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 **Pontinvrea, Cairo Montenotte e Stella (SV)**
Proponente **F.E.R.A. S.r.l.**

Parco eolico

"Monte Greppino"

Progetto Definitivo

1.9

Studio avifuanistico cumulativo

Progettisti: Dott.ssa Giulia Canavero

Giulia Canavero

Data	Rev.	Descrizione	Elaborato	Controllato	Approvato
08.08.2018		Prima emissione	Ardenghi	Canavero	Bertuccio

Comm. 84 **Elaborato:** MGR-1.9 Studio TRIM

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 4
2. Area di Studio 6
3. Materiali e Metodi 9
4. Risultati 15
4.1 Analisi dei trend di popolazione con TRIM (parco eolico "Valbormida") 15
4.2 Confronto tra le Comunità di Passeriformi pre e post impianto utilizzando Indici di Diversità (Shannon) 24
4.3 Impatto cumulativo nel parco eolico Cairo Valbormida 29
4.4 Confronto tra le comunità di Passeriformi presenti nei pressi dei siti eolici ed in area vasta 33
4.5 β- diversità: Indice di Sørensen 36
4.6 Impatto cumulativo sui rapaci in transito 38
5. Conclusioni 44

1. Introduzione

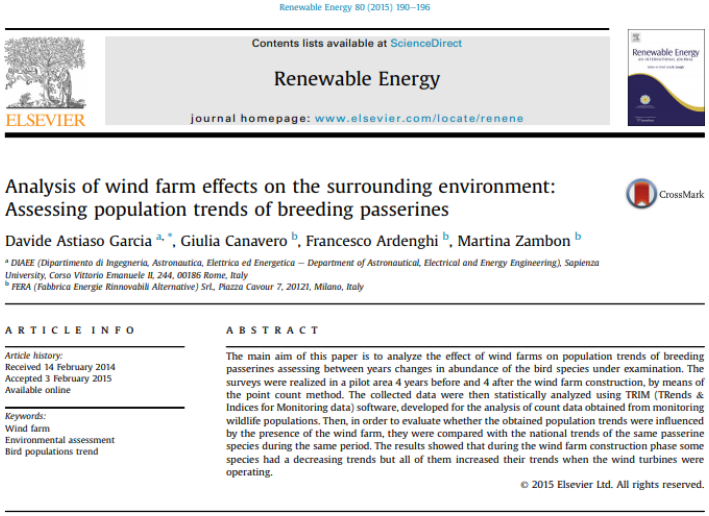
Il presente studio vuole analizzare gli eventuali impatti cumulativi a carico dell'avifauna che il parco eolico a progetto potrebbe arrecare alla comunità ornitica presente in area vasta d'impianto.

Al fine di poter prevedere tali impatti si sono compiute diverse analisi statistiche che vengono descritte nel capitolo 3.

In primis è stata effettuata un'analisi statistica sui dati di medio/lungo periodo sul crinale in cui è stato realizzato il parco "Valbormida" (2009). Tale struttura risulta infatti sullo stesso crinale dell'impianto oggetto di valutazione "Monte Greppino".
Inoltre in un'ottica di dismissione dell'impianto "Valbormida", come più volte evidenziato in vari documenti progettuali, si intende ridurre il numero delle turbine (da 6 realizzate e 1 autorizzata a 3) aumentandone la potenza e riducendo quindi il numero complessivo di aerogeneratori minimizzando così l'impatto cumulativo.

In questo report vengono quindi presentate le analisi relative alla comunità ornitica presente al fine di verificare l'esistenza e l'eventuale consistenza di impatti cumulativi che la realizzazione del parco eolico "Monte Greppino" potrebbe apportare all'area vasta d'impianto.

Sulla base di uno di questi studi venne preparato un articolo pubblicato nel 2015 su https://www.journals.elsevier.com/renewable-energy. Autori della suddetta analisi sono: Davide Astiaso Garcia (DIAEE - Dipartimento di Ingegneria, Astronautica, Elettrica ed Energetica, Università La Sapienza), la Dott.ssa Giulia Canavero (laureata in Scienze Ambientali), il Dott. Francesco Ardenghi (laureato in Scienze Ambientali) e la Dott.ssa Martina Zambon (laureata in Analisi e Gestione degli Ambienti Naturali)



Renewable Energy 80 (2015) 190–196

Contents lists available at ScienceDirect

Renewable Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/renene

ELSEVIER

Analysis of wind farm effects on the surrounding environment: Assessing population trends of breeding passerines

CrossMark

Davide Astiaso Garcia [a, *], Giulia Canavero [b], Francesco Ardenghi [b], Martina Zambon [b]

[a] DIAEE (Dipartimento di Ingegneria, Astronautica, Elettrica ed Energetica – Department of Astronautical, Electrical and Energy Engineering), Sapienza University, Corso Vittorio Emanuele II, 244, 00186 Rome, Italy
[b] FERA (Fabbrica Energie Rinnovabili Alternative) Srl., Piazza Cavour 7, 20121, Milano, Italy

ARTICLE INFO

Article history:
Received 14 February 2014
Accepted 3 February 2015
Available online

Keywords:
Wind farm
Environmental assessment
Bird populations trend

ABSTRACT

The main aim of this paper is to analyze the effect of wind farms on population trends of breeding passerines assessing between years changes in abundance of the bird species under examination. The surveys were realized in a pilot area 4 years before and 4 after the wind farm construction, by means of the point count method. The collected data were then statistically analyzed using TRIM (TRends & Indices for Monitoring data) software, developed for the analysis of count data obtained from monitoring wildlife populations. Then, in order to evaluate whether the obtained population trends were influenced by the presence of the wind farm, they were compared with the national trends of the same passerine species during the same period. The results showed that during the wind farm construction phase some species had a decreasing trends but all of them increased their trends when the wind turbines were operating.

© 2015 Elsevier Ltd. All rights reserved.

Figura 1: pubblicazione articolo (2015)

Oltre al suddetto studio, 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.

Poi per valutare 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".

Al fine di 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 "Napoleone", "Valbormida" e "Naso di Gatto", nonché per l'area protetta dell'Adelasia.

Sono stati confrontati gli indici di Shannon calcolati in prossimità delle torri ed in area vasta.

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

2. 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.

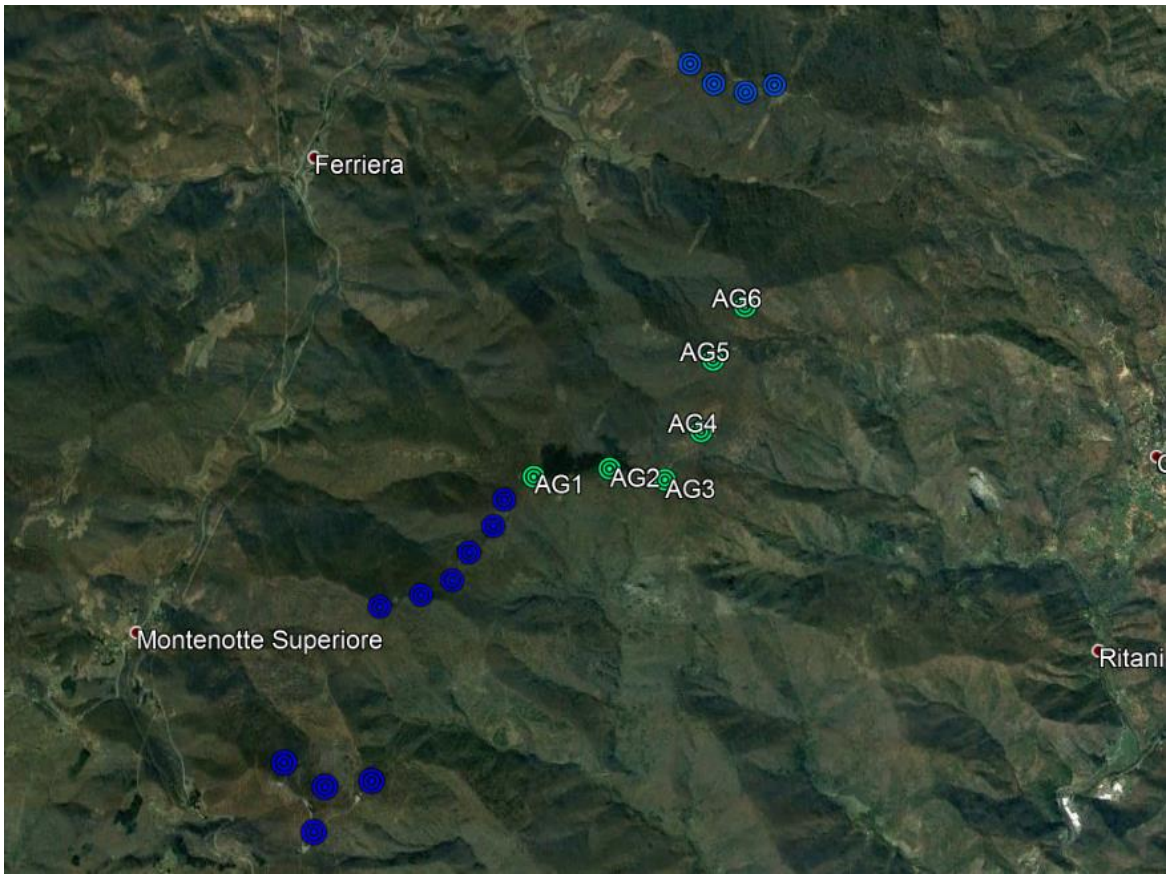


Figura 2: in blu i parchi eolici in produzione: "Valbormida" (6 AG), "Naso di Gatto" (4 AG a sud) e "La Rocca" (4AG). In verde il layout di "Monte Greppino" a progetto

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*).



Figura 3: parco eolico "Valbormida"

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).

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.



Figura 4: parco eolico "la Rocca"

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 5: parco eolico "Naso di Gatto"

3. Materiali e Metodi

L'analisi si è concentrata 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.

Per il presente studio sono stati quindi utilizzati i dati raccolti (*pre e post-operam*) nei vari siti eolici monitorati da FERA. In ottemperanza alle prescrizioni regionali, oltre al monitoraggio *pre-operam*, l'azienda ha effettuato anche monitoraggi continuativi *post-operam* applicando il medesimo protocollo disciplinato nel DGR 1122/2012. Tale approccio standardizzato rende confrontabili i dati e consente analisi statistiche significative.

In primo luogo (par. 4.1) 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.

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.

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.

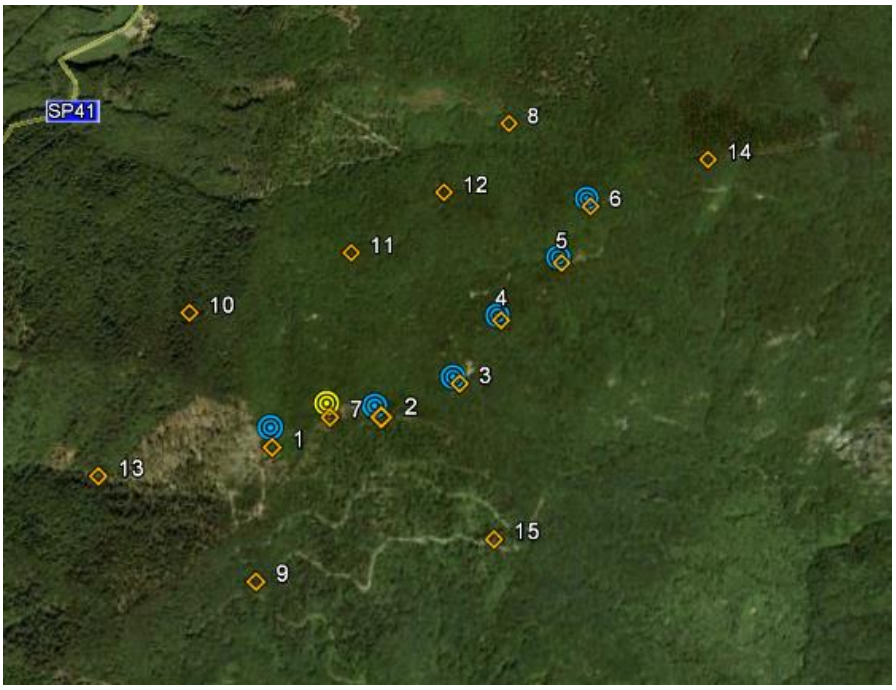


Figura 6: localizzazione dei punti d'ascolto (in arancione). In blu le torri già in funzione e in giallo quella autorizzata.

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*[1], 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.

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

[1] 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).

punti d'ascolto ripetuti in fase *ante-operam* e in fase *post-operam* tramite l'**indice di Shannon** (par 4.2).

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.

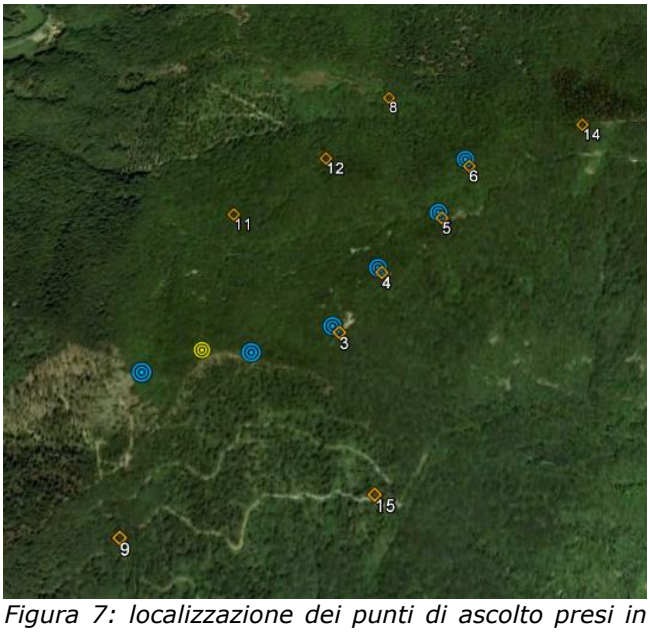


Figura 7: localizzazione dei punti di ascolto presi in considerazione pre- e post- impianto rispetto al layout del parco eolico per il calcolo dell'indice di Shannon a "Valbormida"

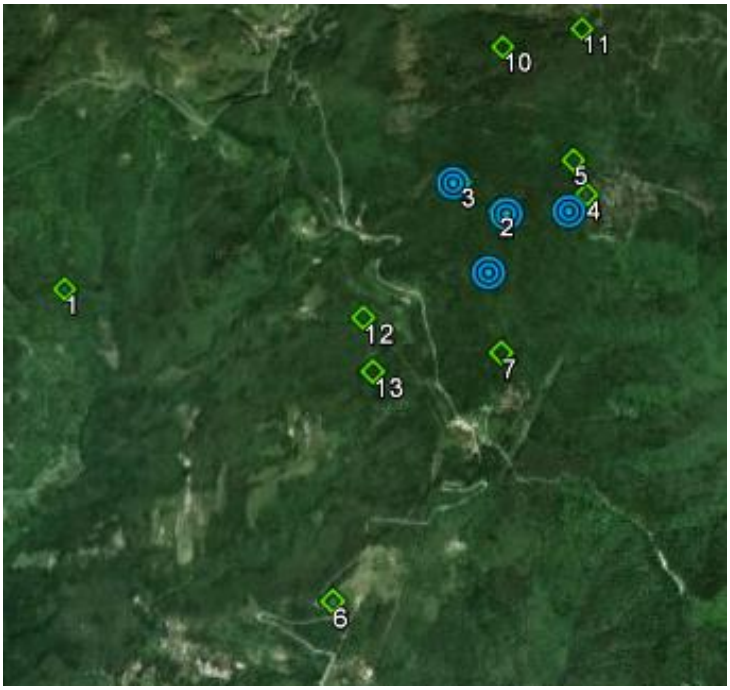


Figura 8: localizzazione dei punti di ascolto pre- e post-impianto presi in considerazione rispetto al layout del parco eolico per il calcolo dell'indice di Shannon a "Naso di Gatto"

Successivamente (nel paragrafo 4.3), sempre tramite l'indice di Shannon, sono stati quindi analizzati i possibili **impatti cumulativi su "Valbormida"** dovuti alla costruzione del parco eolico di Naso di Gatto (inverno 2011-2012). 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 9: localizzazione dei punti di ascolto considerati nella presente analisi nel parco eolico di Cairo Valbormida

Nel paragrafo 4.4 viene effettuato un confronto tra gli indici di **Shannon in prossimità delle torri eoliche ed in area vasta** (calcolati per i Passeriformi nidificanti). Tale analisi viene effettuata allo scopo di valutare eventuali variazioni degli indici di comunità in funzione della realizzazione del parco eolico.

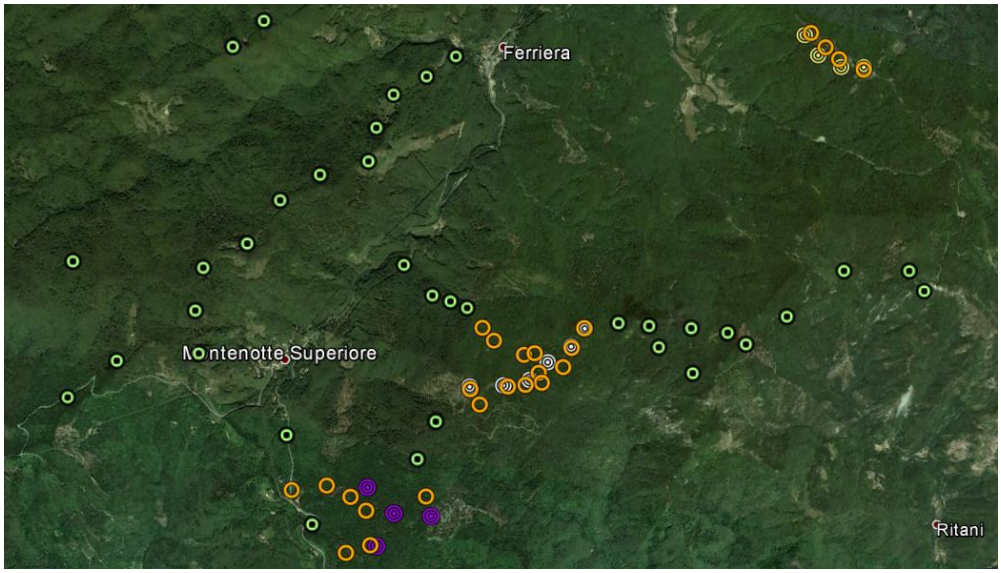


Figura 10: in verde i punti d'ascolto "d'area vasta", in arancio quelli in prossimità delle torri. In bianco gli aerogeneratori del parco "Valbormida", in viola quelle di "Naso di Gatto" ed in giallo quelle del parco "La Rocca"

Successivamente nel paragrafo 4.5 viene utilizzato l'**indice di Sørensen** al fine di indagare le variazioni spaziali nella composizione specifica dei tre popolamenti di Passeriformi delle aree denominate "Napoleone", "Cairo Valbormida" e "Naso di Gatto".

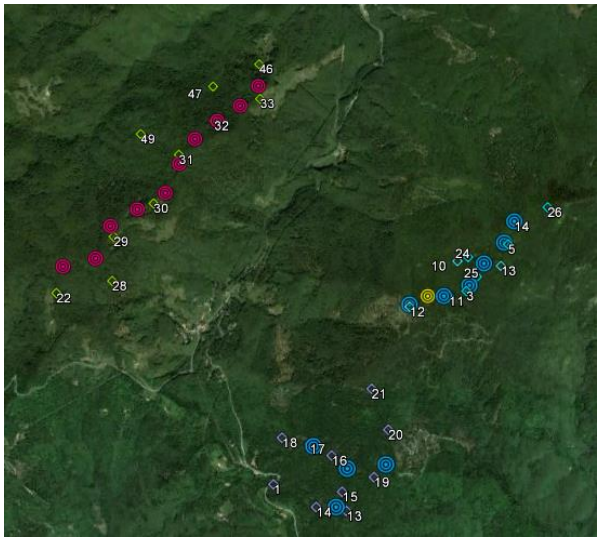


Figura 11: punti di ascolto effettuati nel 2013 nei tre siti a confronto. A destra in azzurro i parchi eolici in funzione "Cairo Valbormida" (la torre a progetto e in fase di VIA in giallo) e "Naso di Gatto", a sinistra in rosso l'impianto a progetto "Napoleone"

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.

Infine nel paragrafo 4.6 sono definiti gli **impatti cumulativi sui rapaci in transito**.

4. Risultati

Di seguito vengono rappresentati gli andamenti di alcune specie (quelle più rappresentate nella comunità di Passeriformi nidificanti dell'area di studio) al fine di evidenziare variazioni significative nelle dinamiche di popolazione presenti pre e post-operam

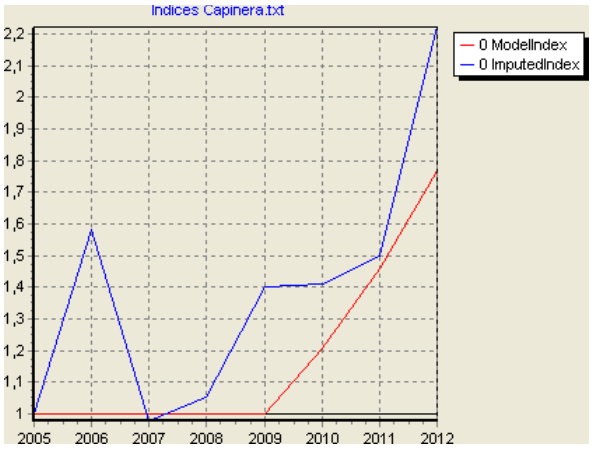
4.1 Analisi dei trend di popolazione con TRIM (parco eolico "Valbormida")

LEGENDA DEGLI ANDAMENTI

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

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
```



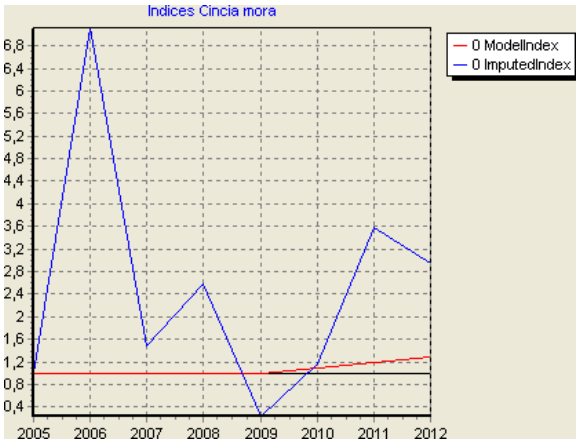

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative   std.err.
   0.0767       0.0509          1.0797       0.0550

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
```



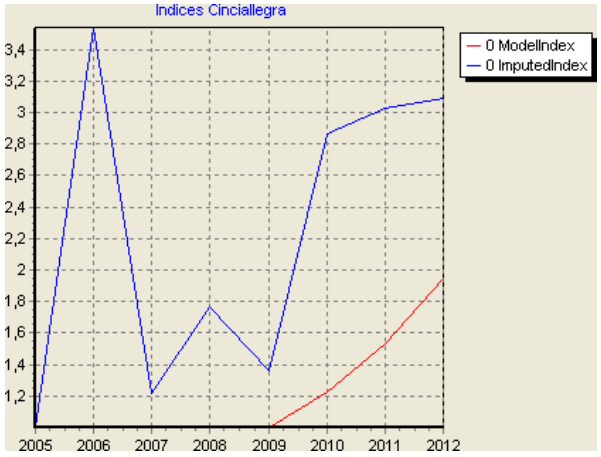

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
  Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
    0.0345       0.0968          1.0351      0.1002

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%).

Cinciallegra (?)

```
GOODNESS OF FIT
 Chi-square                  50.52, df     52, p 0.5323
 Likelihood Ratio            51.53, df     52, p 0.4923
 AIC (up to a constant)     -52.47
```



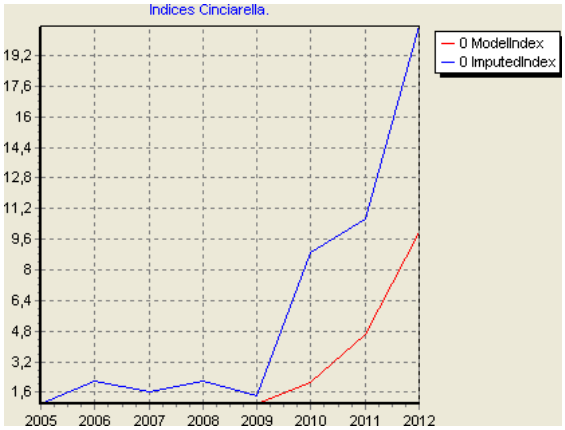

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
  Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
    0.0883       0.0648          1.0924      0.0708

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
```



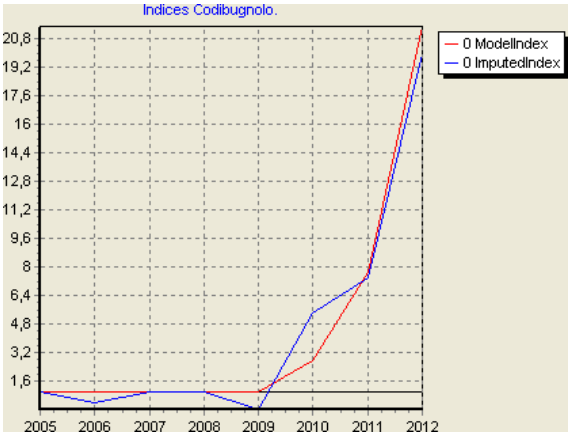

```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.3101       0.0631         1.3636      0.0860

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
```



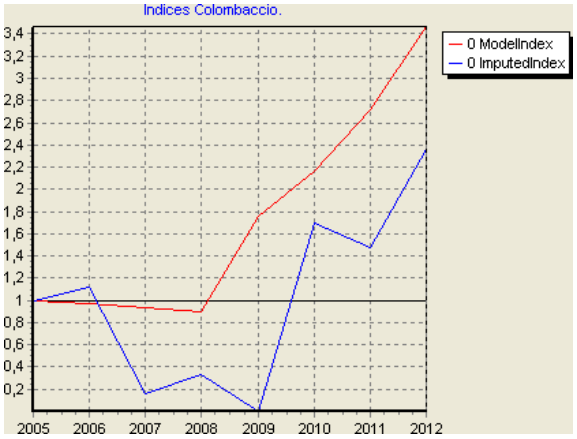

```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.4139       0.0872         1.5128      0.1320

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
```



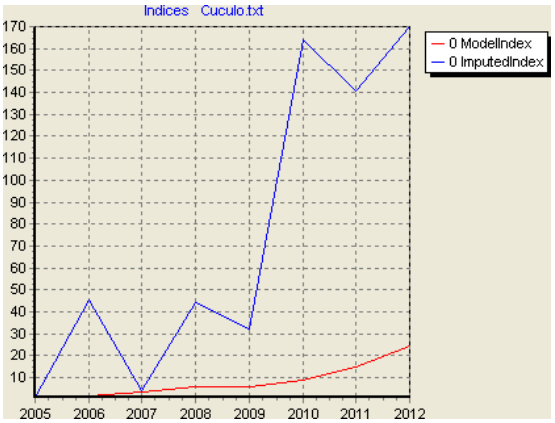

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
  Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
    0.2032       0.1841          1.2253       0.2255

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
```



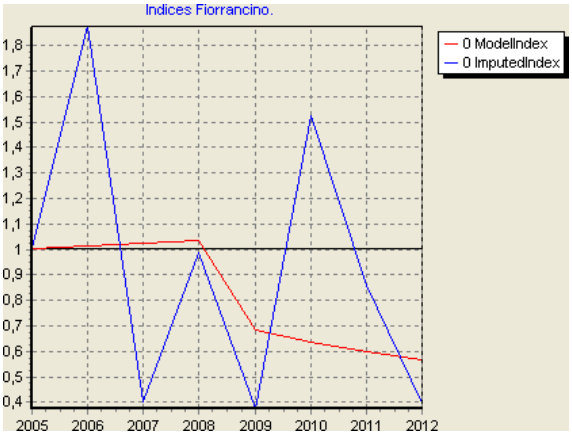
```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.4301       0.1430          1.5374       0.2199

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
```



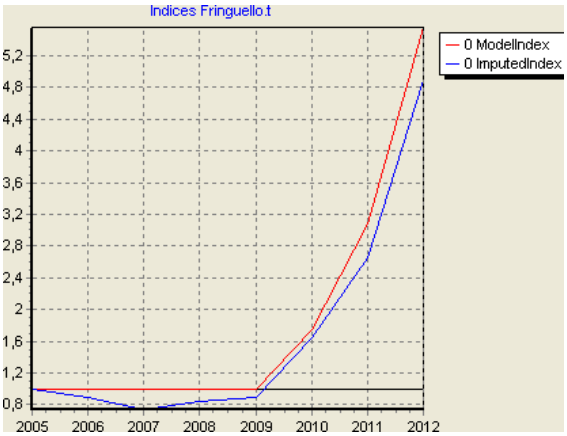

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
  -0.1002       0.1721          0.9047       0.1557

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
```



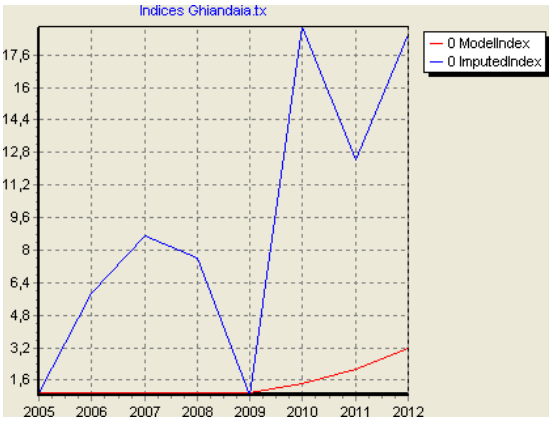

```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.2297       0.0335         1.2583       0.0421

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
```



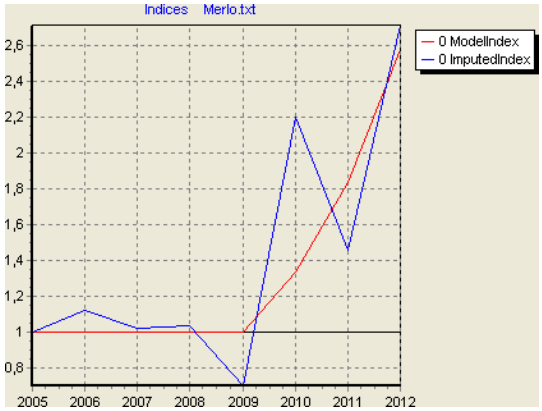

```
OVERALL SLOPE MODEL: Moderate increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.1551       0.0710         1.1677       0.0830

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
```



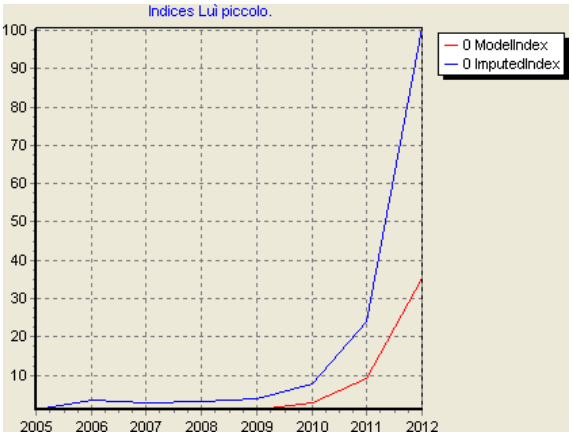

```
OVERALL SLOPE MODEL: Moderate increase (p<0.05) *
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.1251       0.0463         1.1333      0.0525

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
```



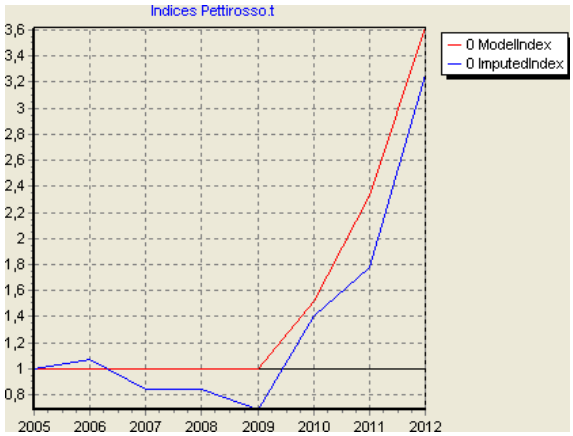

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.   Multiplicative  std.err.
   0.4653       0.2029         1.5925      0.3231

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
```



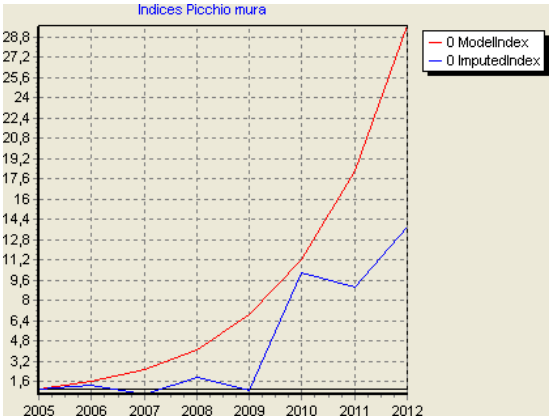

```
OVERALL SLOPE MODEL: Strong increase (p<0.01) **
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.1725       0.0387         1.1883       0.0459

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
```



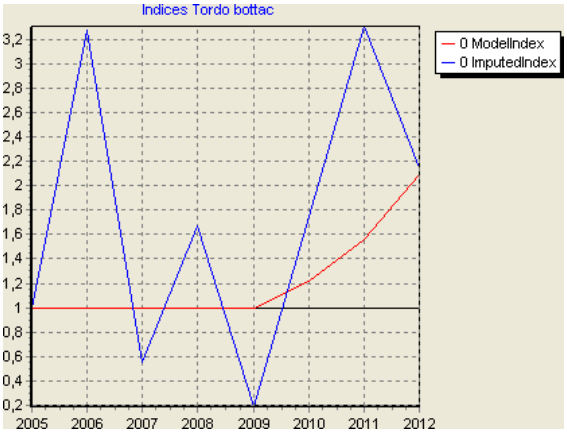

```
OVERALL SLOPE MODEL: Uncertain
 Additive      std.err.    Multiplicative  std.err.
   0.4872       0.2234         1.6278       0.3636

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).

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

Parco eolico Valbormida

- 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

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[2] W_{PRE} = 0.846, P > 0.05; Shapiro Wilk W_{POST} = 0.894, P > 0.05).

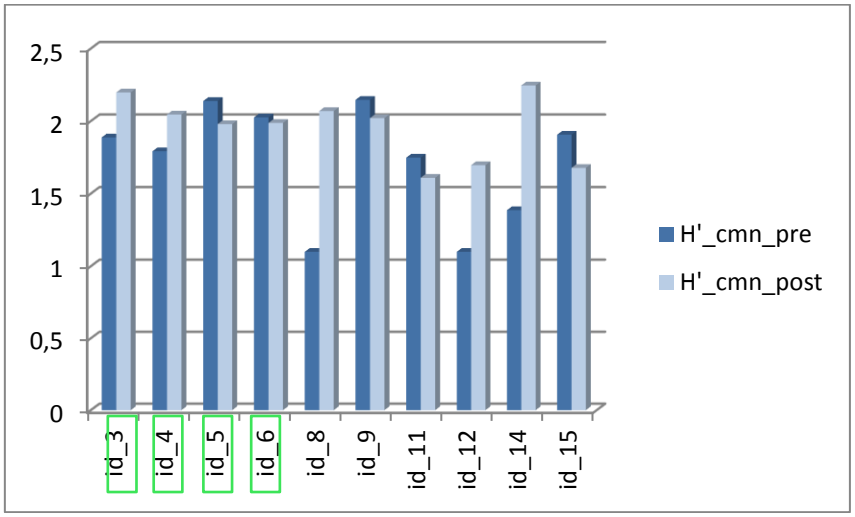


Figura 12: indici di Shannon (H') calcolati per ogni punto di ascolto pre- e post- impianto. Nei riquadri verdi sono evidenziati i punti effettuati in corrispondenza degli aerogeneratori (Figura 7).

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 7). Questo non significa che la costruzione del parco eolico

[2] 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.

sia la causa dell'aumento della diversità biologica, probabilmente da ricercarsi n 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*[3] 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[4] accetta ampiamente l'ipotesi nulla di uguaglianza tra mediane (W = 40, P = 0.232).

Parco eolico Naso di Gatto

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

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

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

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).

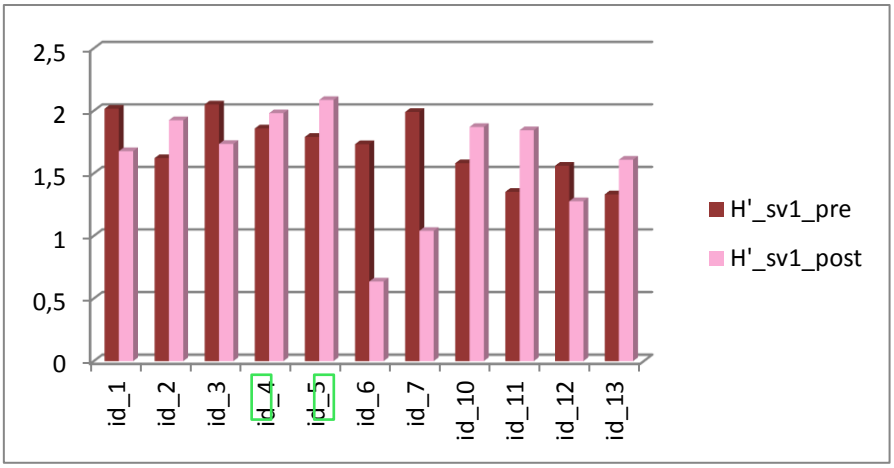


Figura 13: indici di Shannon (H') trasformati in log(x+1) calcolati per ogni punto di ascolto pre- e post- impianto. In verde sono evidenziati i punti effettuati in corrispondenza degli aerogeneratori.

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.

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 12).

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".

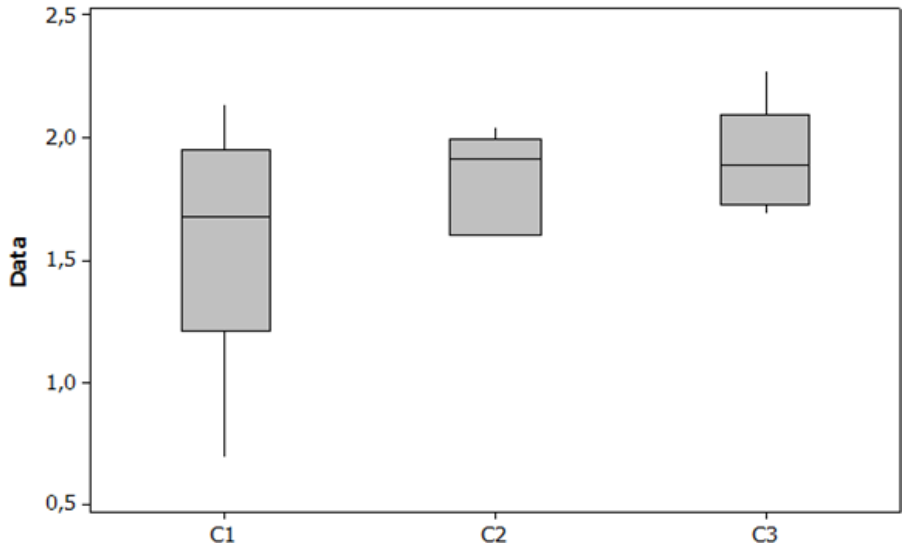


Figura 14: confronto tra valori medi dell'Indice di Shannon (H') nei tre periodi presi in considerazione (C1= anni 2006+2007, C2 = 2010+2011, C3= 2012+2013). Sono rappresentati i valori medi e la deviazione standard

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	*Phylloscopus bonelli*	Spec 2
Fiorrancino	*Regulus ignicapillus*	Spec 2
Cincia dal ciuffo	*Lophophanes cristatus*	Spec 2

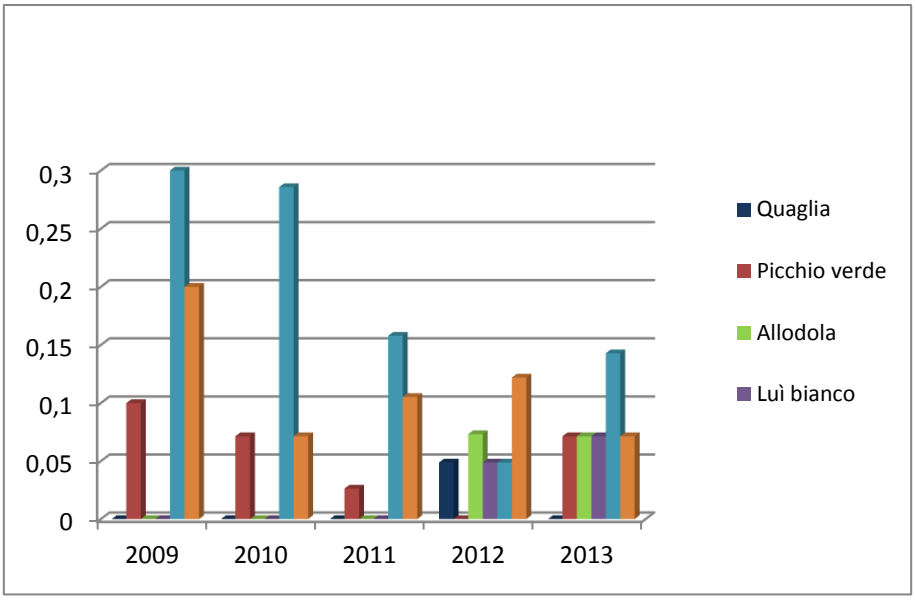


Figura 15: indice di presenza (numero di coppie/numero di punti di ascolto totali) delle specie incluse nelle categorie di protezione sopracitate

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: 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	**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**

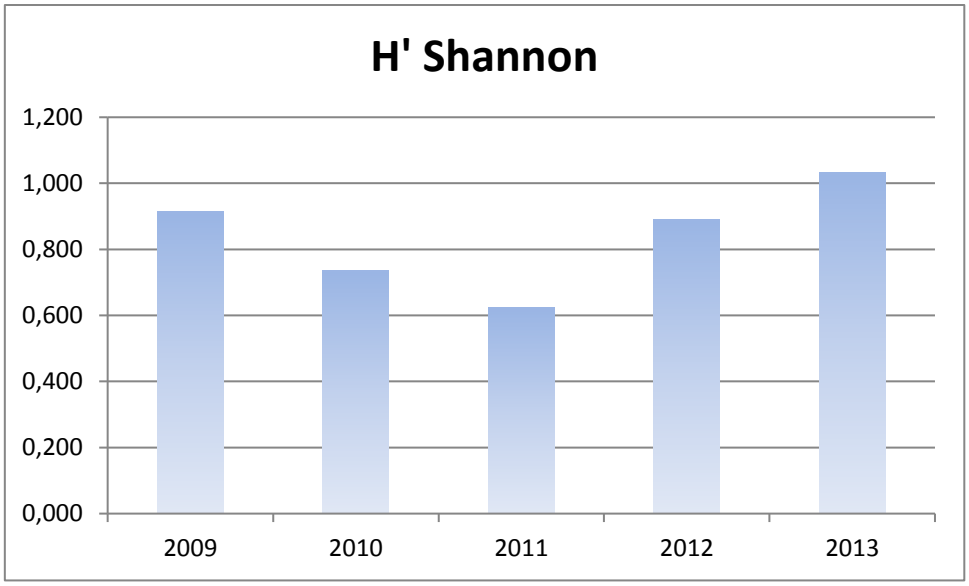


Figura 16: indice di Shannon calcolato solo sui popolamenti delle specie incluse nelle sopracitate categorie di protezione

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 nel Par. 9.1.1, 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 tutto sono stati considerati 59 punti d'ascolto di cui 24 in prossimità delle torri. La Figura 10 mostra la distribuzione spaziale dei punti d'ascolto utilizzati per l'analisi.

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 12 (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		

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).

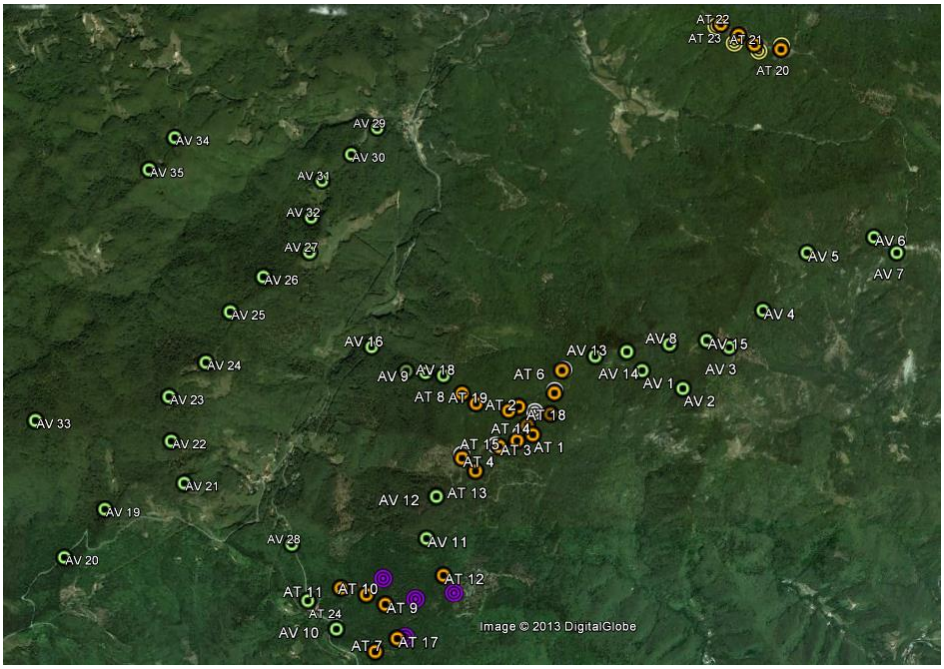


Figura 17: punti d'ascolto utilizzati per l'analisi. In verde i punti d'area vasta (AV) ed in arancione i punti torre (AT)

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).

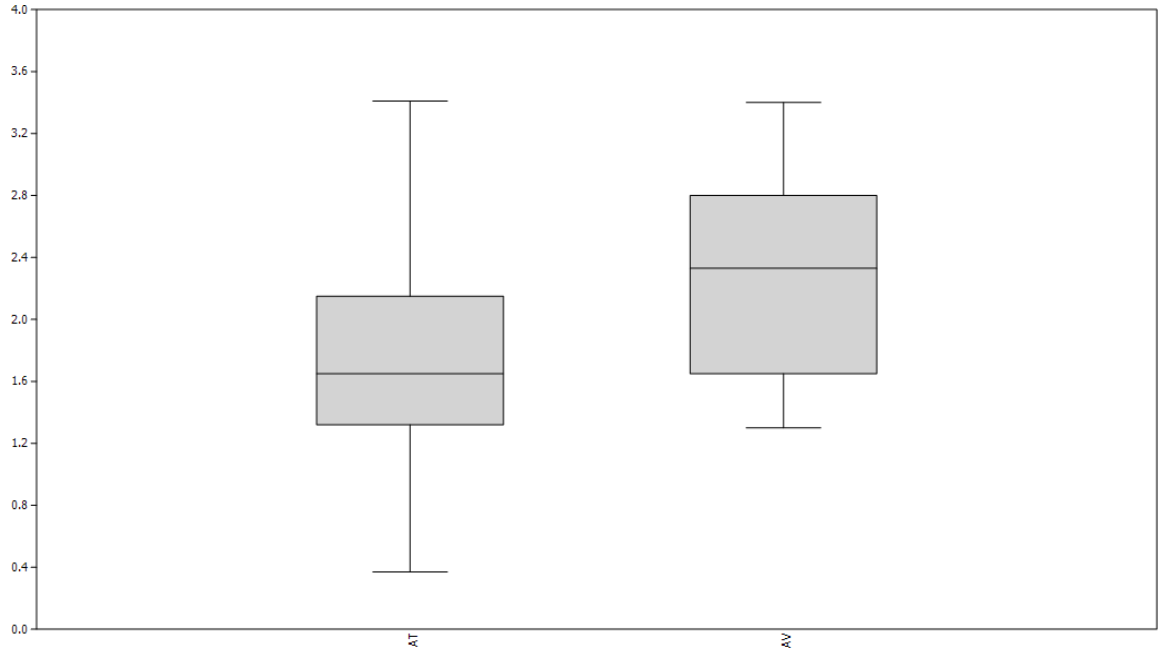


Figura 18: confronto tra valori medi dell'Indice di Shannon (H') nei punti d'ascolto AT (area torre) ed AV (Area vasta)

Come si osserva dalla Figura 18, 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

In Ecologia le differenze composizionali possono essere studiate in termini di diversità alfa, beta e gamma. 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.

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 67 sono riportate le specie rilevate.

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	Napoleone	SIC Adelasia IT1322304
Falco pecchiaiolo *Pernis apivorus*	0	0	1	1*
Biancone *Circaetus gallicus*	0	0	1	0
Poiana *Buteo buteo*	1	1	1	1
Sparviere *Accipiter nisus*	1	1	1	1
Gheppio *Falco tinnunculus*	1	1	1	0
Gufo comune *Asio otus*	0	0	0	1
Allocco *Strix aluco*	1	1	1	1
Colombaccio *Columba palumbus*	0	0	1	1
Tortora selvatica *Strepopelia turtur*	0	0	1	1
Cuculo *Cuculus canorus*	1	1	1	1
Torcicollo *Jynx torquilla*	0	0	0	1
Upupa *Upupa epops*	0	0	0	1
Picchio rosso minore *Picoides minor*	0	0	1	0
Picchio rosso maggiore *Dendrocopos major*	0	0	0	1
Picchio verde *Picus viridis*	1	0	1	1*
Allodola *Alauda arvensis*	1	0	1	0
Rondine *Hirundo rustica*	0	0	0	1
Ballerina bianca *Motacilla alba*	0	0	1	1
Ballerina gialla *Motacilla cinerea*	0	1	0	1
Prispolone *Anthus trivialis*	0	0	1	1
Pigliamosche *Muscicapa striata*	0	0	1	0
Merlo acquaiolo *Cinclus cinclus*	0	0	0	1
Scricciolo *Troglodytes troglodytes*	1	0	1	1
Codirosso spazzacamino *Phoenicurus ochruros*	0	0	1	0
Codirosso comune *Phoenicurus phoenicuros*	0	0	0	1
Pettirosso *Erithacus rubecula*	1	1	1	1
Merlo *Turdus merula*	1	1	1	1
Capinera *Sylvia atricapilla*	1	1	1	1
Usignolo *Luscinia megarhynchos*	0	0	1	1
Tordo bottaccio *Turdus philomelos*	1	0	0	0
Luì piccolo *Phylloscopus collybita*	1	1	1	1
Luì bianco *Phylloscopus bonelli*	0	1	1	0
Fiorrancino *Regulus ignicapillus*	1	0	1	0
Sterpazzola *Sylvia communis*	0	0	1	0

Sterpazzolina di Moltoni *Sylvia subalpina*	0	0	1	0
Codibugnolo *Aegithalos caudatus*	1	1	1	1
Cinciarella *Cyanistes caeruleus*	1	1	1	1
Cinciallegra *Parus major*	1	1	1	1
Cincia dal ciuffo *Lophophanes cristatus*	0	1	0	0
Cincia mora *Parus ater*	1	1	1	1
Cincia bigia *Parus palustris*	0	1	0	0
Picchio muratore *Sitta europaea*	1	1	1	1
Rampichino comune *Certhia brachydactyla*	0	1	1	1
Rigogolo *Oriolus oriolus*	0	1	0	0
Averla piccola *Lanius collurio*	0	0	0	1
Ghiandaia *Garrulus glandarius*	1	1	1	1
Cornacchia grigia *Corvus corone*	0	0	0	1
Gazza *Pica pica*	1	1	0	0
Passera d'Italia *Passer domesticus*	0	0	0	1
Cardellino *Carduelis carduelis*	0	0	0	1
Fringuello *Fringilla coelebs*	1	1	1	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 tre 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, per cui la costruzione dell'impianto a progetto pur essendo prossima ai confini del SIC non dovrebbe costituire una problematica per queste specie.

Tabella 10: indice di Sørensen dei popolamenti avifaunistici in oggetto

	Valbormida	Naso di Gatto	Napoleone	SIC Adelasia
Valbormida	-	-	-	-
Naso di Gatto	0,82	-	-	-
Napoleone	0,68	0,63	-	-
SIC Adelasia IT1322304	0,57	0,58	0,67	-

4.6 Impatto cumulativo sui rapaci in transito

Al fine di poter verificare se vi siano stati effetti sull'avifauna in transito dopo la costruzione di "Rocca Ghingherina" a Pontinvrea, "Valbormida" e "Naso di Gatto" a Montenotte Superiore si è provveduto ad un'analisi delle frequenze giornaliere ed orarie dei rapaci in transito. I dati di seguito analizzati sono stati raccolti da personale sia interno sia esterno (Università di Genova) a FERA srl, a partire dal 2008.

Si può notare che le frequenze orarie di passaggio dei rapaci in transito (rapaci/ora) aumentano notevolmente negli ultimi tre anni di monitoraggio, sia in area vasta, sia sopra l'area del parco eolico Valbormida. Questo potrebbe essere dovuto a vari fattori: variazione spaziale e dimensionale dell'area interessata dai monitoraggi o a differenze interannuali del flusso migratorio. Si noti che al di fuori delle rotte principali e con numeri di passaggio bassi il valore delle frequenze orarie può variare sensibilmente. Nonostante queste considerazioni, nei vari anni (dal 2005 al 2013) si può vedere che la percentuale di rapaci che hanno sorvolato il crinale dove è stato costruito "Valbormida" (ed in seguito "Naso di Gatto") oscilla attorno un valore medio di 28,9% con una deviazione standard di ±8,2%[5].

[5] si è scelto di considerare la frazione di passaggi sul crinale rispetto al totale per anno (espressa in percentuale) al fine di ovviare al fatto che di anno in anno le frequenze orarie non erano stabili attorno ad una media.

Tabella 11: passaggi di rapaci in transito (migratori e nidificanti) sul crinale di Valbormida e in area vasta. Per ogni anno sono riportati il numero di uscite effettuate, le ore di monitoraggio, i passaggi registrati, la frequenza oraria di passaggio (rapaci/ora) e la percentuale di sorvoli sull'area di Valbormida rispetto al totale. Vengono calcolate la media e la deviazione standard (dev.st.) nelle percentuali di sorvolo sopra il crinale oggetto di studio.

		AREA VASTA				VALBORMIDA-NASO DI GATTO			
	ANNO	n° giornate	n° ore	n° passaggi	rapaci/ora	n° passaggi	n° ore	rapaci/ora	% su Valbormida
	2013	43	344	705	2,05	151	259	0,58	21,42
Naso di Gatto	2012	24	165	288	1,75	82	100	0,82	28,47
	2011	24	192	250	1,30	92	90	1,02	36,80
	2010	90	630	233	0,37	78	262	0,30	33,48
Valbormida + Rocca Ghingherina	2009	36	284	65	0,23	11	54	0,20	16,92
	2008	42	326	162	0,50	62	176	0,20	36,42

media=28,9
dev. st. = 8,24

Tabella 12: totali dei rapaci, divisi per specie, avvistati su tutta l'area di Montenotte, Napoleone, Valbormida e Naso di Gatto dal 2008 al 2013.

RAPACI	Biancone	Falco pecchiaiolo	Poiana	Sparviere	Gheppio	Altre sp.	**TOT**
2013	72	263	229	37	31	73	**705**
2012	46	110	86	11	16	19	**288**
2011	15	66	99	2	40	28	**250**
2010	16	0	197	0	20	0	**233**
2009	4	0	58	0	3	0	**65**
2008	21	0	126	0	15	0	**162**
TOT	174	439	795	50	125	120	**1703**

Probabilmente la variazione spaziale e dimensionale dell'area interessata dai monitoraggi è il fattore che potrebbe meglio spiegare le differenze numeriche totali riscontrate nei vari anni (vedi *Tabella 12*).

In particolare è stato osservato un intenso flusso di rapaci nella valle tra i crinali di Valbormida-Naso di Gatto e Napoleone, con direzione NW-SE in autunno e SE-NW in primavera. Benché i crinali non siano altamente frequentati, i dati raccolti nell'area al di sopra degli abitati di Montenotte e Ferriera ha fatto aumentare considerevolmente i valori della frequenza oraria nel 2011, 2012 e 2013.

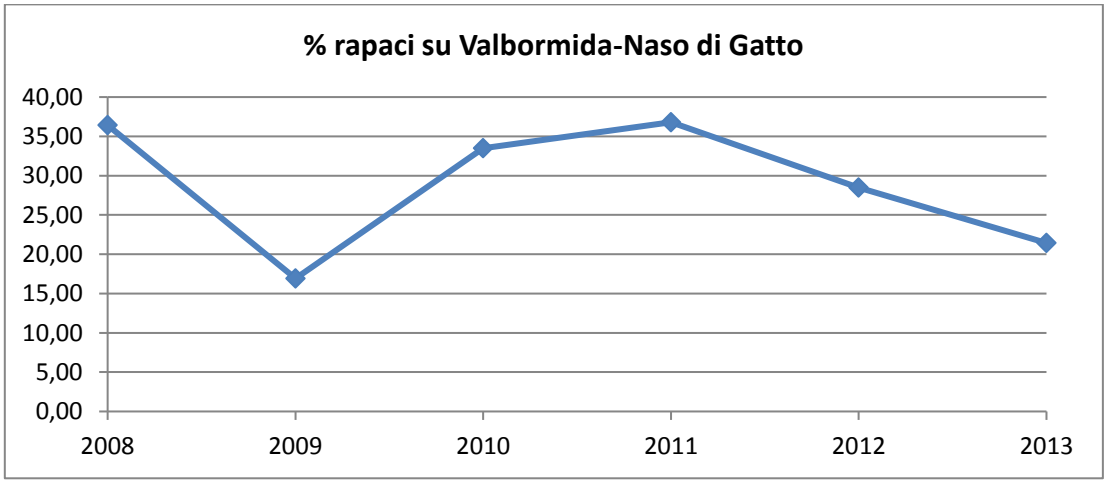


Figura 19: variazione nella frazione di passaggi rispetto al totale (espresso come percentuale) sopra il crinale oggetto di studio dal 2008 al 2013

Nel grafico soprastante si può vedere come le frequenze di passaggio dei rapaci in transito dal 2008 al 2013 siano comprese tra 37% e 17% circa. Come per i Passeriformi nidificanti, sembrerebbe che nel 2009 vi sia un calo degli avvistamenti dei rapaci in sorvolo sopra il crinale di impianto (circa il 17% del totale di rapaci avvistati) forse per il disturbo dovuto al cantiere oppure per altri fattori indipendenti e non considerati in quest'analisi. Anche tra il 2012 e il 2013 si assiste ad un calo della frequenza relativa dei sorvoli sul crinale di Valbormida-Naso di Gatto, nonstante il totale complessivo di rapaci avvistati sia il più alto in termini assoluti dei 6 anni considerati (705 rapaci mentre la media degli altri 5 anni si aggira intorno ai 200 rapaci avvistati all'anno), così come il numero di rapaci all'ora (2,05 contro una media di 1). Come è stato messo in luce in numerosi studi, i conflitti tra rapaci migratori e impianti eolici possono essere evitati mediante uno studio accurato delle rotte migratorie (anche quelle minori) nel sito in esame Johnson et al. 2002, U.S. Fish and Wildlife Service 2003, Smallwood and Thelander 2008).

Per meglio spiegare le rotte di transito dei rapaci in quest'area, che comprende il crinale degli impianti eolici Valbormida e Naso di Gatto, quello in cui è a progetto il parco eolico "Napoleone"

e la valle compresa tra i due crinali è stata analizzata nel dettaglio la cartografia su cui vengono riportate le osservazioni. In questo modo è possibile determinare quanti siano i passaggi su cui insiste effettivamente l'effetto cumulativo dei 3 parchi (i due in funzione e quello a progetto).

Tabella 13: passaggi dei rapaci su Valbormida e Naso di Gatto, su quello di Napoleone, su tutti e tre e quelli nella valle di Montenotte, compresa tra questi due crinali, nel 2013. Il simbolo "-" indica dato mancante.

DATA	VALLE MONTENOTTE	NAPOLEONE	CMN + SV1	NAPO+ CMN + SV1
25/03/2013	0	0	0	0
10/04/2013	5	1	0	0
11/04/2013	6	0	0	0
18/04/2013	2	4	0	0
19/04/2013	1	5	0	0
23/04/2013	6	4	3	1
24/04/2013	0	2	0	0
07/05/2013	4	1	0	0
08/05/2013	63	11	33	1
09/05/2013	38	1	2	0
13/05/2013	15	8	4	0
14/05/2013	5	5	0	0
27/05/2013	10	3	3	0
28/05/2013	5	0	0	0
10/06/2013	17	8	2	1
11/06/2013	6	6	1	0
12/06/2013	3	3	-	-
13/06/2013	15	5	-	-
18/06/2013	0	-	1	-
19/06/2013	3	-	3	-
25/06/2013	0	-	1	-
26/06/2013	0	-	2	-
27/06/2013	4	3	1	0
28/06/2013	6	0	0	0
02/09/2013	8	12	1	0
03/09/2013	8	7	24	0
04/09/2013	20	12	3	1
05/09/2013	9	0	7	0
06/09/2013	12	6	1	0
07/09/2013	19	6	11	0
09/09/2013	15	11	9	1
10/09/2013	10	5	1	1
11/09/2013	0	0	2	0
01/10/2013	20	9	3	0
02/10/2013	4	0	4	0
03/10/2013	20	5	0	1
04/10/2013	1	0	0	0
08/10/2013	5	1	1	0

09/10/2013	9	0	9	0
10/10/2013	0	0	0	0
11/10/2013	23	11	11	0
31/10/2010	0	0	0	0
01/11/2013	1	1	0	1
TOT	398	156	143	8
	56,5%	22,1%	20,3%	1,1%

Si può vedere dalla Tabella 13 come la maggior parte dei rapaci (56,5%) sia stata avvistata transitare nella valle di Montenotte, compresa tra i due crinali considerati, e a sud dell'impianto di Naso di Gatto verso Monte Legino. Infatti dal momento che i rapaci utilizzano durante la migrazione punti di riferimento costanti (Alerstam *et al*., 2006), la conformazione della valle potrebbe favorire l'efficienza di volo proteggendo i rapaci dai venti laterali provenienti da SE e NW che causerebbero deviazioni della rotta (Bingman *et al*., 1982; Bildstein, 2006).

La restante parte delle osservazioni, invece, è risultata in egual misura sui due crinali, Valbormida e Naso di Gatto con il 20,3% delle osservazioni e Napoleone con il 22,1%.

Soltanto l'1% di tutti i rapaci avvistati ha sorvolato entrambi i crinali oggetto di studio, lasciando supporre che il rischio cumulato di tutti e tre i parchi riguardi una percentuale esigua di rapaci migratori.

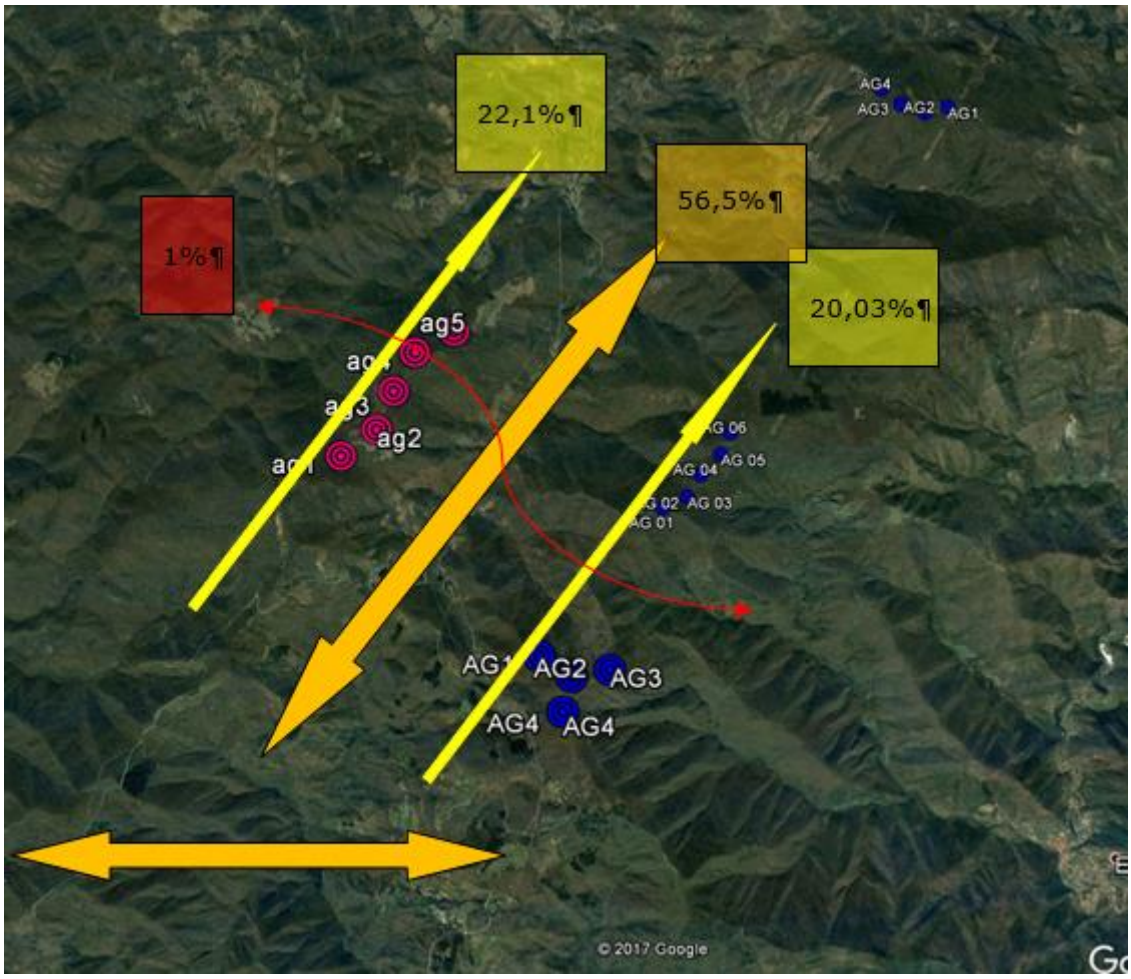


Figura 20: principali rotte di transito seguite dai rapaci, riferite ai dati del 2013. Lo spessore delle frecce è proporzionale al numero di individui osservati

5. Conclusioni

Gli andamenti delle popolazioni di specie Passeriformi nidificanti calcolati tramite TRIM 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.

Anche per gli altri indici utilizzati non si evincono impatti cumulativi significativi a carico delle popolazioni di Passeriformi

Infine per quanto riguarda la migrazione non sembra emergere alcuna rotta migratoria per i rapaci che verosimilmente prediligono crinali a maggior ridosso della costa.

Nel complesso si può affermare che la realizzazione di un nuovo impianto eolico in area vasta non comporterà un impatto cumulativo tale da pregiudicare le comunità ornitiche presenti in area vasta d'impianto.

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

Daniele Baroni 

Bibliografia

Carvalho, P. C. M., Wind Energy and Greenhouse Gases Emission Market: The Brazilian Potential, Wind Engineering, 2003, 27(2), 135-142.

Cumo, F., Astiaso Garcia, D., Calcagnini, L., Rosa, F. and Sferra A. S., Urban policies and sustainable energy management, Sustainable Cities and Society, 2012, 4, 29-34.

Yuksel, I., Energy Utilization, Renewables and Climate Change Mitigation in Turkey, Wind Engineering, 2008, 26(1), 35-51.

Huntley, B., Collingham, Y. C., Green, R.E., Hilton, G.M., Rahbeck, C. and Willis, S.G., Potential impacts of climatic change upon geographical distribution of birds, Ibis, 2006, 148 (s1): 8–28.

Drewitt, A. L. and Langston, R. H. W., Assessing the impacts of wind farms on birds, Ibis, 2006, 148 (s1): 29–42.

Holmstrom, L. A., Hamer, T.E., Colclazier, E.M., Denis, N., Verschuyl, J.P. and Ruché, D., Assessing Avian-Wind Turbine Collision Risk: an Approach Angle Dependent Model, Wind Engineering, 2011, 35(3), 289–312.

Ling S. and Linehan A., Guidelines for Wind Power and Wildlife in Washington State, USA, Wind Engineering, 2003, 27(4), 273-283.

Bright, J.A., Langston, R. H. W., Bullman, R., Evans, R.J., Gardner, S., Pearce-Higgins, J. and Wilson, E., Map of bird sensitivities to wind farms in Scotland: a tool to aid planning and conservation, Biological Conservation, 2008, 141, 2342–2356.

Masden, E. A., Fox, A. D., Furness, R. W., Bullmand, R. and Haydon D. T., Cumulative impact assessments and bird/wind farm interactions: Developing a conceptual framework, Environmental Impact Assessment Review, 2010, 30, 1–7.

Astiaso Garcia, D., Canavero, G., Curcuruto, S., Ferraguti, M., Nardelli, R., Sammartano, L., Sammuri, G., Scaravelli, D., Spina, F., Togni, S., Zanchini, E., Il protocollo di monitoraggio avifauna e chirotterofauna dell'Osservatorio Nazionale su Eolico e Fauna, in: Mezzavilla, F., Scarton, F. eds, Atti Secondo Convegno Italiano Rapaci Diurni e Notturni, Associazione Faunisti Veneti, Venezia, 2013, in press.

Katsaprakakis, D. A., A review of the environmental and human impacts from wind parks. A case study for the Prefecture of Lasithi, Crete, Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2012, 16(5), 2850–2863.

Pearce-Higgins, J. W., Stephen, L., Langston, R.H.W., Bainbridge, I.P. and Bullman, R., The distribution of breeding birds around upland wind farms, Journal of Applied Ecology, 2009, 46, 1323–1331.

Ketzenberg, C., Exo, K. M., Reichenbach, M., and Castor, M., Einfluss von Windkraftanlagen auf brütende Wiesenvögel. Natur und Landschaft, 2002, 77, 144-153.

Douglas, D. J. T., Bellamy, P. E. and Pearce-Higgins, J. W., Changes in the abundance and distribution of upland breeding birds at an operational wind farm, Bird Study, 2011, 58, 37–43.

Bibby, C. J., Burgess, N. D. and Hill, D. A., Point Counts, Bird Census Techniques, 1992, 85-104.

Tegeler, A. K., Morrison, M. L., Szewczak, J. M., Using extended-duration audio recordings to survey avian species, Wildlife Society Bulletin, 2012, 36(1), 21-29.

Blondel, J., Evolution and ecology of birds on islands: trends and prospects, Life & Environment, 2000, 50, 205-220.

Dawson, D. K. and Efford, M. G., Bird population density estimated from acoustic signals, Journal of Applied Ecology, 2009, 46, 1201–1209.

Blake, J. G., Temporal variation in point counts of birds in a low-land wet forest in Costa Rica, Condor, 1992, 94, 265-275.

Schmidt, J. H., McIntyre, C. L. and MacCluskie, M. C., Accounting for incomplete detection: What are we estimating and how might it affect long-term passerine monitoring programs?, Biological Conservation, 2013, 160, 130-139.

Pannekoek, J. and Van Strien, A. TRIM 3 Manual (Trends and Indices for Monitoring data). Statistic Netherlands, Voorburg, The Netherlands, 2005, 1-57.

Van Dyck, H., Van Strien, A. J., Maes, D. and Van Swaay, C.A.M., Declines in common, widespread butterflies in a landscape under intense human use, Conservation Biology, 2009, 23, 957–965.