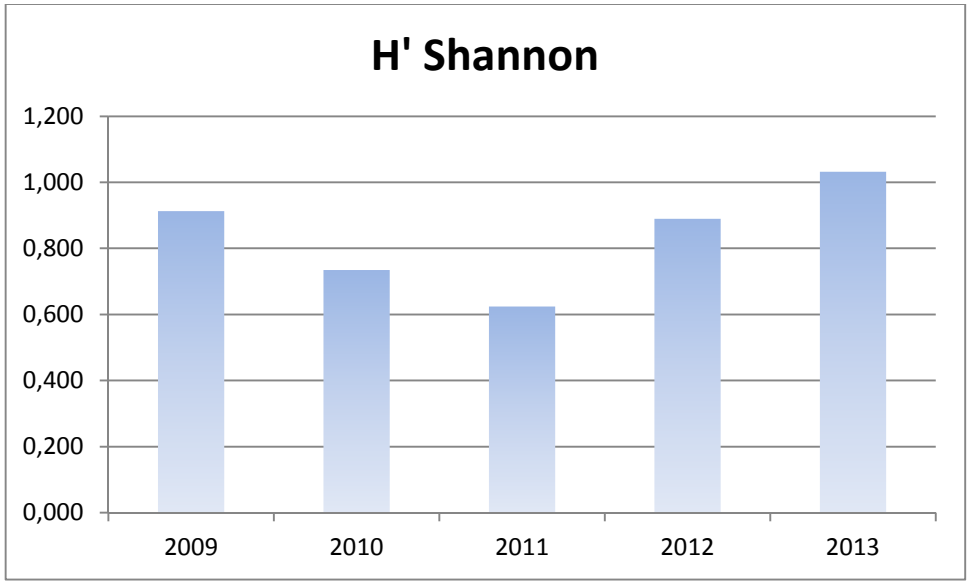


Figura 17: indice di Shannon calcolato solo sui popolamenti delle specie incluse nelle sopracitate categorie di protezione.

L'Indice di Shannon (H') appare nel complesso stabile. Si riscontra comunque un lieve aumento negli ultimi anni, dovuto più alla comparsa di due nuove specie che per l'aumento numerico delle specie già presenti, che invece mostrano una lieve diminuzione nelle presenze. I monitoraggi dei Passeriformi nidificanti (e degli Ordini ecologicamente affini) svolti nei prossimi anni contribuiranno a chiarire gli andamenti delle popolazioni presenti nel sito. Generalmente non si nota la scomparsa di nessuna specie dal sito e si potrebbe ipotizzare una lenta ripresa, come per le altre specie considerate, man mano che l'ambiente ritorni alle condizioni di basso disturbo simili a quelle iniziali, ad esclusione, probabilmente, delle aree più prossime alle torri.

4.4) Confronto tra le comunità di Passeriformi presenti nei pressi dei siti eolici ed in area vasta

In questo capitolo viene effettuato un confronto tra gli indici di Shannon (calcolati per i Passeriformi nidificanti) presenti in prossimità delle torri eoliche ed in area vasta. Tale analisi viene effettuata allo scopo di valutare eventuali variazioni degli indici di comunità in funzione della realizzazione del parco eolico.

In tutto sono stati considerati **59 punti d'ascolto** di cui 24 in prossimità delle torri. La Figura 18 mostra la distribuzione spaziale dei punti d'ascolto utilizzati per l'analisi.

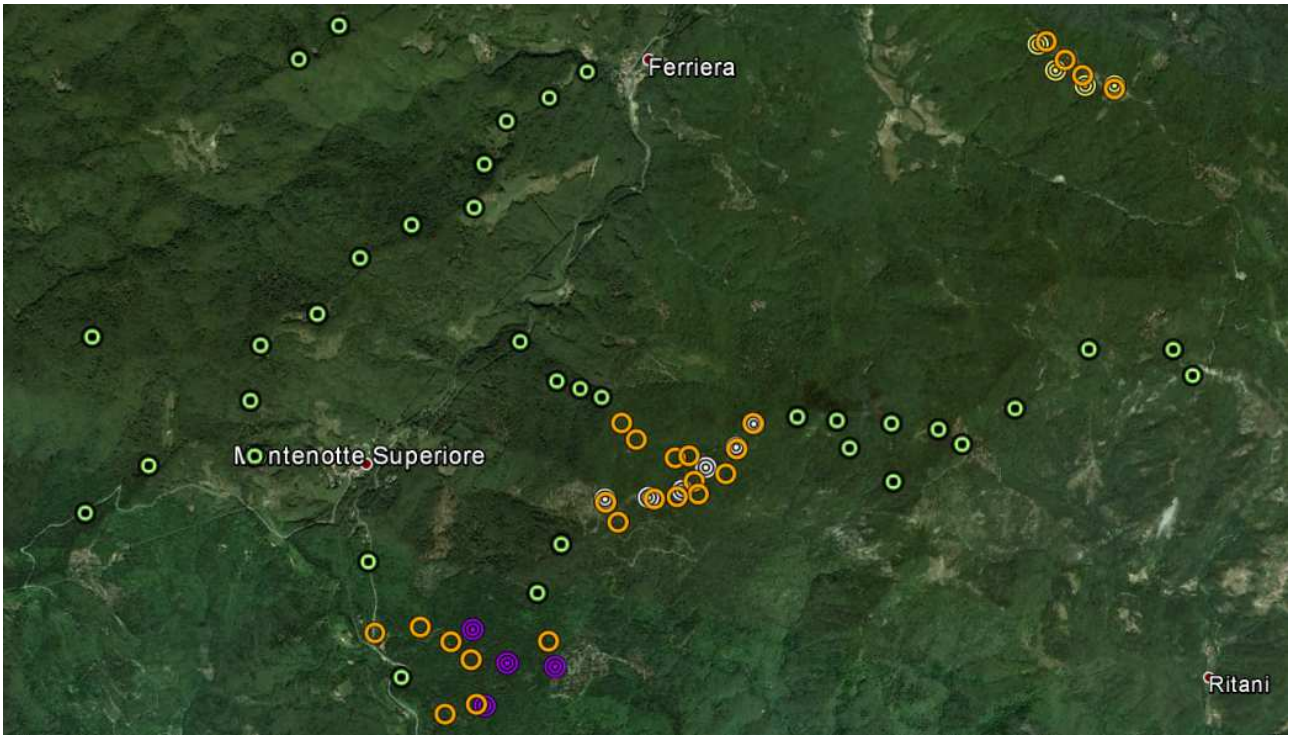


Figura 18: in verde i punti d'ascolto "d'area vasta", in arancio quelli in prossimità delle torri. In bianco gli aerogeneratori del parco "Valbormida", in viola quelle di "Naso di Gatto" ed in giallo quelle del parco "La Rocca"

La distanza minima dalla torre oltre la quale il punto d'ascolto è considerato "d'area vasta" è stata di 500m.

Di questi 59 punti, 55 sono stati rilevati nel 2013 mentre 4 nel 2010 : i punti in alto a destra nella Figura 18 (in corrispondenza del parco eolico "La Rocca").

In tutto le specie utilizzate per l'analisi sono 34 che vengono di seguito elencate: Colombaccio (*Columba palumbus*), Tortora selvatica (*Strepopelia turtur*), Cuculo (*Cuculus canorus*), Picchio rosso minore (*Picoides minor),* Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*), Ballerina bianca (*Motacilla alba*), Ballerina gialla (*Motacilla cinerea*), Prispolone (*Anthus trivialis*), Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*), Codirosso spazzacamino (*Phoenicurus ochruros*), Pettirosso (*Erithacus rubecula*), Merlo (*Turdus merula*), Capinera (*Sylvia atricapilla*), Usignolo (*Luscinia megarhynchos*), Tordo bottaccio (*Turdus philomelos*), Luì piccolo (*Phylloscopus collybita*), Luì bianco (*Phylloscopus bonelli*), Fiorrancino (*Regulus ignicapillus*), Pigliamosche (*Muscicapa striata*), Sterpazzola (*Sylvia communis*), Sterpazzolina di Moltoni (*Sylvia subalpina*), Codibugnolo (*Aegithalos caudatus*), Cinciarella (*Cyanistes caeruleus*), Cinciallegra (*Parus*

major), Cincia dal ciuffo (*Lophophanes cristatus*), Cincia mora (*Parus ater*), Cincia bigia (*Parus palustris*), Picchio muratore (*Sitta europaea*), Rampichino comune (*Certhia brachydactyla*), Rigogolo (*Oriolus oriolus*), Ghiandaia (*Garrulus glandarius*), Gazza (*Pica pica*), Passera d'Italia (*Passer domesticus*), Fringuello (*Fringilla coelebs*).

Sono stati quindi calcolati gli indici di Shannon secondo la formula:

$$\mathbf{H'} = -\mathbf{\Sigma}\ p_i \ln p_i$$

dove :

p_i è la proporzione dell'abbondanza delle specie i ($p_i = N_i/N$)

N_i è l'abbondanza della specie i-esima

N è l'abbondanza totale ($N = \Sigma^{S}_{i=1} N_i$) dove S è il numero di specie rilevate

Tabella 8: indici di Shannon calcolati in prossimità dei punti torre (AT) ed ad una distanza maggiore di 500m (AV)

ID	H'	ID	H'	ID	H'	ID	H'	ID	H'
AT 1	1,32	AT 13	0,37	AV 1	2,07	AV 13	3,40	AV 25	2,70
AT 2	1,65	AT 14	2,07	AV 2	2,80	AV 14	1,96	AV 26	2,13
AT 3	1,36	AT 15	1,29	AV 3	1,30	AV 15	1,64	AV 27	1,81
AT 4	1,38	AT 16	1,38	AV 4	1,42	AV 16	2,39	AV 28	2,90
AT 5	1,68	AT 17	2,01	AV 5	1,65	AV 17	2,46	AV 29	3,35
AT 6	1,68	AT 18	2,15	AV 6	1,36	AV 18	1,32	AV 30	2,69
AT 7	1,42	AT 19	2,37	AV 7	1,42	AV 19	1,73	AV 31	2,96
AT 8	0,69	AT 20	2,62	AV 8	2,75	AV 20	3,10	AV 32	2,96
AT 9	0,69	AT 21	2,94	AV 9	2,01	AV 21	1,99	AV 33	3,26
AT 10	0,73	AT 22	1,70	AV 10	1,65	AV 22	2,60	AV 34	2,92
AT 11	1,74	AT 23	1,38	AV 11	1,33	AV 23	2,43	AV 35	2,58
AT 12	2,37	AT 24	3,41	AV 12	1,38	AV 24	2,33		

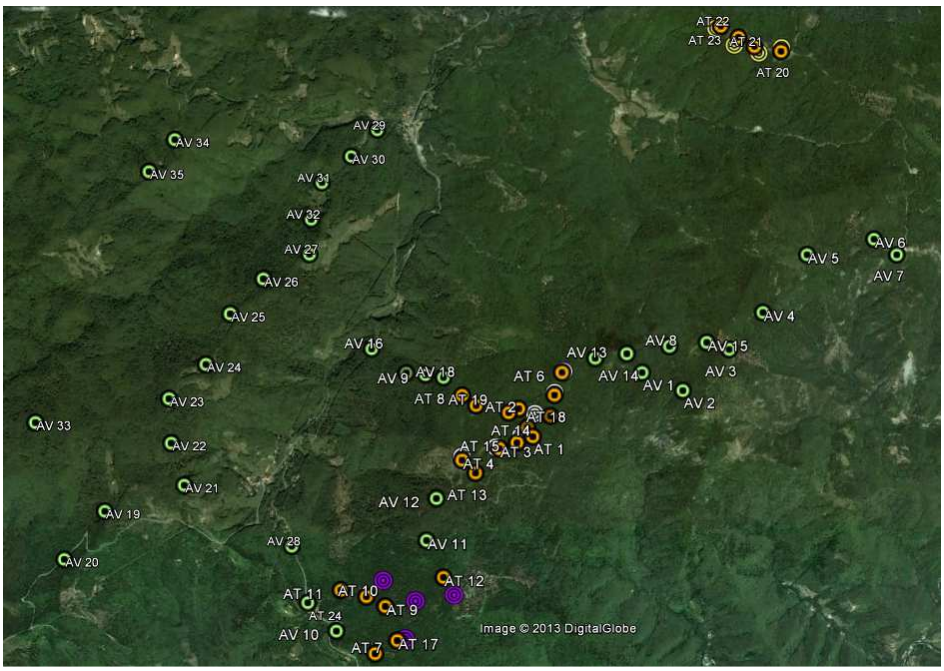


Figura 19: punti d'ascolto utilizzati per l'analisi. In verde i punti d'area vasta (AV) ed in arancione i punti torre (AT)

Il metodo utilizzato per l'analisi statistica è quello del box plot. Tale analisi permette di verificare differenze o analogie significative tra le medie degli indici di Shannon calcolati in area torre (AT) ed in area vasta (AV).

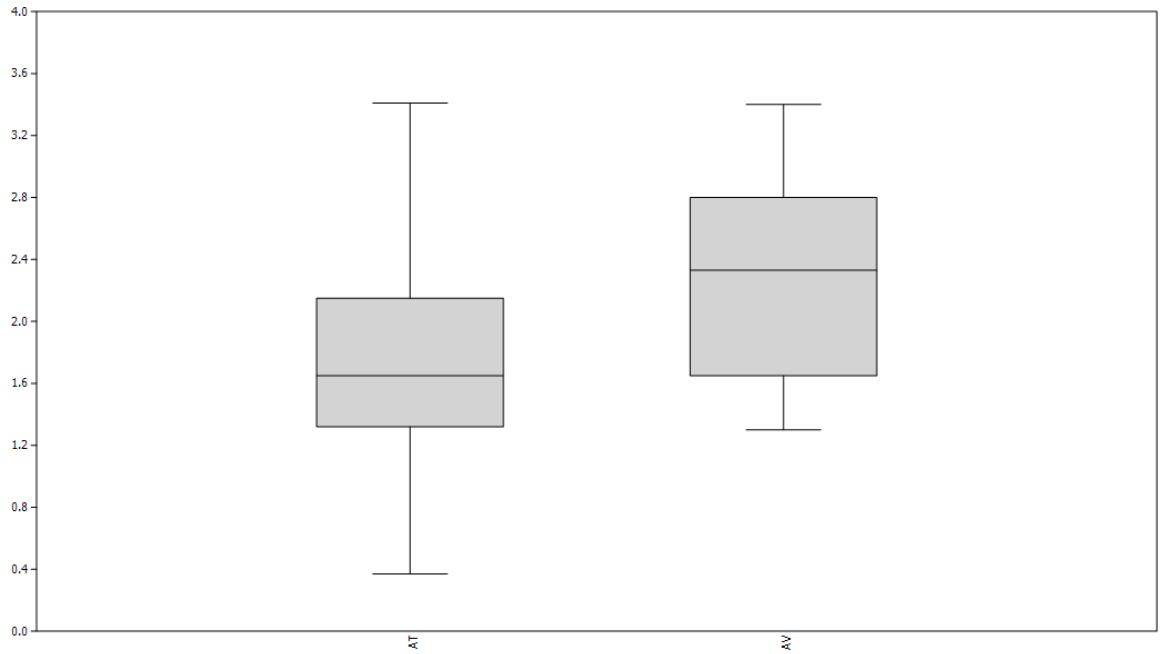


Figura 20: confronto tra valori medi dell'Indice di Shannon (H') nei punti d'ascolto AT (area torre) ed AV (Area vasta)

Come si osserva dalla Figura 20, il valore mediano dell'indice di Shannon per le "aree torre" è di **1,67** mentre per le "aree non torre" vale **2,33**.

Ad una certa distanza dalle turbine i valori mediani di Shannon si mantengono più elevati. Questo farebbe supporre una dinamica di metapopolazioni in cui le aree più lontane dagli aerogeneratori fungono da sorgente (*source*).

4.5) β- diversità: Indice di Sørensen

L'indice di diversità composizionale di Sørensen è stato applicato al fine di indagare le variazioni spaziali nella composizione specifica dei tre popolamenti di Passeriformi delle aree denominate "Cairo Valbormida" e "Naso di Gatto".

In Ecologia le differenze composizionali possono essere studiate in termini di diversità alfa, beta e gamma[7]. L'unità di studio è la comunità: l'insieme degli individui campionabili nel corso dei monitoraggi effettuati nei diversi punti d'ascolto. Una misura di similarità composizionale tra popolamenti varia tra 0 nel caso in cui non vi sia alcuna specie in comune e 1 nel caso in cui tutte le specie siano condivise.

Gli indici di diversità composizionale basati sulla sola presenza-assenza delle specie sono stati sempre molto utilizzati in Ecologia e ne sono stati proposti varie decine (Magurran & Mc Gill, 2011). L'Indice di Sørensen è ampiamente utilizzato ed è stato inizialmente proposto per il confronto di due popolamenti. È una misura reale di sovrapposizione, la media armonica tra la proporzione di specie condivise nel primo popolamento e la proporzione di specie condivise nel secondo.

$QS=2a/(2a+b+c)$

dove: a=numero di specie condivise,

b=specie unicamente presenti nella prima area,

c=specie unicamente presenti nella seconda area.

Il valore indica la similarità composizionale tra i due popolamenti.

Sono state anche prese in considerazione le specie nidificanti nel SIC Rocca dell'Adelasia (IT1322304), al fine di avere un'area adiacente e con ambienti simili, sebbene in migliore stato di conservazione: in Tabella 9 sono riportate le specie rilevate.

[7] diversità alfa: diversità di specie all'interno di un determinato sito, di un habitat o di una comunità
diversità beta: misura del grado di variazione della diversità nelle comunità presenti in una data area
diversità gamma: diversità complessiva di una intera regione o di una vasta unità territoriale

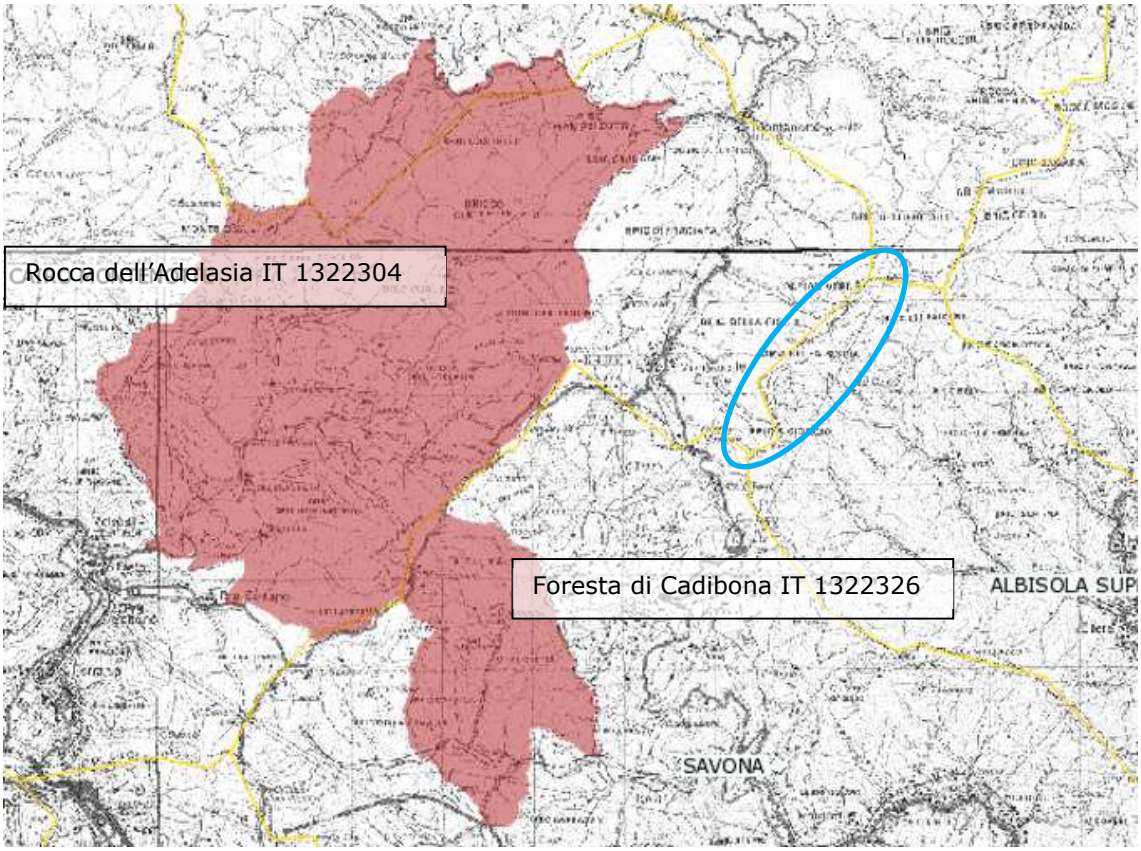


Figura 21: vista d'insieme dell'area. In viola i SIC Rocca dell'Adelasia e Foresta di Cadibona, in celeste il crinale che ospita gli impianti di Cairo Valbormida e Naso di Gatto.

Tabella 9: tabella di presenza/assenza delle specie nidificanti certe nelle tre aree di studio. Nell'ultima colonna le specie nidificanti nel SIC Rocca dell'Adelasia in base alle schede Natura 2000 (aggiornamento 10-2012). I dati di presenza nel SIC dell'Adelasia, contrassegnati da asterisco (*) sono tratti da EBN Italia.

Specie	Cairo Valbormida	Naso di Gatto	SIC Adelasia IT1322304
Falco pecchiaiolo *Pernis apivorus*	0	0	1*
Biancone *Circaetus gallicus*	0	0	0
Poiana *Buteo buteo*	1	1	1
Sparviere *Accipiter nisus*	1	1	1
Gheppio *Falco tinnunculus*	1	1	0
Gufo comune *Asio otus*	0	0	1
Allocco *Strix aluco*	1	1	1
Colombaccio *Columba palumbus*	0	0	1
Tortora selvatica *Strepopelia turtur*	0	0	1
Cuculo *Cuculus canorus*	1	1	1
Torcicollo *Jynx torquilla*	0	0	1
Upupa *Upupa epops*	0	0	1
Picchio rosso minore *Picoides minor*	0	0	0
Picchio rosso maggiore *Dendrocopos major*	0	0	1
Picchio verde *Picus viridis*	1	0	1*
Allodola *Alauda arvensis*	1	0	0
Rondine *Hirundo rustica*	0	0	1
Ballerina bianca *Motacilla alba*	0	0	1
Ballerina gialla *Motacilla cinerea*	0	1	1
Prispolone *Anthus trivialis*	0	0	1
Pigliamosche *Muscicapa striata*	0	0	0
Merlo acquaiolo *Cinclus cinclus*	0	0	1
Scricciolo *Troglodytes troglodytes*	1	0	1
Codirosso spazzacamino *Phoenicurus ochruros*	0	0	0

Codirosso comune *Phoenicurus phoenicuros*	0	0	1
Pettirosso *Erithacus rubecula*	1	1	1
Merlo *Turdus merula*	1	1	1
Capinera *Sylvia atricapilla*	1	1	1
Usignolo *Luscinia megarhynchos*	0	0	1
Tordo bottaccio *Turdus philomelos*	1	0	0
Luì piccolo *Phylloscopus collybita*	1	1	1
Luì bianco *Phylloscopus bonelli*	0	1	0
Fiorrancino *Regulus ignicapillus*	1	0	0
Sterpazzola *Sylvia communis*	0	0	0
Sterpazzolina di Moltoni *Sylvia subalpina*	0	0	0
Codibugnolo *Aegithalos caudatus*	1	1	1
Cinciarella *Cyanistes caeruleus*	1	1	1
Cinciallegra *Parus major*	1	1	1
Cincia dal ciuffo *Lophophanes cristatus*	0	1	0
Cincia mora *Parus ater*	1	1	1
Cincia bigia *Parus palustris*	0	1	0
Picchio muratore *Sitta europaea*	1	1	1
Rampichino comune *Certhia brachydactyla*	0	1	1
Rigogolo *Oriolus oriolus*	0	1	0
Averla piccola *Lanius collurio*	0	0	1
Ghiandaia *Garrulus glandarius*	1	1	1
Cornacchia grigia *Corvus corone*	0	0	1
Gazza *Pica pica*	1	1	0
Passera d'Italia *Passer domesticus*	0	0	1
Cardellino *Carduelis carduelis*	0	0	1
Fringuello *Fringilla coelebs*	1	1	1
Zigolo nero *Emberiza cirlus*	0	0	1

Il calcolo dell'Indice di Sørensen evidenzia come i siti nettamente più vicini in termini composizionali siano "Cairo Valbormida" e "Naso di Gatto", presumibilmente per correlazione spaziale. Il popolamento che si differenzia maggiormente dai restanti tre è quello dell'Adelasia, infatti anche immediatamente al di fuori dei confini del SIC non risultano nidificare varie specie di interesse. In tal senso si ricorda che nelle aree soggette a monitoraggio l'assenza di *Asio otus, Jynx torquilla, Upupa epops, Phoenicurus phoenicurus, Lanius collurio* ed *Emberiza cia* è probabilmente reale. Il Gufo comune è stato infatti oggetto di specifiche indagini con il metodo del playback, sempre con esito negativo, mentre le altre specie non vi trovano habitat potenzialmente idonei alla nidificazione e non presentano particolari problemi di rilevabilità in periodo riproduttivo. Inoltre, queste specie sono sensibili alle modificazioni del loro habitat ma molto meno alla mortalità diretta per impatto contro le pale eoliche.

Tabella 10: Indice di Sørensen dei popolamenti avifaunistici in oggetto.

	Valbormida	Naso di Gatto	SIC Adelasia
Valbormida	-	-	-
Naso di Gatto	0,82	-	-
SIC Adelasia IT1322304	0,57	0,58	-

4.7) Considerazioni conclusive

Per quanto concerne gli impatti, lo studio mostra che la diversità della comunità ornitica non subisce sostanziali variazioni dopo la costruzione di un impianto eolico, nonostante alcune specie di Passeriformi nidificanti siano "disturbate" a seguito della realizzazione del parco, specie che quindi si allontanano e ritornano ai vecchi siti di nidificazione a fase di cantiere ultimata. La realizzazione del parco eolico non pregiudica la conservazione della comunità ornitica nidificante in area vasta. Interessante notare che la realizzazione del parco "Naso di Gatto" non abbia avuto impatto sulla comunità di Passeriformi di "Valbormida", ma che gli impatti siano molto localizzati e strettamente connessi ai lavori di cantierizzazione del parco eolico.

Considerando che le tipologie di habitat presenti nei campionamenti effettuati sono simili, le aree denominate "AV" (area vasta) sono verosimilmente da considerate siti di controllo e possono quindi fornire informazioni circa eventuali variazioni delle metapopolazioni presenti in area vasta. In questo contesto ecologico si può affermare che le popolazioni AV vengono considerate "*source*" mentre le "AT" (area torre) sono da considerarsi popolazioni "*sink*". Infatti i valori dell'indice di Shannon per le popolazioni "AT" risultano essere inferiori di circa il 28,3% rispetto alle popolazioni "*source*".

Per questo motivo i punti d'ascolto ripetuti negli anni, sia in corrispondenza degli aerogeneratori a progetto sia a distanze progressivamente maggiori dagli stessi, si rivelano una metodologia affidabile per l'individuazione di problematiche date dall'eolico non solo per i soggetti nidificanti in loco ma anche per la popolazione cui appartengono.

Le analisi statistiche sono state revisionate e in parte curate dal Dott. Daniele Baroni, laureato in Scienze Naturali.

Daniele Baroni 

5. PIANO DI RICERCA CARCASSE

Per poter valutare concretamente gli eventuali impatti cumulativi la società propone di organizzare ed effettuare un piano di monitoraggio di ricerca carcasse in area vasta su tutte le turbine aziendali presenti seguendo il protocollo riportato nella tabella che segue.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
N° USCITE	**2**	**2**	**11**	**2**	**11**	**2**	**2**	**2**	**9**	**2**	**2**	**2**

Come si osserva dalla tabella, si prevede di effettuare 2 uscite mensili nei seguenti impianti eolici:

- Parco eolico "5 Stelle" (4 turbine da 800kW);
- Parco eolico "Rocca Ghingherina" (4 turbine da 800kW);
- Parco eolico "Valbormida" (6 turbine da 800kW);
- Parco eolico "Naso di Gatto" (4 turbine da 2 MW);

Inoltre nei mesi di marzo, maggio e settembre sono previste uscite aggiuntive a causa della migrazione di Biancone e Falco pecchiaiolo (specie target per la Regione Liguria). Lo sforzo di campionamento sarà quindi implementato rispettando le stesse cadenzialità usate ad Arenzano. Nello specifico saranno effettuate 11 uscite a marzo (dal 10 al 21), 11 a maggio (dal 7 al 18) e 11 a settembre (dal 15 al 26)[8].

Il piano di monitoraggio avrà valenza quinquennale. La Regione sarà aggiornata annualmente circa i risultati della ricerca.

[8] Come da Progetto Migrans

6. CONCLUSIONI

Ad oggi non esiste una metodologia scientificamente riconosciuta ed approvata che consenta la quantificazione e la valutazione dell'impatto cumulativo di turbine eoliche.

Al fine di poter valutare eventuali impatti cumulativi sulle comunità di uccelli nidificanti e migranti nell'area del parco eolico "Rocca Moglie" si è compiuta un'analisi sui dati di medio/lungo periodo raccolti sia sull'area di impianto sia sul crinale in cui è stato realizzato il parco "Valbormida" nel 2009 e successivamente il parco "Naso di Gatto" nel 2012.

Le analisi di medio-lungo periodo effettuate sui dati relativi alle popolazioni di rapaci nidificanti e migratori mostrano trend costanti o in aumento, pertanto la costruzione della macchina eolica che andrà ad inserirsi in un contesto ambientale molto disturbato per la vicinanza di una strada e che già ospita impianti eolici non dovrebbe arrecare danni alle comunità ivi presenti.

Tale tesi sembra essere avvalorata dallo studio compiuto sui nidificanti passeriformi in un'area limitrofa in cui è stato possibile confrontare i dati rilevati nell'area del parco eolico con un "bianco".

Per poter valutare concretamente gli eventuali impatti cumulativi a seguito della realizzazione del nuovo aerogeneratore, la società è disposta ad organizzare ed effettuare un piano di monitoraggio di ricerca carcasse in area vasta su tutte le turbine aziendali presenti.