

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali - BiGeA

Scuola di Scienze

Corso di Laurea in

Scienze Naturali

Classe L-32 Scienze e Tecnologie per l'Ambiente e la Natura

Studio sul confronto di due metodologie di monitoraggio
per la pernice bianca (*Lagopus mutus*) nel Parco Naturale
Adamello Brenta

CANDIDATO

Alessandro Forti

RELATORE

Chiar.mo Prof. Stefano Tommasini

CORRELATORE

Dott. Andrea Mustoni

Dott. Marco Armanini

Sessione III

Anno Accademico 2013 / 2014

RIASSUNTO

Lo studio affrontato nel presente lavoro di Tesi di Laurea Triennale, si inserisce nel contesto del secondo anno di studio sulla Pernice Bianca (*Lagopus mutus*) condotto dal Parco Naturale Adamello Brenta (Trentino, Italia) volto a capire quale delle tre metodologie di monitoraggio più utilizzate sulle Alpi sia la più efficace.

Più in particolare sono state messe a confronto le tre metodologie di ascolto dei maschi cantori in periodo riproduttivo (metodologia per punti fissi, per solo ascolto e per ascolto/richiamo).

Nello specifico la presente indagine mette a confronto la metodologia del solo ascolto con quella dell'ascolto/richiamo.

Il lavoro di campo è stato svolto sull'altopiano del Grostè (Brenta Settentrionale), in un area di studio di 731 ha, nei mesi di maggio, giugno e inizio luglio 2012.

L'esecuzione dell'attività di campo, ha visto per un totale di 9 sessioni, l'effettuazione di circa due uscite a settimana per mantenere una regolarità nella raccolta dei dati. Inoltre si è posta attenzione, viste le conoscenze pregresse, ad implementare i due metodi contemporaneamente su due transetti distinti in modo tale da renderli confrontabili anche con le variabili meteo. I transetti sono stati scelti lontani l'uno dall'altro in modo tale da evitare possibili errori di campionamento.

I dati così raccolti sono stati archiviati in un *database* con l'utilizzo del *software Microsoft Excel* ed elaborati con il supporto del G.I.S ArcView 9.3 della ESRI.

Le analisi hanno seguito uno schema preciso, nell'ordine:

- test del chi-quadro per i dati 2012 e per entrambi gli anni;
- test di correlazione di Spearman e Kendall.

Tabelle e grafici riassuntivi dei dati sono stati creati per rendere chiaro il lavoro della presente indagine.

In generale le analisi dei dati raccolti nel 2012 confermano quanto emerso dagli studi pregressi. Resta pertanto difficile dire quale sia la metodologia migliore, anche se per entrambi gli anni il metodo dell'ascolto/richiamo è quello che ha fatto registrare più contatti. Questo perché l'analisi del chi-quadro del metodo è statisticamente significativa per entrambi gli anni (2011+2012) e solo nel 2011 per la metodologia dell'ascolto/richiamo.

La pernice bianca sembra preferire le prime ore di luce per svolgere la sua attività di canto e la fascia oraria dalle 4:00 alle 5:59 dalle analisi è risultata quella dove si sono registrati l'84% dei contatti complessivi, così questo dato ha potuto irrobustire questa conoscenza.

Le analisi di correlazione di Spearman e Kendall sulle variabili meteo indicano che il vento è un fattore limitante nella riuscita del monitoraggio, per il fatto che le pernici bianche sono poco udibili, ma anche in quanto il lagopede stesso potrebbe decidere di restare al sicuro ed in silenzio. Proprio la metodologia del playback pare riesca a diminuire in parte l'influenza del vento sulla riuscita del monitoraggio.

Anche se le due metodologie dell'ascolto e del playback forniscono risultati paralleli alla metodologia per punti fissi, quest'ultima risulta troppo dispendiosa, oltre ad essere meno sicura per il personale coinvolto. Tosi *et al.* (2010), in un loro studio affermano che l'efficacia del playback è risultata poco costante, infatti accanto a maschi territoriali gli autori ne osservavano anche altri del tutto indifferenti. Quindi, considerando quanto emerso, è più opportuno orientarsi verso la metodologia del solo ascolto (MTrA), in quanto più semplice da implementare.

Indagini successive potranno far maggiore chiarezza su quanto detto e trovare risposta a quelle domande a cui ancora non si è riusciti.

Sommario

1	introduzione.....	5
2	area di studio.....	7
2.1	ALTOPIANO DEL GROSTÈ.....	11
3	LA PERNICE BIANCA (<i>Lagopus mutus helveticus</i>).....	15
3.1	ORIGINE E DISTRIBUZIONE.....	16
3.1.1	ORIGINE.....	16
3.1.2	<i>Status</i> e DISTRIBUZIONE.....	17
3.2	BIOLOGIA.....	23
3.2.1	morfologia.....	23
3.2.2	habitat.....	26
3.2.3	home ranges.....	28
3.2.4	alimentazione.....	29
3.2.5	comportamento e ciclo di vita annuale.....	30
3.2.6	dinamica di popolazione.....	35
3.2.7	Indici di presenza.....	37
3.3	MINACCE.....	39
3.4	INQUADRAMENTO LEGISLATIVO.....	42
4	MATERIALI E METODI.....	43
4.1	METODOLOGIE DI MONITORAGGIO PRIMAVERILE DELLA PERNICE BIANCA.....	43
4.1.1	metodi di monitoraggio per punti fissi di ascolto (MPF).....	44
4.1.2	monitoraggio per transetti (MTrA).....	44
4.1.3	monitoraggio per transetti con utilizzo del playback (MTrPB).....	45
4.2	MONITORAGGIO ESTIVO (POST-RIPRODUTTIVO).....	46

4.3	MATERIALI	47
4.4	RACCOLTA DEI DATI	49
4.4.1	Dati pregressi.....	49
4.4.2	Attività di campo	51
4.5	CRITERI DI ANALISI DEI DATI	54
5	RISULTATI e discussione	58
5.1	CONFRONTO delle METODOLOGIE ADOTTATE.....	58
5.1.1	analisi del metodo.....	58
5.1.2	analisi del periodo.....	60
5.1.3	analisi dell'orario.....	63
5.1.4	analisi del transetto	67
5.2	INFLUENZA delle CONDIZIONI METEO sulle METODOLOGIE	69
6	CONCLUSIONI.....	76
7	Ringraziamenti	78
8	Bibliografia.....	80
9	Allegati	86

1 INTRODUZIONE

La pernice bianca (*Lagopus mutus helveticus* 1829), rappresenta, nell'ambito della fauna alpina una specie di indubbio fascino per chiunque frequenta, conosce ed ama la montagna, oltre a rivestire un'importante ruolo dal punto di vista conservazionistico.

La pernice bianca, che è un "relictto glaciale" a distribuzione disgiunta, abita i comparti sopra il limite della vegetazione ed è specializzata a vivere in ambienti rigidi. Probabilmente proprio per questo è sensibile ai cambiamenti climatici (*global warming*) e soprattutto alla frammentazione dell'habitat.

Inoltre la pernice bianca, come gli altri tetraonidi, è una specie tipica di ambienti il cui delicato equilibrio sostiene un alto grado di biodiversità, tanto che la sua presenza testimonia condizioni ambientali positive e le attività volte alla conservazione possono indurre effetti benefici trasversali, sia sulle comunità animali, sia vegetali.

La presente tesi di laurea triennale s'inserisce in un'indagine pluriennale denominata Progetto Pernice Bianca ed effettuata nel più vasto contesto del Progetto Galliformi del Parco Naturale Adamello Brenta.

Il progetto Pernice Bianca, avviato nel 2011 e conclusosi nel 2012, ha preso spunto da una serie di considerazioni:

- le consistenze ed il trend del lagopede, sono in costante calo generalizzato su tutto l'Arco Alpino; per questo in seguito alla revisione del Piano Faunistico Provinciale (30 dicembre 2010), in Provincia di Trento la caccia alla specie è stata sospesa, per l'intero periodo di validità del piano;
- viste le zone abitate dalla specie, studi e ricerche non sempre sono facili e le aree accessibili, anche per questo le conoscenze della specie, sono poche ed alle volte contrastanti. Inoltre, bisogna aggiungere che le differenti metodologie di monitoraggio e censimento rendono le serie di dati non confrontabili tra loro;
- considerando la grande elusività della specie è utile ricercare una metodologia di censimento efficace;
- secondo il Piano Faunistico Provinciale (30 dicembre 2010), sembra opportuno favorire le ricerche scientifiche volte a comprendere le motivazioni poste alla base del regresso della specie e a valutare le possibili soluzioni;
- in Provincia di Trento la specie è censita al "canto" in primavera, con la metodologia dei punti fissi (Servizio Foreste e Fauna PAT) e in estate, mediante l'utilizzo dei cani da ferma, per il successo riproduttivo;

Visti i punti sopra elencati il Parco Naturale Adamello Brenta in collaborazione con il Servizio Foreste e Fauna della PAT, nella ricerca di una strategia d'indagine, hanno deciso di:

- trovare una metodologia di monitoraggio valida in termini di successo nella raccolta dei dati con il minor sforzo possibile. Perciò si è ritenuto necessario indagare e mettere a confronto le tre metodologie di censimento “al canto” adottate in Provincia di Trento; per poi correlarle con i dati meteo raccolti nei due anni di studio;
- approfondire le conoscenze sulla bio - eco - etologia della specie oggetto di studio;
- trovare una metodologia alternativa all'uso dei cani per quanto riguarda il censimento post-riproduttivo, vista la grande elusività della specie;
- proprio perché l'areale è in forte contrazione, approfondire le conoscenze sulla specie e le cause poste alla base del trend negativo, aiuta ad individuare le migliori strategie di conservazione. Perciò si rende necessaria l'effettuazione di censimenti primaverili efficaci e se svolti in modo continuativo negli anni, utili per comprendere il trend della popolazione nel lungo periodo.

2 AREA DI STUDIO

Il Parco Naturale Adamello-Brenta, istituito formalmente nel 1989 (L.P. 6.5.1988 n°18), occupa ad oggi una superficie complessiva di 620,51 kmq e rappresenta la più vasta area protetta del Trentino. Si trova nelle Alpi Retiche, settore italiano centro meridionale della Catena Alpina e comprende 2 gruppi montuosi: quello granitico dell'Adamello-Presanella e quello calcareo delle Dolomiti di Brenta, separati dalla Val Rendena, percorsa dal Fiume Sarca. Il Parco, compreso tra le Valli di Non, di Sole, Giudicarie e Chiese, racchiude 48 laghi e numerosi ghiacciai tra cui il complesso glaciale dell'Adamello, uno dei più estesi delle Alpi.

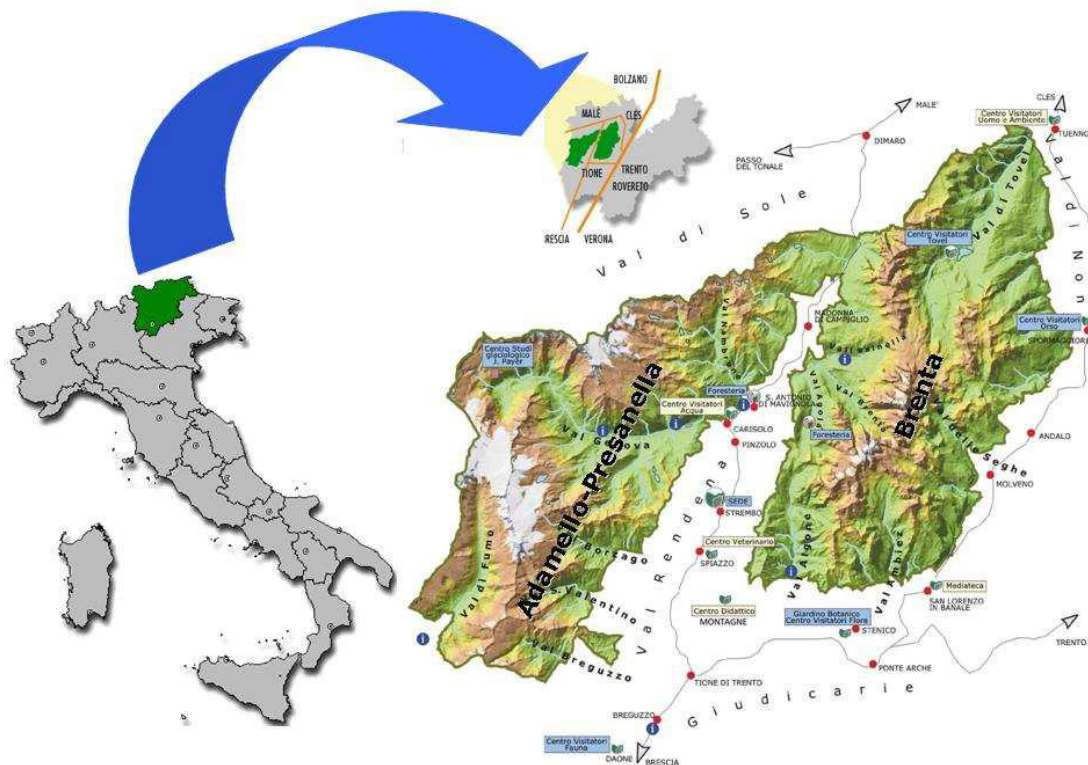


Fig.2.1 Il Parco Naturale Adamello-Brenta. (foto arc. PNAB)

Orograficamente il Gruppo di Brenta si dispone in direzione nord-sud per una lunghezza di circa 42 km e si estende su una superficie di circa 400 Kmq. La catena montuosa è compatta, delimitata da versanti strapiombanti ed è solcata da numerose valli laterali (Valle di Tovel, Vallesinella, Val Brenta, Val Algone, Val' Ambiez, ecc.).

I ghiacciai, di modeste dimensioni e limitati quasi solamente alla parte centrale del gruppo, alimentano pochi laghi; tra questi si ricordano quelli di Tovel, Valagola e Molveno. Da un punto di

vista geologico il Brenta è formato da un basamento cristallino coperto da rocce sedimentarie, come calcari e dolomie (Buscaini & Castiglioni, 1977).

La porzione occidentale del Parco, è costituita dai massicci di natura cristallina dell'Adamello-Presanella. Geologicamente, questo gruppo montuoso è caratterizzato da rocce vulcaniche intrusive, diorite quarzifera, conosciuta come tonalite o granito dell'Adamello.

Il gruppo dell'Adamello è un acrocoro montuoso. Tra le cime più importanti del massiccio si annoverano:

- Monte Adamello di 3539m s.l.m.
- Monte Carè Alto di 3463m s.l.m.
- Crozzon di Lares di 3364m s.l.m.

Il gruppo della Presanella è situato più a Nord, separato dall'Adamello dalla profonda incisione della Val di Genova; le vette più importanti sono:

- Cima Presanella di 3588m s.l.m.
- Cima Vermiglio di 3458m s.l.m.
- Monte Gabbiolo di 3458m s.l.m.

Delimitati a nord dalla Val di Sole e dal Passo del Tonale ed a sud dalla Val di Daone, questi massicci hanno il profilo di ampie e grandi montagne con versanti che scendono poco acclivi verso il fondovalle. Comprendono le più vaste superfici glaciali del Parco che coprono, in territorio trentino, una superficie di circa 2774 ha sull'Adamello e 1051 ha sulla Presanella (Comitato Glaciologico Trentino, 2006).

Spiccate differenze geologico/litologiche ed un ampio gradiente altitudinale (si passa da circa 500 m s.l.m. a 3558 m s.l.m. della Cima Presanella), garantiscono un'importante variabilità ambientale che si riflette sulla ricchezza specifica di vegetali ed animali.

Nel gruppo di Brenta, dov'è molto diffuso il fenomeno carsico, l'acqua, essendo inviata in reticoli idrici profondi, è assai scarsa ad una certa quota, mentre riemerge attorno al massiccio con sorgenti ed affioramenti. L'acqua, è invece una continua presenza nel gruppo dell'Adamello-Presanella, data la limitata permeabilità delle rocce granitiche.

Due substrati rocciosi distinti con differenze litologiche e geomorfologiche hanno dato origine ad endemismi e popolamenti floristici specifici, evidenti soprattutto alle quote più elevate dove la natura del substrato esercita tutta la sua "forza selettiva".

Il Parco si inserisce tra due importanti regioni forestali, quella mesalpica e quella endalpica; la progressiva diminuzione delle temperature che le caratterizza si ripercuote sulla competitività delle specie forestali, così che le latifoglie si diradano occupando solamente le quote più basse, i

fondovalle e i settori con influenza prealpina o addirittura mediterranea di alcuni versanti del Brenta Meridionale.

L'ambiente del Parco è quello tipico alpino, dove le latifoglie sono rappresentate principalmente da: roverella (*Quercus pubescens*), orniello (*Fraxinus ornus*), carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), rovere (*Quercus petraea*), faggio (*Fagus sylvatica*), frassino (*Fraxinus excelsior*), nocciolo (*Corylus avellana*), betulla (*Betula pendula*), ontano verde (*Alnus viridis*) e diverse specie di acero (*Acer pseudoplatanus* e *Acer campestre*).

Nelle pendici vallive, fino a circa 1900 m s.l.m. s'incontrano i boschi di conifere, rappresentate nel Parco soprattutto da: abete rosso (*Picea abies*), abete bianco (*Abies alba*), larice (*Larix decidua*) e solo sporadicamente dal pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e ancor più raro dal pino cembro (*Pinus cembra*).

Oltre i 2000 m di altitudine i boschi, che occupano un terzo della superficie del Parco, diventano radi e lasciano spazio a specie arbustive come il pino mugo (*Pinus mugo*), l'ontano verde (*Alnus viridis*) e i rododendri (*Rhododendron hirsutum* e *R. ferrugineum*) particolarmente adattati alle rigide condizioni ambientali delle alte quote. Salendo ancora si trova la tundra artico-alpina e la vegetazione pioniera rupestre che va ben oltre i 2500 m s.l.m.

Tra i taxa stenoendemici è doveroso ricordare *Nigritella buschmanniae*, specie ad areale puntiforme la cui distribuzione è limitata al solo Gruppo del Brenta e solo all'interno del Parco Adamello Brenta (Perazza & Decarli Perazza, 2005).

Il Parco Naturale Adamello Brenta è testimonianza di una ricca integrità ambientale, sottolineata anche dalla presenza dell'Orso bruno (*Ursus arctos*), che in seguito ad un importante progetto di reintroduzione (*Life Ursus*) ha visto, tra il 1999 e il 2002, il rilascio di 10 esemplari. Oggigiorno l'orso bruno è stabilmente presente nel Parco e nelle aree limitrofe con 40-49 esemplari (Groff *et al.*, 2014). Tra i grandi predatori è doveroso citare il Lupo (*Canis lupus*) che negli ultimi anni sta colonizzando il Trentino ed il Parco a seguito di una naturale diffusione della specie. A M24, il maschio che gravita nei monti dell'alta Val di Non, si aggiunge F10, una femmina, nata nella primavera del 2013 in Svizzera ed ora gravitante nel territorio del Parco oltre a diverse segnalazioni e predazioni a carico di domestici, probabilmente causate da lupo che hanno interessato il territorio del Parco nel 2014. Anche B132, l'esemplare di Lince europea (*Linx linx*) radiocollata, arrivata all'interno del Parco dalla Svizzera, gravita sul territorio e forse un secondo esemplare è presente attorno a Tovel (Groff *et al.*, 2014). Nel gennaio 2013, è stato fototrappolato in Val di Tovel, un individuo di Sciacallo dorato (*Canis aureus*) probabilmente in dispersione, la specie forse ora arrivata nel Parco, fa la sua comparsa in Italia settentrionale nei primi anni '80 del secolo scorso, per un naturale fenomeno di dispersione in atto dalla Slovenia (Volcan, 2013).

Non manca la diffusa volpe (*Vulpes vulpes*).

I Mustelidi sono rappresentati: dalla Faina (*Martes foina*), dalla Martora (*Martes martes*), l'Ermellino (*Mustela erminea*) e la Donnola (*Mustela nivalis*). Oltre a questi, è presente anche il Tasso (*Meles meles*).

Oltre ai predatori che occupano l'apice della piramide alimentare, tante sono le altre specie presenti nel Parco, come gli ungulati: Capriolo (*Capreolus capreolus*), Cervo (*Cervus elaphus*), Camoscio (*Rupicapra rupicapra*), Stambecco (*Capra ibex*) e Muflone (*Ovis musimon*), quest'ultimo frutto di introduzioni effettuate a partire dagli anni 70 del secolo scorso. Tra i galliformi, oltre alla pernice bianca (*Lagopus mutus helveticus*), si annoverano: Fagiano di monte (*Tetrao tetrix*), Coturnice (*Alectoris graeca saxatilis*), Gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) e Francolino di monte (*Bonasa bonasia*). Ricca e interessante è la presenza di roditori: tra i più diffusi e caratteristici lo Scoiattolo (*Sciurus vulgaris*) e la Marmotta (*Marmota marmota*). Discrete anche le popolazioni dei lagomorfi, Lepre comune (*Lepus europaeus*) e Lepre alpina (*Lepus timidus*).

Rapaci: l'Aquila reale (*Aquila chrysaetos*), il Falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*) e solo occasionale il Gipeto (*Gypaetus barbatus*), reintrodotta nel vicino Parco Nazionale dello Stelvio. Di particolare interesse ecologico, sono anche i rapaci notturni, come l'Allocco (*Strix aluco*), il Gufo comune (*Asio otus*), la Civetta capogrosso (*Aegolius funereus*) e la Civetta nana (*Glaucidium passerinum*).

Fra i Picidae si annoverano: il Picchio cenerino (*Picus canus*), il Picchio nero (*Dryocopus martius*) ed il Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*) (Caldonazzi *et al.*, 1994).

All'interno dell'erpetofauna, sono presenti le specie più tipiche dell'ambiente alpino: tra gli anfibi, il Tritone alpestre (*Triturus alpestris*), Salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*), l'Ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata*) e la Rana di montagna (*Rana temporaria*). Tra i rettili, il Ramarro (*Lacerta viridis*), l'Orbettino (*Anguis fragilis*) la Lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*), il Biacco (*Hierophis viridiflavus*), il Colubro liscio (*Coronella austriaca*), il Saettone (*Elaphe longissima*), l'Aspide (*Vipera aspis*) e il Marasso (*Vipera berus*) (Barbieri *et al.*, 1994). I numerosi laghi e corsi d'acqua dell'area protetta ospitano alcune delle specie di pesci più caratteristici delle Alpi, come il Salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*), la Trota marmorata (*Salmo [trutta] marmoratus*) e la Trota fario (*Salmo [trutta] trutta*).

2.1 ALTOPIANO DEL GROSTÈ

Considerando le finalità dell'indagine e quindi le modalità di esecuzione dei monitoraggi, l'area di studio è stata scelta in funzione dei seguenti aspetti:

- a) distribuzione reale della pernice bianca (Mustoni *et al.*, 2008), la quale, all'interno dell'area protetta risulta presente su circa 13.833 ha (cfr. fig.3.3);
- b) distribuzione potenziale della pernice bianca secondo i modelli di Mustoni *et al.* del 2008 (cfr. fig.3.4);
- c) accessibilità e percorribilità dell'area;
- d) disponibilità di punti d'appoggio (rifugi, bivacchi) per gli operatori;
- e) complessità del territorio;
- f) possibilità di mantenere la medesima area di studio in annate caratterizzate da condizioni d'innevamento differenti;
- g) condizioni di sicurezza degli operatori;
- h) possibilità di confronto con studi precedenti (De Franceschi, 1992).

Nella fase programmatica del progetto, nel 2011 sono state prese in considerazione quattro potenziali aree di studio:

- l'altopiano del Grostè;
- la Val d'Ambiez;
- la Val di Breguzzo;
- Cornisello.

In seguito all'analisi dei punti sopra elencati (a-h), si è ritenuto opportuno concentrare gli sforzi sull'Altopiano del Grostè (Fig. 2.2).

Si tratta di un ambiente calcareo, tipicamente dolomitico, situato nella parte centro settentrionale del Gruppo di Brenta, che alterna ripide pareti ad ambienti di prateria alto-alpina, vallette nivali e ghiaioni detritici. Le rigide condizioni ambientali di quest'area fanno posto alla tundra artico-alpina dell'Altopiano caratterizzata dalla sola presenza di specie arbustive, erbacee e licheni. L'area, di un'estensione di 731 ha, è in parte ricompresa nel comprensorio sciistico di Madonna di Campiglio e quindi servita da strade ed impianti di risalita, per ciò è facilmente raggiungibile per quasi 365 giorni l'anno. La presenza del Rif. Graffer (2261 m s.l.m.) garantisce inoltre un idoneo punto d'appoggio per gli operatori impegnati nell'attività di campo primaverile.

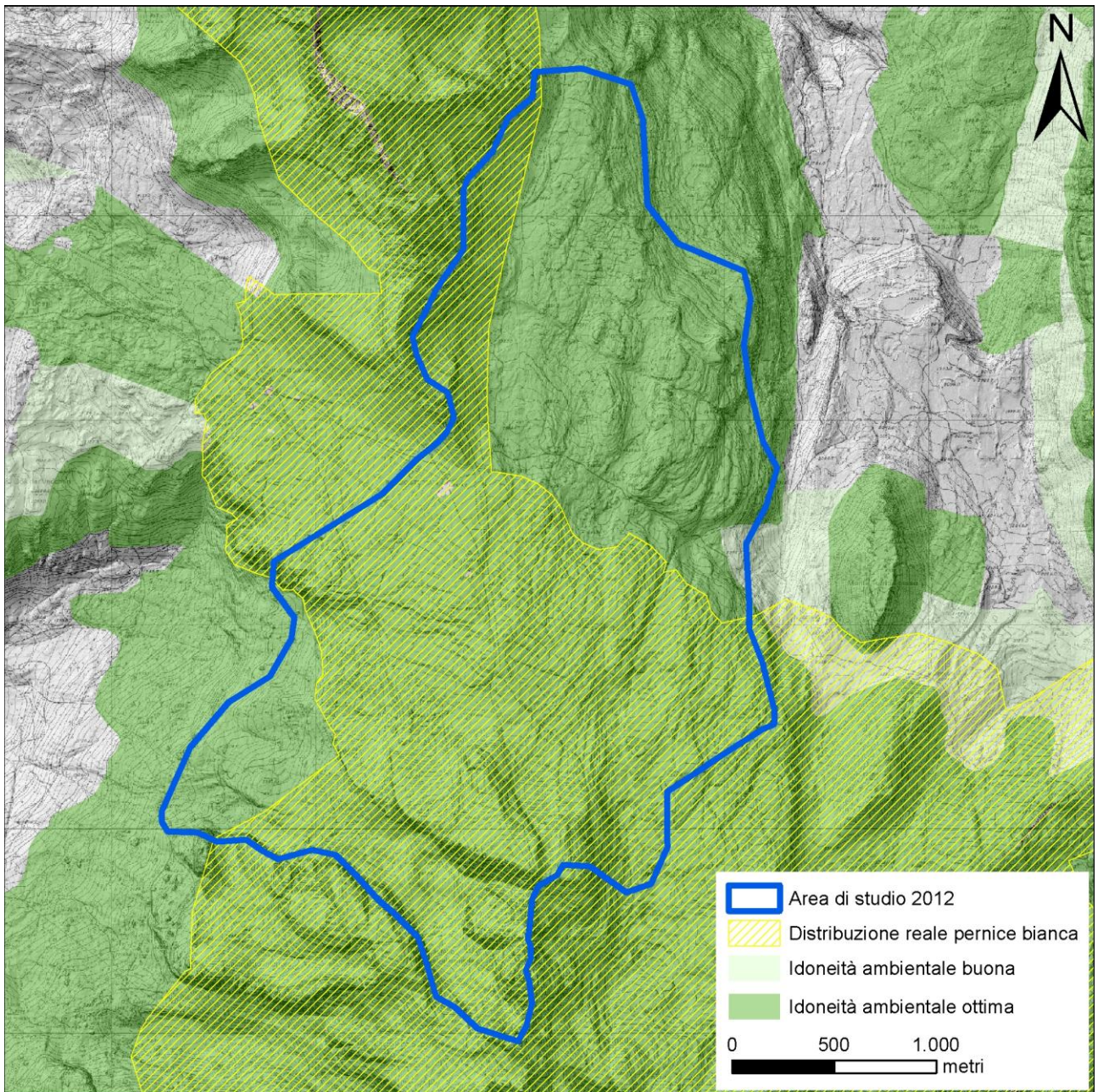


Fig. 2.2. Distribuzione reale, potenziale della pernice bianca (Mustoni et al., 2008) ed area di studio.



Figura 2.3. Pietra Grande e Pracastron di Flavona: percorso del transetto PG3. (foto arc. PNAB)

Estremamente utile ai fini dell'indagine è la presenza di una stazione meteorologica militare che ha fornito importanti informazioni relative all'andamento microclimatico. (Fig. 4.2)

L'area peraltro è interessata da periodiche sessioni di censimento di Pernice bianca, svolte dal Servizio Foreste e Fauna della PAT (Fig. 2.4).

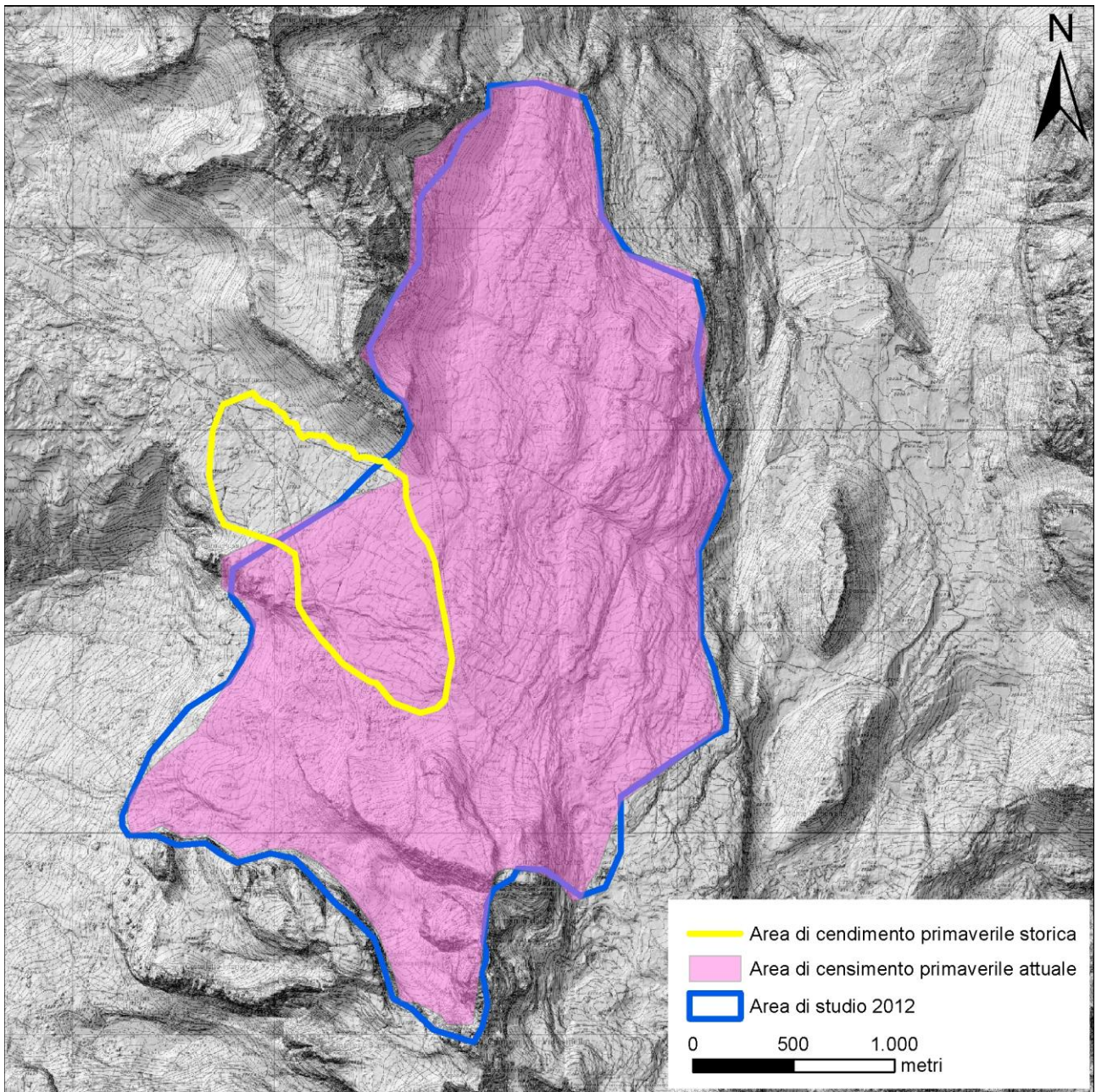


Figura 2.4. Aree di censimento primaverile del Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento.

3 LA PERNICE BIANCA (*Lagopus mutus helveticus*)



Fig.3.1 Maschio in livrea primaverile (foto Alessandro Forti).

POSIZIONE SISTEMATICA

Classe	Aves
Infraclasse	Neoaves
Parvoclasse	Galloanserae
Superordine	Gallomorphae
Ordine	Galliformes
Parvordine	Phasianida
Superfamiglia	Phasianoidea
Famiglia	Phasianidae
Sottofamiglia	Tetraoninae
Genere	<i>Lagopus</i>
Specie	<i>mutus</i>
Sottospecie	<i>helveticus</i>

3.1 ORIGINE E DISTRIBUZIONE

3.1.1 ORIGINE

Il termine *Lagopus mutus* deriva dal greco, più precisamente dai vocaboli *lagos* (lepre) e *pous* (piede), in ragione dei tarsi e delle dita che, ricoperte fino alle unghie da piume filiformi, ricordano le zampe di una lepre. *Mutus*, secondo le supposizioni di Couturier (1964) è da attribuire più ad un errore di trascrizione da *mutatus* o *mutans*, indicativo del fatto che la pernice bianca è costantemente in muta, piuttosto che da muto.

Oltre a *Lagopus mutus* (Montin, 1776) il genere *Lagopus* annovera altre due specie:

- *Lagopus leucurus*: lagopede dalla coda bianca;
- *Lagopus lagopus*: pernice bianca nordica.

Proprio perché la pernice bianca mostra considerevoli variazioni geografiche che si riflettono su dimensione e livrea, vari autori ne annoverano numerose sottospecie, di incerta validità sistematica: Hoyo *et al.* (1994) ne suggeriscono 30, Potapov & Flint (1989) 25, Johnsgard (1983) 23, Holder & Montgomerie (1993) descrivevano, per il nord America, 14 sottospecie.

Attualmente a livello globale s'individuano 23 sottospecie di *Lagopus mutus* (Johnsgard, 1983), di cui 7 presenti nella Regione Palearctica Occidentale (Cramp & Simmons, 1980).

La pernice bianca è una specie di origine nordico-boreale che ha raggiunto l'Europa Centrale e Meridionale, in occasione di successive glaciazioni quaternarie. Alle nostre latitudini la specie (*Lagopus mutus*) è quindi da considerarsi un relitto glaciale, che con l'avvento di condizioni climatiche più miti ed il conseguente ritiro dei ghiacci, ha trovato rifugio durante la ritirata verso le regioni più fredde del nord e gli ambienti di alta montagna dell'Europa Centro-Meridionale.

Tra queste la sottospecie *helveticus* (Thienemann, 1829), è distribuita, seppur in modo discontinuo, su tutto l'Arco Alpino, dal Colle di Tenda (Alpi Marittime), sino alla Stiria (Austria).

3.1.2 STATUS E DISTRIBUZIONE

Specie tipicamente nordica, occupa gli ambienti di tundra artica ed alpina dell'emisfero settentrionale. Anche se sono conosciute molte contrazioni dell'areale e casi di locali estinzioni, legate probabilmente a più fattori perturbanti oggi, occupa ancora per lo più il suo areale originario, relativamente sicuro per l'inaccessibilità del suo habitat (Storch, 2007a).

Fra i tetraonidi la pernice bianca è quella che presenta la più ampia distribuzione latitudinale, superiore ai 40°, passando dalle popolazioni più meridionali del Giappone (meno di 40°N), dei Pirenei (42°N), delle Montagne di Altai in Asia Centrale (45°N) e delle Montagne Rocciose del Nord America (42°N) alle popolazioni presenti in Groenlandia (83°N) e in molte delle isole artiche (Storch, 2007b).

La dimensione totale della popolazione in Nord America oscilla tra 2.1 e 8.4 milioni di uccelli stimati in primavera e tra 3.7 e 24.3 milioni in autunno (Potapov & Flint, 1989; Holder & Montgomerie, 1993; Flint, 1995).

In Europa, viene complessivamente valutata una consistenza tra le 400.000 e le 740.000 coppie nidificanti distribuite in modo discontinuo (PFP-PAT, 2010; Tosi *et al.*, 2010). (Fig.3.2).

È presente in Scozia, in alcune isole delle Ebridi, sui Pirenei Centro-Orientali (Spagna, Francia e Andorra), sui monti della Scandinavia, in Finlandia oltre il 67°N di latitudine, nella penisola di Kola e negli Urali Settentrionali (Scherini & Tosi, 2003). Un continuo declino della specie, per ragioni ancora sconosciute, si osserva dal 1981 in Islanda, con un tasso del 4% annuo. Recentemente è stata segnalata in Bulgaria, mentre è estinta in Inghilterra e alle quote inferiori in Scozia e nelle Prealpi.

Anche sulle Alpi, seppur presente in Francia, Italia, Svizzera, Austria, Germania, Liechtenstein e nella Slovenia Occidentale, la specie è distribuita in maniera discontinua ed ha visto negli ultimi decenni una sensibile contrazione in termini di consistenza e di areale.

Sull'Arco Alpino Italiano nel 1986 erano stimate da 7.000 a 10.000 coppie, concentrate soprattutto nel settore centro-orientale. A livello locale per gli anni '80 e '90 del XX secolo si riportano consistenze primaverili di almeno 800-900 maschi in Valle d'Aosta e 285-385 coppie in Lombardia; nello stesso periodo le popolazioni friulane subirono una contrazione del 40-45% (Bocca & Maffei, 1997). Nel 2003 la stima degli effettivi presenti sulle Alpi Italiane oscillava tra 5000 e 8000 coppie nidificanti (PFP-PAT, 2003). Storch (2007b), per l'Italia, segnala una consistenza di 10.000-12.000 individui in primavera, annotando un trend negativo.

Considerando il *trend* della popolazione in costante calo, è lecito ipotizzare che ad oggi le consistenze siano calate ulteriormente.

Importante è sottolineare che in Italia, a differenza della Svizzera e più in generale della parte più centrale delle Alpi, sono spesso presenti popolazioni piccole, apparentemente isolate tra loro e caratterizzate da una dinamica di popolazione negativa (PFP-PAT, 2010).

De Franceschi (1996) conferma la discontinuità distributiva della specie affermando che in Friuli-Venezia Giulia la specie è distribuita in modo discontinuo nelle vallate al di sopra del limite della vegetazione arborea e arbustiva fino alle creste e alle cime più elevate.

In Trentino la pernice bianca è presente in tutti i gruppi montuosi ad eccezione di quelli meno elevati, situati lungo l'asse del fiume Adige. Nella parte più meridionale ne è stata segnalata la presenza nei Gruppi del Pasubio-Carega e del Monte Baldo (Pedrini *et al.*, 2005; Brugnoli *et al.*, 2012).

Mancando tuttavia dati precisi sulla consistenza della specie in Trentino, questa sembra comunque in forte calo generalizzato. Il Servizio Foreste e Fauna della P.A.T. nel 2002 ha stimato una popolazione in periodo primaverile di 1500-1600 individui (Pedrini *et al.*, 2005).

In Provincia di Trento la pernice bianca è monitorata grazie a censimenti primaverili pre-riproduttivi e tardo estivi post-riproduttivi in 18 aree campione. Considerando i dati pervenuti tra il 1998 ed il 2007 la densità pre-riproduttiva appare in netto calo anche in Trentino (PFP-PAT, 2010) nonostante la carta della distribuzione reale della specie realizzata da Mustoni *et al.* nel 2008 (Fig. 3.3), secondo la quale il 22,18% del territorio provinciale (pari a 137.755 ha coincidenti con i maggiori rilievi) risulti caratterizzata dalla presenza della specie. Ciò detto però, la specie risulta presente quasi esclusivamente nelle aree classificate "ottimali" dal modello: la superficie idonea ma non utilizzata dalla specie in Provincia è pari a circa il 61% dell'areale potenziale (Fig.3.4).

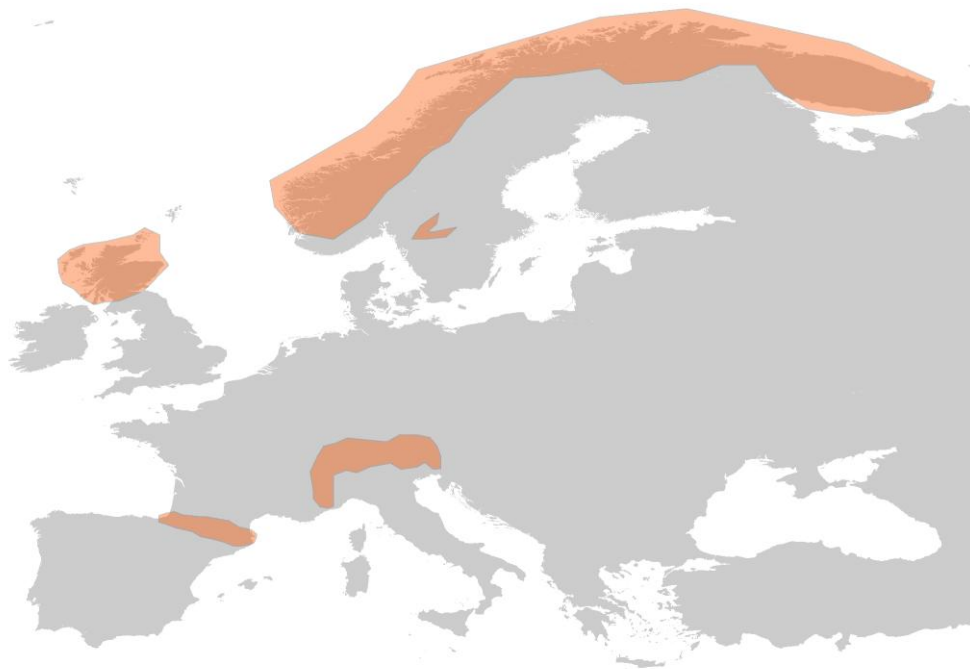


Fig.3.2 Distribuzione europea della pernice bianca (da Johnsgard, 1983) Ridisegnato.

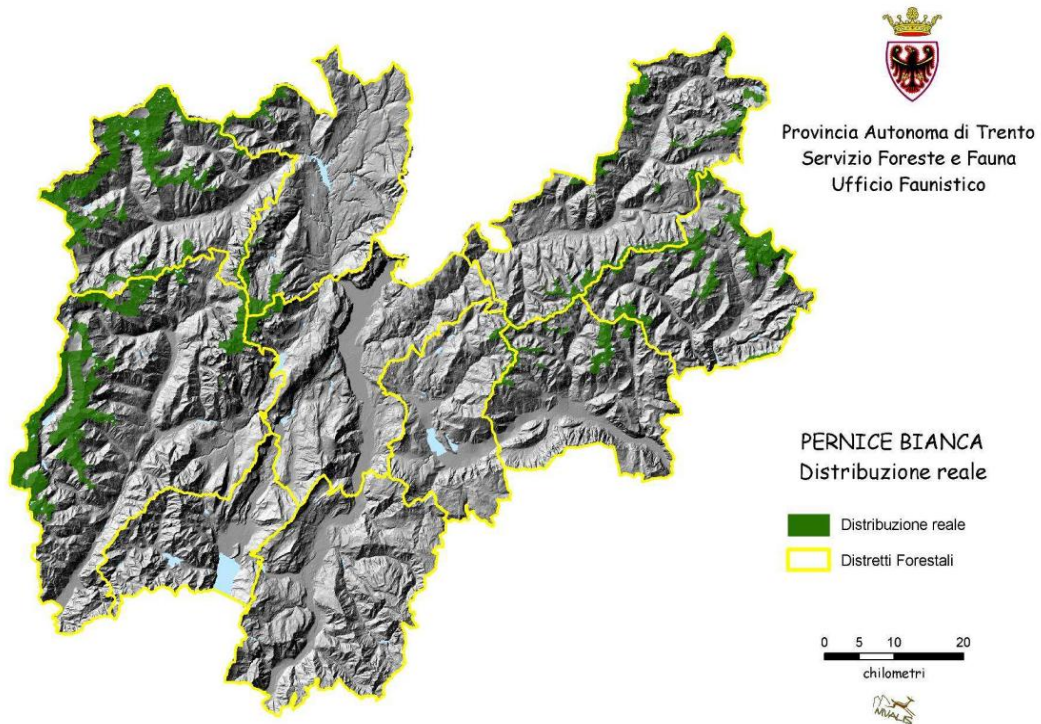


Figura 3.3. Distribuzione reale della pernice bianca in Provincia Autonoma di Trento (Mustoni *et al.*, 2008).

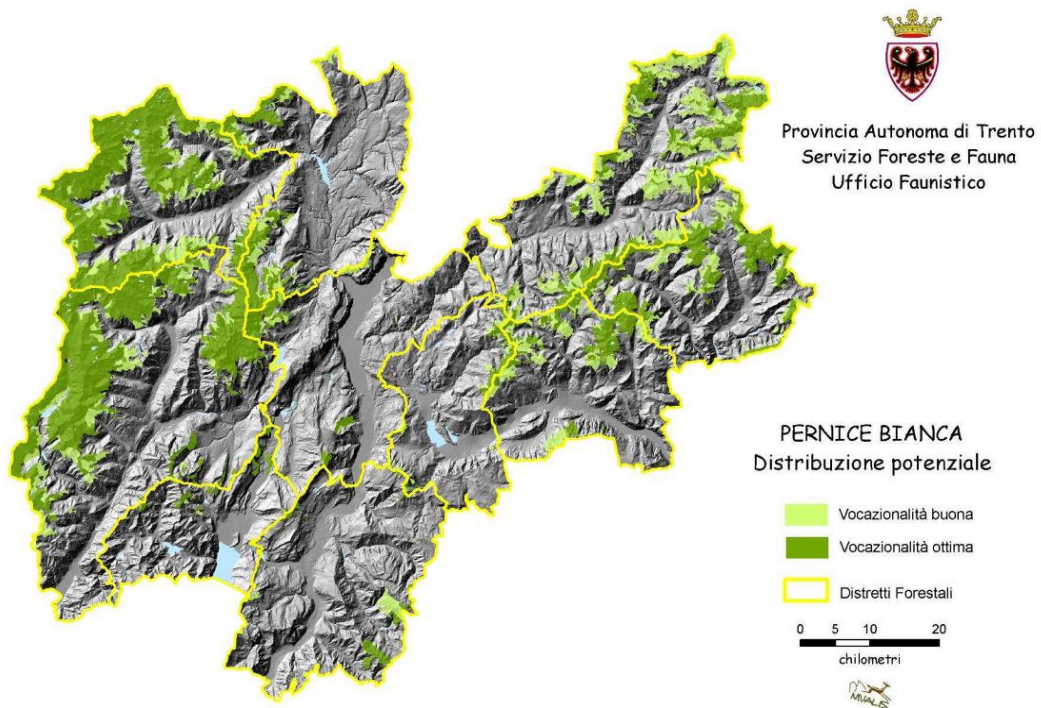


Figura 3.4 Distribuzione potenziale della pernice bianca in Provincia Autonoma di Trento (Mustoni *et al.*, 2008).

La situazione provinciale si ripropone per le popolazioni che gravitano nei territori del Parco Naturale Adamello Brenta. Considerando le difficoltà intrinseche legate all'esecuzione dei

censimenti, anche nel Parco la stima della reale consistenza delle popolazioni risulta particolarmente difficoltosa e non sempre le serie storiche sono complete ed interpretabili.

area/anno	Densità pre-riproduttiva (capi tot/100 ha)													
	98	99	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Pian della Nana	10	12,5	5	7,5	7,5	2,5	5	7,5	5	1,3	0,3	0,3	0,3	1
Alpe Flavona	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5	1	1,3	0,3	0,3	1
Daone-Val Bona	7,8	6,7	1,1	4,4	2,2	3,3	3,3	1,1	2,2	3,3	2,2	-	-	-
Spinale-Grostè	4,6	3,1	3,9	5,4	3,8	3,1	3,8	2,3	3,8	4,6	4,6	3,8	0,8	-
Daone-Val di Fumo	-	-	-	-	2,2	0	-	2,8	3,6	0,8	1,2	-	-	0,8

Tabella 3.1 Densità pre-riproduttive rilevate dai censimenti del Servizio Foreste e Fauna per alcune aree campione ricadenti nel territorio del PNAB (Dati Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento).

Tuttavia dalla tabella 3.1 si evince come nelle aree sottoposte a censimento la densità pre-riproduttiva sia in forte calo da più di 10 anni, tanto che la specie sembra non essere più presente in alcune zone storicamente frequentate.

In tabella 3.1 vengono considerati i censimenti fino al 2011, in quanto negli anni successivi il Servizio Foreste e Fauna della P.A.T. ha ritenuto necessario riorganizzare le aree censite, orientandosi verso un minor numero di aree ma di superficie più ampia, causando di fatto difficoltà nella confrontabilità dei dati contenuti nelle serie storiche.

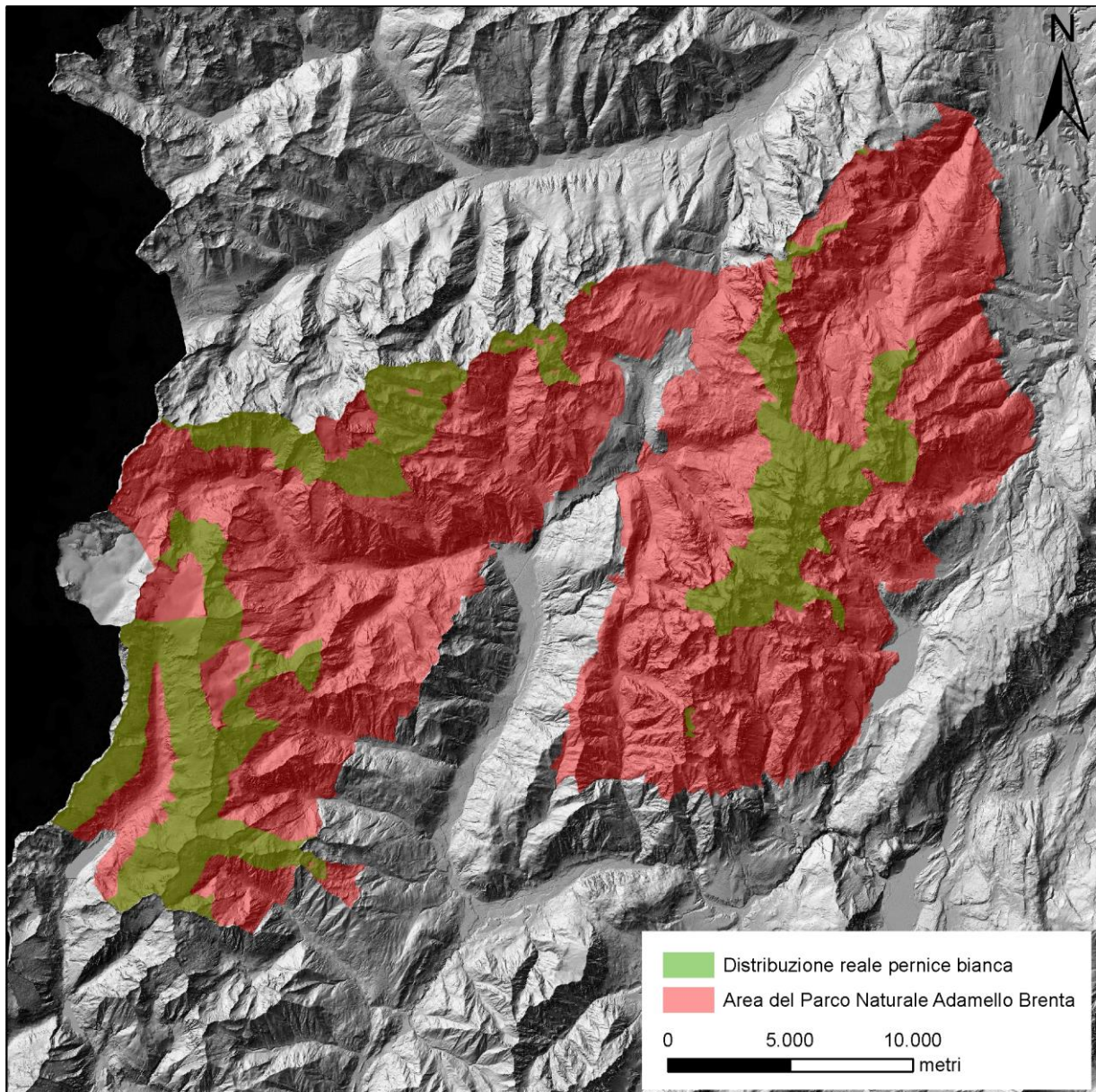


Figura 3.5 Distribuzione reale della pernice bianca nel Parco Naturale Adamello Brenta (Mustoni *et al.*, 2008)

3.2 BIOLOGIA

3.2.1 MORFOLOGIA

Dimensioni medie [cm]	Maschio adulto	femmina adulta
Lunghezza totale** [cm]	37,8 +/- 0,3	35,5 +/- 0,3
Apertura alare [cm]	59,1 +/- 0,7	57,2 +/- 0,7
Lunghezza ala [cm]	20,2 +/- 0,5	20,0 +/- 0,6
Lunghezza tarso [cm]	3,7 +/- 0,1	3,4 +/- 0,1
Lunghezza becco* [mm]	10,4	9,8
Peso in autunno [g]	360-525	350-455

Tabella 3.2 Dimensioni medie per *Lagopus mutus helveticus* L. (Scherini, 1977; **Scherini, 1978; *De Franceschi, 1992).

La pernice bianca (*Lagopus mutus helveticus*) ha forme compatte con ali corte, rigide e arrotondate, sempre bianche; le penne ascellari e le copritrici interne sono nere. La coda è corta, leggermente arrotondata, formata da 14 timoniere nere (eccezionalmente 16 secondo De Franceschi, 1992) con punta bianca, visibili solo durante il volo, quando la coda viene allargata a ventaglio. Il becco, relativamente robusto, è breve e nero.

Il lagopede “veste” livree fortemente mimetiche durante tutto l’anno, con abiti giovanili e stagionali profondamente diversificati, caratterizzando la specie per l’eccezionale difesa passiva.

La specie, considerata costantemente in muta, presenta una livrea invernale, che comincia ad essere evidente da metà ottobre (completandosi in un mese) e si mantiene per circa 5 mesi (Scherini, 1988), con un mantello completamente bianco. Si tratta di una muta parziale in quanto le remiganti primarie, secondarie e le timoniere non vengono cambiate.

La livrea primaverile, anch’essa parziale, si presenta bruno-fulva per la femmina e grigio-bianca per il maschio che è caratterizzato da una linea nera che partendo dal becco raggiunge e supera l’occhio (redini), fortemente evidente in inverno, la quale diviene mano a mano meno visibile con il proseguire della stagione. A seguire, in estate la livrea diviene marrone-grigia.

Le mute, indotte principalmente dal fotoperiodo (in primavera anche dalla presenza del partner) possono essere influenzate anche da altri fattori, come i cambiamenti di temperatura (Scherini & Tosi, 2003).

Il dimorfismo sessuale nella pernice bianca è quasi del tutto assente, solo con la muta invernale il maschio è riconoscibile dalla femmina per la presenza delle redini.

In linea generale una strategia riproduttiva poligama tende a privilegiare dal punto di vista genetico i caratteri responsabili di dimensioni e colorazioni vistose ed appariscenti. I maschi di gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) e gallo forcello (*Tetrao tetrix*) contendendosi la supremazia delle arene di canto sono sensibilmente più grandi delle femmine e hanno sviluppato livree estremamente colorate.

Nella pernice bianca, che adotta una strategia riproduttiva tipicamente monogama, il dimorfismo sessuale è invece estremamente ridotto e limitato a pochi elementi peraltro non sempre evidenti (Scherini, dattiloscritto).



Fig.3.6 A sinistra maschio in livrea invernale (foto Marco Armanini – Archivio PNAB), a destra maschio in livrea primaverile (in quest’ultimo da notare le caruncole fortemente vistose) (foto Alessandro Forti).

Altra caratteristica distintiva dei maschi sono le caruncole, prominente carnose rosso carmino poste sopra agli occhi di tutti i tetraonidi, le cui dimensioni variano durante l’anno, raggiungendo il massimo sviluppo in primavera nel periodo riproduttivo, durante gli scontri con i rivali, per il possesso e la difesa del territorio e nelle fasi di eccitazione determinate dalla presenza della femmina.

In questo periodo le caruncole maschili, misurano circa 2-2,5 cm in lunghezza ed 1 cm in altezza (Watson, 1972), mentre nella femmina raggiungono i 2/3 delle dimensioni maschili e sono di color arancio opaco; durante il resto dell’anno sono piccole e di un pallido arancione.

Lo stesso vale per i maschi rimasti senza territorio, i quali presentano caruncole di dimensioni minori (Scherini & Tosi, 2003) ed un colore meno accentuato.

Il piede è anisodattilo, con 3 dita rivolte anteriormente ed una posteriormente, queste sono munite di forti unghie nere, lunghe e larghe in inverno, più corte in estate (Cramp & Simmons, 1980).

I tarsi e le 4 dita sono totalmente ricoperti di piume filiformi molto più fitte e lunghe in inverno. Come per esempio le dita, che insieme ai loro pettini (prominenze cornee) fungono da “racchette da

neve” e pertanto sono la maggior caratteristica ecologica non solo della pernice bianca, ma di tutti i tetraonidi.

Non solo le dita, sono ricoperte da piume in inverno, ma anche le narici e i tarsi lo sono. Le piume composte da doppia rachide permettono al lagopede un’ottima isolamento dal freddo.

L’intestino con due ciechi molto sviluppati permette la digestione, prevalentemente batterica di rametti legnosi e foglioline coriacee, tipici dell’alimentazione della stagione fredda, ricavandone al massimo il valore energetico (Storch, 2007b).

Tutti aspetti che testimoniano l’origine nordico-boreale della specie, rendendola adatta a svernare in condizioni estreme tipiche degli ambienti alpini d’alta quota.

I maschi hanno generalmente dimensioni leggermente maggiori delle femmine (Tab. 3.2).

Tuttavia dalla tabella 3.2 si nota come il maschio pesi generalmente di più rispetto alla femmina, eccetto in primavera quando queste hanno una maggiore quantità di riserve di grasso. In media il peso dei maschi adulti in autunno è di 449g (Scherini, 1978; Favaron *et al.* 2006) rispetto a quello di una femmina adulta che pesa in media 414g e quindi più piccola. Sempre secondo Scherini (1978) il peso medio dei giovani in Settembre è di 359g (da un minimo di 145g ad un massimo di 455g), questo aumentando col progredire della stagione, raggiungerà i 392g (da un minimo di 300g ad un massimo di 500g) in Ottobre-Novembre.

In uno studio di Brenot *et al.* del 2005 venne comparata la massa del corpo degli adulti di pernice bianca (sia maschi che femmine) abbattuti in autunno, nei carnai di caccia nei Pirenei Francesi (Ariège), nelle Alpi Francesi (Hautes-Alpes) e nelle Alpi italiane (Provincia di Verbania) (Tab.3.3).

AREA	PESO		NUMERO CAMPIONI
	♂	♀	
Ariège	466	429	53
Hautes-Alpes	433	406	51
Verbania	448	418	73

Tab.3.3 Peso pernice bianca da Brenot *et al.* (2005).

Lo studio restituì come risultato che in generale gli uccelli delle popolazioni settentrionali tendono a essere più pesanti o più grandi nelle dimensioni corporee rispetto alle popolazioni meridionali. Questo potrebbe essere correlato alla disponibilità di cibo di alta qualità, come per esempio le ericacee.

Questi trend coincidono con la regola di Bergmann, la quale afferma che più il clima è freddo e più la massa corporea è grande, questo perché gli animali piccoli perdono calore più velocemente rispetto a quelli grandi (Brenot *et al.*, 2005).

Ciò nonostante, queste diversità nel peso non sono sufficienti a caratterizzare la sottospecie *L. m. pyrenaicus* da quella *L. m. helveticus* (Brenot *et al.*, 2005).

3.2.2 HABITAT

L'habitat della pernice bianca è situato sempre oltre il limite della vegetazione arborea e secondo De Franceschi (1996) ha caratteristiche omogenee lungo tutta la Catena Alpina. Però a piccola scala sono tuttavia rilevabili, in rapporto alle caratteristiche geo-morfologiche del substrato, alla quota ed all'esposizione notevoli differenze ambientali.

Sulle Alpi il lagopede è un tipico abitante dell'orizzonte alpino e nivale: fra i (2000) 2400 e i 2700 (3000) m s.l.m., anche se non mancano segnalazioni della specie a quote inferiori (De Franceschi, 1996; Brugnoli *et al.*, 2012) e maggiori (Martinet *et al.*, 2007-2008); proprio questi ultimi ritengono che la quota massima non sia un parametro determinante per la presenza dei maschi nel periodo primaverile. Tanto che questa presenza a quote elevate, si ritiene possa essere legata all'orografia del territorio, al tipo di vegetazione e alle condizioni di innevamento. Mentre è rara l'osservazione in località di fondovalle (Bocca, 1990; Favaron *et al.*, 2006), dove il disturbo antropico è generalmente maggiore.

All'inizio dell'inverno, in caso di nevicate abbondanti, le pernici bianche tendono a scendere temporaneamente di quota, tuttavia segnalazioni della loro presenza al limite superiore della vegetazione arborea sono sempre eccezionali (De Franceschi, 1996).

Secondo uno studio di De Franceschi (1996), non emergono differenze in termini altitudinali tra le aree di allevamento di covata e quelle frequentate da soggetti isolati o da coppie non nidificanti. Invece, secondo Molinari (1986), le pernici bianche in Val di Breguzzo effettuano spostamenti altitudinali abbastanza regolari. Anche Brichetti e Fracasso (2004) affermano che il lagopede compie brevi erratismi altitudinali in inverno.

Durante la stagione riproduttiva Favaron *et al.* (2006) affermano che le quote tra 2.400 e 2.600 m s.l.m. vengono selezionate positivamente e quelle tra 2.600 e 2.800 m s.l.m. negativamente. In estate il lagopede si sposta a quote più alte, evitano le aree sotto i 2.400 m s.l.m. e preferendo invece le quote sopra i 2.800 m s.l.m. Durante l'inverno evitano tutte le quote sopra i 2.600 m s.l.m. e selezionano quelle tra i 2.200 e i 2.600 m s.l.m.

Un'orografia accidentata con morene, ghiaioni, canaloni, vallette nivali, pareti e creste che fanno da cornice a quest'ambiente d'alta quota favorisce alla specie situazioni ambientali differenziate, utili nelle varie fasi del ciclo biologico annuale. La presenza di substrati rocciosi affioranti rappresentano per la pernice bianca importanti ripari in qualsiasi momento dell'anno.

Nella parte più bassa della fascia altitudinale utilizzata dalla pernice bianca troviamo rodovaccinieti (*Rhododendron ferrugineum*, *Loiseleuria procumbens*) e radi lariceti in fase di colonizzazione; salendo, ambienti cespugliati (*Juniperus nana*, *Arctostaphylos uva-ursi*), fino ad arrivare ai firmeti (*Dryas octopetala*), seslerieti (*Leontopodium alpinum*) e curvoleti tipici delle praterie alpine dove salici nani (*Salix*) e licheni si alternano a pietraie e sfasciumi rocciosi.

La pendenza media utilizzata dalla pernice bianca è piuttosto variabile, mediamente superiore ai 20°, larghi pianori e ripide scarpate sono frequentati saltuariamente. Anche se De Franceschi (1995), nel biennio 1993-1994, in Val di Breguzzo, osservò che tutte le covate frequentavano, in estate versanti con una morfologia abbastanza irregolare, con pendenze variabili tra 10° e 35° ed i soggetti isolati e le coppie senza covata venivano localizzati su pendenze medie di 22°.

In generale, sull'Arco Alpino, vari studi (Scherini *et al.*, 1994; De Franceschi, 1995, Favaron *et al.*, 2006) indicano come le pendenze tra i 15° e i 40° siano le più utilizzate dalla pernice bianca, la quale seleziona poco, pendii minori di 15° ed ancora meno quelli maggiori di 40°. L'orografia complessa e una spiccata variabilità delle condizioni di quota, pendenza ed esposizione, pare siano fondamentali per garantire alla specie sufficienti risorse trofiche e siti di rifugio.

In primavera, le esposizioni maggiormente sfruttate dal lagopede, sembrano essere Nord-Est, Est, Sud ed Ovest (De Franceschi, 1995; Favaron *et al.*, 2006)

In Estate sono preferiti i versanti esposti a nord (NE, N e NO) dove la ripresa vegetativa è più ritardata e sono disponibili, anche a stagione inoltrata, essenze fresche e nutrienti. Tali versanti inoltre con la persistenza di zone d'ombra e di chiazze di neve, offrono riparo dall'arsura estiva.

Differentemente in inverno la pernice bianca frequenta esposizioni più "miti e soleggiate" (S, SE e SO), in quanto queste aree si liberano prima dalla neve, in seguito all'azione del caldo e delle valanghe e permettono di soddisfare le proprie esigenze trofiche ed ecologiche.

In generale l'esposizione sembrerebbe variare da un'area di studio all'altra e tutta questa diversità di valori per quote, pendenze ed esposizioni, ci indica come la pernice bianca, venga influenzata da una moltitudine di fattori, prime fra tutte probabilmente le condizioni ambientali, sia geomorfologiche che climatiche, anche a livello locale e come queste influiscano sull'uso dell'habitat.

3.2.3 HOME RANGES

Come *home range* si definisce generalmente l'area all'interno della quale un animale (singolo, coppia o gruppo) svolge le proprie attività durante l'anno. Nell'ambito dell'*home range* si individua la core area, cioè quella parte soggetta a più intensa frequentazione.

Nel caso in cui l'area identificata come *home range* venga attivamente difesa, per cui lo spazio utilizzato da individui, coppie o gruppi sia poco o affatto sovrapposto, si parla di comportamento territoriale.

Poco si sa sul comportamento spaziale della pernice bianca ma tenendo conto di ciò, secondo Scherini & Tosi (2003) l'uso dello spazio assume, in relazione alle differenti fasi del ciclo biologico, chiare connotazioni stagionali. Basti pensare che la distribuzione dell'alimento e la disponibilità di siti riproduttivi sono influenzati dalla copertura nevosa che varia in funzione dell'esposizione del versante, dalla quota e dalla stagione.

Sulla base di tre anni di monitoraggio, Scherini & Tosi (2003), affermano che le dimensioni medie degli *home ranges* riproduttivi hanno mostrato delle marcate variazioni. (Tab.3.4).

ANNI	Dimensione media delle isoplete (ha)			
	25%	50%	75%	100%
1995	5,01	12,28	34,68	125,35
1996	1,19	6,33	52,15	195,53
1997	3,54	13,11	49,45	243,14

Tab.3.4 Dimensioni medie di home ranges in periodo riproduttivo (1995, 1996, 1997) (da Scherini & Tosi, 2003).

Più nel dettaglio gli *home ranges* e core area hanno le dimensioni minime nel periodo riproduttivo in concomitanza con il forte legame al territorio che manifestano sia i maschi che le femmine, per poi subire un incremento nel periodo estivo ed invernale, quando incrementano la dimensione dell'area di pastura (Favaron *et al.*, 2006). È emerso inoltre che i territori definiti dalle isoplete al 75 e la 100% subiscono un marcato incremento nel passaggio estivo - invernale mentre rimangono all'incirca delle stesse dimensioni quelli definiti dalle isoplete al 50 e al 25%. Ciò sta a significare che gli *home ranges* sono costituiti da una zona utilizzata prioritariamente la cui dimensione non varia, mentre gli individui manifestano una tendenza invernale più accentuata a spostamenti in zone anche lontane dalla core area.

I maschi posseggono core area più grandi quando, al loro interno la quantità di territori poveri (di qualità bassa) aumenta. Quindi la dimensione del territorio e la qualità di questo sono inversamente proporzionali.

Secondo Tosi *et al.* (2010) le dimensioni del territorio, nel caso di un maschio territoriale, oscillano nell'ordine di 10-30 ha, però la pernice bianca mostra ampie variazioni individuali nelle dimensioni degli *home range* durante la stagione riproduttiva, con i maschi che utilizzano *home range* e core area più ampi rispetto alle femmine. Durante questa stagione, maschi e femmine tendono ad avere esclusivamente core area intrasessuali o sovrapposte per meno del 10% con quelle di altri individui dello stesso sesso (Favaron *et al.*, 2006). Questo comportamento spaziale, dipendendo da vari fattori, come per esempio le condizioni invernali locali e durata ed altezza del manto nevoso, cambia di anno in anno.

Nelle popolazioni alpine di pernice bianca, il fatto di possedere *home range* ampi, secondo Favaron *et al.* (2006), è correlato alle basse densità di popolazione e alla territorialità basata sul cibo.

3.2.4 ALIMENTAZIONE

Causa le scarse riserve di grasso, per mantenere l'omeotermia anche in condizioni estreme, la pernice bianca è costretta a dedicare molto tempo all'alimentazione. Tempo che varia sensibilmente in funzione della stagione: se in estate la ricerca dell'alimento è distribuita nell'arco dell'intera giornata, durante l'inverno si concentra nelle poche ore di luce disponibili, per intensificarsi la sera in vista della lunga notte invernale. (Bossert, 1980; Scherini, dattiloscritto).

Ad ogni modo la dieta varia a seconda del sesso, del periodo dell'anno e dalla presenza di pulli. Se da un lato le femmine, prima della deposizione selezionano una dieta ricca di proteine, i maschi nel periodo riproduttivo, passano meno tempo ad alimentarsi e si dedicano maggiormente alle parate.

In linea generale la pernice si nutre quasi esclusivamente di vegetali, di cui vengono mangiate foglie, bacche, semi e germogli ma anche piccoli ramoscelli come nel caso dei salici e delle ericacee (Scherini, dattiloscritto). La componente animale nella dieta degli adulti è irrilevante: solo raramente analizzando le feci ed il ventriglio si rinvenivano resti non digeriti di piccoli animali, principalmente artropodi e piccoli gasteropodi (chioccioline, millepiedi, bruchi, ecc.) (Scherini & Tosi, 2003; Scherini *et al.*, 2010).

3.2.5 COMPORTAMENTO E CICLO DI VITA ANNUALE

Nonostante sia un abile volatore, la pernice bianca al di fuori del periodo riproduttivo è restia a prendere il volo se non quando vi è costretta (es. fuga). Durante il volo manovra con facilità, impegnandosi in picchiate, virate cortissime e sfarfallamenti (Geroudet, 1978);

Vivendo al suolo in tutte le stagioni, può essere considerata una specie sedentaria per la quale non sono registrati in bibliografia molti spostamenti di interesse, anche se De Franceschi (1996) segnala spostamenti da un massiccio montuoso all'altro, in cerca di aree di svernamento più favorevoli (versanti meridionali) e meno disturbate. Anche secondo Storch (2007b), le popolazioni alpine non presentano grandi erratismi, al contrario di quelle nordiche dove la specie compie importanti migrazioni invernali (500-1000 km), tanto che Storch (2007b) ne parla come migratorie in vaste aree dell'artico settentrionale.

Per limitare le perdite di calore, oltre ad una regolare attività alimentare (cfr. par. 3.2.4), la pernice assume determinati modelli comportamentali che la spingono a passare le lunghe notti invernali al riparo di un masso, in qualche anfratto oppure, se in ambiente completamente esposto, in una conca modellata con il suo corpo nella neve.

Nei momenti di riposo, la pernice bianca si concede spesso "bagni" di polvere, neve e occasionalmente acqua (Watson, 1972) per liberarsi dai parassiti. Scavando con il becco, le ali e le zampe il terreno nel quale si rivolterà per impolverarsi, la pernice bianca raccoglierà fra le piume il materiale che verrà poi espulso sbattendo le ali. L'individuo "spollinato" lascia una piccola buca nel terreno con qualche piuma. Questi "bagni" avvengono in tutte le stagioni dell'anno (Scherini & Tosi, 2003). Lunghe ore vengono passate spesso nell'inerzia più assoluta all'ombra sotto un sasso in estate oppure al sole (bagni di sole), restando ferma con il piumaggio arruffato, gli occhi chiusi e le ali parzialmente aperte.

Anche le vocalizzazioni sono un importante carattere comportamentale. Il maschio emette suoni rauchi e profondi udibili anche a notevoli distanze, in relazione all'estensione del territorio controllato (Johnsgard, 1983). Al contrario la femmina ha un tono meno grave e sommesso. Il canto del maschio, anche se udibile in tutte le stagioni dell'anno, si intensifica in fase riproduttiva, nella difesa del territorio, durante le prime ore di luce, al sopraggiungere del cattivo tempo e nelle giornate di nebbia.

Alla fine dell'inverno, la pernice bianca si insedia nei luoghi di riproduzione (da aprile, periodo identificato come quello riproduttivo) mostrando un comportamento fortemente territoriale nei confronti dei conspecifici, che si smorza verso la fine del periodo, con la schiusa delle uova (Scherini & Tosi, 2003; Favaron *et al.* 2006).

La difesa del territorio nei confronti dei rivali si concretizza attraverso atteggiamenti generalmente intimidatori: l'invasore è affrontato con atteggiamento aggressivo; il maschio territoriale canta sonoramente, punta decisamente l'intruso correndo o volandoli incontro per indurlo alla fuga. Il dispendio di tante energie è giustificato considerando che il possesso di un territorio favorisce la sopravvivenza e il successo riproduttivo, garantendo alla coppia sia gli spazi necessari per la ricerca del cibo sia rifugi adeguati per proteggere la nidiata (Watson, 1965).

Ad ogni modo sulle Alpi eventuali scontri sono molto rari, si verificano regolarmente nelle regioni nordiche, in genere densamente popolate (Macdonald, 1970; Watson, 1972).

Studi sul lagopede alle latitudini più settentrionali hanno mostrato che, nella stagione riproduttiva, la maggior parte dei maschi sono monogami e difendono piccoli territori ed una piccola parte di maschi sono poligami o rimangono disaccoppiati (Favaron *et al.*, 2006).

Il maschio di pernice bianca effettua queste manifestazioni all'interno del proprio territorio o sui confini di questo, dove il suo richiamo può essere udito fino a un km di distanza (Watson, 1972), così l'uso dello spazio viene limitato a territori ben definiti.

Nelle fasi precoci del corteggiamento, che avviene tra fine Aprile e inizio Maggio, il maschio si manifesta con voli di esibizione e richiami, stazionando su punti elevati per sorvegliare il proprio territorio e l'eventuale femmina (Fig.3.7), che di tanto in tanto viene seguita con il collo retratto, il capo abbassato e la coda sollevata ma non aperta a ventaglio (De Franceschi, 1992). Nelle fasi seguenti si hanno le attività di parata primaverili, che comprendono voli parabolici e corteggiamenti sempre più serrati.



Fig.3.7. Maschio di pernice bianca fotografato alle prime luci dell'alba (foto Alessandro Forti).

Il volo nuziale è la manifestazione più evidente: con un involo rumoroso il maschio sale verticalmente fino a 8-15 m di altezza (talvolta sino a 30 m), quindi spiega ali e timoniere per planare qualche secondo, accompagnando l'esibizione con vocalizzazioni prolungate sempre più dolci (Geroudet, 1978). Una volta atterrato può, impettito e lasciando cadere le ali, fare qualche passo e se sovraeccitato, compiere ripetute ascensioni con canti e planate.

Nell'esibizione al suolo il maschio ostenta il proprio corpo, spiega la coda a ventaglio, abbassa le ali, canta e mostra le caruncole erette; talora avvicinandosi sempre più alla femmina che spesso si fa raggiungere per poi involarsi, seguita dal maschio il quale cerca di farla ridiscendere nel proprio territorio.

Nel periodo nuziale i maschi frequentemente cantano a terra o in volo e sono pertanto individuabili anche da lontano. Tali comportamenti possono aver luogo a tutte le ore della giornata, sebbene l'attività dei maschi è più frequente all'alba e alla sera, fino a che non cala la notte.

Le attività di corteggiamento e le manifestazioni territoriali oltre ad attirare la femmina, attraggono potenziali predatori e la pressione predatoria probabilmente potrebbe influire sull'attività canora dei maschi (Nopp-Mayr & Zohmann, 2008).

L'inizio della deposizione può collocarsi tra fine maggio e le prime due settimane di giugno, periodo nel quale vengono in genere deposte due uova ogni tre giorni, (per un totale di 5-8 uova di color crema macchiettate di bruno (41x30 mm per circa 22 g) (De Franceschi, 1992; Tosi *et al.*,

2010). Al contrario Novoa *et al.* (2007), fa cadere il periodo di incubazione e cova durante giugno-luglio sulle Apli Italiane, Pirenei, Alaska, Nunavut (Canada) e Groenlandia, invece maggio-giugno, nelle Spitzberg, Norvegia settentrionale e Scozia.

Le uova vengono deposte a terra ma sono riconoscibili tre tipologie di nido (Scherini & Tosi, 2003):

- nido completamente all'aperto, costituito dalla sola coppa. La depressione in cui vengono deposte le uova può essere ricavata nella terra nuda e frequentemente questa viene rivestita di erba secca, licheni, talvolta di foglioline secche di *Vaccinium* o *Rhododendron*;
- depressione del nido a ridosso di un'alzata di vario genere; risulta costituito da due elementi: la coppa e l'alzata, dove quest'ultima è per lo più costituita da una pietra; alle quote inferiori è abbastanza frequente anche la presenza di arbusti (*Rhododendron ferrugineum*, *Juniperus nana*).
- Ultima tipologia, è quella di un nido completamente al riparo di una sporgenza di pietra, di terra o di vegetazione; costituito da tre elementi: coppa, alzata e copertura, quest'ultima, nella maggior parte dei casi è costituita da una pietra.

La cova effettuata dalla sola femmina, avviene all'incirca nelle ultime due settimane di giugno, per una durata complessiva di 22-23 giorni (Couturier, 1964; De Franceschi, 1992, Scherini, 2001; Tosi *et al.*, 2010). Nonostante si registrino schiuse precoci o tardive, queste mediamente cadono nelle prime due settimane di luglio (Scherini & Tosi, 2003, Marti & Bossert, 1985), quando la femmina alterna fasi di alimentazione a momenti di riscaldamento e cura della prole.

La schiusa è sincrona e la prole, precoce e nidifuga diviene del tutto indipendente dalla madre dopo 10-12 settimane (Tosi *et al.*, 2010).

Secondo Nopp-Mayr & Zohmann (2008), l'attività di allevamento varia tra le differenti regioni, dipendendo dalla latitudine e altitudine, inoltre condizioni ambientali particolarmente sfavorevoli unite all'attività predatoria possono influenzare pesantemente il successo riproduttivo della prima deposizione. Non sono infatti rari i casi di rideposizione e a tal proposito Scherini nel 1978, riferisce di una doppia deposizione. Le femmine che perdono definitivamente la covata o la nidiata possono "imbrancarsi" molto precocemente o abbandonare per sempre la zona.

La coppia generalmente si scioglie durante l'incubazione o al più tardi con la schiusa delle uova (prima metà di luglio), il maschio può restare a sorvegliare il nido e la femmina per circa una settimana, per poi "imbrancarsi" in quelli che diventeranno i grandi gruppi autunnali, mentre la femmina con i pulli resterà "isolata" nel territorio di riproduzione finché la prole non sarà matura e abile al volo (inizio settembre-ottobre).

Per quanto riguarda l'Arco Alpino, resta un legame tra maschio e femmina per tutta la durata della cova, infatti il maschio in questo periodo sembra resti nei pressi del nido ed accompagna la femmina in pastura. Una volta schiuse le uova, questo legame si scioglierà del tutto (Mustoni, comm. Pers.).

L'attività si concentra nelle zone, di allevamento e di raduno degli adulti. Durante la fase di "imbrancamento" gli adulti manifestano un'elevata mobilità che li porta a spostarsi da un gruppo montuoso all'altro con cambiamenti anche di versante, ma con tendenza a tornare nel gruppo di origine.

Si ritiene che i gruppi autunnali, generalmente molto numerosi (anche 100 individui), rappresentino un vantaggio per la specie in quanto favorirebbero un rimescolamento degli individui e quindi del patrimonio genetico della popolazione (Scherini dattiloscritto).

La stagione invernale, che va da inizio ottobre a fine aprile secondo Scherini & Tosi (2003) e Favaron *et al.* (2006), dove nella prima parte i gruppi estivi tendono a sciogliersi. I maschi, spesso soli, si riavvicinano ai propri territori ma non vi si reinsediano e manifestano discreta mobilità in funzione delle condizioni meteorologiche e di innevamento. Le femmine danno luogo a spostamenti anche di notevole entità, soprattutto in occasione di copiose nevicate autunnali.

In seguito al rimanifestarsi dell'aggressività maschile avranno poi origine i gruppi invernali (composti da 4-10 soggetti) che porteranno successivamente, con l'arrivo della primavera alla formazione delle coppie ed al loro insediamento nel territorio riproduttivo.

3.2.6 DINAMICA DI POPOLAZIONE

Diversi fattori concorrono nel determinare la dinamica e le variazioni delle consistenze di popolazione del lagopede.

Le popolazioni di pernice bianca, così come quelle di altri tetraonidi, sono soggette ad oscillazioni numeriche stocastiche, dovute a fattori più o meno casuali in grado di influenzare il tasso di sopravvivenza di giovani e adulti (inverni rigidi, malattie, predatori). Pertanto una popolazione di tetraonidi isolata o metapopolazione (un sistema di popolazioni connesse) dovrebbe probabilmente contare almeno diverse centinaia di uccelli per raggiungere una buona chance di sopravvivenza a lungo termine (Storch, 2007b).

In generale, le popolazioni di tetraonidi al margine meridionale del loro areale tendono ad esibire ciclicità di circa 10 anni (Cattadori & Hudson, 2000; Storch, 2007b; Figueroa *et al.*, 2009).

Per l'Italia si stima una densità che varia dalle 0,5 alle 4 coppie/kmq (Tosi *et al.*, 2010; Bocca, 1990), più basse rispetto a quelle delle Alpi Austriache e Svizzere dove le densità primaverili variano da 1.5 a 6.7 maschi territoriali per kmq (Nopp-Mayr & Zohmann, 2008; Zohmann & Wöss, 2008).

I tassi medi di sopravvivenza degli adulti variano con il sesso: il valore di sopravvivenza annuale nei maschi è pari all'83% e nelle femmine al 70%. Inoltre il tasso di mortalità a carico dei pulli, nel periodo riproduttivo, è causato principalmente dalla predazione e da condizioni climatiche avverse, quantificandosi nella perdita del 48% delle uova e la morte del 22% dei pulli. Detto ciò si riscontra un esito positivo della riproduzione per il solo 60% delle coppie (Tosi *et al.*, 2010).

Il successo riproduttivo delle popolazioni alpine di pernice bianca è consistentemente inferiore rispetto a quelle delle popolazioni più settentrionali (Novoa *et al.*, 2007).

La variazione nel successo riproduttivo è collegata principalmente alle condizioni fisiche delle femmine prima della cova. Una stagione riproduttiva sfavorevole, con condizioni climatiche avverse, come per esempio lo scioglimento tardivo delle nevi, si ripercuote sul ritardo della crescita di germogli e primo verde primaverile, ma anche sulla salute delle femmine che in questo modo arrivano stanche al momento della cova e sui pulli (minor numero di pulli e stagione di allevamento più corta). Interessante da notare è che con l'incremento dell'altitudine, l'intervallo di tempo favorevole per l'allevamento diminuisce e la non prevedibilità delle condizioni atmosferiche aumenta (Novoa *et al.*, 2007).

La sex-ratio è in genere sbilanciata, con un numero dei maschi superiore a quello delle femmine. Alcuni autori (Bocca, 1990; Bossert, 1980; Watson, 1965) indicano un rapporto di 3:2, stima che

però può essere facilmente giustificata considerando la maggiore contattabilità dei maschi nel periodo riproduttivo.



Fig. 3.8 Femmina di pernice bianca (foto Alessandro Forti).

3.2.7 INDICI DI PRESENZA

Particolare importanza, all'inizio di ogni indagine viene data agli indici di presenza, utili per valutare se una determinata area può essere indicata allo studio.

Nel nostro caso si sono ricercati:

- **escrementi:** le feci o fatte della pernice bianca sono normalmente cilindriche, leggermente curve, lunghe da 10 a 20 mm, dure e fibrose, con un diametro di circa 5-7 mm. Sono formate da minuscoli frammenti vegetali ed il colore varia a seconda del regime alimentare, ma sovente è bruno-verdastro o bruno-marrone e talvolta ad una estremità può essere presente un cappuccio bianco di acido urico (fig. 3.9). Tale aspetto è tipico per le deiezioni di tutte le Tetraoninae. La pernice bianca defeca in qualsiasi momento del giorno, così che si possono trovare fatte isolate o a gruppi. Nel periodo riproduttivo si rinvengono ampi accumuli di fatte nei punti in cui il lagopede ha passato la notte o in cui ha sostato per il canto.
- **Impronte:** sulla neve, la forma è generalmente a contorni sfumati, per via delle piume e dei pettini che ricoprono le dita. L'impronta della zampa, ha una lunghezza di 32-36 mm. La traccia disegna generalmente una linea sinuosa, dovuta allo spostamento di pedana del volatile in cerca di cibo o per le parate. Spesso il lagopede si aiuta con le ali, specialmente in salita, lasciando sulla neve le impronte delle zampe alternate con i segni lasciati dalle ali.
- **Penne e piume:** facilmente riconoscibili per la presenza della doppia rachide, sono reperibili in ogni periodo dell'anno. Costituiscono un indice di presenza, ma essendo soggette a trasporto eolico non permette una localizzazione certa e precisa. Secondo Bisi (2012) si rinvengono penne e piume più frequentemente nei siti di "spollinatura", dove gli animali praticano quotidianamente la pulizia del piumaggio. Tale indice purtroppo, non permette di definire con certezza il genere maschile o femminile dell'individuo.
- **Nidi e resti di uova:** sono considerati indici riproduttivi e quindi particolarmente importanti durante le fasi di monitoraggio in una nuova area di studio, questo perché, se la covata va a buon fine, secondo Bisi *et al.* (2012) la femmina tende ad avere una grande fedeltà al sito di cova dove è propensa a ritornare. Il ritrovamento di nidi o di singole uova predate fornisce indicazioni sulle aree presumibilmente frequentate dalla coppia, ma i soli resti di uova non rappresentano un indice affidabile, in quanto potrebbero essere state spostate per azione del vento oppure dal predatore stesso e di conseguenza non permettono una localizzazione esatta del sito di riproduzione.
- **Spiumate:** il ritrovamento dei resti di animali predati può fornire indicazioni sulla sopravvivenza della popolazione e sulla tipologia di predatori che agiscono sull'area di

studio; generalmente spiumate in cui si osservano calami spezzati sono da attribuirsi a Carnivori, come la Volpe o l'Ermellino, mentre un calamo intatto indica la predazione da parte di un rapace, che con il becco sfila la penna dall'epidermide.



Fig.3.9. fatte e piume di pernice bianca (Arc. PNAB).

3.3 MINACCE

Il tema riguardante le minacce, ovvero dei rischi che la specie corre per la sopravvivenza delle sue popolazioni, è oltremodo attuale visto il periodo difficoltoso che la pernice bianca sta attraversando negli ultimi decenni. È proprio per il contesto attuale che il tema delle minacce, è oggi argomento d'indagine, studio e discussione.

La diminuzione dell'habitat, dovuta soprattutto ai cambiamenti climatici e a cause antropiche, sembra essere tra i principali motivi della contrazione numerica di questa specie, adattatasi a condizioni particolarmente rigide ed estreme, quindi molto sensibile ai cambiamenti climatici, non avendo nel breve periodo possibilità di adattamento.

Gli habitat idonei alla pernice bianca, essendo collocati su catene montuose e cime elevate, sono già di per se frammentati e alle volte distanti l'uno dall'altro, oggi si sono ridotti ulteriormente a causa dei cambiamenti climatici. Anche in un recente studio sui tetraonidi condotto nel Parco delle Dolomiti Friulane si evidenzia una diminuzione della popolazione censita in tre anni di studio, ma con cause dovute a cambiamenti climatici e alla contrazione del periodo di innevamento al suolo (Mattedi & Borgo, 2012). Per quanto riguarda le Alpi, l'avvento del turismo di montagna, in tutte le sue forme, specialmente quello invernale con piste ed impianti da sci, va a spezzare e a frammentare ulteriormente la continuità spaziale idonea alla specie.

L'innalzamento della temperatura, spinge il limite della vegetazione ad alzarsi a quote sempre più elevate e con esso le varie specie legate ad un determinato ambiente, ciò potrebbe accadere anche per la pernice bianca, la quale ricercerebbe aree più vocate alla sua presenza.

Proprio per il fatto di essere così legata agli ambienti nivali, la pernice bianca necessita delle condizioni che quest'ultimi possono offrirle, in quanto una fioritura precoce o ritardata delle essenze fuori dal periodo riproduttivo della pernice bianca, potrebbe avere effetti negativi sia per quanto riguarda il suo successo riproduttivo, sia sulla *fitness* di pulli ed adulti.

Anche se secondo alcuni autori, per *Lagopus mutus*, a differenza di altre specie di Galliformi alpini, il declino non sembra legato ad alterazioni di tipo vegetazionale degli habitat frequentati (Gustin *et al.*, 2011).

La frammentazione unita alla degradazione dell'habitat, rappresentano una seria minaccia, se non la più grande per il lagopode, causando difficoltà di connessione tra popolazioni o piccoli nuclei di individui. Infatti popolazioni di piccole dimensioni e popolazioni isolate le une dalle altre sono vulnerabili e mostrano un alto rischio di estinzione dovuto alla minore resistenza alle perturbazioni ambientali.

Degradazione e deterioramento dell'habitat, sono fenomeni che colpiscono tutti i tetraonidi e altre specie alto montane, sono sia dovuti a fattori di origine antropica, sia naturale (Rotelli, 2006; Storch, 2007b). Infatti oggi giorno sulle Alpi si riversano oltre 150 milioni di visitatori ogni anno, una gran parte dei quali raggiunge i luoghi di villeggiatura in inverno, per la pratica degli sport della neve, proprio nel momento di maggior difficoltà da parte degli animali che vivono in montagna (Rotelli, 2006).

In generale il disturbo antropico rappresenterebbe sia una minaccia diretta che indiretta e una popolazione sana di tetraonidi, per resistere all'incremento delle popolazioni umane ed al suo sviluppo economico, necessita di ampie aree di habitat naturale o semi-naturale.

Quindi la qualità dell'habitat riveste un ruolo fondamentale nella "difesa" della pernice bianca, in quanto impianti di risalita e piste da sci, oltre a causarne una detrazione diretta, causano in realtà un disturbo sensibile per una fascia laterale ben più vasta di quella direttamente occupata. Oltre a questo teleferiche, skilift ed elettrodotti portano ad un aumento della mortalità, sia per l'impatto diretto con cavi e piloni e sia per il fatto che sulle piste da sci, a causa del compattamento del terreno, s'instaurano specie erbacee poco esigenti e poco nutrienti.

Anche il disturbo umano diretto, una minaccia non indifferente per l'animale, comporta un maggior consumo energetico causato dalla fuga. Le varie cause, possono essere ricercate nelle differenti attività montane, come la diffusione dello scialpinismo, il transito di escursionisti fuori dai sentieri e la circolazione di mezzi fuori strada. Per non parlare del bracconaggio e dell'attività venatoria, che oggi giorno non può più essere riproposta come in passato, visto il mutato contesto in cui si colloca (Rotelli, 2006).

La pastorizia intensiva di ovini, caprini e bovini può apportare un impatto negativo sull'habitat della pernice bianca e di conseguenza alla specie stessa in quanto, il calpestio può ridurre la disponibilità trofica oltre a schiacciare nidi e uova appena deposte. Infatti è proprio a luglio, momento di deposizione per la pernice bianca, che vengono portate le greggi ai pascoli in quota.

Inoltre anche gli ungulati selvatici possono apportare effetti negativi alla pernice bianca; provocando danneggiamento dell'habitat, causato dal calpestio, inoltre la brucatura selettiva di specie particolarmente appetite può essere particolarmente dannosa se la specie è caratterizzata da una bassa densità (Mustoni *et al.*, 2002).

Inoltre la pastorizia causa anche un impatto diretto verso la specie, poiché ovini e caprini sono spesso accompagnati da cani incustoditi o comunque non addestrati al rispetto di uova e nidiacei.

Lavori sull'impatto ambientale (Storch, 2007b) mostrano come l'azione antropica, con le sue infrastrutture turistiche, favorisca le specie generaliste e addirittura come alcune specie, siano fortemente legate all'uomo. Come la volpe (*Vulpes vulpes*), il corvo imperiale (*Corvus corax*), la

cornacchia nera (*Corvus corone*) e il gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*), che traendo vantaggio dall'antropizzazione del territorio, prosperano nutrendosi di rifiuti. Una densità troppo elevata, di tali predatori, dovuta ad un artificioso aumento della capacità portante dell'ambiente, si ritorce in modo negativo contro le specie predate, tra le quali potenzialmente anche la pernice bianca. Infatti una fitta rete di impianti e piste sciistiche fungono da facile accesso alla volpe (*Vulpes vulpes*), la quale sfrutterebbe la neve battuta su queste ultime come via di accesso alle zone abitate dal lagopede.

L'aquila reale (*Aquila chrysaetos*), che rappresenta un predatore diretto della pernice bianca e a cui il lagopede cerca di passare inosservato appiattendosi sul terreno o cerca di sfuggirle con rapidi involi, caccia anche un altro competitore della pernice bianca, la marmotta (*Marmota marmota*), la quale rappresenta una minaccia per le uova. Anche se da recenti indagini effettuate nei Pirenei, la marmotta non pare sia una minaccia seria, dal momento che entrambe le specie sono erbivore (Figuerola *et al.*, 2009) e si sono evolute in simpatria.

Infine va anche ricordato l'ermellino (*Mustela erminea*), mustelide che rappresenta probabilmente la specie di maggiore impatto sulla pernice bianca e forse si tratterebbe di un predatore naturale ancora sganciato dalla presenza umana.

Anche se sulle Alpi, la pernice bianca si trova a combattere con le minacce sovra citate, in generale, a livello globale, la specie è protetta dalla sua ampia distribuzione in aree demograficamente poco abitate e da parte dell'uomo poco accessibili (Storch, 2007a). Proprio gli habitat remoti hanno protetto le specie di tetraonidi presenti che peraltro sembrano tollerare un certo grado di disturbo umano verso il proprio habitat.

Varie possono essere le misure di conservazione; la protezione legale a differenti scale, da quelle nazionali a quelle regionali. Studi e monitoraggi continui della specie sono indispensabili per una corretta gestione di questa e del suo ambiente. La riduzione del disturbo umano, unita alla ricerca di aree idonee alla specie da chiudere al pubblico sarebbe utile. Ad esempio un programma per limitare gli effetti del disturbo umano sul tetraonide da parte dello scialpinismo è iniziato in Germania (Storch, 2007b).

3.4 INQUADRAMENTO LEGISLATIVO

Dal punto di vista legale la pernice bianca è considerata specie cacciabile in base alla legge LN 157/92 (art.18) e alla Legge Provinciale Trentina n. 24/91 (art.29) e soggetta a prelievo venatorio contingentato (ossia basato su programmi di prelievo per Riserva di caccia) nel territorio provinciale dal 1989. È inoltre inserita nell'Allegato III della convenzione di Berna e nell'Allegato I (specie che devono essere soggette a speciali misure di conservazione dell'habitat in modo da garantire la loro sopravvivenza) della Direttiva Uccelli (79/409/CEE). È considerata una specie "vulnerabile" nella Lista Rossa degli Uccelli Italiani e a "rischio" in quella degli Uccelli Trentini. Dal 2003, sulla base della Valutazione d'Incidenza disposta dal Servizio Faunistico e del parere espresso dal Servizio Parchi e Conservazione della Natura, è stata sospesa la caccia alla pernice bianca nei SIC compresi all'interno di aree protette (Delibera di Giunta Provinciale n. 1987/2003). Attualmente, in seguito all'adozione della prima revisione del Piano Faunistico Provinciale (Deliberazione della Giunta Provinciale n. 24 del 30 dicembre 2010) è prevista la sospensione dalla cacciabilità della pernice bianca per l'intero periodo di validità del Piano in tutto il territorio provinciale, assoggettata con periodicità triennale a partire dal 2012 a conferma, in relazione agli esiti delle verifiche tecniche, sulle dinamiche di popolazione accertate mediante i monitoraggi annuali della specie.

Anche se a livello globale, solo una piccola proporzione dell'areale della specie è coperto da aree protette, la pernice bianca è classificata come LC (*Least Concern*) (BirdLife International, 2014).

4 MATERIALI E METODI

Il presente studio, si prefigge di approfondire le conoscenze sulla pernice bianca e individuare le strategie più utili ed efficaci per una corretta conservazione della specie.

Prendere precise decisioni su come agire per la salvaguardia di una specie, richiede dati il più possibile oggettivi, precisi e continui nel tempo (serie storiche). Per questo censire una popolazione significa determinare con precisione, dopo un'analisi critica dei risultati, il numero dei suoi individui e la loro ripartizione per sessi e classi di età (Mustoni *et al.*, 2002).

Di seguito verranno spiegate le modalità di censimento usate per la pernice bianca (cfr. cap. 4.1 e 4.2). Va considerato che, le tecniche utilizzate, il comportamento della specie e l'area di studio, possono rendere difficoltosa l'esecuzione di una metodologia di censimento; perciò, in base al contesto in cui ci si trova ad operare, si rende necessario modificare la metodologia di censimento originale "adattandola" alle caratteristiche dell'area oggetto di studio. È proprio su questa evidenza che è impostato il presente studio.

4.1 METODOLOGIE DI MONITORAGGIO PRIMAVERILE DELLA PERNICE BIANCA

Il canto territoriale dei maschi inizia in aprile ma l'insediamento definitivo delle coppie avviene di norma verso la fine di maggio – inizio di giugno. Proprio in questa fase la contattabilità della specie è massima ed è quindi opportuno mettere a punto delle modalità di monitoraggio.

Nel biennio d'indagine sono stati sperimentati i metodi di monitoraggio primaverile più utilizzati (Gagliardi & Tosi, 2012):

- 1) punti fissi di ascolto (MPF), per il solo anno di sperimentazione 2011;
- 2) transetti con punti di ascolto (MTrA), 2011-2012;
- 3) transetti con punti di ascolto/riciamo (MTrPB), 2011-2012;

Tutte le metodologie vengono applicate a cavallo dell'alba e sono tradizionalmente utilizzate per censire il numero di individui in un area.

Le scarse condizioni di luce che caratterizzano le prime ore del giorno (3:00-8:00) rendono di fatto problematico l'avvistamento e quindi l'oggettiva localizzazione degli individui censiti.

Pertanto i dati ottenibili dai monitoraggi non potranno essere utilizzati per indagini volte ad approfondire gli aspetti relativi alla selezione degli habitat, ma solamente per un confronto tra l'efficienza delle metodologie sperimentate.

4.1.1 METODI DI MONITORAGGIO PER PUNTI FISSI DI ASCOLTO (MPF)

Il protocollo operativo prevede il coinvolgimento contemporaneo di un numero di operatori sufficiente a coprire in modo omogeneo tutta l'area di monitoraggio (1-3/100 ha a seconda dell'orografia). Ad ogni operatore corrisponde un "punto fisso d'ascolto", ubicato in posizione strategica che permetta di coprire la più vasta area possibile. L'attività vera e propria avviene durante le prime 3-4 ore di luce della giornata, ma gli operatori devono raggiungere i punti loro assegnati circa mezza ora – un'ora prima dell'alba (3:00-3:30). Il personale coinvolto deve rimanere immobile, per almeno tre ore senza creare disturbo nell'area e prendere nota di ciascun contatto (visivo e/o acustico) indicando la posizione del soggetto, l'ora, il tipo di contatto (visto e/o sentito) e la direzione del contatto rispetto al Nord magnetico su un'apposita scheda di campo (Allegato 1). Una precisa annotazione di queste informazioni è fondamentale per ridurre al minimo il rischio di doppi conteggi. A tale scopo, per ridurre al minimo gli errori deve essere ricercata anche la massima sincronia tra l'orario di inizio e di fine attività di tutti gli operatori coinvolti. Ad ogni contatto saranno inoltre associate una serie di informazioni più o meno accessorie come l'attività del soggetto, le caratteristiche micro ambientali e/o la presenza di altre specie.

4.1.2 MONITORAGGIO PER TRANSETTI (MTRA)

La metodologia prevede la definizione di una serie di punti di ascolto, scelti su posizioni dominanti e collegati da un transetto lungo il quale viene monitorata la specie. Sui punti è possibile disporre cumuli di sassi per la localizzazione stessa del punto di volta in volta (Gagliardi & Tosi, 2012). Il lavoro di campo è quindi svolto da un minor numero di operatori rispetto all'MPF: solitamente è sufficiente una squadra di due operatori per ogni transetto lungo il quale sono previste delle soste, di circa 15 minuti in ciascun punto di ascolto. Tutti i contatti devono essere georeferenziati sulla carta di rilevamento ed annotati su di un'apposita scheda (Allegato 2), specificando: l'ora, la posizione del soggetto cantore ed una serie di informazioni aggiuntive accessorie (visto/ sentito, attività, substrato, presenza di altre specie, ecc.). Anche se Gagliardi & Tosi (2012) suggeriscono che i soggetti contattati lungo il percorso dovrebbero essere attribuiti al punto precedente, cioè a quello appena lasciato, nella presente indagine ogni contatto registrato lungo il transetto, è stato attribuito alla porzione di transetto realmente percorsa.

4.1.3 MONITORAGGIO PER TRANSETTI CON UTILIZZO DEL PLAYBACK (MTrPB)

Un'importante variante che caratterizza la terza metodologia sperimentata, si riferisce all'introduzione del playback. Il metodo consiste nella realizzazione di rilevamenti acustici e di conteggi visivi dei maschi o delle coppie territoriali, mediante la riproduzione di un canto territoriale pre-registrato (Rotelli & Zbinden, 1991) con l'auspicio di stimolare la risposta dei maschi riproduttivi. Tuttavia, le opinioni in merito all'efficacia di tale metodo, sono contrastanti; ed in ogni caso da mettere in relazione alla qualità del canto registrato a disposizione, alla morfologia dell'area e alle condizioni meteorologiche. Nel corso dell'indagine il monitoraggio avviene lungo gli stessi transetti individuati per il metodo precedente (MTrA) e prevede l'utilizzo del playback in prossimità degli stessi punti d'ascolto. La squadra, una volta giunta sul punto ed aver atteso 5-7 minuti procede con la riproduzione per quattro volte, una per ciascuna direzione cardinale, del canto registrato, in modo da coprire acusticamente la totalità dell'area. Ad ogni riproduzione, della durata di circa 20 secondi, segue una fase di silenzio di altri 20 secondi. Segue infine un'attesa di altri 5-7 minuti.

Anche in questo caso ogni contatto dovrà essere georeferenziato ed annotato su di un'apposita scheda di monitoraggio (Allegato 3). Oltre alle informazioni raccolte con le altre due metodologie, la scheda prevede alcuni campi aggiuntivi utili a descrivere il comportamento dell'individuo prima e dopo l'emissione del canto registrato.

4.2 MONITORAGGIO ESTIVO (POST-RIPRODUTTIVO)

Durante i mesi estivi, al più tardi con la schiusa delle uova, il comportamento territoriale dei maschi viene a mancare e le femmine, impegnate ad allevare la nidiata, adottano strategie per passare il più inosservate possibile. Censire la specie in questo periodo oltre ad essere estremamente difficile ha un'utilità quasi esclusivamente venatoria: è infatti sulla base della stima del successo riproduttivo che vengono redatti i piani di abbattimento.

A causa della scarsa contattabilità della specie i monitoraggi avvengono con l'uso di cani da ferma appositamente addestrati.

Le squadre, formate indicativamente da tre operatori accompagnati da uno o due cani, percorrono la zona assegnata (70-100 ha) alzandosi progressivamente di quota e il più possibile lungo linee orizzontali. I rilevatori si muovono a distanza di circa 30-50 m tra loro, preceduti dai cani, annotando con cura ora, posizione, sesso e classe di età degli individui avvistati. Giunta al confine della propria zona ogni squadra si sposterà ad un'altitudine maggiore (massimo 50 metri di dislivello) in modo da non tralasciare alcuna parte del territorio (Gagliardi & Tosi, 2012).

Tuttavia, nonostante l'utilizzo del cane sia una soluzione particolarmente efficace, diversi sono gli aspetti negativi che caratterizzano tale metodologia, tra cui: l'aumento del dispendio energetico necessario per la fuga, l'accresciuto rischio di predazione ai danni delle nidiate, la difficoltà di reclutare un sufficiente numero di cani ben addestrati e conduttori motivati per eseguire censimenti di una specie per la quale in Trentino è stata sospesa la caccia (cfr. par. 3.4).

Il protocollo operativo prevede che il conteggio delle nidiate e del numero di componenti per nidiata venga, normalmente, effettuato a partire dalla metà del mese di agosto; occorre pertanto prestare molta attenzione, in quanto non è raro incontrare nidiate poco sviluppate o addirittura pulli nati da pochi giorni, che possono essere particolarmente a rischio (Bisi *et al.*, 2012; Gagliardi & Tosi, 2012).

Vista la data di inizio di questi censimenti, in generale, più si ritarda la loro esecuzione, maggiori diventano le probabilità di spostamenti dall'area di riproduzione e di riunione del gruppo familiare a soggetti estranei, inoltre il riconoscimento dei giovani dagli adulti diverrà, mano a mano più problematico (Gagliardi & Tosi, 2012).

In caso di vento o pioggia è opportuno rinviare il censimento. I rilevamenti si effettuano due tre ore dopo l'alba, così facendo si dà il tempo alle pernici bianche di ultimare la prima pastura e di lasciare segnali odorosi su una superficie, rispetto a quella di pernottamento più estesa. Infatti a ingluvie gonfio i lagopedi sono meno diffidenti e reggono maggiormente la ferma, rendendo di conseguenza il conteggio più preciso (Gagliardi & Tosi, 2012).

4.3 MATERIALI

Il materiale necessario alla sperimentazione sistematica delle tre metodologie di monitoraggio (MPF, MTrA, MTrPB), è costituito da:

- file audio del richiamo del maschio di pernice bianca;
- magnetofono;
- cavo jack-jack;
- lettore mp3;
- scheda di rilevamento (Allegati 1, 2, 3);
- binocolo e bussola;
- strumentazione GPS;
- attrezzatura sci alpinistica.

Il magnetofono (fig.4.1) è dotato di speaker da campo di un diametro di 80 mm, fornito di batterie al litio da 7,4 Volt capaci di erogare una potenza di 6 watt RMS che equivalgono a 12 Watt musicali. Il dispositivo ha un autonomia di circa 12 ore a volume medio. Tale dispositivo deve essere collegato attraverso un cavo jack-jack ad un lettore mp3 contenente il file audio del richiamo dei maschi di pernice bianca. Oltre a questo gli operatori devono essere provvisti di una scheda di rilevamento specifica per ognuna delle tre metodologie di rilevamento sperimentate (Allegati 1, 2 e 3), su cui andranno riportati:

- data;
- rilevatore;
- transetto e punto fisso di ascolto;
- condizioni climatiche e di neve (copertura nuvolosa, precipitazioni, vento e visibilità);
- nonché tutti i contatti georeferenziati e i parametri ad essi associabili (ora, individuo visto e/o sentito, canto, eventuale risposta al richiamo, sesso, ecc...).



Figura 4.1. Magnetofono (Amplirecord Compact della dbesse).

4.4 RACCOLTA DEI DATI

L'indagine oggetto della presente tesi ha previsto la raccolta diretta di dati attraverso l'esecuzione di monitoraggio su campo (2012) e il riordino di dati già esistenti relativi all'attività di campo 2011 e all'andamento meteorologico del 2011 e 2012.

4.4.1 DATI PREGRESSI

Nel corso del primo anno di indagine la sperimentazione standardizzata delle metodologie è avvenuta tra il 04/05/2011 e il 05/07/2011. In data 24/05/2011 è stato possibile, con lo sforzo congiunto di 11 operatori (afferenti al Parco Naturale Adamello Brenta e al personale di vigilanza del Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento) eseguire una sessione di monitoraggio per punti fissi. Contestualmente, a fronte di 44 giornate/uomo sono state completate quattro sessioni, ciascuna delle quali ha previsto per ogni transetto l'implementazione di MTrA e di MTrPB. In totale sono stati rilevati 84 contatti con la specie oggetto di studio (Tab. 4.1.). Di questi, 6 contatti solo visivi, 57 solo acustici e 21 sia visivi che acustici.

Sessione	MPF	MTrA	MTrPB
1	28	9	21
2		11	22
3		5	7
4		6	3

Tab. 4.1. Contatti totali divisi per sessione e metodo 2011.

Considerando che ogni transetto è stato percorso due volte per ogni sessione (una per ogni metodologia), per evitare di influenzare i risultati con l'attività dell'uscita precedente sono stati adottati alcuni accorgimenti. Nello specifico è stata posta particolare attenzione a:

- implementare, per ogni sessione e transetto, il metodo del solo ascolto sempre prima di quello dell'ascolto con playback;
- programmare qualche giorno di pausa dopo l'utilizzo del playback;
- evitare di percorrere contemporaneamente transetti confinanti.

Tali precauzioni, unitamente a condizioni meteorologiche non sempre favorevoli, non hanno permesso di completare le quattro sessioni ad intervalli perfettamente regolari. I risultati del primo anno di indagine hanno evidenziato una differenza significativa nel numero di contatti, sia tra le due

metodologie sperimentate (MTrA ed MTrPB) sia relativamente al periodo e all'orario d'implementazione.



Figura 4.2. Stazione meteorologica Meteomont (Cod. [2217](#)) foto scattata il 26 maggio 2013.

Pur sulla base di un campione estremamente ridotto, l'esperienza maturata nel 2011 ha evidenziato l'esigenza di approfondire e quantificare l'effetto della variabilità meteorologica sulla precisione dei metodi sperimentati. L'analisi delle variabili meteo rappresenta infatti un elemento di fondamentale interesse, se si considera che possono influenzare alquanto la sensibilità dell'operatore e l'attività (territoriale/canora) della specie e quindi la sua contattabilità stessa.

I dati meteo, richiesti al "Servizio Meteomont" (<http://www.sian.it/infoMeteo/>), titolare di una stazione meteorologica sita sul passo del Grostè a circa 2520m s.l.m. (Fig. 4.2) hanno fornito per il 2011 e per il 2012 informazioni (a cadenza oraria), relative alla temperatura, umidità, pressione atmosferica, velocità e direzione del vento, precipitazioni ed altezza del manto nevoso rilevati tra il primo di marzo e il 31 luglio per entrambi gli anni.

Per valutare il successo riproduttivo della specie, solo nel corso dell'estate 2011 si è tentato di sperimentare una metodologia alternativa all'utilizzo dei cani da ferma.

Considerando le proprietà mimetiche della livrea estiva della pernice bianca, contattare le nidiate e/o i siti di nidificazione risulta difficoltoso e quando capita è un evento estremamente raro e fortuito. Perciò pur non essendo tra gli obiettivi principali del progetto, l'Ufficio Faunistico ha valutato la possibilità di definire una modalità di monitoraggio estiva alternativa all'uso dei cani. (cfr. par. 4.2)

Per questo, in data 22 agosto 2011 una squadra di sette operatori, hanno percorso un transetto estivo post-riproduttivo, con l'auspicio di contattare delle nidiate o dei siti di nidificazione. Tuttavia i risultati si sono dimostrati estremamente scarsi a fronte di un importante impegno in termini di personale tanto da sospendere la sperimentazione della metodologia.

4.4.2 ATTIVITÀ DI CAMPO

La seconda fase di sperimentazione su campo delle metodologie è stata impostata sulla base delle considerazioni tratte nel 2011. Il secondo anno di indagine non ha previsto alcuna ripetizione della metodologia per punti fissi, ritenuta troppo complicata dal punto di vista organizzativo e pericolosa per gli operatori coinvolti. Nel corso del 2012 il monitoraggio ha previsto quindi la sperimentazione di solamente due metodi (MTrA e MTrPB) che, per evidenziare l'effetto del meteo, sono stati implementati in contemporanea, quindi a parità di vento, temperatura, pressione, umidità, ecc., su due soli transetti (PG1 e PG3) considerati sufficientemente discosti ed isolati acusticamente da evitare interferenze nelle reciproche attività di monitoraggio, e quindi possibili errori di campionamento. Si noti che nel 2012 è stata apportata una modifica nella lunghezza del PG1 con l'eliminazione dell'ultimo punto di ascolto (PG1D). La modifica è giustificata considerando che durante l'attività di monitoraggio 2011, il punto PG1D ed il relativo percorso di avvicinamento non hanno fatto registrare nessun contatto o indice di presenza (Fig. 4.3).

Si è cercato di effettuare le uscite ad intervalli regolari a cadenza settimanale, attraverso lo sforzo congiunto di due squadre, di due operatori ciascuna e impegnate per due giorni la settimana; per un totale di 8 giornate/uomo a sessione.

Ogni sessione è così suddivisa:

- l'implementazione del MTrA sul PG1 (1° giorno);
- l'implementazione del MTrPB sul PG3 (1° giorno);
- l'implementazione del MTrPB sul PG1 (2° giorno);
- l'implementazione del MTrA sul PG3 (2° giorno).

Seguendo tale schema sono state completate 9 sessioni di monitoraggio su entrambi i transetti per uno sforzo complessivo di 72 giornate/uomo.

L'attività di monitoraggio ha avuto inizio il 4 maggio 2012 per concludersi l'11 luglio 2012. In tale arco temporale sono stati registrati un totale di 158 contatti (Tab. 4.2 e Fig. 4.3) di cui 70 con MTrA e 88 con MTrPB. Dei 158 contatti complessivi 137 sono stati di tipo acustico, 9 di tipo visivo e 12 sia di tipo visivo che acustico.

SESSIONE	DATA	MTrA	MTrPB
1	04/05/12	PG1 (2)	PG3 (6)
	07/05/12	PG3 (4)	PG1 (4)
2	11/05/12	PG1 (6)	PG3 (2)
	18/05/12	PG3 (7)	PG1 (9)
3	23/05/12	PG1 (0)	PG3 (1)
	25/05/12	PG3 (6)	PG1 (5)
4	29/05/12	PG1 (5)	PG3 (9)
	05/06/12	PG3 (7)	PG1 (8)
5	07/06/12	PG1 (2)	PG3 (6)
	13/06/12	PG3 (6)	PG1 (4)
6	15/06/12	PG1 (5)	PG3 (3)
	19/06/12	PG3 (4)	PG1 (7)
7	21/06/12	PG1 (4)	PG3 (4)
	26/06/12	PG3 (3)	PG1 (3)
8	28/06/12	PG1 (3)	PG3 (6)
	02/07/12	PG3 (0)	PG1 (0)
9	05/07/12	PG1 (4)	PG3 (5)
	11/07/12	PG3 (2)	PG1 (6)
Contatti totali		70	88

Tabella 4.2. Contatti rilevati nel corso dell'attività di monitoraggio 2012. La tabella evidenzia il numero di contatti rilevati, tra parentesi, per ogni uscita con ciascuna metodologia sui transetti PG1 e PG3.

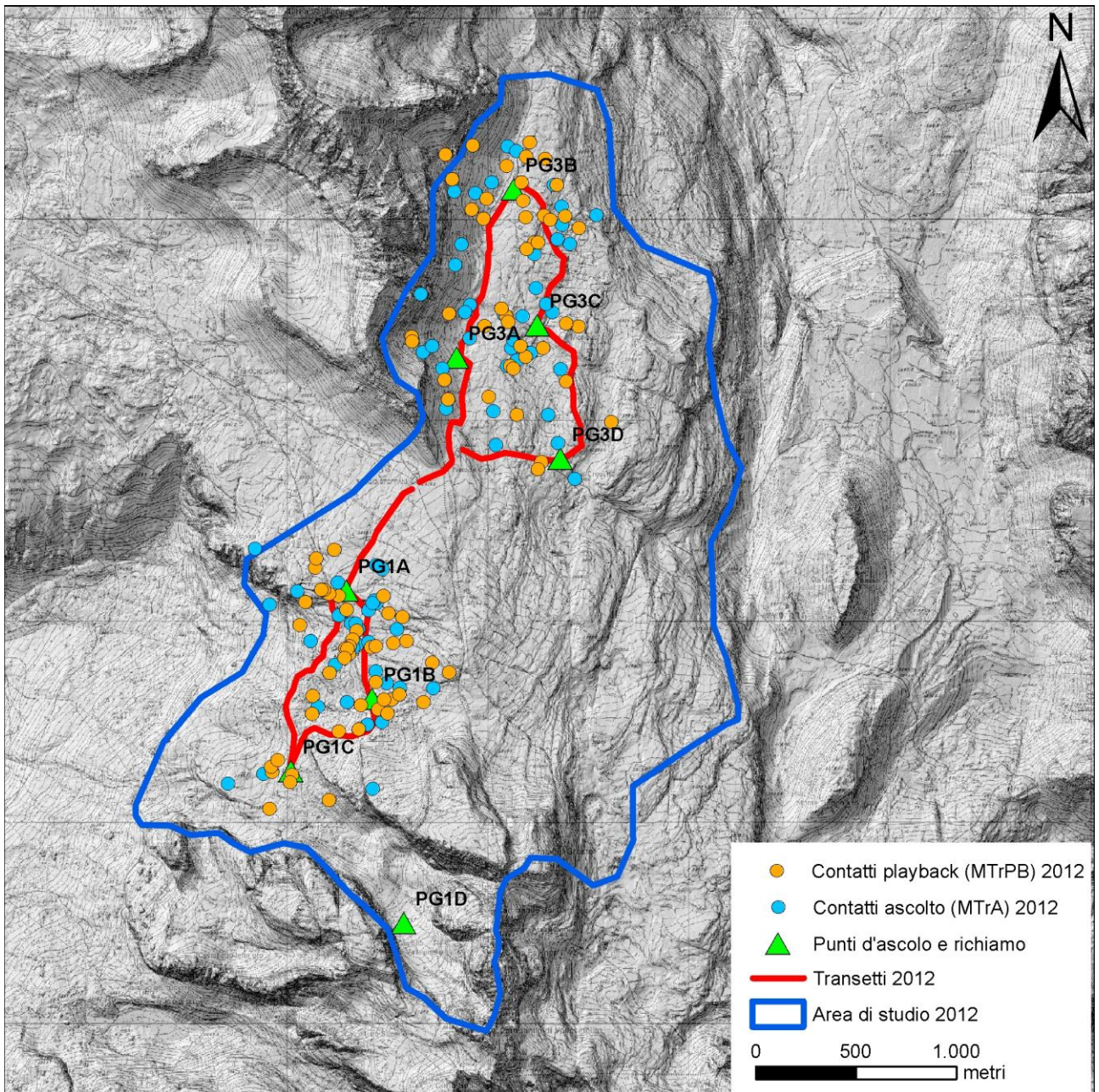


Figura 4.3. Transetti PG1 e PG3 interessati dall'attività di monitoraggio del 2012 (in rosso), dai quali si sono registrati i contatti.

4.5 CRITERI DI ANALISI DEI DATI

Nel presente studio, ho indagato, attraverso l'analisi del chi-quadro i dati raccolti nel 2012 secondo:

- l'analisi del metodo;
- l'analisi del periodo;
- l'analisi dell'orario;
- l'analisi del transetto.

Visito i dati pregressi in mio possesso, ho unito i dati raccolti nel 2011 e nel 2012 analizzandoli assieme, attraverso il test del chi-quadro, per trovare un'eventuale significatività. Infine, considerando i risultati ottenuti, ho deciso di indagare le variabili meteorologiche nella speranza di trovare una possibile correlazione tra queste e i contatti registrati per i due anni di studio. Tutto ciò per il fatto che indagare i dati meteorologici, ci dovrebbe far capire quale sia il metodo migliore.

I metodi statistici che solitamente vengono utilizzati in ambito ornitologico possono essere classificati in due categorie: metodi parametrici e non parametrici. La statistica parametrica, non sempre si rivela adeguata ad analizzare dati di tipo biologico. Inoltre l'applicabilità di metodi parametrici è subordinata al rispetto di precise condizioni che non sempre possono essere garantite. I metodi non parametrici sono stati sviluppati solo di recente e, a differenza dei parametrici, non si basano su assunzioni limitate (Fowler & Cohen, 2010). Di conseguenza, vista la limitata consistenza del campione ottenuto in due anni di monitoraggio e il tipo di misurazioni possibili si è scelto di basarsi su metodologie di statistica non parametrica.

Più nello specifico si è scelto di utilizzare il test del chi-quadro che permette di esaminare attentamente le relazioni tra le variabili legate ai dati raccolti in occasione dei monitoraggi. Le basi per indagare efficacemente un'associazione dipendono dalla possibilità di suddividere i dati in categorie discrete (nominali).

Con il test del chi-quadro (χ^2), l'esame delle relazioni avviene immaginando come si presenterebbero i dati se non esistesse alcuna relazione, affermando in seguito che esiste una relazione nella misura in cui i dati osservati si discostano dall'ipotesi iniziale (nessuna correlazione). La metodologia implica di conseguenza l'individuazione di una frequenza attesa per le diverse categorie nominali che dovrà essere raffrontata alla frequenza osservata nelle stesse categorie con la seguente formula:

$$\chi^2 = \sum \frac{(|O - E| - 0,5)^2}{E}$$

dove:

- O: rappresenta le frequenze osservate per ciascuna classe di categoria;
- E: rappresenta le frequenze attese per ciascuna classe di categorie;
- -0,5: si riferisce alla correzione di Yates (Fowler & Cohen, 2010), che in tale ambito è stata applicata solamente nel caso di un confronto tra sole due categorie (1 gdl). Altri autori (Soliani, 2003) indicano tuttavia la possibilità di applicare la correzione di Yates in relazione alla consistenza del campione, più nello specifico per numero di osservazioni compreso tra 30 e 100.

Nonostante si tratti di un test di statistica non parametrica, per il suo utilizzo è necessario rispettare alcune regole fondamentali:

- 1) le frequenze attese per ciascuna categoria dovrebbero superare il valore 5;
- 2) le frequenze devono essere indipendenti, cioè non deve essere possibile assegnare una misurazione o un conteggio a più di una categoria;
- 3) le osservazioni devono essere conteggi reali e non proporzioni, stime o percentuali.

Ciò detto il test è stato utilizzato per indagare la relazione tra il numero di contatti registrati con ciascuna metodologia e il transetto percorso, l'orario e il periodo (sessione o data).

All'analisi del chi-quadro è stata affiancata un'analisi di correlazione di Spearman e Kendal, per capire il ruolo che le variabili meteo esercitano sulla efficacia/efficienza delle metodologie sperimentate. Queste si basano sul rilevamento dei maschi cantori, pertanto qualunque elemento climatico in grado di inibire l'attività territoriale della specie, o più semplicemente, di impedire agli operatori di sentirne il canto o rilevarne la presenza avrà importanti effetti sull'esito del censimento/monitoraggio.

Più nel dettaglio l'analisi di correlazione valuta la variazione di una variabile in funzione di un'altra ed in particolare si riferisce ad una relazione quantitativa tra due variabili misurate su di una scala ordinale, per intervalli, o rapporti (Fowler & Cohen, 2010). Per misurare il grado con cui due variabili sono correlate, i test forniscono il "coefficiente di correlazione" (r), il cui valore numerico varia da -1 (perfetta correlazione negativa) a +1 (perfetta correlazione positiva). Però il solo coefficiente di correlazione non esclude tuttavia la possibilità che un'eventuale relazione sia da attribuire al caso: dovrà quindi essere indicata anche la significatività del risultato.

Considerando la limitata consistenza del campione e una distribuzione di frequenza dei dati non sempre normale si è scelto anche per questo tipo di analisi un approccio non parametrico utilizzando i test di correlazione di Kendall e di Spearman.

Le variabili possono essere accompagnate da un incremento positivo (diretto) o negativo (indiretto). Il fatto che le variabili siano correlate non significa necessariamente che una è causa dell'altra – le due variabili potrebbero essere indipendentemente correlate a un terzo fattore.

Il grado di correlazione di Kendall (McLeod, 2014) misura la lunghezza di un'associazione monotona tra i vettori x e y . Nel caso non esista nessun legame tra le variabili, il coefficiente di correlazione del grado di Kendall, "tau" potrebbe essere espresso come

$$\tau = S/D$$

dove:

- $S = \sum_{i < j} (\text{sign}(x[j] - x[i]) * \text{sign}(y[j] - y[i]));$
- $D = n(n - 1)/2.$

S è il numeratore e D , il denominatore, è il valore massimo possibile di S .

Il test di correlazione di Spearman (Fowler & Cohen, 2010) è rappresentato dalla seguente formula:

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum d^2}{n^3 - n}$$

dove:

- n è il numero di unità di campionamento;
- 6 è una costante peculiare di questa formula;
- $\sum d^2$ è la "somma totale dei quadrati delle differenze".

Prima di eseguire l'analisi meteo si è cercato di individuare le variabili migliori da correlare con i contatti attraverso un'analisi di correlazione (Spearman e Kendall) che ha interessato temperatura e velocità del vento, per i quali erano disponibili valori minimi, medi e massimi.

Per eseguire l'analisi di correlazione, si è incrociato il database relativo ai contatti con quello meteorologico. In questo senso si è proceduto seguendo due strategie differenti:

- La prima ha previsto che ad ogni uscita realizzata nel corso dei due anni fosse associato il numero di contatti rilevato, il metodo utilizzato, il transetto percorso ed il valore medio dei principali parametri climatici rilevati;

- La seconda ha considerato per ogni uscita, le cinque fasce orarie (4:00-4:59; 5:00-5:59; 6:00-6:59; 7:00-7:59; oltre le otto) in modo indipendente e ad ognuna di queste è stato quindi associato il numero di contatti con l'uno o l'altro metodo e il valore assunto dai diversi parametri meteo considerati. È evidente che adottando tale strategia i dati analizzabili sono aumentati di cinque volte.

5 RISULTATI E DISCUSSIONE

5.1 CONFRONTO DELLE METODOLOGIE ADOTTATE

5.1.1 ANALISI DEL METODO

Dal grafico 5.1 emerge come per entrambi gli anni di sperimentazione, il metodo del playback ha fornito più contatti.

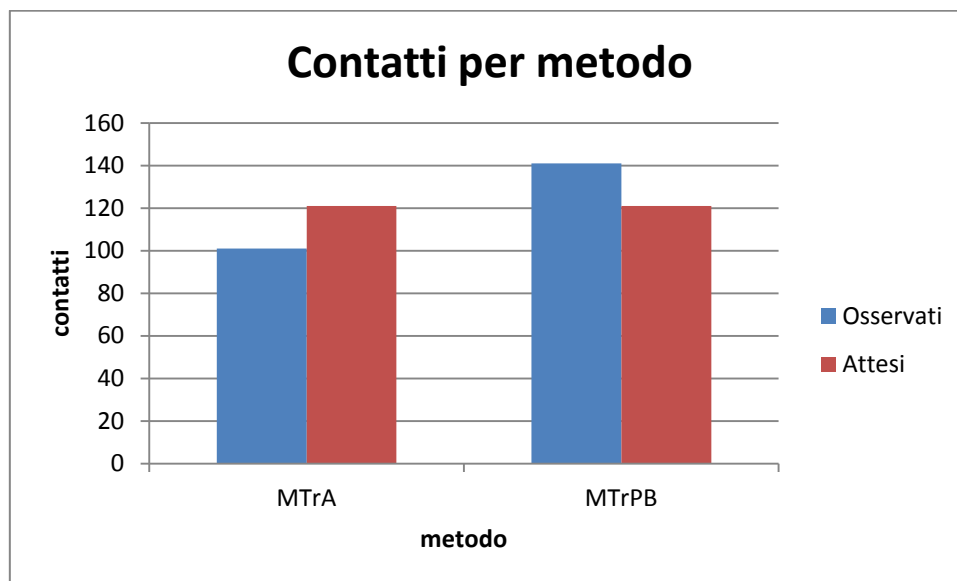


Fig. 5.1 Contatti totali (2011 + 2012) divisi per metodo.

Così ho proceduto all'analisi del chi-quadro tra la metodologia adottata e i contatti totali dei due anni.

CHI-QUADRO			
Contatti totali metodo 2011+2012			
	Oss	Att	Chi-q
MTrA	101	121	3.47314
MTrPB	141	121	3.142562
tot	242	242	6.615702
SIGNIFICATIVO			
G.D.L.	0.05		3.84
1	0.01		6.63

Tab. 5.1 Chi-quadro delle metodologie adottate per i due anni di studio.

Analizzando i contatti, per le due metodologie adottate, registrati nei due anni d'indagine, il test del chi-quadro (Tab. 5.1.) ci restituisce un risultato statisticamente significativo ($\chi^2_1 = 6.62$, $p < 0.05$) che ci porta a rifiutare l'ipotesi nulla H_0 : non c'è differenza tra il numero dei contatti per metodo adottato. Si può pertanto affermare che la metodologia di monitoraggio basata sulla stimolazione al canto dei maschi attraverso il playback ha portato nel corso dell'implementazione ad un numero di contatti significativamente maggiore rispetto al metodo del solo ascolto, confermando quanto emerso in seguito alla stessa analisi eseguita per il solo 2011 ($\chi^2_1 = 5.25$, $p < 0.05$).

Focalizzando a questo punto l'indagine sul confronto tra i contatti registrati attraverso l'implementazione dei due metodi per il solo 2012 (Fig. 5.2.), si riconferma un maggior numero di contatti registrati con l'uso del playback, tuttavia dall'analisi del chi-quadro, non si evidenzia alcuna relazione statisticamente significativa tra il numero di contatti e la metodologia utilizzata. (Tab. 5.2.)

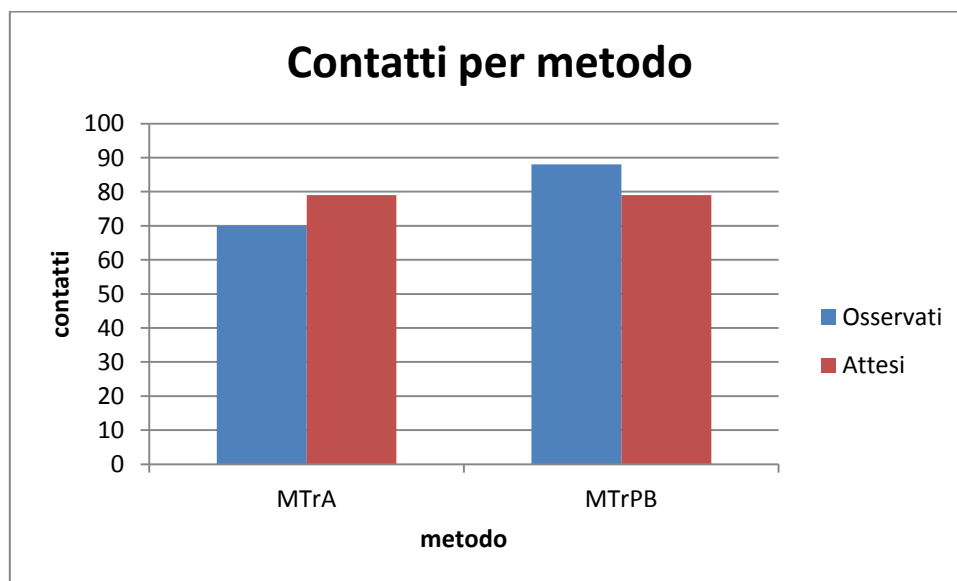


Fig. 5.2. Confronto del metodo del solo ascolto (MTrA) con quello dell'ascolto-richiamo (MTrPB) per il 2012.

CHI-quadro			
Contatti totali metodo			
Metodo	oss	att	Chi-q
MTrA	70	79	1.142405
MTrPB	88	79	0.914557
tot	158	158	2.056962
NON SIGNIFICATIVO			
G.D.L:	0.05		3.84
1	0.01		6.63

Tab. 5.2. Test del CHI-quadro per raffrontare le due metodologie utilizzate per il 2012.

Per cui siamo costretti ad accettare l'ipotesi nulla H_0 , cioè che: non esiste una differenza statisticamente significativa tra i contatti registrati con i due metodi.

5.1.2 ANALISI DEL PERIODO

Quello territoriale è un comportamento connesso al periodo riproduttivo ed è quindi presumibile che la contattabilità della specie diminuisca con il finire del periodo degli amori.

La variabile di riferimento utilizzata per l'analisi del periodo è la sessione. Considerando il differente numero di sessioni completate nei due anni di monitoraggio, non è stato possibile unire i dati 2011 e 2012 quindi l'analisi del chi-quadro, considera i dati in modo separato.

Per quanto riguarda il 2011 emerge che:

- il numero di contatti totali (MTrA+MTrPB) è influenzato dalla sessione e quindi dal periodo in modo molto significativo: $\chi^2_3 = 21.43$, $p < 0.01$;
- il numero di contatti avvenuti con l'uso del playback è influenzato dalla sessione e quindi dal periodo in modo molto significativo: $\chi^2_3 = 21.19$, $p < 0.01$;
- il numero di contatti avvenuti con il metodo del solo ascolto non è influenzato dalla sessione e quindi dal periodo di monitoraggio in modo statisticamente significativo: $\chi^2_3 = 2.93$, $p > 0.05$

Nel secondo anno di indagine sono state completate 9 sessioni di monitoraggio (Fig. 5.3). Dal grafico emerge chiaramente come anche durante l'implementazione delle ultime sessioni i maschi risultino ancora contattabili. Indicando un'attività canora che si protrae fino oltre la fase tipicamente territoriale (sessione 9, dal 05/07 al 11/07).

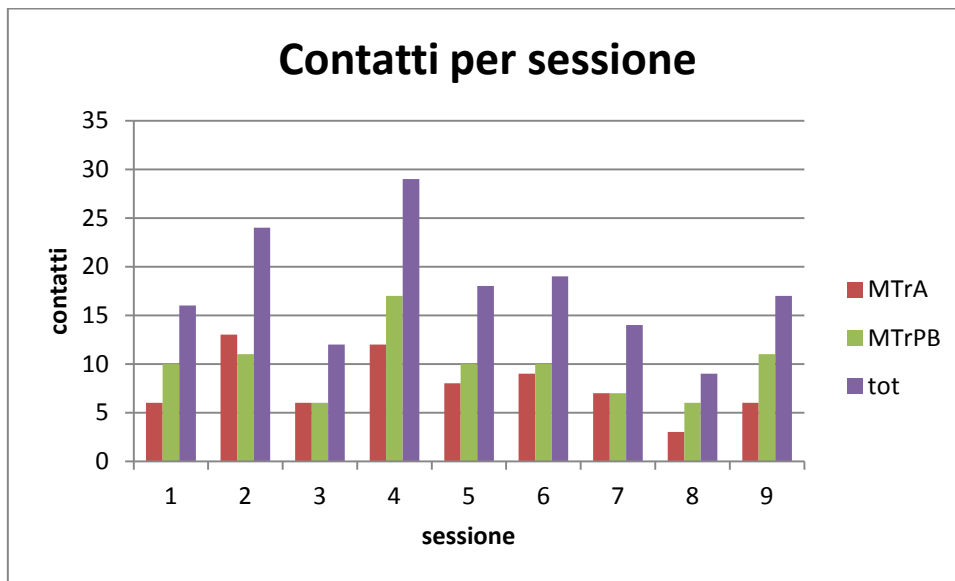


Fig. 5.3. Andamento dei contatti totali in funzione della sessione per il 2012.

Ad ogni modo, dal punto di vista statistico si è cercata una conferma dei risultati dell'anno precedente (Tab. 5.3 e 5.4.).

CHI-Q MTrA				CHI-Q MTrPB			
sessione	oss	att	Chi-q	sessione	oss	att	Chi-q
1	6	7.777778	0.406349	1	10	9.777778	0.005051
2	13	7.777778	3.506349	2	11	9.777778	0.152778
3	6	7.777778	0.406349	3	6	9.777778	1.459596
4	12	7.777778	2.292063	4	17	9.777778	5.334596
5	8	7.777778	0.006349	5	10	9.777778	0.005051
6	9	7.777778	0.192063	6	10	9.777778	0.005051
7	7	7.777778	0.077778	7	7	9.777778	0.789141
8	3	7.777778	2.934921	8	6	9.777778	1.459596
9	6	7.777778	0.406349	9	11	9.777778	0.152778
TOT	70	70	10.22857	TOT	88	88	9.363636
NON SIGNIFICATIVO				NON SIGNIFICATIVO			
G.D.L.		0.05	15.51	G.D.L.		0.05	15.51
	8	0.01	20.09		8	0.01	20.09

Tab. 5.3. Chi-quadro per le diverse sessioni e per i metodi implementati nel 2012.

CHI-Q			
MTrA + MTrPB			
sessione	oss	att	Chi-q
1	16	17.55556	0.137834
2	24	17.55556	2.365682
3	12	17.55556	1.758087
4	29	17.55556	7.460619
5	18	17.55556	0.011252
6	19	17.55556	0.118847
7	14	17.55556	0.720113
8	9	17.55556	4.16948
9	17	17.55556	0.017581
TOT	158	158	16.75949
SIGNIFICATIVO			
G.D.L.		0.05	15.51
	8	0.01	20.09

Tab. 5.4. Chi-quadro per le diverse sessioni ed i contatti totali (MTrA+MTrPB) nel 2012.

Analizzando i contatti registrati con le due metodologie separatamente (Tab. 5.3) il chi-quadro ci restituisce, un risultato statisticamente non significativo in entrambi i casi (MTrA $\chi^2_8 = 10.23$, $p > 0.05$ e MTrPB $\chi^2_8 = 9.36$, $p > 0.05$).

Al contrario il test del chi-quadro applicato ai contatti totali (MTrA+MTrPB) conferma il risultato delle analisi del 2011, evidenziando una relazione statisticamente significativa (Tab. 5.4) tra le sessioni ed il numero dei contatti totali (MTrA+MTrPB $\chi^2_8 = 16.76$, $p < 0.05$).

5.1.3 ANALISI DELL'ORARIO

Nella presente indagine i monitoraggi sono avvenuti orientativamente tra le 4:00 e le 8:00 del mattino, orario in cui l'attività canora dei maschi è massima. È lecito pensare che vi siano delle differenze nella contattabilità della specie in funzione dell'ora, pertanto i due metodi sono stati messi a confronto anche da questo punto di vista.

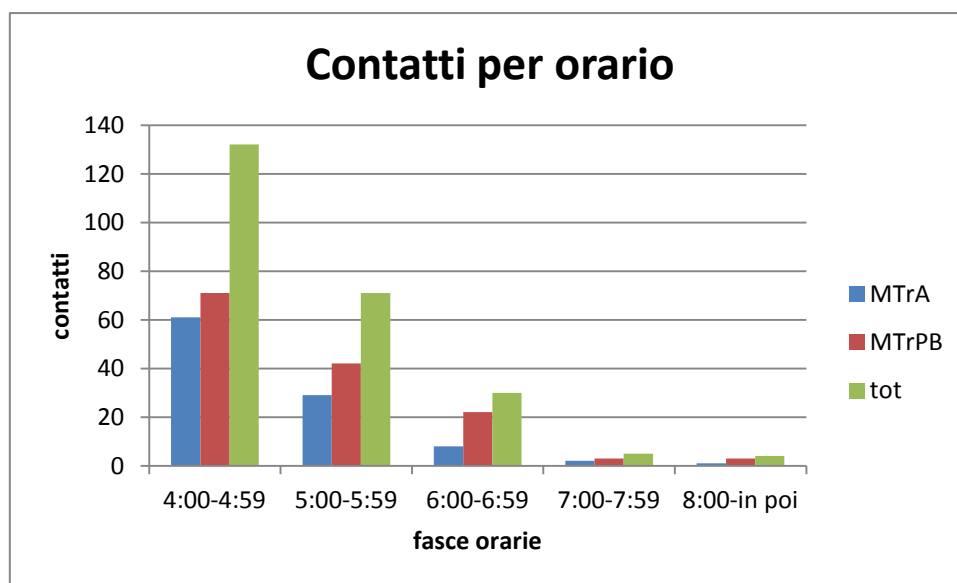


Fig. 5.4 Contatti totali dei due anni di studio (2011 + 2012) divisi per orario.

Attraverso l'analisi del chi-quadro dei dati 2011 e 2012 presi assieme, si è voluto prendere in esame le fasce orarie, arrivando a formulare l'ipotesi nulla H_0 : non esiste alcuna relazione tra le cinque fasce orarie del monitoraggio e i contatti registrati.

Contatti con solo ascolto (MTrA)			
Fascia oraria	Oss.	Att.	Chi-q
4:00-4:59	61	20.2	82.40792
5:00-5:59	29	20.2	3.833663
6:00-6:59	8	20.2	7.368317
7:00-7:59	2	20.2	16.39802
8:00-in poi	1	20.2	18.2495
TOTALE	101	101	128.2574
ALTAMENTE SIGNIFICATIVO			
G.D.L.	0.05		9.49
4	0.01		13.28

Contatti con playback (MTrPB)			
Fascia oraria	Oss.	Att.	Chi-q
4:00-4:59	71	28.2	64.95887
5:00-5:59	42	28.2	6.753191
6:00-6:59	22	28.2	1.363121
7:00-7:59	3	28.2	22.51915
8:00-in poi	3	28.2	22.51915
TOTALE	141	141	118.1135
ALTAMENTE SIGNIFICATIVO			
G.D.L.	0.05		9.49
4	0.01		13.28

Tab. 5.5. Chi-quadro dei contatti (divisi per metodo) dei due anni di studio 2011 e 2012 per fascia oraria.

Contatti totali (MTrA + MTrPB)			
Fascia oraria	Oss.	Att.	Chi-q
4:00-4:59	132	48.4	144.4
5:00-5:59	71	48.4	10.55289
6:00-6:59	30	48.4	6.995041
7:00-7:59	5	48.4	38.91653
8:00-in poi	4	48.4	40.73058
TOTALE	242	242	241.595
ALTAMENTE SIGNIFICATIVO			
G.D.L.	0.05		9.49
4	0.01		13.28

Tab. 5.6. Chi-quadro contatti totali (MTrA + MTrPB) dei due anni di studio per fascia oraria.

Tutti e tre i test del chi-quadro (MTrA, MTrPB e MTrA+MTrPB) hanno restituito un risultato altamente significativo, portandoci a rifiutare l'ipotesi nulla H_0 .

I risultati emersi nel 2011 sono in linea con quelli relativi al biennio, evidenziando un calo nel corso della mattinata. Il test conferma che il numero di contatti è significativamente influenzato dall'orario:

- contatti totali (MTrA+MTrPB): $\chi^2_4 = 53.33$, $p < 0.001$;
- contatti con playback (MTrPB): $\chi^2_4 = 25.77$, $p < 0.001$;
- contatti solo ascolto (MTrA): $\chi^2_4 = 33.03$, $p < 0.001$.

Focalizzando a questo punto l'attenzione sui dati 2012, il grafico (Fig. 5.5) ed i risultati delle analisi confermano quanto emerso in precedenza confermando una relazione altamente significativa tra il numero dei contatti e la fascia oraria.

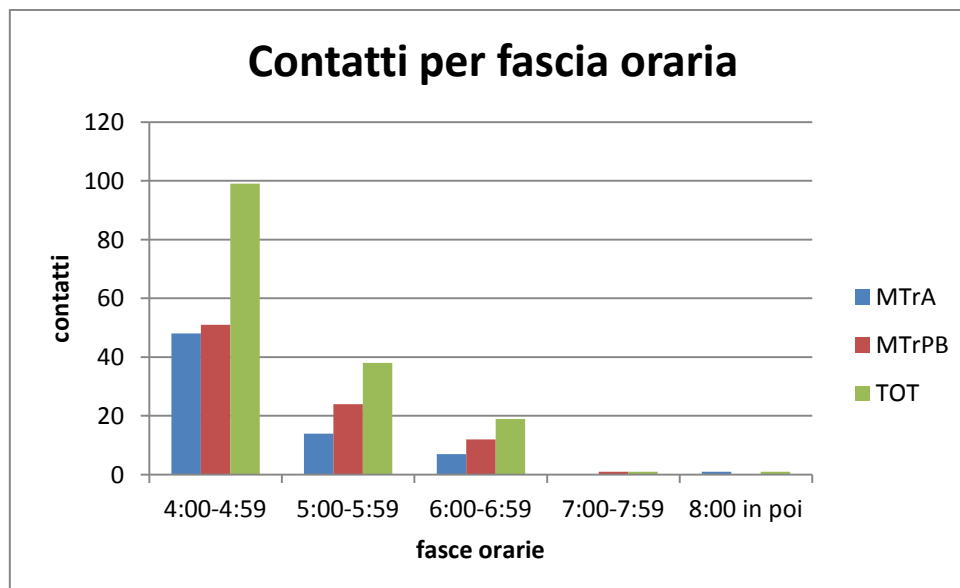


Fig. 5.5. Confronto dei due metodi di monitoraggio nelle cinque fasce orarie per il 2012.

Nello specifico:

- contatti totali (MTrA+MTrPB): $\chi^2_4 = 209.34$, $p < 0.01$;
- contatti solo ascolto (MTrA): $\chi^2_4 = 112.14$, $p < 0.01$;
- contatti con playback (MTrPB): $\chi^2_4 = 100.75$, $p < 0.01$.

Contatti con solo ascolto (MTrA)				Contatti con playback (MTrPB)			
Fascia oraria	Oss.	Att.	Chi-q	Fascia oraria	Oss.	Att.	Chi-q
4:00-4:59	48	14	82.57143	4:00-4:59	51	17.6	63.38409
5:00-5:59	14	14	0	5:00-5:59	24	17.6	2.327273
6:00-6:59	7	14	3.5	6:00-6:59	12	17.6	1.781818
7:00-7:59	0	14	14	7:00-7:59	1	17.6	15.65682
Oltre le 8:00	1	14	12.07143	Oltre le 8:00	0	17.6	17.6
TOTALE	70	70	112.1429	TOTALE	88	88	100.75
ALTAMENTE SIGNIFICATIVO				ALTAMENTE SIGNIFICATIVO			
G.D.L.	0.05		9.49	G.D.L.	0.05		9.49
4	0.01		13.28	4	0.01		13.28

Tab. 5.7. Chi-quadro contatti con MTrA e MTrPB per fasce orarie (2012).

Contatti totali (MTrA+MTrPB)			
Fascia oraria	Oss.	Att.	Chi-q
4:00-4:59	99	31.6	143.7582
5:00-5:59	38	31.6	1.296203
6:00-6:59	19	31.6	5.024051
7:00-7:59	1	31.6	29.63165
Oltre le 8:00	1	31.6	29.63165
TOTALE	158	158	209.3418
ALTAMENTE SIGNIFICATIVO			
G.D.L.	0.05		9.49
4	0.01		13.28

Tab. 5.8. Chi-quadro contatti per entrambi i metodi (MTrA + MTrPB) nel 2012.

Inoltre, per quanto riguarda i dati totali (2011 e 2012) ed i dati del solo 2011, nelle prime due ore di implementazione (dalle 4:00 alle 5:59) i due metodi non danno risultati significativamente differenti (2.61 $p > 0.05$; 1.23 $p > 0.05$). Al contrario, confrontando i contatti registrati tra le 4:00 e le 6:59 emerge come il metodo che prevede l'utilizzo del playback porta ad un numero significativamente

maggiore di contatti (5.88 $p < 0.05$; 4.21 $p < 0.05$), suggerendo che MTrPB possa estendere il tempo utile di monitoraggio (Tab. 5.9).

Tuttavia, le stesse analisi eseguite per il 2012 non confermano tale ipotesi (Tab. 5.9), evidenziando la necessità di continuare con i monitoraggi standardizzati con lo scopo di incrementare il numero di dati a disposizione. Inoltre non è possibile escludere che tale variabilità sia da attribuire ad un terzo fattore a noi sconosciuto o comunque non incluso nelle analisi.

MTrA vs. MTrPB			
	2011	2012	11+12
4:00-5:59	1.23 $p > 0.05$	1.24 $p > 0.05$	2.61 $p > 0.05$
4:00-6:59	4.21 $p < 0.05$	2.08 $p > 0.05$	5.88 $p < 0.05$
G.D.L.	0.05		3.84
1	0.05		6.63

Tab. 5.9. Chi-quadro tra le due fasce orarie per il 2011, 2012 ed entrambi gli anni. In giallo i valori chi chi-quadro significativi.

5.1.4 ANALISI DEL TRANSETTO

A differenza del 2011, nel corso del 2012 le due metodologie di monitoraggio sono state sperimentate contemporaneamente su due soli transetti (PG1 e PG3). Si è quindi reso utile verificare la paragonabilità, in termini di numero di contatti, dei due transetti attraverso un test del chi-quadro.

CHI-quadro MTrA + MTrPB			
	Oss.	Att.	Chi-q
PG1	106	104.5	0.009569
PG3	103	104.5	0.038278
TOT	209	209	0.047847
NON SIGNIFICATIVO			
G.D.L.	0.05		3.84
1	0.01		6.63

Tab. 5.10. Chi-quadro dei transetti per i due anni d'indagine 2011 e 2012.

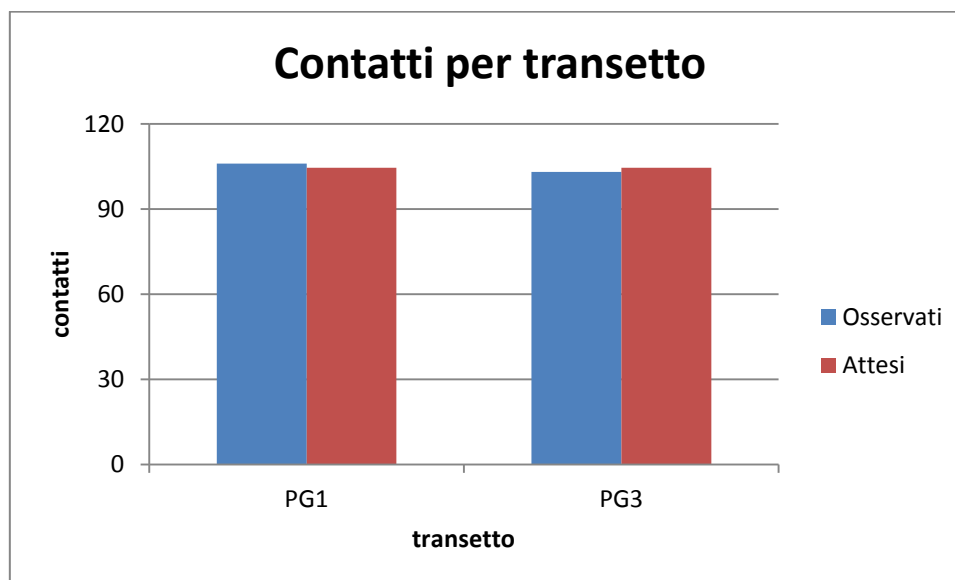


Fig. 5.6. Contatti totali (2011 e 2012) divisi per transetto.

L'analisi dei dati biennali (2011+2012) non ha evidenziato alcuna differenza statisticamente significativa tra i contatti fatti registrare nei transetti PG1 e PG3, ne considerando i contatti totali, ne considerando i contatti divisi per metodo (Tab. 5.10 e Fig. 5.6).

Tale risultato trova conferma anche nelle analisi eseguite separatamente per il 2011 e per il 2012 (Tab 5.11).

PG1 vs. PG3		
	2011	2012
MTrA	1.53 p<0.05	0.92 p<0.05
MTrPB	0.15 p<0.05	0.19 p<0.05
MTrA+MTrPB	0.98 p<0.05	0.10 p<0.05
G.D.L.	0.05	3.84
1	0.01	6.63

Tab. 5.11. Chi-quadro dei transetti per i contatti registrati con MTrA, MTrPB e MTrA+MTrPB nei due anni.

Il test per sua natura conferma quindi per ogni analisi (2011; 2012 e 2011+2012) che il numero di contatti non è dipendente dal transetto percorso, ma che eventuali differenze sono ascrivibili a fattori casuali. Pertanto si può assumere che i transetti sono tra loro paragonabili.

5.2 INFLUENZA DELLE CONDIZIONI METEO SULLE METODOLOGIE

I dati meteorologici a nostra disposizione sono stati rilevati sul Passo del Grostè, dal 1 marzo al 31 luglio. Prima di ricercare l'esistenza di eventuali correlazioni tra le condizioni meteo ed i contatti registrati durante la sperimentazione, è stata eseguita una analisi descrittiva di ciascun parametro. A tal proposito, preme segnalare che i dati forniti dal "Servizio Meteomont" non sono disponibili per i giorni tra il 07 e il 26 luglio, periodo coincidente con l'implementazione della 9° sessione di monitoraggio che di conseguenza è stata esclusa dalle analisi di correlazione.

Per ogni parametro considerato nella presente tesi è stato ricostruito l'andamento medio, calcolato per una fascia oraria sufficientemente ampia da comprendere l'orario di monitoraggio (0:00 – 9:59), da marzo a luglio (da Fig. 5.7 a Fig. 5.12).

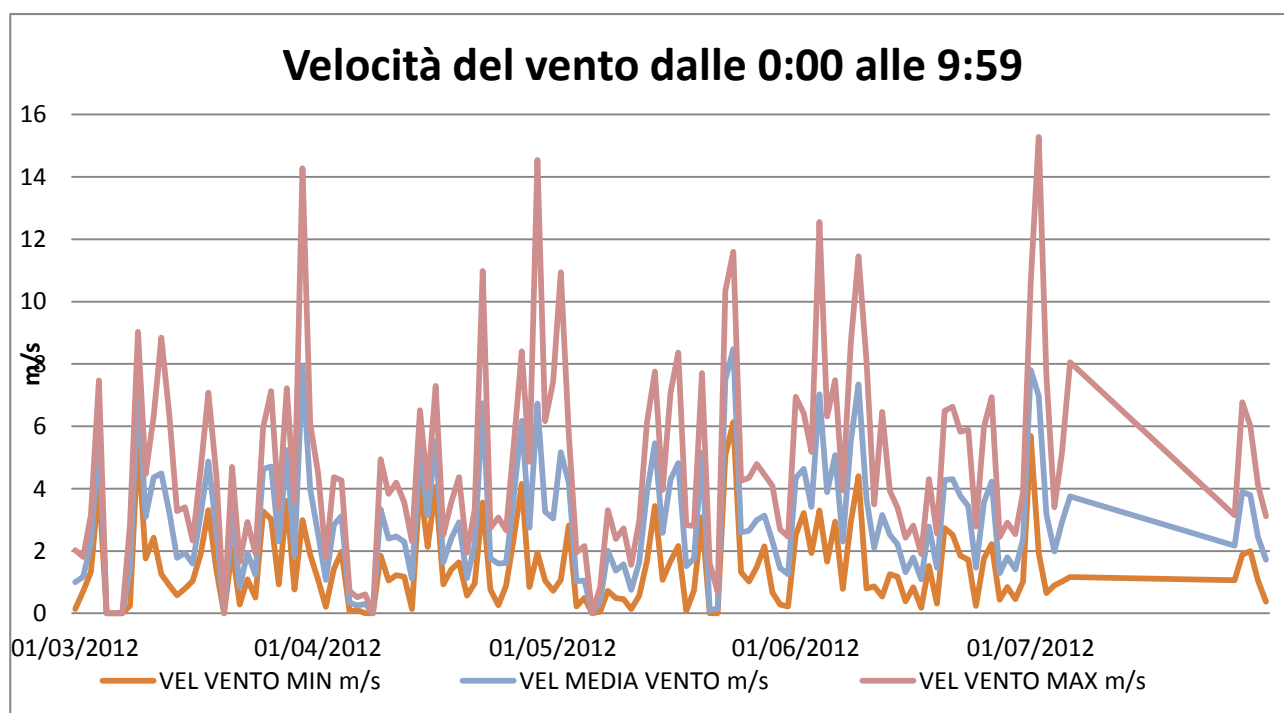


Fig. 5.7. Velocità del vento minima, media e massima misurata dal 1 marzo al 31 luglio.

Per quanto riguarda la velocità del vento (Fig. 5.7), sulla base dei risultati dell'analisi di correlazione tra i rispettivi valori minimi, medi e massimi (Tab. 5.12) è stato scelto di considerare nelle analisi successive solamente i valori medi.

			Vento min [m/s]	Vento max [m/s]
Spearman's rho	Vento med [m/s]	Coeff. di Correlazione	0.887	0.946
		p_value	<2.2e-16	<2.2e-16
Kendall's tau_b	Vento med [m/s]	Coeff. di Correlazione	0.898	0.95
		p_value	<2.2e-16	<2.2e-16

Tab. 5.12. Spearman e Kendall dei valori minimi, medi e massimi del vento.

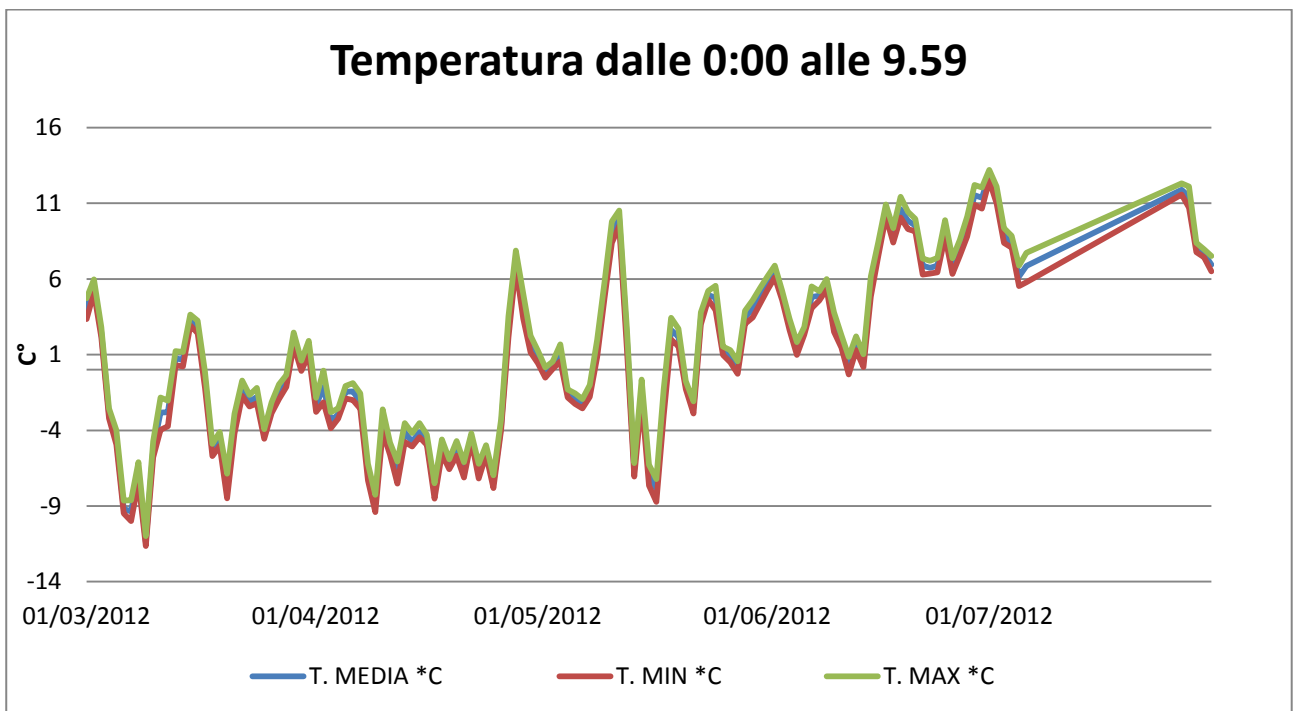


Fig. 5.8. Temperatura dal 1 marzo al 31 luglio.

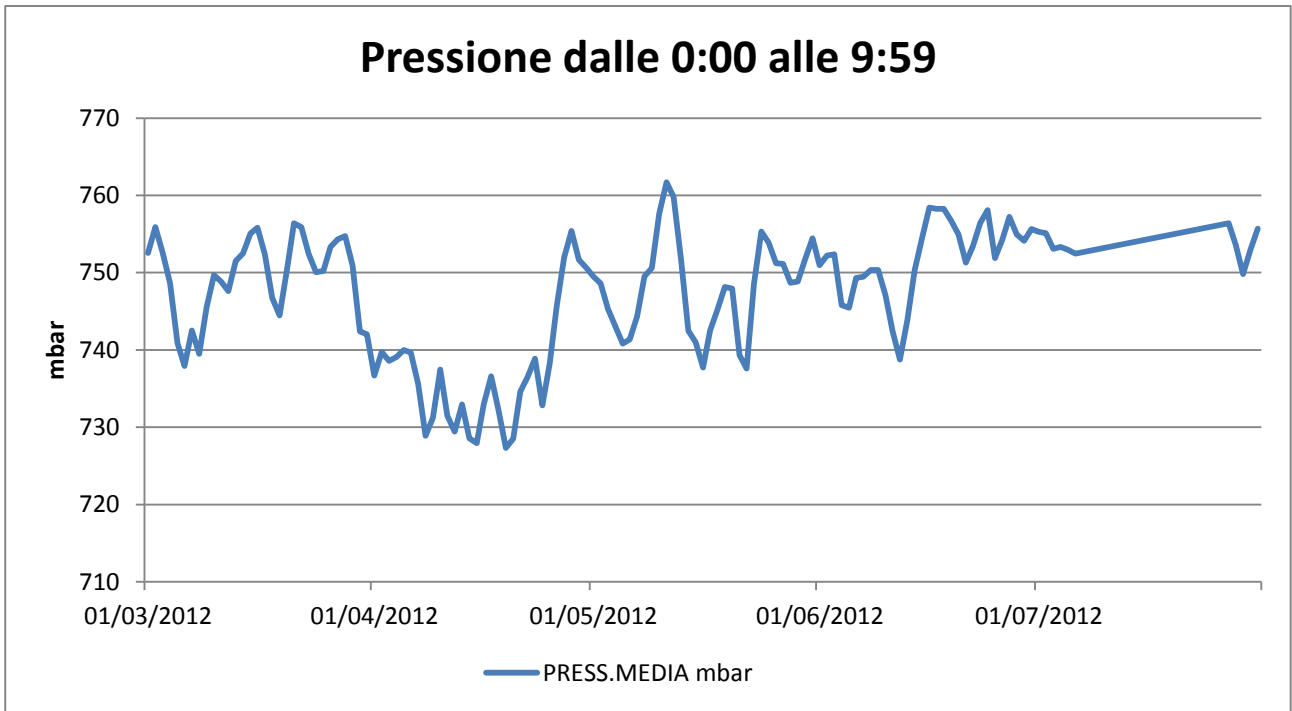


Fig. 5.9. Pressione atmosferica dal 1 marzo al 31 luglio.

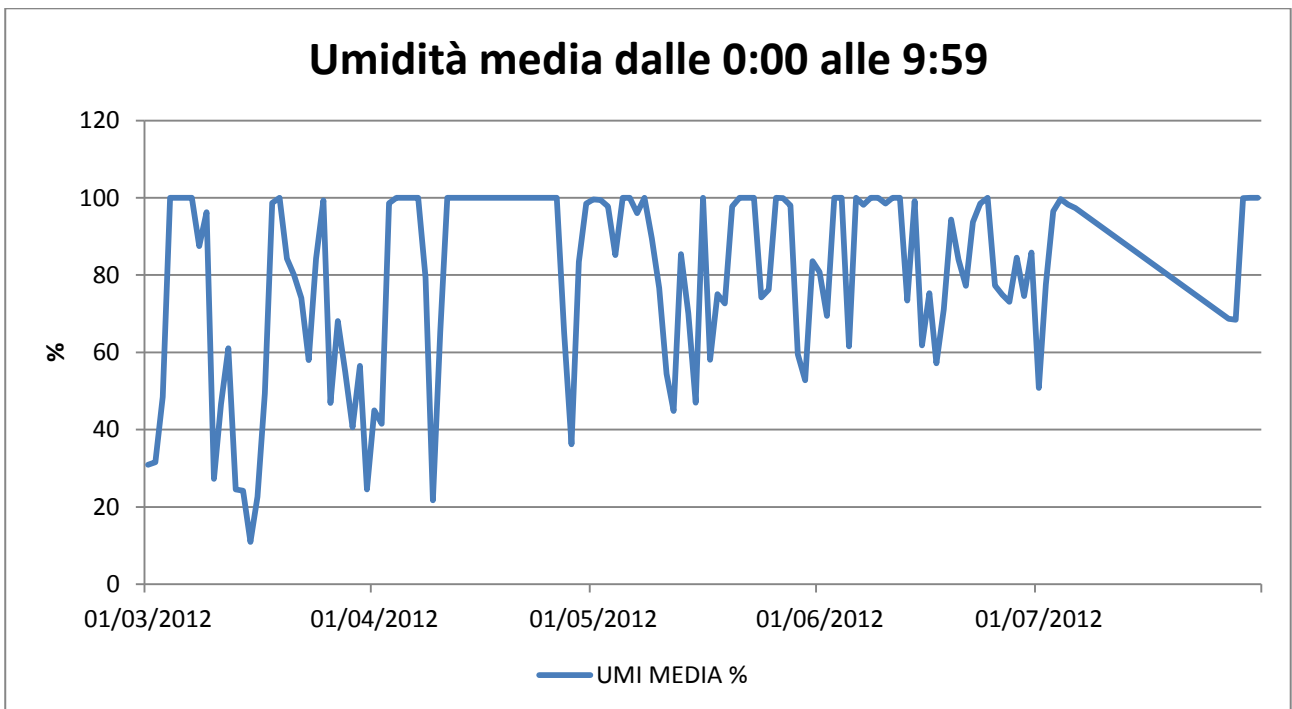


Fig. 5.10. Umidità media dal 1 marzo al 31 luglio.

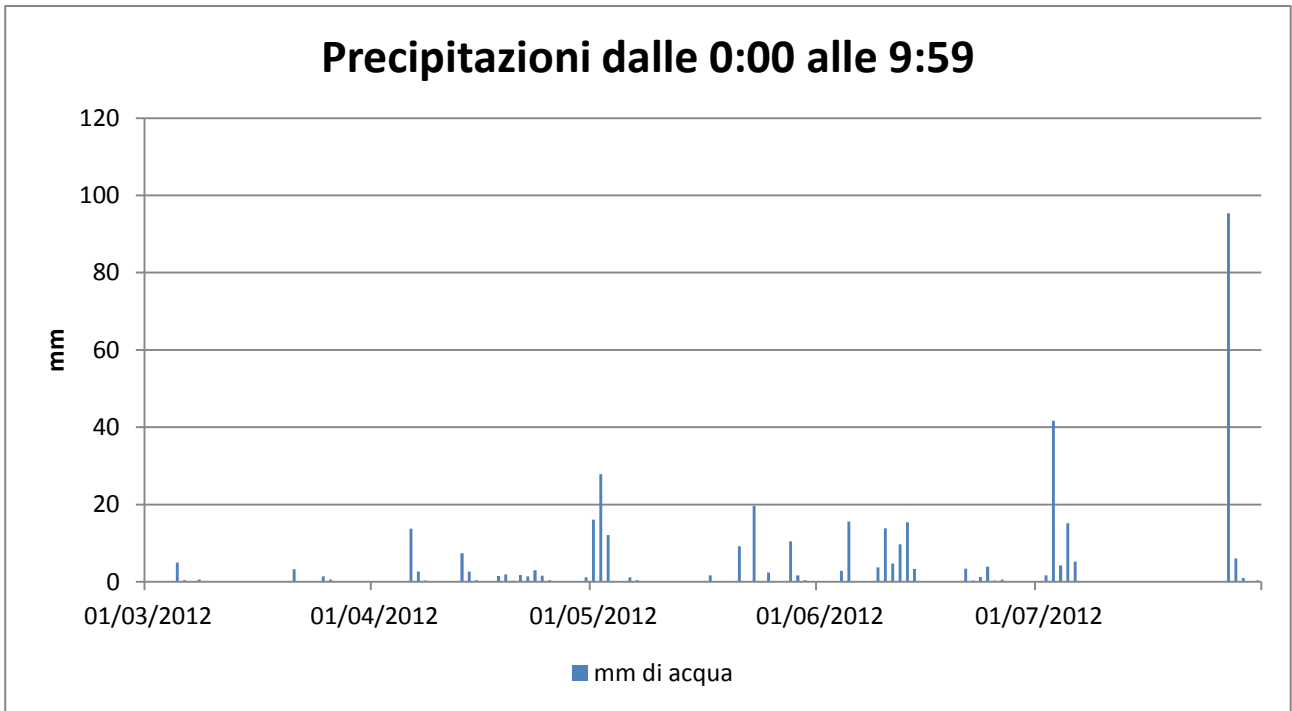


Fig. 5.11. Precipitazioni dal 1 marzo al 31 luglio.



Fig. 5.12. Variazione del manto nevoso dal 1 marzo al 31 luglio.

A questo punto è stato possibile individuare se e quale delle due metodologie sperimentate, sia meno influenzata dalle condizioni meteorologiche. Più nello specifico si è quindi ricercata una correlazione tra i contatti registrati e le diverse variabili meteo:

- velocità media del vento [m/s];
- temperatura media [°C];
- pressione atmosferica [mbar];
- umidità [%];
- altezza della neve [cm].

Seguendo la prima modalità di analisi (cfr. pagina 56) ad ogni uscita su campo, è stato associato il numero di contatti rilevato con ciascun metodo e la media di ogni variabile meteo calcolata per due fasce orarie differenti: tra le 4:00 e le 7:59 e tra le 0:00 e le 7:59 (Tabb. 5.13 e 5.14).

Spearman's rho		T. Med				
		Vento [m/s]	[°C]	Press. [mbar]	Umi. [%]	Alt neve [cm]
MTrA	Coeff. di Correlazione	-0.506	-0.229	-0.212	-0.41	0.083
	p_value	0.006	0.24	0.279	0.03	0.673
MTrPB	Coeff. di Correlazione	-0.276	-0.431	-0.251	-0.174	0.224
	p_value	0.155	0.022	0.198	0.376	0.025
Kandall's tau_b						
MTrA	Coeff. di Correlazione	-0.38	-0.176	-0.147	-0.268	0.069
	p_value	0.007	0.213	0.296	0.059	0.629
MTrPB	Coeff. di Correlazione	-0.19	-0.311	-0.174	-0.113	0.293
	p_value	0.17	0.025	0.21	0.414	0.036

Tab. 5.13. Test di Spearman e Kendall sulle metodologie adottate per le variabili meteo dalle 4:00 alle 7:59.

Spearman's rho		Vento [m/s]	T. Med [°C]	Press. [mbar]	Umi. [%]	Alt neve [cm]
MTrA	Coeff. di Correlazione	-0.162	-0.2	-0.091	-0.061	0.171
	p_value	0.094	0.038	0.351	0.528	0.077
MTrPB	Coeff. di Correlazione	-0.119	-0.303	-0.148	-0.001	0.228
	p_value	0.219	0.001	0.126	0.989	0.017
Kendall's tau_b						
MTrA	Coeff. di Correlazione	-0.094	-0.152	-0.1	-0.092	0.049
	p_value	0.331	0.116	0.304	0.342	0.612
MTrPB	Coeff. di Correlazione	-0.125	-0.242	-0.152	0.02	0.179
	p_value	0.198	0.012	0.117	0.837	0.064

Tab. 5.14. Test di Spearman e Kendall sulle metodologie adottate per le variabili meteo dalle 0:00 alle 7:59.

Osservando le tabelle 5.13 e 5.14 si evidenziano dei rapporti di correlazione statisticamente significativi (in giallo) tra i contatti ed alcuni dei parametri meteorologici considerati.

Tuttavia, il fatto che temperatura media, umidità ed altezza della neve siano correlate con il numero di contatti, è giustificato dal fatto che sono tutte variabili dipendenti da un terzo fattore indipendente: il progredire della stagione.

Per le finalità della presente tesi il risultato più interessante è quello relativo alla correlazione tra i contatti e la velocità del vento (indipendente dal progredire della stagione). Più nel dettaglio in tabella 5.13 emerge come il metodo che non prevede l'utilizzo del playback (MTrA), risulti più influenzato dal vento (-0.506 p=0.006) rispetto a MTrPB (-0.276 p=0.155). Ciò detto per approfondire tale aspetto è stato associato ad ogni fascia oraria il numero dei contatti rilevati con ciascuna metodologia e il valore assunto dal vento nella fascia oraria stessa (cfr. pagina 57). È stato quindi eseguito il test di Spearman e Kendall (Tab. 5.15) per ciascuna delle seguenti fasce orarie:

- dalle 4:00 alle 5:59; con una percentuale dei contatti totali del 84%;
- dalle 4:00 alle 6:59; con una percentuale dei contatti totali del 96%;
- dalle 4:00 alle 7:59; con una percentuale dei contatti totali del 98%;
- dalle 4:00 alle 8:59; con una percentuale dei contatti totali del 100%;

Velocità del vento [m/s] per le 4 fasce orarie					
Spearman's rho		4:00-5:59	4:00-6:59	4:00-7:59	4:00-8:59
MTrA	Coefficiente di correlazione	-0.276	-0.214	-0.162	-0.154
	p value	0.043	0.055	0.094	0.075
MTrPB	Coefficiente di correlazione	-0.248	-0.149	-0.099	-0.114
	p value	0.071	0.185	0.31	0.19
Kendall's tau_b					
MTrA	Coefficiente di correlazione	-0.218	-0.168	-0.129	-0.123
	p value	0.033	0.047	0.081	0.067
MTrPB	Coefficiente di correlazione	-0.181	-0.109	-0.073	-0.086
	p value	0.073	0.189	0.316	0.193

Tab. 5.15. Test di Spearman e Kendall tra i contatti e la velocità del vento nelle quattro fasce orarie.

Anche in questo caso, si evidenzia una correlazione negativa statisticamente significativa tra MTrA e la velocità del vento, con particolare riferimento ai contatti rilevati tra le 4:00 e le 5:59.

6 CONCLUSIONI

Nel 2012 l'attività di campo è stata completata in 9 sessioni realizzate tra il 4 maggio e l'11 luglio ed ha visto il monitoraggio dei transetti in un totale di 72 giornate/uomo. In tale frangente temporale sono stati registrati 158 contatti totali, dei quali 70 attraverso l'implementazione del MTrA e 88 attraverso MTrPB (Tab. 4.2 e Fig. 4.3). Di questi 137 sono stati di tipo acustico, 9 di tipo visivo e 12 di tipo sia visivo che acustico.

A fronte di 116 giornate/uomo e 242 contatti complessivi dei due anni di studio, i dati in nostro possesso, anche se abbastanza consistenti, non ci permettono di dare una risposta certa a tutte le ipotesi sollevate. Anzi, la presente indagine ha mosso le ipotesi e creato le basi per studi più approfonditi e mirati.

Il risultato di alcune analisi condotte sulla totalità dei dati raccolti nel biennio è stato parzialmente smentito su base annuale denunciando una certa variabilità che dopo due soli anni di monitoraggio non è possibile attribuire o meno al caso.

Nonostante questo, l'elaborazione dei dati ha portato ad alcuni risultati interessanti:

- l'analisi del metodo basata sul chi-quadro dei contatti totali (2011+2012) è statisticamente significativa, così come nel 2011 per il solo metodo del playback (MTrPB). Contrariamente a quanto si pensava, per il 2012 non si è trovato nessun risultato statisticamente significativo per il metodo;
- invece, per i due anni presi separatamente, solo nel 2011 l'utilizzo del playback ha fornito più contatti rispetto al MTrA dando un risultato statisticamente significativo; contrariamente il chi-quadro dei contatti totali del 2012 non ha riscontrato alcuna significatività;
- attraverso l'analisi dell'orario per i due anni di studio congiunti è emerso, da un risultato statisticamente altamente significativo, che esiste una relazione tra le fasce orarie e i contatti registrati. Risultato rafforzato dai risultati statistici altamente significativi anche per i due anni analizzati distintamente;
- la fascia oraria dalle 4:00 alle 5:59 sembra essere quella dove si registrano più contatti e dove i test del chi-quadro sono significativi. Risultato che pare smentito dall'analisi per il 2012 dove risulta che la stessa fascia oraria sopra citata è statisticamente non significativa;
- nessuna delle analisi del chi-quadro per il transetto restituisce risultati statisticamente significativi, per cui si può affermare che i due metodi sono tra loro paragonabili in termini di efficacia;
- il vento, sembra essere la variabile che più di tutte influisce sull'attività canora della pernice bianca e quindi sui contatti. Sicuramente, tra le variabili indagate è quella che più di tutte è

sganciata dalla stagione. Proprio nella fascia oraria dalle 4:00 alle 5:59 i contatti sono correlati negativamente alla velocità media del vento;

- molto probabilmente, questa diminuzione dei contatti va ricercata nel fatto che in presenza di vento la pernice bianca non canta e non tanto in un limite degli operatori nel contattarla ed udirla. Questo trova significato nel fatto che, probabilmente se il vento tirasse forte e tutto in un'unica direzione, le energie e quindi lo sforzo che i maschi di pernice bianca impiegherebbero nella propria attività di canto verrebbero vanificati perché non potrebbero coprire sonoramente l'intero territorio, traducendosi in uno spreco di energie;
- la metodologia del playback (MTrPB) sembrerebbe, in parte smussare questo effetto e quindi far registrare qualche contatto in più rispetto al solo ascolto (MTrA).

Con i risultati ottenuti finora, è difficile dire quale sia la metodologia più efficiente. Sicuramente un proseguimento standardizzato per più anni consecutivi, anche in aree campione differenti fornirebbe risultati più robusti ed affidabili oltre ad aumentare le conoscenze sulla specie e trovare risposte alle ipotesi sollevate. Naturalmente manca la possibilità di un confronto con metodologie di precisione ed accuratezza certa.

Eventuali metodi, che potrebbero dare riscontri più precisi ed accurati, sono il CMR (cattura, marcatura, ricattura) e il radiotracking, realizzati grazie alle catture effettuate attraverso l'utilizzo di reti da lancio o montate su pali e le nasse. Naturalmente azioni di questo genere comportano una certa manipolazione degli individui, portandoli a situazioni di stress o in caso estremo alla morte.

Altre tecniche più innovative potrebbero essere valide, come la bio-acustica, se fosse possibile discriminare ogni singola pernice bianca in base alla vocalizzazione.

Ad ogni modo cambiare metodologia solleva problematiche relative all'interpretabilità delle serie storiche oltre a svuotare di significato i precedenti lavori.

In estrema sintesi, l'esito del presente studio è il seguente:

- i metodi MTrA ed MTrPB anche se portano a risultati in linea a quelli del MPF, sembrano essere quelli di più facile implementazione, in quanto più semplici da organizzare, meno dispendiosi e più sicuri per il personale, che lavora sempre in coppia;
- Pur evidenziando un maggior numero di contatti con MTrPB, intuendo che sia dovuto ad una minore dipendenza di questo metodo dalle condizioni meteo, non potendo ambire a censimenti esaustivi e considerando la maggiore complessità di MTrPB e la variabilità dovuta alla qualità del canto pre-registrato e dei diffusori audio, pare opportuno per il momento preferire il metodo per il solo ascolto MTrA.

7 RINGRAZIAMENTI

Per la riuscita di questa Tesi di Laurea devo ringraziare la mia **famiglia** che mi ha dato la possibilità e i mezzi per riuscirci.

Elisa Lucchi che mi ha sempre incoraggiato, aspettando pazientemente il momento che ritornassi a casa.

Il Prof. **Stefano Tommasini**, professore del corso di zoologia sistematica, nonché mio relatore.

I mie due correlatori dott. **Andrea Mustoni** e il dott. **Marco Armanini**, oltre al resto del Gruppo di Ricerca e Conservazione dell'Orso bruno dell'ufficio fauna del Parco: dott. **Filippo Zibordi** e dott.sa **Maria Cavedon**. Gruppo che mi ha insegnato tantissimo e con cui ho passato tanti bei momenti ed altrettante belle albe sui transetti.

Un grazie va anche al personale guardiaparco, specialmente a **Michele Zeni**, dott.sa **Giuliana Pincelli** e **Marzia Pin** che mi hanno fatto esplorare e conoscere un Parco stupendo e mi hanno portato per grattatoi e fototrappole.

Franco Rossi che mi ha seguito ed aiutato nel mondo della chimica organica.

Mattia dall'Ara, un vero amico, presente sempre anche quando c'è bisogno di un consiglio.

E infine la **pernice bianca**, che mi ha regalato emozioni ogni volta che decideva di mostrarsi.

A tutti voi va il mio più sincero grazie

8 BIBLIOGRAFIA

Barbieri F., Caldonazzi M., Pedrini P. & Zanghellini S., 1994. Gli anfibi ed i rettili del Parco Adamello-Brenta. Riconoscimento, distribuzione, habitat, abitudini.

BirdLife International, 2009 – *Lagopus muta*. In: The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.2. <www.iucnredlist.org>. Downloaded on 05 November 2014

Bisi F., D'Acuto D., De Franceschi C., Gagliardi A., Masseroni E., Storaci S., Visaggi B., Martinoli A. & Tosi G., 2012. Progetto n. 88 Galliformi Alpini. I galliformi alpini sulle alpi occidentali come indicatori ambientali. Monitoraggio, conservazione e gestione delle specie. Cattura e marcatura di individui di pernice bianca in aree protette e venabili.

Bocca M. & Maffei G. (red.) 1997. *Gli Uccelli della Valle d'Aosta. Indagine bibliografica e dati inediti*. Regione Autonoma della Valle d'Aosta, 307 pagg. In: Spagnesi M., L. Serra (a cura di), 2004 – *Uccelli d'Italia*. Quad. Cons. Natura, 21, Min. Ambiente – Ist. Naz. Fauna Selvatica. 80-81

Bocca M., 1990. La coturnice *Alectoris graeca* e la pernice bianca, *Lagopus mutus* in valle d'Aosta. Ass. Agr. For. E Amb. Nat V. Aosta

Bossert A., 1980. Winterökologie del Alpenschneehuhn (*Lagopus mutus* Montin) im Aletschgebiet, sweizer alpen. Ornith. Beob. 77: 121-172

Brenot, J-F., Ellison, L., Rotelli, L., Novoa, C., Calenge, C., Léonard, P. & Ménoni, E. 2005: Geographic variation in body mass of rock ptarmigan *Lagopus mutus* in the Alps and the Pyrenees. – Wildl. Biol. 11:281-285.

Brichetti P. & Fracasso G., 2003. Ornitologia Italiana vol.2 – Tetraonidae – Scolopacidae. Perdisa Edizioni

Brugnoli A., Furlani L., Tonolli G. & Bottazzo M., 2012 sulla presenza invernale della pernice bianca (*lagopus muta helvetica* montin, 1776) sul Monte Baldo (Trentino, Italia settentrionale).

In: Annali del Museo Civico di Rovereto, Sezione: Archeologia. Storia. Scienze Naturali. Vol. 27 (2011). 297-314. Edizioni Osiride.

Buscaini G. & Castiglioni E., 1977. Dolomiti di Brenta. Club Alpino Italiano e Touring club Italiano. pag:24-32.

Caldonazzi M., Pedrini P., Zanghellini S. & Barbieri F., 1994. Gli uccelli del Parco Adamello-Brenta. Parco documenti.

Cattadori I.M., & Hudson P.J., 2000. Are grouse populations end of their range? – Wildl. Biol. 6: 213-218.

Comitato Glaciologico Trentino, C.A.I. & S.A.T. , 2006 www.sat.tn.it

Cramp S., Simmons K.E.L., 1980. Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa – Hawks to Bustards. Oxford University Press, Oxford London N.York. 2: 694

De Franceschi P.F., 1996. I tetraonidi della Foresta di Tarvisio. CIERRE edizioni pp.46-51

De Franceschi P., 1992. Pernice bianca. In Brichetti P., De Franceschi P. & Baccetti N. (eds.), Fauna d'Italia. Uccelli. I. Calderini, Bologna, pp.708-721

De Franceschi P.F., 1995. La Pernice bianca – *Lagopus mutus* Montin – in Val Breguzzo (Parco Naturale Adamello-Brenta).

del Hoyo, J., Elliot, A. and Sargatal, J. (eds.). 1994. Handbook of the birds of the world. Vol. 2. Lynx Ediciones, Barcelona, Spain. In: I. Storch (2007). *Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2006-2010*. Gland, Switzerland. IUCN and Fordingbridge, UK: World Pheasant Association, 35.

Favaron M., Scherini G.C., Preatoni D., Tosi G., Wauters L.A., 2006: Spacing behaviour and habitat use of rock ptarmigan (*Lagopus mutus*) at low density in the Italian Alps. J Ornithol 147(4):618-628

Figuerola I., B.C. Lopez, A. Lopez & Potrony D., 2009. What happens to ptarmigan when marmots arrive? – *Ethology Ecology & Evolution* 21: 251-260.

Flint V. E., 1995. Numbers of grouse and their conservation in Russia. Pp. 173 in: Jenkins D. (ed.). *Proceedings International Symposium on Grouse 6*, Udine, Italy, 1993. World Pheasant Association, Reading, UK. In: I. Storch (2007). *Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2006-2010*. Gland, Switzerland. IUCN and Fordingbridge, UK: World Pheasant Association

Fowler J. & Choen L., 2010. *Statistica per Ornitologi e Naturalisti*. Franco Muzzio editore

Gagliardi A. & Tosi G., 2012. Applicazione delle tecniche di monitoraggio a specie e gruppi di specie. In: Gagliardi A., Tosi G. (a cura di). *Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento*. Regione Lombardia, Università degli studi dell'Insubria, Istituto Oikos. ISBN 978-88-97594-05-5

Geroudet P., 1978. *Gran echassiers, gallinaces, rales d'Europe*. Dalachaux et Niestlè, Neuchatel.

Groff C., Bragalanti N., Rizzoli R., Zanghellini P. (a cura di), 2014. *Rapporto Orso 2013 del Servizio Foreste e fauna della Provincia Autonoma di Trento*.

Gustin M., Vettorazzo E., Cassol M., De Faveri A., Tormen G., Zenatello M., (eds.) 2011. *Atlante degli uccelli nidificanti nel Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi*. Collana Rapporti n.8, pp.272

Holder, K. & Montgomerie, R., 1993. Rock ptarmigan. *The birds of North America*, No. 51. The birds of North America, Inc. Philadelphia, PA. In: I. Storch (2007). *Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2006-2010*. Gland, Switzerland. IUCN and Fordingbridge, UK: World Pheasant Association, 35.

Johnsgard P.A., 1983. *The Grouse of the world*. Croom Helm, London.

Macdonald S.D., 1970. The breeding behavior of the rock ptarmigan. *Living Bird*. 9: 195-238.

- Marti C. & Bossert A., 1985. Beobachtungen zur Sommeraktivität und Brutbiologie des Alpenschneehuhns *Lagopus mutus* im Aletschgebiet (Wallis). Orn. Beob., 82: 153-168.
- Martinet M., Caprio E., Rolando A. (2007-2008). Galliformi e ungulati dei SIC e ZPS del Monte Bianco: aspetti faunistico-gestionali. pp. 279-292
- Mattedi S. M. & Borgo A., 30 giugno 2012. Relazione tecnica per l'Ente Parco Naturale Dolomiti Friulane sul Monitoraggio dei Tetraonidi (2011-2012) nei SIC Dolomiti Friulane.
- McLeod A. I., 2014. Kendall rank correlation and Mann-Kendall trend test
- Molinari D., 1986. "Note". Allegate alla traduzione del testo di M. Couturier "Le Lagopède ou Tetras des nieges". Dattiloscritto. pp: 69.
- Mustoni A., Chirichella R., Chiozzini S., Zibordi F., 2010. Ufficio faunistico del Parco Naturale Adamello – Brenta. Progetto Galliformi. Relazione finale.
- Mustoni A., Pedrotti L., Zanon E. & Tosi G., 2002. Ungulati delle Alpi. Biologia – riconoscimento – gestione. *Ed.Nitida Immagine. Cles*.
- Nopp-Mayr U., Zohmann M. 2008: Spring densities and calling activities of Rock Ptarmigan (*Lagopus muta helvetica*) in the Austrian Alps. *J Ornithol* (2008) 149:135-139.
- Novoa C., Besnard A., Brenot J-F. & Ellison L. 2007: Effect of weather on the reproductive rate of Rock Ptarmigan *Lagopus muta* in the eastern Pyrenees.
- PAT. Provincia Autonoma di Trento, 2003. Piano Faunistico Provinciale. Assessorato all'Agricoltura e alla Montagna. Servizio Faunistico.
- Pedrini P., Caldonazzi M. & Zanghellini S. (a cura di), 2005- Atlante degli uccelli nidificanti e svernanti in provincia di Trento. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento. *Studi Trentini di Scienze Naturali, Acta Biologica*, 80 (2003), suppl.2:692 pp. P.69

Perazza G. & Decarli Perazza M., 2005 – Cartografia delle orchidee tridentine (COT): mappatura delle orchidee spontanee in Provincia di Trento (Italia settentrionale), aggiornamento generale – *Annali Museo Civico di Rovereto*, 20/2004. In: Festi F. & Prosser F., 2008. Flora del Parco Naturale Adamello Brenta. Collana Documenti del Parco n.17. museo civico di Rovereto, edizioni osiride. pp.60

Potapov, R. L. and Flint, V. E., 1989. Handbuch der Vögel der Sowjetunion. Band 4 Galliformes, Gruiformes.. Ziemsen Verlag Wittenberg Lutherstadt, Germany. 427 pp (ISBN 3-7403-0027-2). In: I. Storch (2007). *Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2006-2010*. Gland, Switzerland. IUCN and Fordingbridge, UK: World Pheasant Association, 35.

Provincia Autonoma di Trento, Servizio Foreste e fauna - Ufficio Faunistico.

Relazione attività 2011 del Gruppo di Ricerca e Conservazione dell'Orso Bruno del Parco.

Relazione attività 2012 del Gruppo di Ricerca e Conservazione dell'Orso Bruno del Parco.

Relazione attività 2013 del Gruppo di Ricerca e Conservazione dell'Orso Bruno del Parco.

Rotelli L. & Zbinden N., 1991. Rapporto sui risultati dei censimenti estivi delle covate di fagiano di monte in Canton Ticino – agosto/settembre 1991.

Rotelli L., 2006. Fattori limitanti e cause di declino dei galliformi alpine in Italia: implicazioni gestionali e di conservazione. Atti del convegno I Galliformi Alpini. Esperienze europee di conservazione e gestione. Martedì 28 novembre 2006. Osservatorio regionale della fauna selvatica.

Scherini G. C. & Tosi G., 2003. La pernice bianca in Lombardia biologia e gestione faunistico-venatoria. Università degli studi dell'Insubria, Istituto Oikos, Regione Lombardia-Servizio Faunistico.

Scherini G. C., 1978. In: Corso di Qualificazione ed Aggiornamento per agenti di Vigilanza sulla Caccia e sulla Pesca. Amministrazione Provinciale di Sondrio.

Scherini G. C., 2001. I Galliformi Alpini nel settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio.

Scherini G. C., I tetraonidi, dattiloscritto

Scherini G. C., La Pernice bianca. Sondrio Caccia, Aprile 1988, Anno IV.

Scherini G.C., Piccinini S. & Tosi G., (dattiloscritto inedito). Programma di ricerca per la gestione faunistica della Pernice bianca e delle specie alpine correlabili. (Lepre bianca – Gallo forcello - Coturnice). Relazione attività 1992-1993. Dipartimento di Biologia dell'Università di Milano (gennaio 1994). In: De Franceschi P.F., 1995. La Pernice bianca – *Lagopus mutus* Montin – in Val Breguzzo (Parco Naturale Adamello-Brenta).

Soliani L., 2003. Manuale di statistica per la ricerca e la professione. Statistica uni variata e bivariata parametrica e non-parametrica nelle discipline ambientali e biologiche.

Storch I. 2007b. *Grouse: Status Survey and Conservation Action Plan 2006-2010*. Gland, Switzerland. IUCN and Fordingbridge, UK: World Pheasant Association. 114pp

Storch I., 2007a. Conservation status of grouse worldwide: an update. – *Wildl. Biol.* 13 (Suppl.1), 5-12

Tosi G. *et al.*, 2010. Monitoraggio standardizzato delle popolazioni di Galliformi alpine in aree campione della Regione Lombardia: relazione sulle attività svolte.

Volcan G., 2013. Lo sciacallo dorato. Una nuova specie per il Parco. In: Adamello Brenta Parco – semestrale del Parco Adamello Brenta – Anno 17 n. 2 – Dicembre 2013

Watson A., 1965. A population study of ptarmigan (*Lagopus mutus*) in Scotland. *Journal of Animal Ecology* 34:135 –172

Watson A., 1972. The behaviour of the ptarmigan. *British Birds* 65: 6-26; 93-117.

Zohmann M., Wöss M., 2008: Spring density and summer habitat use of alpine rock ptarmigan *Lagopus muta helvetica* in the southeastern Alps. *Eur J Wildl Res* (2008) 54:379-383.

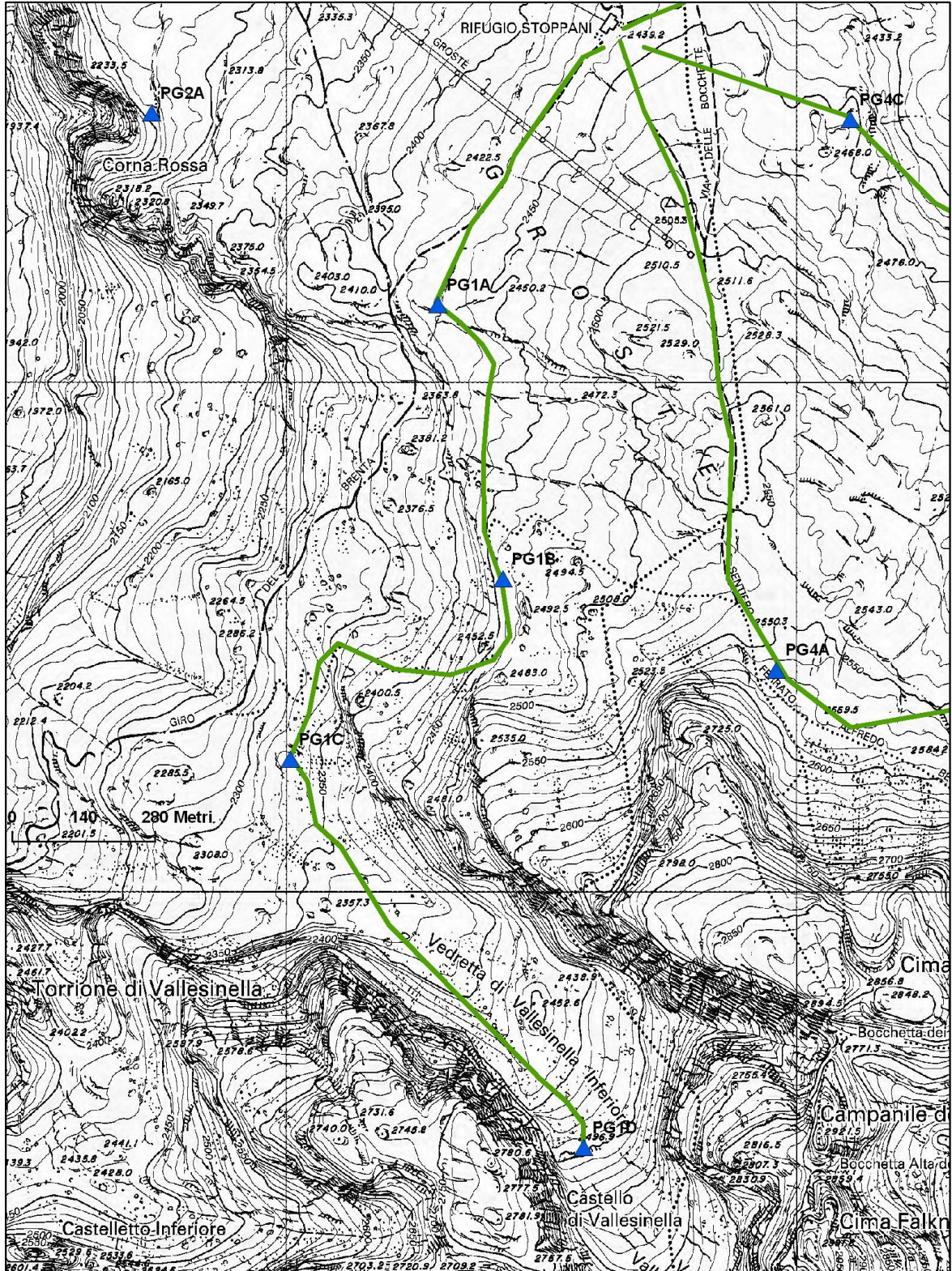
9 ALLEGATI

ALLEGATO 4 transetti

Transetto Grostè n. 1



-  Punti_ascolto-richiamo_2012-UTM
-  Transetti_2012-UTM



Transetto Grostè n. 3



-  Punti_ascolto-richiamo_2012-UTM
-  Transetti_2012-UTM

