

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BOLOGNA

SCUOLA DI AGRARIA E MEDICINA VETERINARIA

Corso di laurea in Produzioni Animali e Controllo della Fauna Selvatica
curriculum in Controllo delle Fauna Selvatica

Tesi di Zoologia speciale e Teriologia

**Effetti delle chiarie di schianto sulla biodiversità
ornitica nel Parco delle Foreste Casentinesi**

Tesi di laurea di
Massimo Caprara

Relatore:
Prof. Dino Scaravelli

Correlatore
Dott. Guido Tellini Florenzano

SESSIONE INVERNALE

Anno Accademico 2015-2016

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	3
2. AREA DI STUDIO.....	5
3. LE SPECIE OGGETTO DI INDAGINE.....	7
4. MATERIALI E METODI.....	14
4.1 Metodi di censimento.....	14
4.2. Acquisizione dei dati.....	15
4.3. Analisi dei dati.....	19
4.4. Parametri ornitici.....	19
4.5. Parametri ambientali.....	20
4.6. Analisi statistica dei dati.....	22
4.7. Distribuzioni statistiche delle variabili ornitiche.....	23
4.8 Procedure di analisi utilizzate.....	27
5. RISULTATI.....	29
5.1. Risultati del censimento.....	29
5.2 Risultati delle analisi statistiche.....	35
6. CONCLUSIONI.....	38
7. RINGRAZIAMENTI.....	39
8. BIBLIOGRAFIA.....	39

1. INTRODUZIONE

Questa tesi si basa su uno studio condotto con l'obiettivo di valutare gli effetti delle chiazze di schianto sulla biodiversità delle popolazioni ornitiche che si riproducono nell'abetina di Camaldoli, situata nel Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna.

Negli ultimi decenni il livello di biodiversità sta drasticamente diminuendo a livello globale. Il concetto di perdita della biodiversità è, in questo periodo storico, al centro del lavoro di ogni biologo, agricoltore e ricercatore. Si ritiene che ogni anno potenzialmente una specie animale sia destinata all'estinzione (Boitani 2013), perciò è indispensabile attuare politiche di conservazione ben studiate e cercare di intraprendere una corretta gestione delle risorse ambientali che abbiamo a disposizione. In questa chiave, i parchi e le aree protette giocano un ruolo fondamentale perché, oltre a fungere da "polmoni" per le specie protette, rappresentano laboratori naturali per la tutela del territorio, del paesaggio e delle risorse.

Proprio in quest'ottica abbiamo deciso di portare avanti questa ricerca, che ha lo scopo di capire quanto possano influire sulle popolazioni ornitiche nidificanti le chiazze causate da schianti nelle abetine.

Gli uccelli sono spesso utilizzati come indicatori di salute degli ecosistemi, poiché attraverso il loro monitoraggio otteniamo numerose informazioni sullo stato dei sistemi ambientali (Vorisek 2010) e sull'evoluzione del paesaggio (Preiss). Proprio per questo motivo lo studio dei bioindicatori ambientali come gli uccelli sta diventando sempre più diffuso per i progetti di conservazione sull'ecologia del paesaggio e dell'ambiente. Infatti, i dati relativi all'abbondanza di determinate specie ornitiche possono aiutare a tracciare mappe ambientali appropriate (Padoa Schioppa 2002) e, di conseguenza, essere di supporto per la gestione territoriale. Gli uccelli, inoltre, sono bioindicatori adatti a individuare cambiamenti ambientali imprevisti, i quali con la misura di parametri fisici o chimici non si potrebbero né osservare né prevenire (Koskimies 1989).

Il Parco delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna si trova lungo il crinale toscoromagnolo ed eccelle, dal punto di vista naturalistico, come una delle aree forestali più pregiate d'Europa, il cui cuore è costituito dalle Foreste Demaniali "Casentinesi". L'elemento ambientale più importante del Parco sono proprio le foreste, che lo coprono per oltre l'80% della superficie. Queste foreste sono uno scrigno di biodiversità. Qui si conserva un vero e proprio patrimonio naturalistico, di cui le foreste sono il "monumento", ovvero l'elemento che più esalta questa immensa ricchezza. I circa 5.000 ha (sui quasi 37.000 ha totali) di foreste plurisecolari racchiusi nel

complesso delle Foreste Casentinesi e nella foresta che abbraccia il santuario della Verna, ne sono sicuramente la massima espressione. La straordinaria ricchezza deriva dalla particolare posizione geografica del crinale tosco-romagnolo, posto a cavallo tra l'area europea e quella mediterranea; questo è l'elemento che maggiormente influenza tipologia, varietà, qualità e numero di specie presenti. Ma altrettanto importante è la storia millenaria che ha permesso la conservazione di importanti lembi di vegetazione forestale prossima alla massima naturalità (Agostini 2010).

Le due specie arboree montane più significative della foresta sono il faggio (*Fagus sylvatica*) e l'abete bianco (*Abies alba*). Il primo vive dai 600 m ai 1650 m e forma tipicamente boschi puri o misti ad aceri montani o abeti, è utilizzato per costruire mobili e oggetti di uso domestico, oltre ad essere adatto per ottenere carbone. L'abete bianco, spontaneo nell'aretino (Rovelli, 1995), vive sopra i 750 m e forma naturalmente boschi misti ai faggi, mentre solo artificialmente boschi puri, proprio come nel caso dell'abetina di Camaldoli. In questa zona i monaci Camaldolesi lo coltivavano per la produzione di travi e alberature navali, dalla quale traevano mezzi di sostentamento. L'abete bianco ha un effetto molto positivo sulla biodiversità, ed in particolare sugli uccelli (Tellini Florenzano 2004a). Alla presenza di abete bianco sono infatti correlate positivamente sia la ricchezza di specie sia l'abbondanza complessiva: nel dettaglio la copertura da abete bianco ha effetto positivo su 10 specie (picchio rosso maggiore, scricciolo, merlo, tordo bottaccio, tordela, fiorrancino, regolo, cincia mora, rampichino alpestre e fringuello), e negativo solo su quattro (pettirosso, lui piccolo, cincia bigia e cinciarella), il che prova il ruolo fondamentale dell'abetina di Camaldoli nel Parco (Londi *et al.*, 2012).

L'11 novembre 2013 e il 5 marzo 2015 si sono verificate nell'aretino due tempeste di vento, che hanno provocato, all'interno dell'abetina di Camaldoli, numerosi schianti che hanno determinato l'apertura di chiarie più o meno estese. Dopo questi eventi, nei mesi di maggio e giugno 2015, abbiamo raccolto molti dati attraverso la registrazione dei canti degli uccelli nidificanti, che daranno un'idea sulle popolazioni ornitiche presenti nelle vicinanze delle chiarie da schianto e nelle aree non interessate dal fenomeno, permettendo di conseguenza un confronto tra le due situazioni, evidenziando le variazioni occorse.

2. AREA DI STUDIO

Lo studio è stato condotto nei confini della Riserva naturale biogenetica di Camaldoli, all'interno del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, Monte Falterona e Campigna (Fig. 1). Il Parco è stato istituito nel 1993 ed è esteso per 36.843 ha, equamente ripartiti tra la regione Toscana e l'Emilia Romagna. Il Parco si articola lungo il crinale appenninico tosco-romagnolo, ed è compreso in tre province: Forlì-Cesena per 18.200 ha circa, Arezzo per 14.100 ha circa, e Firenze per 3.900 ha. Entro i suoi confini vi sono numerosi comuni: Bagno di Romagna, Santa Sofia, Premilcuore, Portico – San Benedetto e Tredozio (FC); Chiusi della Verna, Poppi, Bibbiena, Pratovecchio – Stia (AR); Londa e San Godenzo (FI).

Vi sono, all'interno del Parco, due poli di grande importanza a livello spirituale: il Santuario della Verna e l'Eremo di Camaldoli. Proprio intorno al secondo (Fig. 2) nel 1977 è nata la Riserva naturale biogenetica di Camaldoli, che rappresenta uno dei complessi boscati italiani di più antica gestione, attualmente gestita dall'Ufficio Territoriale per la Biodiversità di Pratovecchio.

La Riserva ha una superficie di 1.110,72 ha, interamente compresa nel comune di Poppi, ed occupa la parte alta del bacino del Fosso di Camaldoli. I monaci, abitanti nel Sacro Eremo di Camaldoli, vi hanno per secoli sviluppato un'attività selvicolturale "scientifica", normata da una serie di disposizioni riunite nel "Codice forestale camaldolese". Valutazioni essenzialmente economiche hanno determinato, prima da parte dei monaci, poi da parte dello Stato (Gabrielli 1977), una gestione che ha privilegiato per molto tempo la coltivazione dell'abete bianco che, proprio per il suo valore economico, è andato a sostituire i boschi di faggio che normalmente rappresentano la vegetazione montana di queste aree. Solo negli ultimi decenni si sono interrotti gli interventi di coltivazione ed utilizzazione del bosco e si è intrapreso un percorso di gestione esclusivamente conservativa (Bottacci, 2012). Oggi le abetine sono in gran parte mature, talvolta "stramature", con poco sottobosco e con piante di grandi dimensioni in altezza e diametro, quest'ultimo mediamente superiore ai 30 cm, e l'età delle piante è mediamente di 84 anni, mentre sono pressoché assenti abetine giovani (Tellini Florenzano, 2004a).

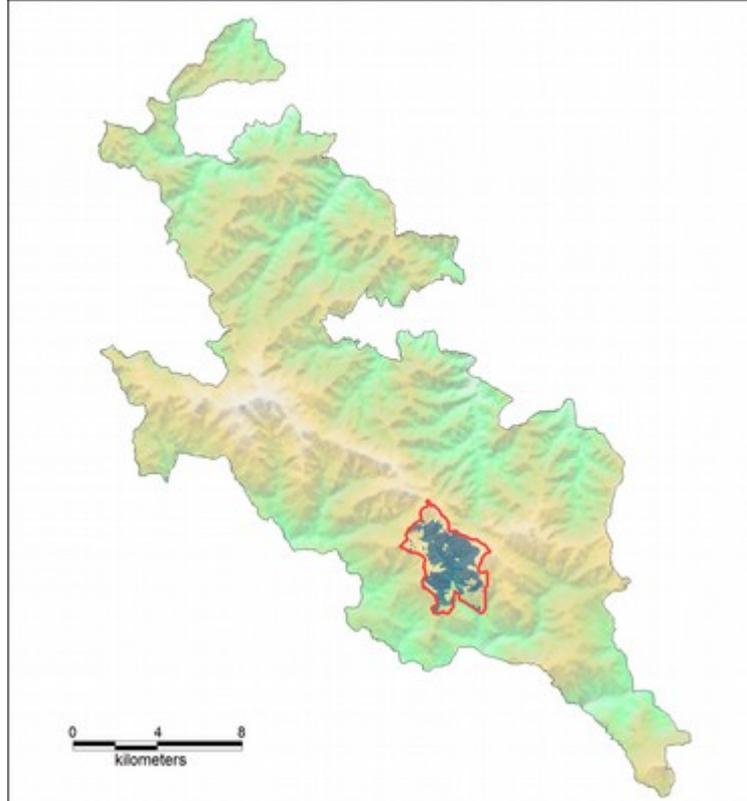


Figura 1. Carta del Parco Nazionale delle Foreste Casentinesi, con evidenziata (in rosso) la Riserva Naturale Biogenetica di Camaldoli e, in azzurro, le abetine ivi comprese.

Nella Riserva sono presenti prevalentemente tre tipi forestali (Bottacci 2012): l'abetina (62% della superficie totale della Riserva), la faggeta (27%) e infine la cerreta (8%). Il mio studio è stato svolto esclusivamente nell'abetina di origine artificiale, la quale è essenzialmente di tre tipi (Bottacci 2012): altimontana (96,96 ha per un valore dell'8,90% sulla totale superficie), montana (474,34 ha per un valore del 43,55%) e di sottoquota (104,11 ha per un valore di 9,56%).



Figura 2: Eremo di Camaldoli e l'abetina che lo circonda

3. LE SPECIE OGGETTO DI INDAGINE

Le specie ornitiche che abbiamo registrato nel territorio dell'abetina sono molto numerose e sono tutte legate alle caratteristiche del territorio, alcune per i fattori dell'habitat, alcune per fattori paesaggistici, altre per entrambi. Molte specie sono comuni in vari habitat, come i picchi, il fringuello, il pettirosso, la capinera e il merlo, altre sono specie molto legate alle conifere di alta quota, come la cincia mora, il rampichino alpestre, e il fiorrancino, altre ancora sono comuni in boschi di montagna come il regolo, la tordela e il tordo bottaccio (Londi *et al.*, 2012).

Di seguito sono descritte in modo conciso indicando distribuzione in Italia, habitat, popolazione e trend, categoria della Lista Rossa di IUCN ed eventuali minacce, distribuzione nella Riserva di Camaldoli.

1. Astore (*Accipiter gentilis*): sedentaria e nidificante sulle Alpi, Appennini e Sardegna; nidifica in boschi di varia natura, soprattutto conifere; popolazione stimata in 500-800 coppie e considerata stabile con però un areale in aumento; specie classificata a Minor Preoccupazione; nella riserva è tra i rapaci il più diffuso.
2. Sparviere (*Accipiter nisus*): sedentario in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in boschi di latifoglie o conifere tra i 500 e i 1600 m.s.l.m; popolazione stimata in 2000-4000 coppie ed è in aumento; specie classificata a Minor Preoccupazione; diffuso nella riserva, così come nel Parco.
3. Poiana (*Buteo buteo*): sedentaria e nidificante in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in complessi boscati di varia natura e composizione dalle zone costiere alle laricete subalpine; popolazione stimata in 4000-8000 coppie e considerata in aumento; specie classificata a Minor Preoccupazione; nella riserva è molto in decremento così come nel Parco.
4. Colombaccio (*Columba palumbus*): specie presente in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in aree boscate aperte di varia natura; popolazione stimata in 40000-80000 coppie e considerata in aumento; classificata a Minor Preoccupazione; diffusa in tutta la riserva.
5. Cuculo (*Cuculus canorus*): specie migratrice nidificante estiva in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; frequenta un'ampia varietà di ambienti e si riproduce in maniera parassitaria a danno dei passeriformi; popolazione stimata in 50000-100000 maschi cantori e considerata stabile; specie classificata a Minor Preoccupazione ma minacciata dalla trasformazione dell'habitat di nidificazione e alimentazione; diffusa in tutta la riserva.

6. Rondone comune (*Apus apus*): specie migratrice, nidificante estiva in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in centri urbani, localmente anche in ambienti rocciosi costieri; popolazione italiana stimata in 500.000-1.000.000 di coppie e considerata stabile; classificata a Minor Preoccupazione ma minacciata dal disturbo antropico nei siti di riproduzione; nella riserva nidifica negli edifici di Camaldoli e dell'eremo.
7. Picchio verde (*Picus viridis*): presente in tutta la penisola; frequenta un'ampia varietà di ambienti: boschi, terreni coltivati, zone ad alberi sparsi, frutteti e parchi; popolazione stimata in 60000-120000 coppie e risulta in incremento nell'ultimo decennio; specie classificata a Minor Preoccupazione; meno comune degli altri picchi soprattutto perché necessita di querceti e aree aperte.
8. Picchio rosso maggiore (*Dendrocopus major*): presente in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; frequenta un'ampia varietà di ambienti: boschi, terreni coltivati, zone ad alberi sparsi, vigneti ed anche parchi e giardini urbani; popolazione stimata in 70000-150000 coppie e risulta in incremento nel decennio 2000-2010; specie classificata a Minor Preoccupazione anche se è minacciata dalle trasformazioni del proprio habitat di nidificazione e alimentazione; molto comune nella riserva.
9. Picchio nero (*Dryocopus martius*): specie presente e nidificante sulle Alpi e localmente sugli Appennini; nidifica in foreste mature di conifere e latifoglie; popolazione stimata in 1300-3700 coppie e considerata in aumento; classificata a Minor Preoccupazione ma minacciata dalla diminuzione dei boschi maturi con alberi marcescenti; nella riserva è presente e in aumento anche se non ancora nidificante.
10. Ballerina gialla (*Motacilla cinerea*): specie parzialmente sedentaria e nidificante in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica a stretto contatto con l'acqua in aree montane o collinari; popolazione stimata in 40.000-80.000 coppie e considerata stabile; classificata a Minor Preoccupazione ma minacciata dalle arginature, dalle regimazioni fluviali e dall'inquinamento delle acque; nella riserva è relativamente comune lungo tutti i corsi d'acqua, anche di piccola dimensione.
11. Merlo acquaiolo (*Cinclus cinclus*): specie sedentaria nidificante su Alpi e Appennini e sui rilievi della Sicilia; nidifica a stretto contatto con l'acqua, lungo fiumi e argini montani; popolazione stimata in 4000-8000 coppie e considerata stabile; classificata a Minor Preoccupazione; nella riserva è comune e diffuso.
12. Scricciolo (*Troglodytes troglodytes*): specie parzialmente migratrice e nidificante in tutta la penisola, Sicilia, Sardegna e isole minori; nidifica in zone fresche, ombrose, collinare e

montane, preferibilmente nelle vicinanze di corpi d'acqua; popolazione stimata in 1-2,5 milioni di coppie e considerata stabile; classificata a Minor Preoccupazione; presente nella riserva ma considerata in decremento, soprattutto a causa della chiusura del bosco e quindi alla progressiva scomparsa degli arbusti, dove lo scricciolo nidifica.

13. Pettiroso (*Erithacus rubecula*): parzialmente sedentaria, migratrice e nidificante in tutta la Penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in ambienti boscati di varia natura e composizione; il numero di individui maturi è stimato in 2-6 milioni e la popolazione risulta in incremento nell'arco temporale 2000-2010; specie classificata a Minor Preoccupazione; nell'abetina di Camaldoli è tra le specie più comuni.
14. Codirosso comune (*Phoenicurus phoenicurus*): specie migratrice nidificante estiva in tutta la penisola; nidifica ai margini di ambienti boscati in situazioni sinantropiche; popolazione stimata in 100000-300000 coppie e considerata in forte incremento; specie classificata a Minor Preoccupazione; nella riserva nidifica nei pressi delle abitazioni.
15. Merlo (*Turdus merula*): parzialmente sedentaria, migratrice e nidificante in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in una vasta varietà di ambienti, naturali e artificiali; popolazione stimata in 2-5 milioni coppie e considerata in aumento nell'ultimo decennio; specie classificata a Minor Preoccupazione; tra le specie più abbondanti nella riserva.
16. Tordo Bottaccio (*Turdus philomenus*): migratrice nidificante estiva su alpi e appennini; nidifica in boschi montani o collinari di conifere pure o miste a latifoglie; popolazione stimata in 100000-300000 coppie e considerata stabile; specie classificata a Minor Preoccupazione; molto abbondante e frequente nella riserva, proprio per le caratteristiche del bosco di conifere. (Fig. 3)



Figura 3: Tordo bottaccio

17. Tordela (*Turdus viscivurus*): nidificante e sedentaria in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in ambienti boscati aperti montani e collinari; popolazione stimata in

- 50000-100000 coppie e considerata in declino; specie classificata a Minor Preoccupazione; comune ma meno abbondante del Tordo Bottaccio.
18. Capinera (*Sylvia atricapilla*): presente in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica preferibilmente in ambienti boschivi e alberati; popolazione stimata in 2-5 milioni di coppie e considerata stabile; specie classificata a Minor Preoccupazione; molto abbondante nella riserva di Camaldoli.
 19. Lui verde (*Phylloscopus sibilatrix*): specie che nidifica in tutta la penisola; nidifica in boschi di varia natura; la popolazione è stimata in 10000-50000 coppie ed è considerata stabile; classificata a Minor preoccupazione; in incremento nella riserva, soprattutto grazie alla presenza di faggete mature.
 20. Lui piccolo (*Phylloscopus collybita*): specie nidificante in tutta la penisola e in Sicilia; vive in boschi di varia natura e in aree agricole intervallate da vegetazione naturale; popolazione stimata in 300000-800000 coppie e considerata stabile, anche se in declino in Italia settentrionale; classificata a Minor Preoccupazione; comune a Camaldoli ma con un trend negativo, causato dall'invecchiamento dei boschi, essendo il lui più adatto agli stadi giovanili.
 21. Regolo (*Regulus regulus*): parzialmente sedentaria e nidificante su alpi e appennini; nidifica in boschi montani di conifere; popolazione stimata in 300000-500000 coppie e presenta un decremento del 31%; specie classificata Quasi Minacciata; a Camaldoli è ben distribuita e presente con discrete densità.
 22. Fiorrancino (*Regulus ignicapillus*): parzialmente sedentaria e nidificante in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in boschi di conifere; popolazione stimata in 300000-600000 coppie e risulta in aumento nell'ultimo decennio; specie classificata a Minor Preoccupazione; abbondante nella riserva poiché legata ai boschi di conifere.
 23. Pigliamosche (*Muscicapa striata*): specie migratrice nidificante estiva in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; nidifica in ambienti di varia natura, naturali o antropici; popolazione stimata in 200.000-400.000 coppie e considerata stabile; classificata a Minor Preoccupazione ma minacciata dalla perdita di habitat negli ambienti rurali; nella riserva nidifica nell'ambiente degli edifici.
 24. Codibugnolo (*Aegithalus caudatus*): nidifica in tutta la penisola e in Sicilia; vive in boschi di varia natura e aree agricole intervallate da vegetazione naturale; popolazione stimata in

100000-500000 coppie e considerata in incremento nell'ultimo decennio; specie classificata a Minor Preoccupazione; nella riserva è poco presente.

25. Cincia bigia (*Poecile palustris*): nidifica su alpi, appennini e monti Nebridi della Sicilia; vive in boschi di varia natura e margini; popolazione stimata in 30000-100000 coppie e risulta stabile; specie classificata a Minor preoccupazione; meno comuni della cincia mora perché più legata a boschi mesofili di latifoglie.

26. Cincia mora (*Periparus ater*): nidifica su tutto l'arco alpino e appenninico, in Sicilia e in Sardegna; nidifica prevalentemente in boschi di conifere ma anche misti e di latifoglie; popolazione stimata in 1-3 milioni di coppie ma risulta essere in decremento del 26% nell'ultimo decennio; specie classificata a Minor Preoccupazione; molto abbondante nella riserva poiché legata ai boschi di conifere. (Fig 4)



Figura 4: Cincia mora

27. Cinciarella (*Cyanistes caeruleus*): presente in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; specie ad ampia valenza ecologica, frequenta un'ampia varietà di ambienti dalle aree agro-forestali alle aree verdi urbane; popolazione stimata in 1-2 milioni di individui e risulta in incremento nell'ultimo decennio; specie classificata a Minor Preoccupazione; diffusa più o meno in tutta la riserva.

28. Cinciallegra (*Parus major*): presente in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; specie ad ampia valenza ecologica, frequenta un'ampia varietà di ambienti dalle aree agro-forestali alle aree verdi urbane; popolazione stimata in 1-2 milioni di coppie e risulta in incremento nel decennio 2000-2010; specie classificata a Minor Preoccupazione; poco frequente nella riserva poiché è la meno "forestale" delle cince.

29. Picchio muratore (*Sitta europaea*): presente in tutta la penisola e in Sicilia; nidifica in boschi di varia natura ma anche aree verdi urbane dove vi sia disponibilità di alberi ricchi

di cavità; popolazione stimata in 50000-200000 coppie e risulta stabile; specie classificata a Minor Preoccupazione; relativamente comune nella riserva.

30. Rampichino alpestre (*Certhia familiaris*): nidificante e sedentaria sull'arco alpino e su alcuni tratti dell'appennino; nidifica ad alta quota in abetine pure sulle alpi e in abetine-faggete sugli appennini; popolazione stimata in 60000-20000 coppie e ritenuta stabile; specie classificata a Minor Preoccupazione; nell'abetina è molto comune in incremento, così come in tutto il Parco Nazionale. (Fig: 5)



Figura 5 Rampichino alpestre

31. Rampichino comune (*Certhia Brachydactyla*): nidificante in tutta la penisola e in Sicilia; nidifica in boschi e aree agricole inframmezzate da vegetazione naturale; la popolazione è stimata in 200000-1000000 di individui e risulta in incremento nel decennio 2000-2010; specie classificata a Minor Preoccupazione; nell'abetina è meno frequente rispetto al congener rampichino alpestre.
32. Ghiandaia (*Garrulus glandarius*): specie nidificante in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; vive in boschi di latifoglie e zone di margine; popolazione stimata in 200000-400000 coppie e considerata in aumento; classificata a Minor Preoccupazione; molto diffusa nella riserva.
33. Cornacchia grigia (*Corvus cornix*): nidifica in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; frequenta un'ampia varietà di ambienti; popolazione italiana stimata in 110000-500000 coppie e considerata stabile; classificata a Minor Preoccupazione; nella riserva è frequente.
34. Fringuello (*Fringilla coelebs*): nidificante in tutta la penisola, Sardegna e Sicilia; nidifica in un'ampia varietà di ambienti, dai boschi di varia natura alle aree verdi urbane; la popolazione è stimata in 2-4 milioni di individui maturi e l'andamento è risultato stabile nel decennio 2000-2010; specie classificata a Minor Preoccupazione; nell'abetina di Camaldoli è tra le specie più comuni.

35. Verdone (*Carduelis chloris*): specie nidificante in tutta la penisola, Sicilia e Sardegna; frequenta aree seminaturali alberate (aree verdi urbane, frutteti, uliveti) e aree di transizione tra pascoli e cespuglieti e boschi di varia natura; popolazione stimata in 400.000-800.000 coppie ma risulta in decremento del 41% nell'ultimo decennio; classificata Quasi Minacciata; nella riserva è relativamente rara.
36. Crociere (*Loxia curvirostra*): nidifica lungo l'arco alpino e in maniera localizzata sugli Appennini; frequenta boschi misti e di conifere; popolazione italiana stimata in 30000-60000 coppie e considerata stabile; specie classificata a Minor Preoccupazione; nella riserva è irregolare.
37. Ciuffolotto (*Pyrrhula pyrrhula*): specie nidificante su alpi e appennini; nidifica in boschi di varia natura; popolazione stimata in 30000-60000 coppie ma risulta in decremento del 53% nell'ultimo decennio; classificata Vulnerabile per il criterio A; risulta in decremento anche nella riserva, soprattutto a causa della progressiva chiusura delle radure, dove il ciuffolotto si alimenta, ma anche a causa dei cambiamenti climatici, che penalizzano le specie mesofile.

4. MATERIALI E METODI

4.1 Metodi di censimento

Un censimento consiste nel conteggio diretto o indiretto di membri di una popolazione in campioni del loro areale e può essere usato per estrapolare una stima statistica della dimensione dell'intera popolazione a partire dal campione censito. I censimenti però possono essere utilizzati anche come metodo di monitoraggio delle popolazioni, senza la necessità di ottenere stime globali (Bibby et al. 2000). I censimenti sono utili perché danno l'abbondanza e le densità delle specie presenti e possono essere suddivisi in: completi (conteggio di tutti gli animali presenti in una zona), a campione (conteggio completo, ma limitati all'area campione) o mediante indici standardizzati. Un metodo molto utilizzato è quello dei punti fissi (*point counts*); un secondo metodo è quello che si avvale dei transetti lineari, in questo l'osservatore si muove e registra gli uccelli che vede o che sente lungo il tragitto. Segue il metodo del mappaggio, soprattutto per il rilevamento di uccelli canori. Consiste nel contattare su mappe di campagna i singoli uccelli canori, combinando il rilevamento di tutti i segnali (vocalizzazioni, osservazioni dirette, tracce) che ne consentono l'individuazione, questo metodo è applicabile solo a specie territoriali e durante il periodo riproduttivo. Un altro metodo applicato è l'utilizzo di richiami registrati (Castorani, 2013).

La metodologia dei conteggi puntiformi (*point-count method*), originariamente descritta da Blondel *et al.* (1970), è diventata uno standard comune a livello europeo (Bibby *et al.*, 1992) poiché fornisce dati qualitativi e quantitativi anche su vaste aree di studio. Si tratta di un conteggio di durata prefissata realizzato da postazioni fisse. Le distanze possono venir registrate in termini di zone concentriche attorno al punto fino al limite in cui gli animali non sono identificabili, però questo metodo è particolarmente sensibile agli errori di stima delle distanze. In questo tipo di monitoraggio vengono conteggiati tutti gli individui sentiti, ma anche osservati. È particolarmente adatta al monitoraggio di specie canore; meno si adatta a specie particolarmente elusive, con questa metodologia si ottengono stime di abbondanza relativa delle specie e valori di densità assoluta, se viene applicata la stima della distanza che può essere a raggio fisso, o illimitata (Gagliardi e Tosi, 2012).

Il metodo che invece è stato utilizzato per questo studio consiste in punti d'ascolto mediante stazioni di registrazione, questo metodo è risultato efficiente rispetto al classico *point-count method* quando le attività canore sono elevate, come durante le prime ore dell'alba e in ambienti con alta ricchezza specifica di uccelli canori, risultando essere un valido strumento di indagine in

particolari condizioni (Haselmayer e Quinn 2000). Con questa metodologia si possono eliminare i problemi connessi ai tradizionali punti d'ascolto: la raccolta dei dati non dipende dal livello di abilità dell'osservatore e i registratori possono essere lasciati incustoditi per lunghi periodi di tempo, riducendo le restrizioni temporali (Hobson et al., 2002, Tegeler et al., 2012). In questo modo si permette a più esperti di ascoltare le registrazioni successivamente, e soprattutto gli consente di non partecipare attivamente al rilievo, evitando l'attrattiva per alcune specie a scapito di altre (Bye et al., 2001). Inoltre questo metodo permette di ridurre il numero degli ascoltatori qualificati, in modo da permettere agli esperti di concentrarsi su altri studi durante la stagione riproduttiva (Klingbeil e Willing, 2015). Rispetto ai classici *point-count* come difetto vi è la mancanza della componente visiva di indagine, rendendo più complessa la rilevazione di specie localmente criptiche e riducendo l'affidabilità delle stime di abbondanza delle specie.

4.2. Acquisizione dei dati

Per acquisire i dati sono stati individuati 89 punti, distanti tra loro 250-300m e distribuiti in modo per quanto possibile uniforme nelle abetine dell'area di studio (Fig. 6).

I rilevamenti ornitici sono consistiti in stazioni puntiformi di ascolto di 10 minuti visitate nelle prime quattro ore dopo l'alba in giornate con vento inferiore al grado 4 della scala di Beaufort e in assenza di precipitazioni, poiché tali condizioni climatiche influenzano le attività canore degli uccelli e di conseguenza non garantiscono una corretta raccolta dei dati. Ogni stazione è stata visitata due volte: il primo giro di rilievi si è svolto tra il 19 maggio e il 2 giugno 2015, mentre il secondo, ripetuto in maniera random, senza rispettare l'ordine del primo rilievo, tra il 4 e il 26 giugno 2015. Per ogni stazione è stata registrata la posizione con un GPS, e ogni volta che è stata visitata sono state annotate data e orario corrispondenti. Infine 50 di queste stazioni sono state individuate in aree "schiantate", ovvero con chiarie causate da schianti di abeti per opera del vento. La localizzazione di queste chiarie è stata fornita, in ambiente GIS, dall'Ufficio Territoriale per la Biodiversità (Fig. 7).

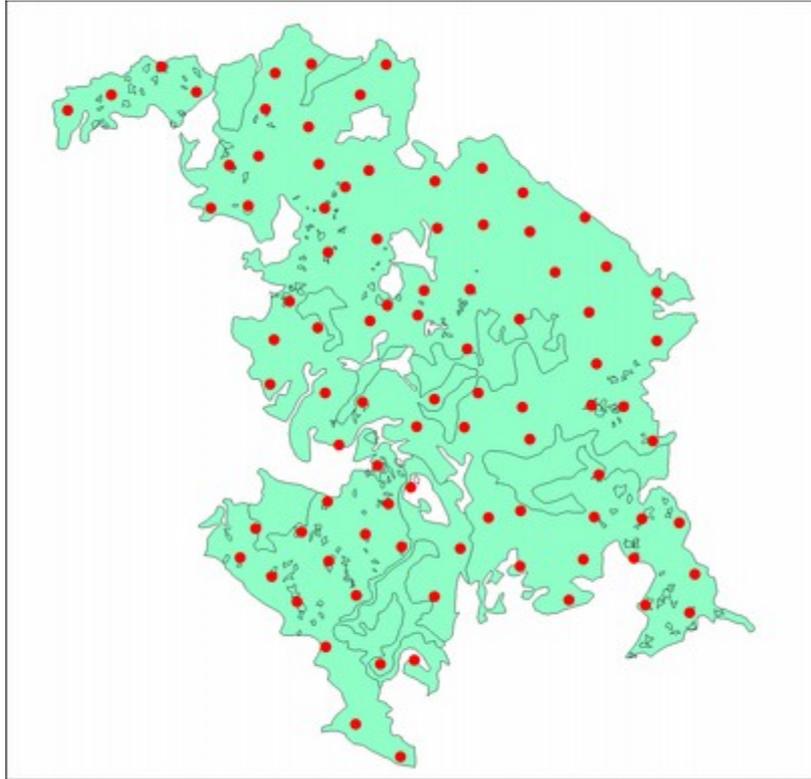


Figura 6. Gli 89 punti individuati nell'area di studio.

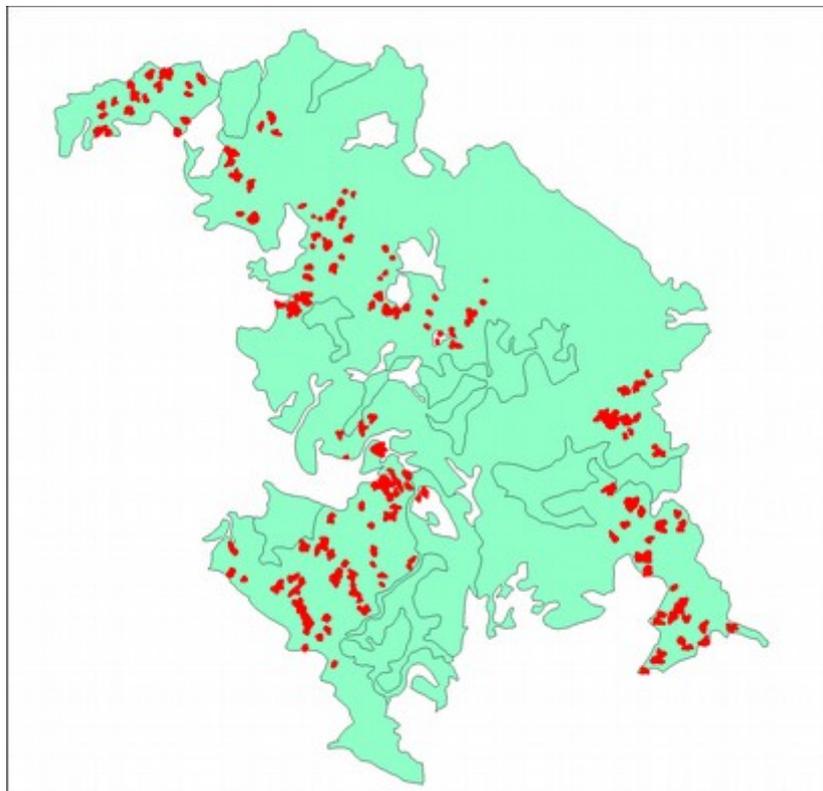


Figura 7. chiarie da schianto (in rosso) nell'area di studio.

I contatti uditivi con gli uccelli sono stati acquisiti mediante registrazioni audio digitali (cfr. Haselmayer & Quinn, 2000) realizzate con microfono stereo panoramico omnidirezionale (Fig. 8), e dimostratesi, in contesti simili a quello dell'area di studio, un metodo efficiente di rilevamento (Mini, 2004; Tellini Florenzano *et al.* 2006) poiché particolarmente adatti in ambiente forestale.

Le registrazioni sono in seguito state ascoltate in laboratorio a cura dall'esperto (Guido Tellini Florenzano) che ha riconosciuto canti e richiami di ogni specie in modo da creare poi un archivio.

L'ascolto delle registrazioni determina, rispetto al censimento diretto sul campo, delle specificità proprie. Da un lato è pressoché impossibile, ad eccezione di rari casi, determinare il numero di uccelli della stessa specie che vengono registrato, ma d'altra parte è possibile conteggiare accuratamente la quantità di emissioni sonore registrate (ad esempio le frasi di canto emesse), ottenendo una stima indiretta di abbondanza. I dati di registrazione, poi, possono essere ascoltati ad libitum, anche da esperti diversi, per giungere ad una migliore e validata definizione della comunità ornitica presente. Nel nostro caso, per ogni specie e per ogni minuto di registrazione, abbiamo registrato il numero di frasi (di canto e di richiamo). Nei paragrafi sulle analisi dei dati saranno fornite maggiori specificazioni, in questa sede presento alcuni sonogrammi, che costituiscono l'output standard dell'analisi. Tutti i file audio sono stati ascoltati con il software Audacity. La successione temporale di ascolto di tutti i 178 file (89 punti per due replicazioni) è stata rigorosamente casuale.



Figura 8. Registratore utilizzato per i rilievi e treppiede col registratore in un'area "schiantata"

4.3. Analisi dei dati

Per poter arrivare ad un'analisi statistica dei dati, si sono dovuti prima calcolare alcuni parametri sia ornitici che ambientali. I vari parametri considerati nello studio sono stati ottenuti prima direttamente dalle schede di rilevamento e poi informatizzati tramite l'uso del software Microsoft Excel.

4.4. Parametri ornitici

I dati derivanti dall'ascolto, riuniti come detto in schede (Fig. 4) sono stati archiviati in un unico database contenente, per ciascuna riga, la specificazione del punto, della replica di censimento, della specie e del numero di frasi (di canto o di richiamo).

A partire da questo archivio di base, sono stati calcolati una serie di parametri per ciascun punto che sono di seguito elencati (Tabella 1):

parametro	descrizione
S_TOT_PT	Ricchezza di specie per punto, ossia l'insieme di tutte le specie identificate all'ascolto delle due repliche di censimento.
INVSIMPS	Indice (inverso) di diversità secondo Simpson, ottenuto dall'insieme delle frasi (canti e richiami) delle due repliche di censimento.
SHANNON	Indice di diversità secondo Shannon, ottenuto dall'insieme delle frasi (canti e richiami) delle due repliche di censimento.
AT_TOT_PT	Numero complessivo di frasi (canti e richiami) nelle due repliche di censimento.
AC_TOT_PT	Numero complessivo di frasi di canto nelle due repliche di censimento.
AR_TOT_PT	Numero complessivo di richiami nelle due repliche di censimento.
GU_CORT_T	Numero complessivo di frasi (canti e richiami) nelle due repliche di censimento, limitatamente alla guild dei "corticicoli" (vedi oltre).
GU_GROU_T	Numero complessivo di frasi (canti e richiami) nelle due repliche di censimento, limitatamente alla guild dei "ground feeders"(vedi oltre).
SXXXXXT_T	Numero complessivo di frasi (canti e richiami) nelle due repliche di censimento, di ciascuna delle 14 specie più frequenti (vedi oltre).

Tabella 1: parametri calcolati e loro descrizione

Innanzitutto, per poter estrapolare questi parametri, sono stati creati tre archivi differenti: uno in cui ci sono tutti i dati riportati dalle schede dei rilievi, un secondo in cui ci sono tutti i dati che rientrano nei canonici 10 minuti di registrazione e l'ultimo archivio in cui ci sono i dati contenuti nei minuti "interi" di registrazione (in alcune registrazioni che durano tra i 9 e i 10 minuti sono stati eliminati i dati appartenenti al decimo minuto). I parametri S_TOT_PT, INVSIMPS, SHANNON, GU_CORT_T, GU_GROU_T, SXXXXXT_T, sono stati ricavati dal secondo archivio, mentre

AT_TOT_PT, AC_TOT_PT, AR_TOT_PT, per una maggiore confrontabilità dei risultati, sono stati ricavati dal terzo archivio. Il primo archivio è stato conservato solo per motivi di conoscenza faunistica di base.

Per quanto riguarda i gruppi ecologici di specie (*guild*), ne abbiamo definiti due (cfr. anche Tellini Florenzano et al. 2006):

1. specie corticicole, ossia specie che si alimentano sui tronchi e i grossi rami, e che nidificano in cavità: Picchio verde, Picchio rosso maggiore, Picchio nero, Picchio muratore, Rampichino alpestre e Rampichino comune;
2. specie che si alimentano al suolo o nelle sue immediate vicinanze: Scricciolo, Pettiroso, Merlo, Tordo bottaccio, Tordela, Verdone e Ciuffolotto.

Tra le 37 specie identificate complessivamente, per 14 di esse è stato possibile effettuare analisi specie specifiche, a causa della loro notevole diffusione e/o abbondanza nell'area di studio (Tabella 2):

Codice	specie
S10660T T	Scricciolo
S10990T T	Pettiroso
S11870T T	Merlo
S12000T T	Tordo bottaccio
S12020T T	Tordela
S12770T T	Capinera
S13110T T	Luì piccolo
S13140T T	Regolo
S13150T T	Fiorrancino
S14610T T	Cincia mora
S14620T T	Cinciarella
S14860T T	Rampichino alpestre
S14870T T	Rampichino comune
S16360T T	Fringuello

Tabella 2: le 14 specie più diffuse sulle quali si sono svolte le analisi

4.5. Parametri ambientali

Per arrivare al vero scopo dello studio, ovvero capire gli effetti delle chiarie sulle popolazioni ornitiche, occorre definire, per ciascun punto, una serie di fattori ambientali che possono influire su struttura e composizione specifica della comunità ornitica.

L'insieme dei fattori considerati è di seguito definito (Tabella 3):

PARAMETRO	DESCRIZIONE
ORA_M	orario medio del rilievo
ETA	età del bosco
AP150	ambienti aperti entro 150m
AP300	ambienti aperti entro 300m
ALTIT	Altimetria
PEB	Posizione topografica (200 m raggio)
D_CASE	distanza dalle case (m)
ABE150_P	% di abetina sul tot di bosco, entro 150 m dal punto
ABE300_P	% di abetina sul tot di bosco, entro 300 m dal punto
SC13_150	superficie degli schianti (100m ²) del 2013 entro 150 m dal punto
SC13_300	superficie degli schianti (100m ²) del 2013 entro 300 m dal punto
SC15_150	superficie degli schianti (100m ²) del 2015 entro 150 m dal punto
SC15_300	superficie degli schianti (100m ²) del 2015 entro 300 m dal punto
SCT_150	superficie totale degli schianti (100m ²) entro 150 m dal punto
SCT_300	superficie totale degli schianti (100m ²) entro 300 m dal punto

Tabella 3: fattori ambientali considerati e loro descrizione

A parte l'orario del rilevamento, che come detto abbiamo raccolto direttamente al momento del rilievo, tutte le altre informazioni sono state ricavate da interrogazione GIS (software MapInfo).

L'età del bosco è stata ricavata dal particellare fornito dall'UTB di Pratovecchio. Le informazioni riguardanti l'uso del suolo nell'intorno dei punti sono state anch'esse ricavate dal suddetto particellare e, per le aree poste ai limiti, dal più recente Piano di Gestione del Patrimonio Forestale della Regione Toscana. La distanza dalle case è ricavata dalle CTR scala 1:10000 della Regione Toscana. Il modello digitale del terreno, dal quale abbiamo desunto le informazioni altimetriche, deriva anch'esso dalla CTR regionale. Per “posizione topografica” intendiamo la differenza tra la quota altimetrica del punto e la media della stessa in un raggio di 200 m; questo valore può servire per indicare se il punto si trova in posizione di cresta (valori positivi), di versante (valori nulli) o di fondovalle (valori negativi).

Infine, per quanto riguarda gli schianti, ci siamo basati sul materiale (shape files) fornitoci dal suddetto UTB, comprendente i poligoni delle aree schiantate, rilevati direttamente sul campo dal personale dell'Ufficio stesso.

4.6. Analisi statistica dei dati

Per definire le relazioni esistenti tra variabili, si utilizzano metodi che molto in generale si possono definire di “associazione”. Si tratta di individuare uno o più fattori (variabili indipendenti) il cui valore determina quello di altri fattori che da essi dipendono (variabili dipendenti). Per effettuare stime corrette di queste associazioni esistono una serie complessa di fattori limitanti che hanno portato allo sviluppo di tecniche statistiche sempre più complesse ma sempre più efficaci e non distorte (Zuur 2009).

Fino a non molti anni addietro era invalso e diffuso l'uso della regressione lineare semplice o multipla, trattando pertanto le variabili dipendenti come variabili normali, indipendentemente distribuite. Nel campo delle scienze naturali, e soprattutto dell'ecologia di osservazione, l'esistenza di variabili cosiffatte è assolutamente l'eccezione, non la regola. I fenomeni studiati possono ad esempio essere costituiti da elementi discreti, come i conteggi di individui, oppure molto spesso avere una distribuzione dei dati assolutamente non riconducibile alla curva gaussiana. Può spesso accadere, infine, che la varianza della variabile dipendente non sia affatto costante lungo tutto il suo campo di variazione, ma che sia più o meno ampia al variare dello stesso.

Tutte queste evenienze portano, se si usa la regressione lineare, a stime distorte dei parametri e a inferenze non corrette. In passato si è fatto spesso uso della trasformazione delle variabili (in logaritmo, ad esempio), per tentare di ricondurle a una distribuzione gaussiana (Fowler e Cohen 2010), ma questi tentativi sono destinati al fallimento in molti casi, ad esempio in presenza di un elevato numero di valori nulli.

Esistono oggi (Zuur et al 2009) tecniche che permettono di far fronte a molte di queste difficoltà, permettendo di considerare le variabili dipendenti (o meglio i loro residui) aventi una distribuzione ben differente dalla normale. Ad esempio si può fare riferimento ai membri della cosiddetta famiglia esponenziale (distribuzioni di Poisson, binomiale, gamma, negativa binomiale, ecc.) e non solo, è possibile considerare correttamente anche variabili “troncate” o “inflazionate” su particolari valori, in particolare sono importanti le situazioni dove sono presenti molti valori nulli (variabili “inflazionate” sullo zero).

4.7. Distribuzioni statistiche delle variabili ornitiche

Le variabili ornitiche sono grossolanamente raggruppabili in tre tipologie:

1. conteggi: ricchezze, ossia S_TOT_PT GU_CORT_S GU_GROU_S. I grafici che seguono le illustrano graficamente (Tabella 4).

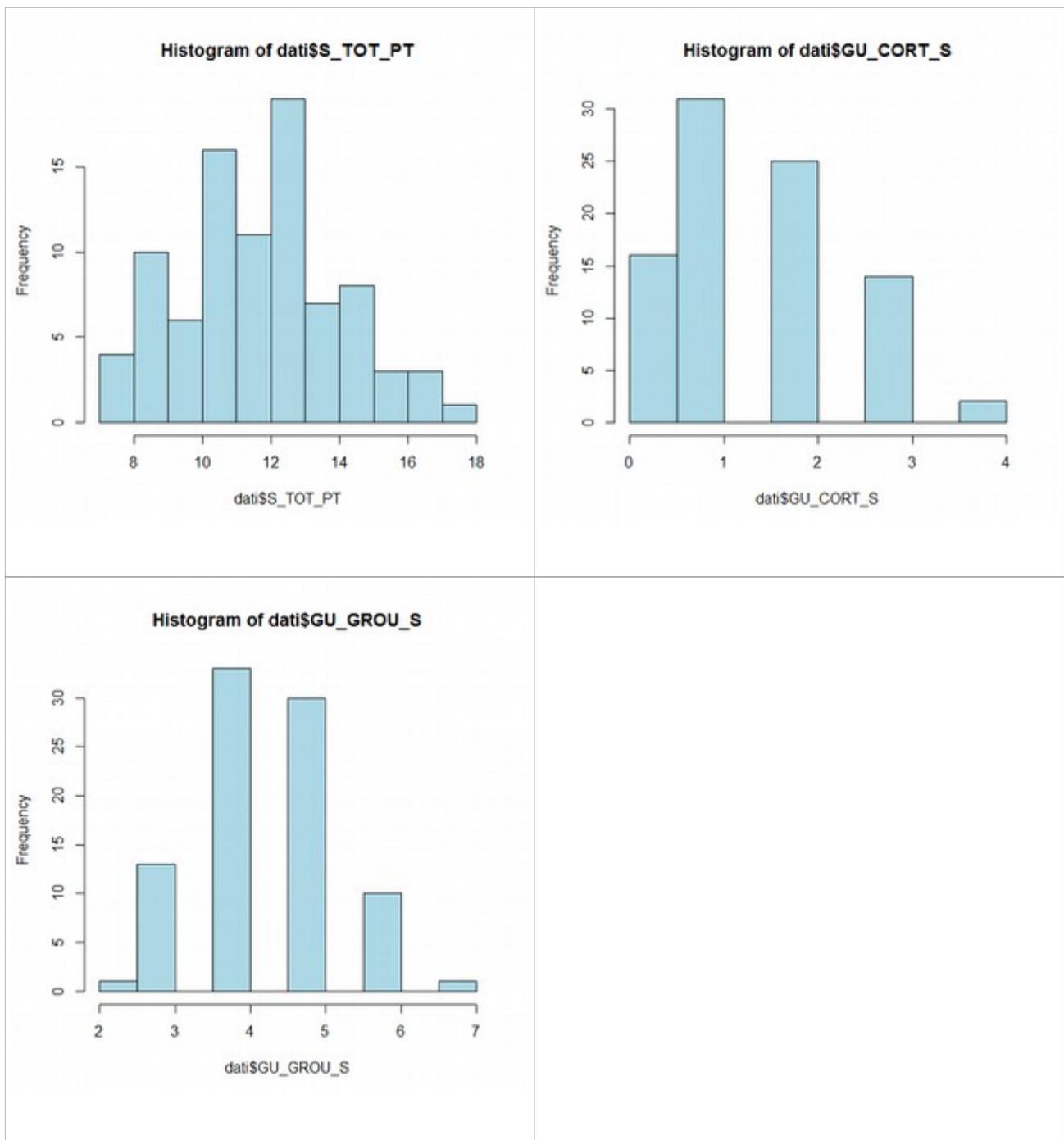
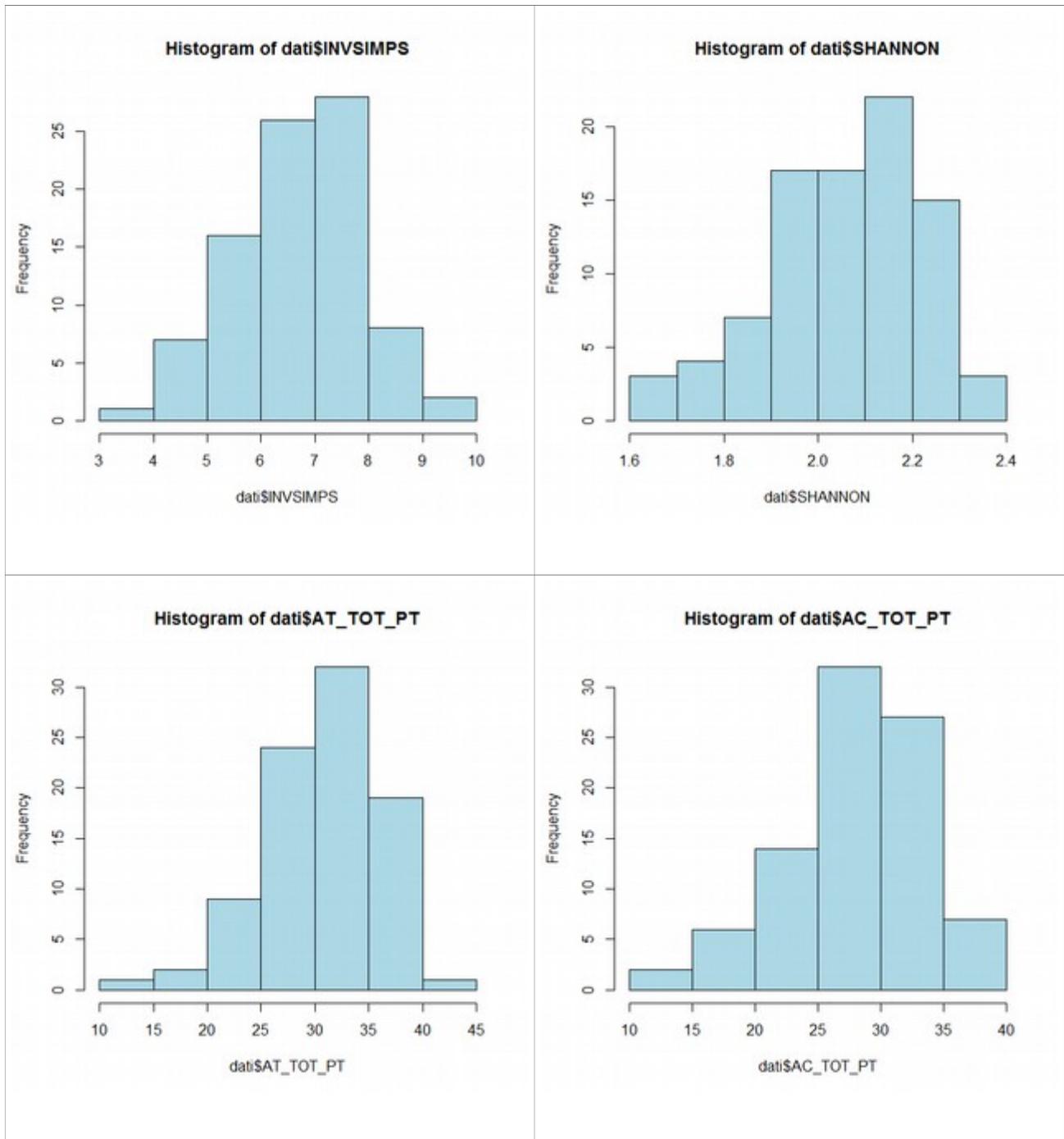


Tabella 4: conteggi delle ricchezze di: specie totali, guild dei corticolici, guild dei “ground feeders”

2. Variabili continue con assenza di valori nulli: INVSIMPS, SHANNON, AT_TOT_PT, AC_TOT_PT, GU_CORT_T, GU_GROU_T. I grafici che seguono le illustrano graficamente (Tabella 5).



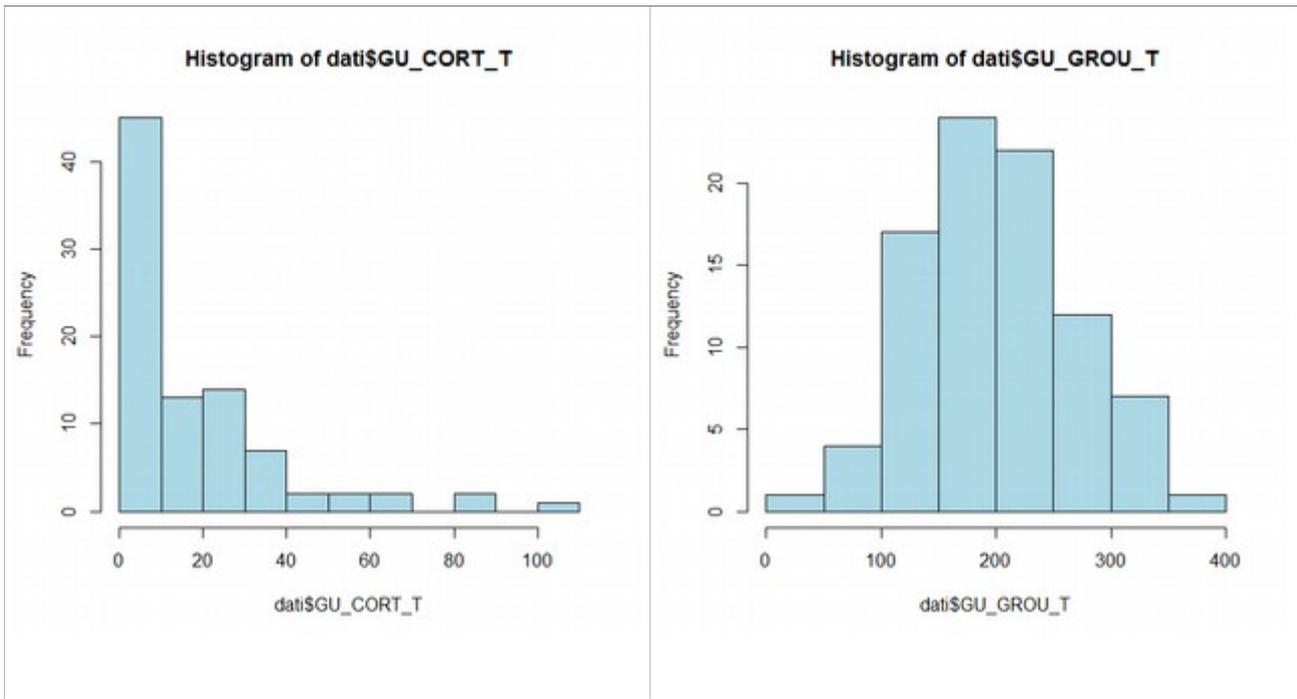
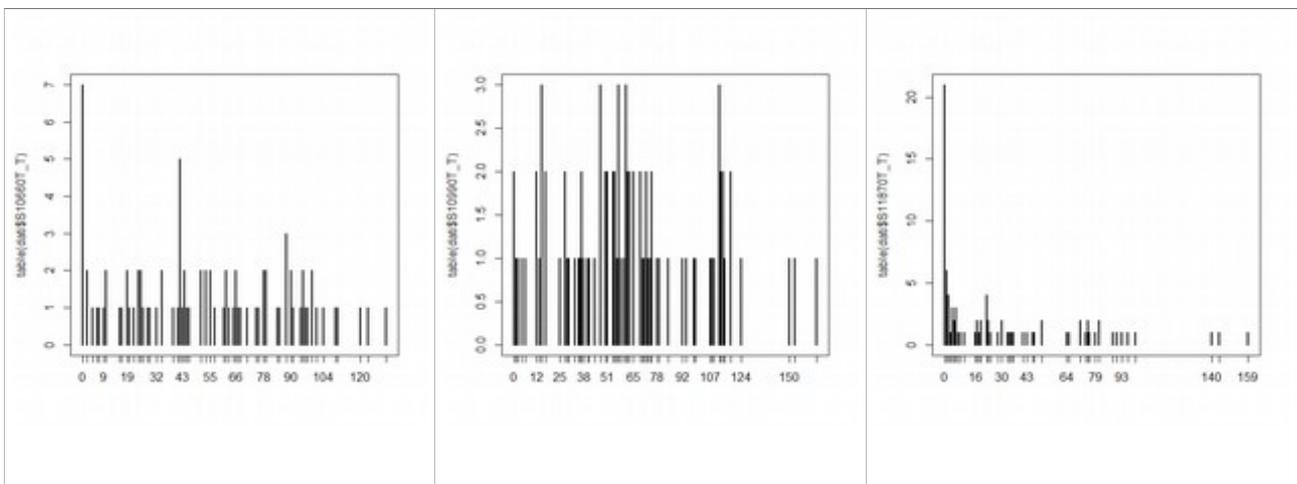
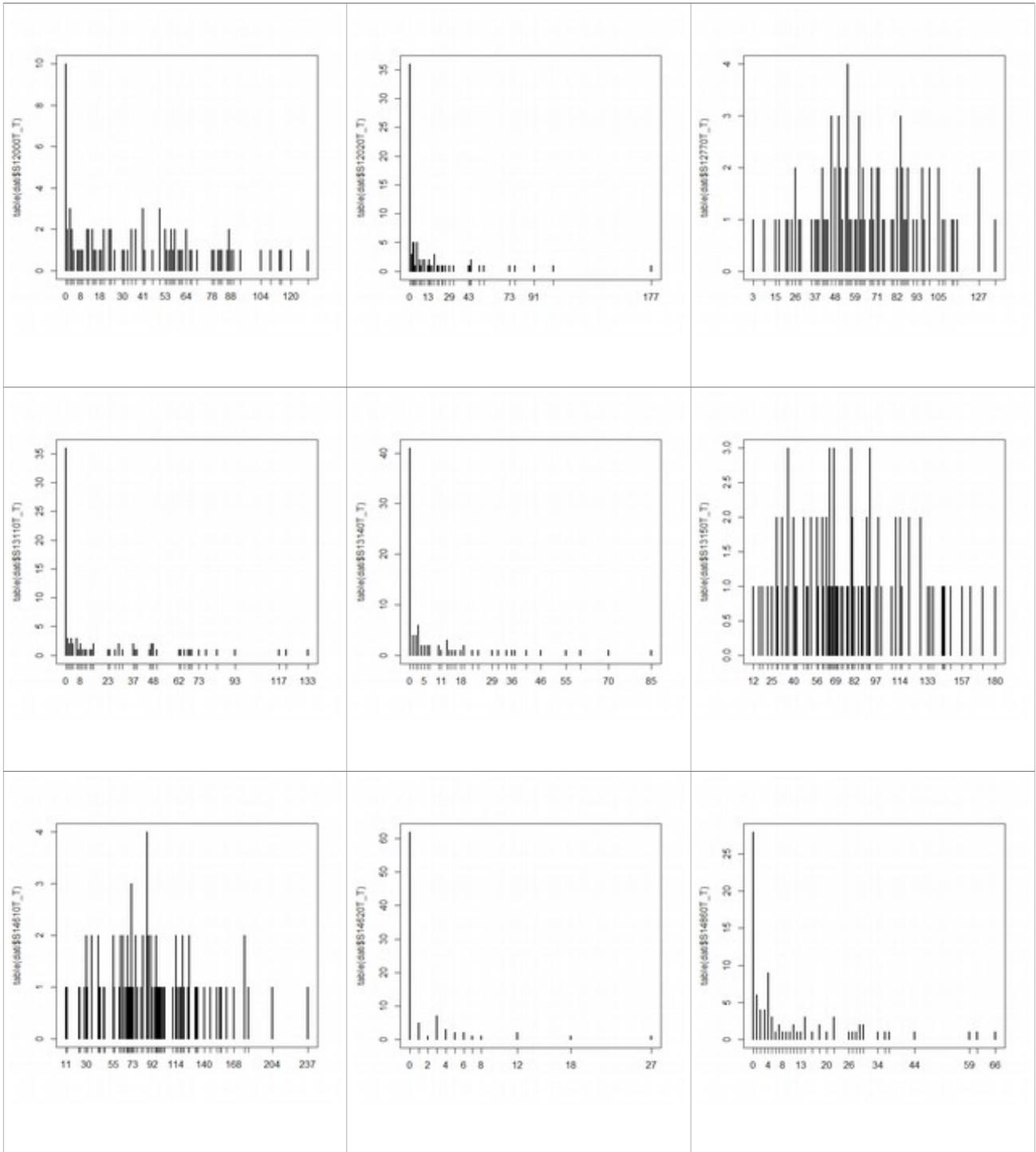


Tabella 5: grafici che rappresentano le variabili ornitiche di (in ordine): diversità inversa di Simpson, diversità di Shannon, attività totali, canti totali, attività dei corticicoli, attività dei “ground feeders”

3. Conteggi con possibile presenza di numerosi valori nulli: le 14 specie considerate. Nei grafici che seguono sono tutte presentate, e dai grafici stessi è possibile rilevare le specie con abbondanza di valori nulli (Tabella 6).





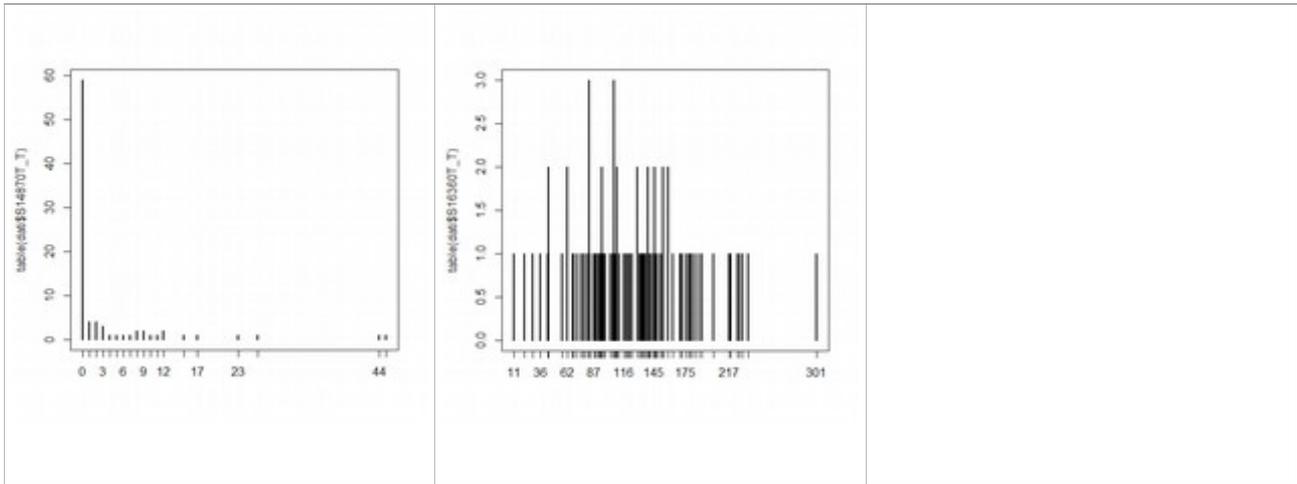


Tabella 6: conteggi per le 14 specie analizzate della loro abbondanza

4.8 Procedure di analisi utilizzate

Per le variabili del primo tipo, possiamo postulare una distribuzione di tipo Poisson o binomiale negativa; per quelle del secondo tipo (ad eccezione di GU_CORT_T) una distribuzione normale; per GU_CORT_T si può tentare con una distribuzione binomiale negativa, previa conversione dei dati all'intero più vicino; per le specie aventi un notevole numero di valori nulli, una Poisson o binomiale negativa *zero-inflated*, per le specie più diffuse una Poisson o una binomiale negativa.

Per quanto concerne i fattori ambientali non è affatto necessario che essi abbiano una particolare tipologia di distribuzione campionaria. L'unico fattore limitante che può entrare in gioco è costituito dalla presenza di correlazioni tra fattori diversi, il che rende i risultati difficilmente interpretabili. Nel caso del nostro insieme di dati, fortunatamente non vi sono correlazioni tra fattori ambientali superiori a 0.45, per cui le combinazioni possibili tra i fattori stessi sono libere da questo vincolo. Fanno eccezione ovviamente gli stessi fattori misurati a scale differenti (ad esempio gli schianti a 150 e 300 m), che non possono essere inseriti nello stesso modello, al pari di quei fattori che derivano da combinazioni lineari di altri (ad esempio gli schianti 2013 non possono essere inseriti nello stesso modello con gli schianti totali 2013 e 2015).

In sostanza, abbiamo proceduto partendo da quattro insiemi di fattori ambientali concorrenti tra loro:

a) schianti distinti tra i due anni, a scala di 150 m dal punto

ORA_M+ ETA+ AP150+ SC13_150+ SC15_150+ ALTIT+ PEB+ D_CASE+ ABE150_P

b) schianti distinti tra i due anni, a scala di 300 m dal punto

ORA_M+ ETA+ AP300+ SC13_300+ SC15_300+ ALTIT+ PEB+ D_CASE+ ABE300_P

c) schianti cumulati tra i due anni, a scala di 150 m dal punto

ORA_M+ ETA+ AP150+ SCT_150+ ALTIT+ PEB+ D_CASE+ ABE150_P

d) schianti cumulati tra i due anni, a scala di 300 m dal punto

ORA_M+ ETA+ AP300+ SCT_300+ ALTIT+ PEB+ D_CASE+ ABE300_P

Come criterio generale per la scelta del miglior modello, abbiamo usato il Criterio di Informazione di Akaike (AIC) per la selezione del miglior set di fattori ambientali. Abbiamo infine verificato la bontà dell'adattamento al modello analizzando graficamente gli andamenti dei residui dei modelli per controllare se vi erano evidenti scostamenti dal modello prescelto.

Tutte le analisi statistiche sono state svolte con il software R (R Core Team, 2015), versione 3.2.3, con i pacchetti MASS (Venables e Ripley 2002) e pscl (Zeileis et al 2008).

5. RISULTATI

5.1. Risultati del censimento

Il censimento portato avanti nell'abetina nella stagione riproduttiva 2015 ha permesso di raccogliere una notevole mole di dati, e prima di tutto di caratterizzare la composizione e la struttura della comunità ornitica. Nella Tabella 7 è riportato l'elenco delle 37 specie contattate, corredato per ciascuna dal numero di punti nei quali è stata rinvenuta.

SPECIE	N. PUNTI	SPECIE	N. PUNTI
Astore	1	Lui piccolo	54
Sparviere	2	Regolo	47
Poiana	1	Fiorrancino	89
Colombaccio	5	Pigliamosche	1
Cuculo	7	Codibugnolo	1
Rondone comune	6	Cincia bigia	17
Picchio verde	3	Cincia mora	89
Picchio nero	2	Cinciarella	26
Picchio rosso maggiore	16	Cinciallegra	12
Ballerina gialla	4	Picchio muratore	21
Merlo acquaiolo	1	Rampichino alpestre	60
Scricciolo	82	Rampichino comune	29
Pettiroso	87	Ghiandaia	16
Codiroso comune	3	Cornacchia grigia	3
Merlo	68	Fringuello	89
Tordo bottaccio	79	Verdone	6
Tordela	52	Crociere	3
Capinera	89	Ciuffolotto	6
Lui verde	6		

Tabella 7. Specie contattate e numero di punti complessivi di riscontro

Si confermano le presenze, e la relativa abbondanza, di specie di interesse per la conservazione, come Picchio nero, Rampichino alpestre e Regolo. Di un certo interesse anche la presenza di due specie di rapaci. Rispetto ai lavori svolti nello stesso ambiente in passato (Lapini e Tellini 1990, Tellini Florenzano et al. 2006) si nota l'ingresso di alcune specie nuove per l'area: il citato Picchio nero, il Colombaccio e il Codiroso comune. Pare invece scomparsa la Passera scopaiola.

Passando a considerare i parametri di comunità, il primo che è stato calcolato è stato la ricchezza specifica per punto. Con il calcolo della correlazione di Spearman, una misura statistica che misura

il grado di relazione tra due variabili, e che va da 0 a 1, è stata riscontrata una correlazione significativa (0.39, $p < 0.001$), ma non elevatissima, tra la ricchezza di specie rilevate durante il primo giro di stazioni e quelle rilevate nel secondo giro (Fig.10). Questo può essere dovuto un po' ai cicli riproduttivi delle specie differenti, un po' a causa di fattori climatici diversi durante le due repliche di rilievi.

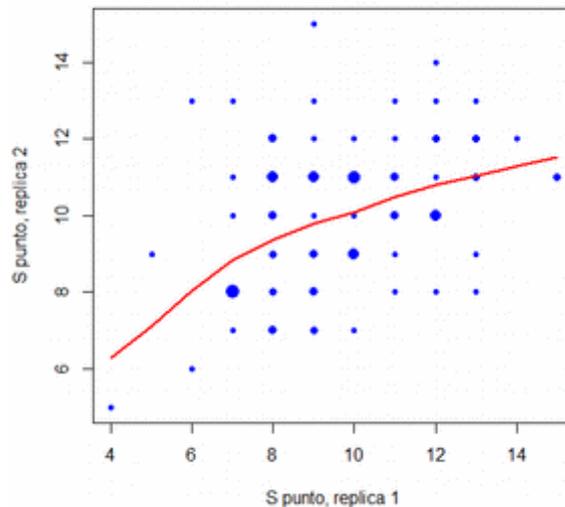


Figura 10: Relazione tra i valori di ricchezza specifica rilevati la prima e la seconda replica di censimento. Al grafico è stata aggiunta, per motivi illustrativi, una curva Lowess.

Successivamente dall'archivio generale sono stati calcolati: il totale delle specie rinvenute; il totale delle specie rinvenute la prima e la seconda volta e in quanti punti; il totale delle loro vocalizzazioni, ovvero i canti e i richiami; il totale dei canti; il totale dei richiami; il totale di ogni vocalizzazione per ogni giro. Le specie rilevate in entrambi i giri sono 37, tutte forestali e “prevedibili”, senza grandi “sorprese”, come specie esclusivamente da quote basse o di passaggio o adatte ad habitat aperti. Le più frequenti, rilevate in tutti gli 89 punti, sono il fringuello (con un totale di 10802 vocalizzazioni), la cincia mora (con 7951 vocalizzazioni), il fiorrancino (con 6909 vocalizzazioni) e la capinera (con 5678 vocalizzazioni). Seguono il pettirosso, rilevato in 87 punti e lo scricciolo in 82.

In termini di rilevamento delle specie, è stato molto utile fare il secondo giro di raccolta dei dati, poiché ha aumentato le probabilità di rilevare su più punti sia specie meno frequenti e importanti a livello conservazionistico, ad esempio picchio nero e astore, sia specie comunque frequenti in abetina ma che semplicemente vocalizzano meno di altre più attive, come i rampichini, il regolo e la

tordela, esempi di casi in cui, grazie al secondo giro di rilievi, sono praticamente raddoppiati i punti in cui sono stati rilevati rispetto al primo giro (da 37 punti a un totale di 60 nel caso del rampichino alpestre, da 14 a 29 per il rampichino comune, da 29 a 47 per il regolo, da 27 a 52 per la tordela).

Inoltre ogni punto, e di conseguenza ogni vocalizzazione, è stato geolocalizzato, ricavando informazioni interessanti. Primariamente si è voluto capire, con l'utilizzo del software MapInfo Professional, dove si concentrano la maggior parte delle specie e si può subito notare come le zone più basse dell'abetina ne accolgano la maggior parte (Fig.11).

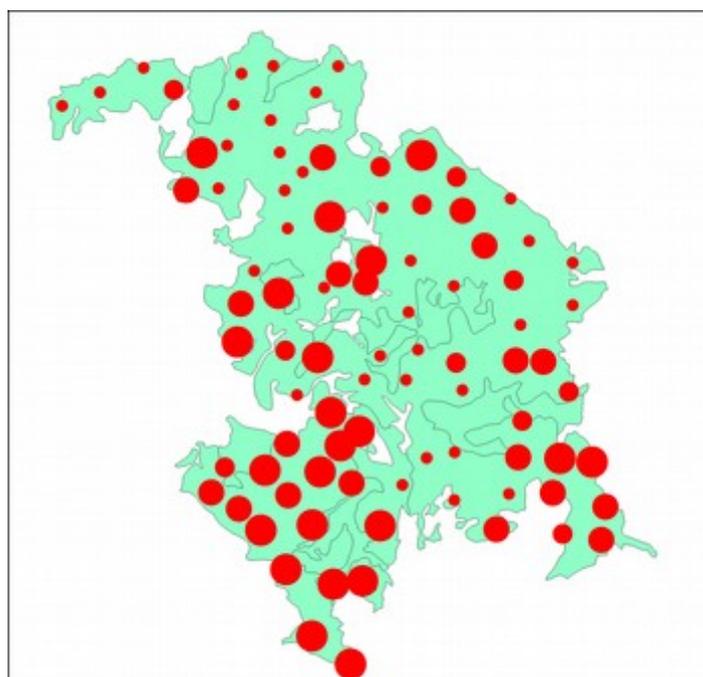


Figura 11. Ricchezza in specie per ciascun punto (dati cumulati tra le due repliche, il simbolo è proporzionale al numero di specie).

Successivamente sono state geolocalizzate le vocalizzazioni in modo da avere una stima della densità degli uccelli, ed il risultato è abbastanza significativo, poiché geograficamente si verifica quasi l'opposto di quanto osservato per la ricchezza in specie per punto: la densità maggiore degli uccelli si trova alle quote più alte dell'abetina (Fig.12).

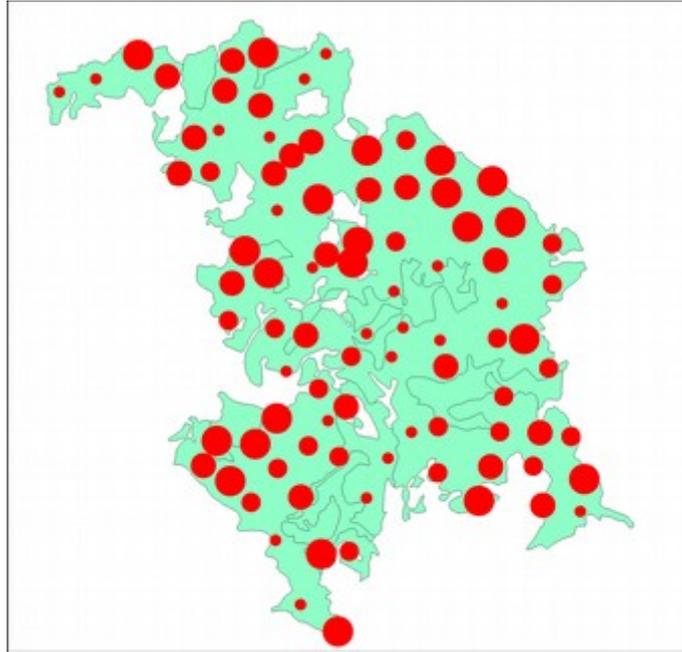


Figura 12. Numero di vocalizzazioni registrate per punto. (dati cumulati tra le due repliche, il simbolo è proporzionale al numero di vocalizzazioni registrate).

Calcolando, in base alle vocalizzazioni, le densità di alcune specie chiave dell'abetina sono risultate informazioni di interesse sulla loro distribuzione nell'abetina. La Cincia mora, presente in tutte le 89 stazioni, ha mostrato una distribuzione irregolare, senza nessuna evidenza particolare (Fig.13, pagina successiva).

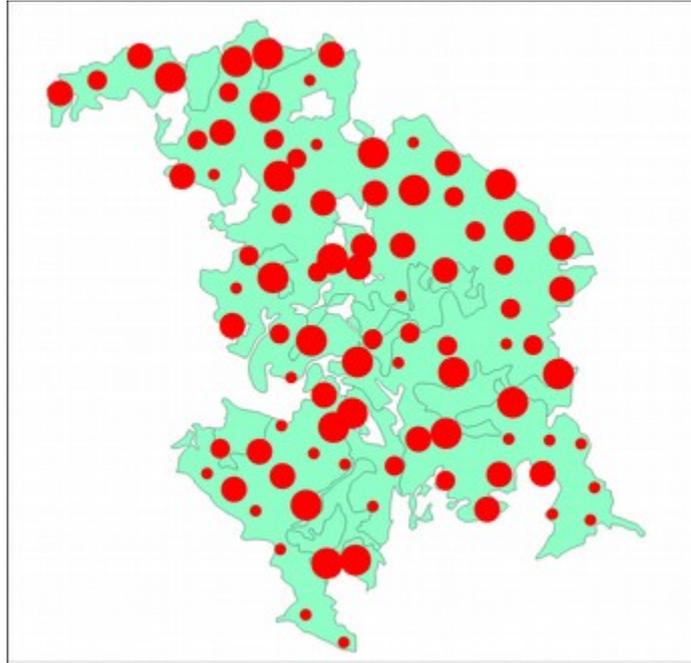


Figura 13. Distribuzione della Cincia mora. (dati cumulati tra le due repliche, il simbolo è proporzionale al numero di vocalizzazioni registrate).

Nel caso del Fiorrancino è evidente invece una situazione diversa: si nota subito come la maggior parte degli individui si sia concentrata nelle zone con meno presenza di schianti, perché pare prediligere le zone di foresta più fitta (Fig.14).

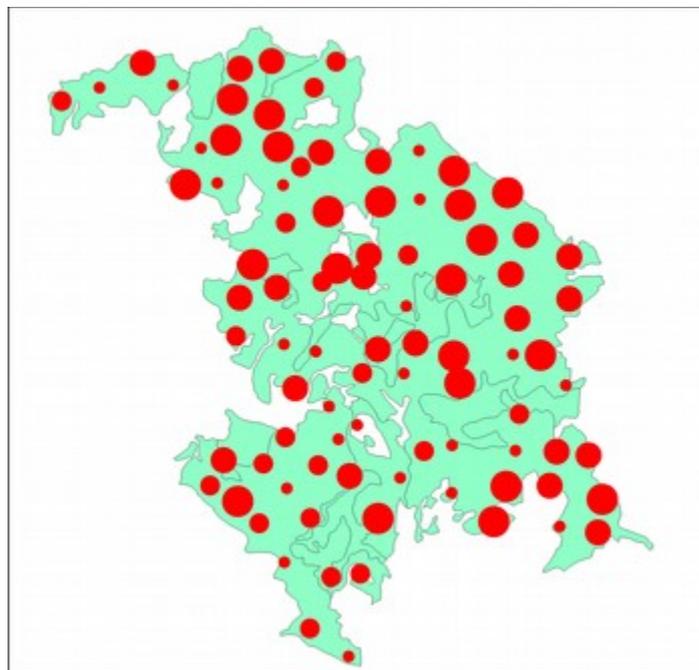


Figura 14. Distribuzione del Fiorrancino. (dati cumulati tra le due repliche, il simbolo è proporzionale al numero di vocalizzazioni registrate)

Anche il caso del Rampichino alpestre, rilevato in 60 punti, è particolare. Sembra, infatti, che questa specie si distribuisca in cluster di presenza in più punti sulla superficie dell'abetina (Fig.15).

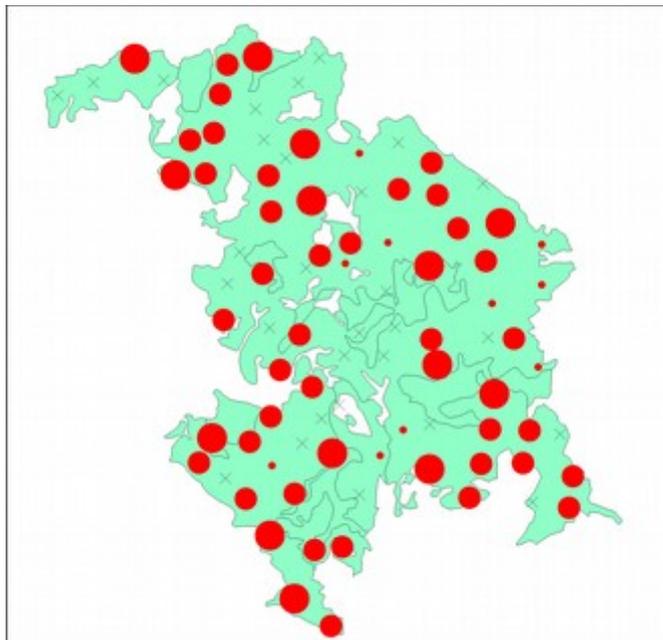


Figura 15. Distribuzione del Rampichino alpestre. (dati cumulati tra le due repliche, il simbolo è proporzionale al numero di vocalizzazioni registrate)

Infine, nel caso del Regolo, presente in 47 punti, si nota che predilige, come il Fiorrancino, le zone dell'abetina senza schianti (Fig.16).

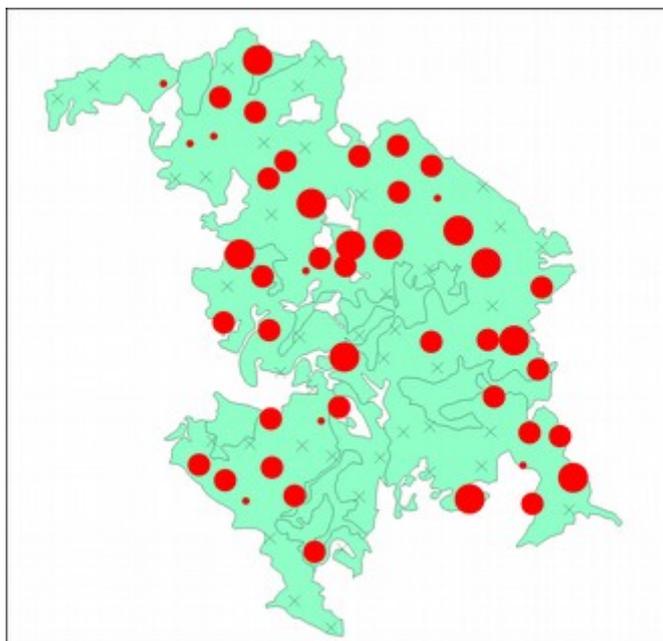


Figura 16. Distribuzione del Regolo. (dati cumulati tra le due repliche, il simbolo è proporzionale al numero di vocalizzazioni registrate)

5.2 Risultati delle analisi statistiche

Le analisi statistiche svolte hanno portato i seguenti risultati, riassunti in Tabella X. Per ogni parametro ornitico verificato elenchiamo il dettaglio dei fattori influenti (ossia quelli per i quali si registra un incremento di AIC), separati tra quelli oggetto dello studio (ossia gli schianti) dalle altre covariate (si vedano i metodi per dettagli). Per quanto concerne i primi fattori, indichiamo anche il valore di incremento di AIC (Δ AIC) determinato dall'inserimento della variabile "schianti" nel modello rispetto al modello senza questa. Se questo valore è almeno pari a 2-3 significa che il contributo in informazione fornito dalla variabile "schianti" è importante, ossia che la variabile ornitica dipendente è influenzata in modo importante da questa.

Più in dettaglio, nella Tabella 8, sono indicati:

3. la variabile dipendente di volta in volta saggiata;
4. la tipologia di modello, con le seguenti definizioni, GLM Poisson, GLM con distribuzione di errore tipo Poisson e funzione link di tipo log; GLM Gaussian, GLM con errore gaussiano e link identità; GLM neg binom, GLM con distribuzione di errore tipo binomiale negativo e funzione link di tipo log, ZANB, GLM zero.inflated con distribuzione di errore tipo binomiale negativo e funzione link di tipo log;
5. La variabile "schianti" inserita nel modello, ove presente;
6. Δ AIC, il contributo in informazione aggiuntiva fornito dalla suddetta variabile "schianti" al modello generale;
7. Altre variabili influenti, le altre variabili inserite nel modello, selezionate sempre in base al contenuto informativo e alla significatività statistica.

Variabile ornitica (dipendente)	Tipologia di modello	Variabile "schianti"	Δ AIC della variabile "schianti"	Altre variabili influenti
S_TOT_PT	GLM Poisson	-	-	+ETA -D_CASE
GU_CORT_S	GLM Poisson	-	-	+ETA
GU_GROU_S	GLM Poisson	-	-	-
INVSIMPS	GLM Gaussian	-	-	+ETA
SHANNON	GLM Gaussian	-	-	+ETA
AT_TOT_PT	GLM Gaussian	-	-	+AP150 +ALTIT +D_CASE
AC_TOT_PT	GLM Gaussian	-	-	+ALTIT +AP300
GU_CORT_T	GLM neg binom	-	-	-ORA_M +ETA +PEB -D_CASE

GU_GROU_T	GLM Gaussian	+SC13_300	4.12	+ABE300_P
S10660T_T	ZANB	+SC13_300	8.99	+ABE300_P
S10990T_T	GLM neg binom	-	-	-
S11870T_T	ZANB	-SC15_300	0.32	+AP300 +ALTIT
S12000T_T	ZANB	-	-	-AP150
S12020T_T	ZANB	-	-	-
S12770T_T	GLM neg binom	-	-	-
S13110T_T	ZANB	+SC13_150	4.20	+ALTIT
S13140T_T	ZANB	-SC13_300	1.75	+ETA
S13150T_T	GLM neg binom	-SCT_300	4.14	+ALTIT
S14610T_T	GLM neg binom	-	-	+ORA_M
S14620T_T	ZANB	-	-	-ALTIT +D_CASE
S14860T_T	ZANB	-SCT_300	5.16	+ETA
S14870T_T	ZANB	+SC13_300	3.21	-D_CASE
S16360T_T	GLM neg binom	-SC13_150	0,60	+ALTIT -D_CASE

Tabella 8. Risultati di sintesi dei modelli statistici

Il quadro complessivo che si può trarre da queste analisi è abbastanza chiaro, possiamo riassumerlo in alcuni punti:

- le misure di diversità complessiva della comunità (ricchezza e indici di diversità) non paiono influenzate dalla presenza degli schianti. L'età dell'abetina è l'unico fattore che influenza la diversità, mentre la presenza di alcune specie “aggiuntive” (Rondone comune, Codirosso comune) fa sì che la ricchezza, oltre che dall'età, sia influenzata anche dalla vicinanza ai fabbricati;
- l'abbondanza degli uccelli, misurata con la quantità di canti e richiami, è maggiore a quote più elevate, e in presenza di ambienti aperti, ma non è neanche influenzata dagli schianti, con una importante eccezione, la *guild* delle specie che si alimentano al suolo è invece positivamente influenzata dalla estensione delle superfici “schiantate” nel 2013;
- per quanto concerne le singole specie, va soprattutto notato come ve ne siano alcune positivamente influenzate dalla estensione degli schianti (sempre del 2013: Scricciolo, Lui piccolo, Rampichino comune) e altre negativamente (soprattutto Fiorrancino, Rampichino alpestre e Regolo). In questi casi gli schianti possono essere sia quelli del 2013, sia quelli del 2015.

Riassumendo, quindi, se gli schianti, con la loro effettiva estensione, non paiono aver alterato la biodiversità complessiva della comunità ornitica, sono avvenuti importanti cambiamenti in alcune componenti chiave del popolamento. Come poteva essere da attendersi, la situazione da un lato ha avvantaggiato le specie che utilizzano il suolo e gli strati bassi della vegetazione (*guild* dei *ground nesters*, Lui piccolo e Scricciolo in particolare). L'ingresso di maggiore quantità di energia a questi livelli determinato dalla locale scomparsa delle chiome è verosimilmente il principale responsabile del fenomeno.

La scomparsa di una porzione importante delle chiome, causata dagli schianti, ha parimenti determinato la diminuzione di Forrancino e Regolo, mentre la riduzione parallela nella densità di tronchi potrebbe aver influito negativamente sul Rampichino alpestre. Per quanto riguarda quest'ultima specie, però, responsabile potrebbe anche essere una variazione nel microclima dell'abetina. Gli schianti, infatti, permettendo un maggiore ingresso di luce, potrebbero aver sfavorito questa specie a vantaggio del congenere Rampichino comune, il quale sembra aver tratto vantaggio dal fenomeno distruttivo in esame.

6. CONCLUSIONI

I risultati ottenuti hanno permesso di evidenziare quali fattori influenzino sia positivamente sia negativamente le popolazioni ornitiche nell'abetina di Camaldoli, permettendo di evidenziare in particolare gli effetti degli "schianti" su composizione e struttura della comunità.

L'analisi statistica ci ha infatti dimostrato che soprattutto gli schianti datati 11 novembre 2013 hanno avuto effetti importanti, ma solo su alcune specie d'indagine. Questo è causato dal fatto che in due anni, rispetto agli schianti avvenuti nel marzo 2015, ovvero solo due mesi prima l'inizio del nostro studio, si possono essere sviluppate alcune dinamiche naturali, come la crescita di qualche erba o arbusto o la marcescenza dei fusti caduti al suolo. Sostanzialmente abbiamo verificato che dagli schianti distanti almeno 150 m dal punto traggono profitto in particolar modo le specie appartenenti alla *guild* dei "ground feeders", ovvero di coloro che si nutrono al suolo. Tra queste traggono vantaggio soprattutto il Lù piccolo, a causa del suo gradimento verso gli arbusti che si possono sviluppare nelle nuove chiarie, e lo Scricciolo, il quale si nasconde e si alimenta volentieri sotto la protezione dei tronchi di abete caduti. Tra gli altri "ground feeders", sembra che il merlo abbia invece una risposta negativa nei confronti degli schianti, ma la significatività del modello ottenuto è troppo bassa per poterlo affermare con certezza.

Tra le specie che vivono sulle chiome, invece, gli schianti non hanno avuto effetti positivi in genere, anzi vi sono alcune specie che hanno subito negativamente il fenomeno; di notevole interesse è soprattutto il caso del Regolo e del Rampichino alpestre. Entrambe queste specie sono legate agli ambienti montani e freddi, e probabilmente subiscono il crearsi di un nuovo microclima più caldo all'interno delle chiarie, rispetto a quello dell'ombrosa abetina. Molto interessante e significativo, in questo contesto, è il caso del Rampichino comune, il quale al contrario gradisce il formarsi di nuove aperture nel bosco, probabilmente proprio perché più adatto rispetto all'affine R. alpestre a microclimi più caldi.

Volendo riassumere, analizzando i risultati di questo studio possiamo affermare che il metodo di ricerca utilizzato, a partire dal censimento, fino ad arrivare alle analisi statistiche, si sia rivelato informativo, corretto ed efficace. In particolare si conferma come l'uso di registrazioni audio e la loro successiva analisi permetta, anche in contesti relativamente omogenei e poco variati, quali le abetine in indagine, di evidenziare fenomeni di piccola scala, rivelandosi pertanto un utile strumento di monitoraggio di processi ecologici che avvengono nel sistema bosco.

7. RINGRAZIAMENTI

Ringrazio il dott. Guido Tellini Florenzano della Soc. Coop. Agr. For. D.R.E.Am. per l'immensa passione che mi ha trasmesso e per tutto quello che con pazienza mi ha insegnato.

Ringrazio i miei genitori, i miei amici e Valentina per l'ispirazione e il sostegno che mi hanno donato in questi anni di studio.

Ringrazio infine tutti quei professori, a partire da Dino Scaravelli, che mi hanno voluto educare ancor prima di insegnare, contagiandomi con la loro passione.

8. BIBLIOGRAFIA

- Agostini N. e Verdecchia M. 2010 Le foreste Casentinesi, scrigno di biodiversità. *Ecoscienza* numero 3
- Bibby C.J., Burgess N. D., Hill D. A. e Mustoe S. H. 2000, *Bird census techniques*. Academic Press
- Bibby, C.J., N.D. Burgess e D.A. Hill 1992: *Bird Census Techniques*. London: Academic Press
- BirdLife International 2004 *Birds in Europe: population estimates, trends and conservation status*
- Blondel J., Ferry C., Frochot B. 1970. The Point count method to recording bird from hearing spots. *Alauda* 38: 55–71
- Boitani, L., Corsi, F., Falcucci, A., Maiorano, L., Marzetti, I., Masi, M., Montemaggiori, A., Ottaviani, D., Reggiani, G., & Rondinini, C. (2002), *Rete Ecologica Nazionale. Un approccio alla conservazione dei vertebrati italiani* Università di Roma "La Sapienza", Dipartimento di Biologia Animale e dell'Uomo; Ministero dell'Ambiente, Direzione per la Conservazione della Natura. Istituto di Ecologia Applicata, Roma
- Bottacci A. e Padula M, 2012, La copertura forestale della Riserva naturale biogenetica di Camaldoli. In Bottacci A. (ed.), 2012 – *La riserva biogenetica di Camaldoli. 1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta*. CFS/UTB Pratovecchio, pagg. 111-118
- Bottacci A., 2012. Cenni storici sulla Riserva naturale biogenetica di Camaldoli. In Bottacci A. (ed.), 2012 – *La riserva biogenetica di Camaldoli. 1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta*. CFS/UTB Pratovecchio, pagg. 27-54
- Bye S.L., Robel R.J., Kemp K.E., 2001 Effects of human presence on vocalizations of grassland birds in Kansas. *Prairie Naturalist* 33:249–256.

- Campedelli T., Londi G. e Tellini Florenzano G., 2012, Il ruolo dei boschi di abete bianco per l'avifauna. In: Bottacci A. (ed.), 2012 – La riserva biogenetica di Camaldoli. 1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta. CFS/UTB Pratovecchio, pagg. 275-276
- Castorani S. 2013 Analisi dell'avifauna nella riserva naturale regionale dei calanchi di Atri (Te). Università di Firenze
- Fowler J e L Cohen 2010. Statistica per ornitologi e naturalisti. Muzzio ed., Padova.
- Gabrielli A. e Settesoldi E., 1977 - La storia della Foresta Casentinese nelle carte dell'Archivio dell'Opera del Duomo di Firenze dal secolo XIV al XIX – Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, Collana Verde n. 43, Roma.
- Gagliardi ,A., Tosi, G., 2012 Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento. Regione Lombardia, Università degli Studi dell'Insubria, Istituto Oikos.
- Haselmayer J., Quinn J. S., 2000. A comparison of point counts and sound recording as bird survey methods in Amazonian southeast Perù. Department of Biology, McMaster University
- Hobson K. A., Rempel R. S. Greenwood H., Turnbull B., Van Wilgenburg S. L., 2002. Acoustic surveys of birds using electronic recordings: new potential from an omnidirectional microphone system. *Wildlife Society Bulletin* 2002, 30(3):709-720
- Klingbeil B. T., Willing M. R, 2015, Bird biodiversity assessments in temperate forest: the value of point count versus acoustic monitoring protocols, *PeerJ*.
- Koskimies P. 1989. Birds as a tool in environmental monitoring. *Ann. Zool. Fennici* 26:153-166
- Lapini L., Tellini Florenzano G., 1990. La comunità ornitica nidificante in fustaia di abete bianco dell'Appennino toscano. *Rivista italiana di Ornitologia* 60: 64-70.
- LIPU & Rete Rurale Nazionale (2011), Lo stato degli uccelli comuni in Italia MIPAAF
- Londi G., T. Campedelli, G. Tellini Florenzano, 2012, L'avifauna nella riserva biogenetica di Camaldoli. In: Bottacci A. (ed.), 2012 – La riserva biogenetica di Camaldoli. 1012-2012. Mille anni di rapporto uomo-foresta. CFS/UTB Pratovecchio, pagg. 261-274.
- Mini L. 2004. Gli uccelli delle faggete casentinesi: influenza combinata della struttura del bosco e del paesaggio sul popolamento ornitico. Tesi di Laurea, Università di Firenze.
- Padoa Schioppa E., Baietto M., Chincarini M. 2002 Utilizzo di bioindicatori per la conservazione nei paesaggi culturali: scelta di specie focali vegetali ed animali nel Parco Agricolo Sud-Milano. Atti VII Congresso Nazionale SIEP-IALE. Università degli studi di Milano-Bicocca
- Preiss E., Martin J.L., Debussche M. 1997 Rural depopulation and recent landscape changes in a Mediterranean region: Consequences to the breeding avifauna. *Landscape Ecology* vol 12 no 1 pp 51-61 (1997) SPB Academic Publishing bb, Amsterdam

- Primack R. B. e Boitani L. 2013 *Biologia della conservazione*. Capitolo 5: l'estinzione è per sempre. Pag 147-179. Università di Roma la Sapienza. Zanichelli ed.
- Rovelli E., 1995 - La distribuzione dell'abete (*Abies alba* Mill.) sull'Appennino - *Monti e Boschi*, 6: 5-13.
- Tegeler A. K., Morrison M. L., Szewczak J. M., 2012. Using estende-duration audio recordings to survey avian species. *Wildlife Society Bulletin*; DOI: 10.1002/wsb.112
- Tellini Florenzano G., 2004a Birds as indicators of recent environmental changes in the Apennines (Foreste Casentinesi National Park, central Italy) *Italian Journal of Zoology*, 71: 317-324.
- Tellini Florenzano G., Guidi C., di Stefano V., Londi G., Mini L., Campedelli T. 2006. Effetto dell'ambiente a scala di habitat e di paesaggio su struttura e composizione della comunità ornitica delle abetine Casentinesi (Appennino settentrionale). *Riv. ital. Om.*, Milano, 76 (1): 151-166, 30-XI-2006
- Voriske P, Jiguet F, Van Strien A., Škorpilova J., Klvanova A.& Gregory R.D. 2010. Trends in abundance and biomass of widespread European farmland birds: how much have we lost? *BOU Proceedings – Lowland Farmland Birds III*.
- Zuur AF, Ieno EN, Walker NJ, Saveliev AA, Smith GM 2009. *Mixed Effects Models and Extensions in Ecology with R*. Springer, New York

Sitografia

- www.iucn.it