

Alma Mater Studiorum - Università di Bologna

**Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e
Ambientali**

Scuola di Scienze

Corso di Studio in

Scienze e Gestione della Natura

Classe LM-60 – Scienze della Natura

IL FRANCOLINO DI MONTE (*Bonasa bonasia* L.)

NEL PARCO NATURALE ADAMELLO BRENTA:

STUDIO DELLE SCELTE ECOLOGICHE NEL

PERIODO RIPRODUTTIVO

CANDIDATA

Sonia Chelodi

RELATORE

Prof. Ettore Randi

CORRELATORI

Andrea Mustoni

Marco Armanini

Adriano De Faveri

Sessione II

Anno Accademico 2015 / 2016

INDICE

RIASSUNTO	1
ABSTRACT	2
1 INTRODUZIONE	3
2 AREA DI STUDIO	5
2.1 Parco Naturale Adamello Brenta.....	5
2.2 Aree campione.....	18
3 IL FRANCOLINO DI MONTE.....	19
3.1 Posizione sistematica.....	19
3.2 Distribuzione della famiglia di appartenenza: i tetraonidi.....	20
3.2.1 Origine e sistematica della famiglia	20
3.3 Origine e distribuzione attuale della specie.....	21
3.3.1 <i>Status</i> e dinamica di popolazione in Europa, sulle Alpi ed in Trentino	23
3.4 Cenni di biologia	27
3.4.1 Morfologia.....	27
3.4.2 Habitat	29
3.4.3 Alimentazione	32
3.4.4 Biologia riproduttiva e comportamento.....	36
4 MATERIALI E METODI.....	41
4.1 Criteri di raccolta dei dati.....	41
4.1.1 Metodi di monitoraggio utilizzati sull' Arco Alpino.....	42
4.1.2 Scelta e definizione dei transetti nell'area d'indagine.....	44
4.1.3 Protocollo di monitoraggio primaverile al canto.....	45
4.1.4 Rilevamento delle caratteristiche ambientali dei punti d'ascolto.....	49
4.1.4.1 Estrapolazione virtuale dei dati fisio-topografici	51
4.1.4.2 Rilevamento sul campo dei caratteri fisionomico-vegetazionali.....	53
4.2 Criteri di analisi dei dati	58
4.2.1 Analisi topografica preliminare.....	58
4.2.2 Analisi vegetazionale e costruzione del modello GLM.....	59
5 RISULTATI E DISCUSSIONE.....	63
5.1 Monitoraggio al canto	63
5.2 Analisi topografica preliminare.....	64
5.3 Analisi statistica basata sul modello GLM.....	67
5.4 Discussione.....	69

6 CONCLUSIONI.....	73
7 BIBLIOGRAFIA.....	75
8 APPENDICI.....	81

RIASSUNTO

Titolo Il francolino di monte (*Bonasa bonasia* L.) nel Parco Naturale Adamello Brenta: studio delle scelte ecologiche nel periodo riproduttivo

Anno accademico 2015/2016

Candidata Sonia Chelodi

Relatore Ettore Randi

Parole chiave *Bonasa bonasia*, monitoraggio primaverile al canto, modello GLM, gestione forestale, conservazione

La presente tesi di laurea magistrale si inserisce nell'ambito del primo anno di studio sul francolino di monte (*Bonasa bonasia* L.), condotto nel Parco Naturale Adamello Brenta nel 2015 e volto ad approfondire le conoscenze sull'ecologia della specie.

La fase di monitoraggio del tetraonide ha previsto l'individuazione di sei transetti, ciascuno dei quali costituito da dieci punti di ascolto e richiamo. L'indagine sul campo si è esplicata in un monitoraggio primaverile al canto, che ha previsto l'uso di un richiamo pre-registrato (*Playback*) emesso in corrispondenza dei 60 punti individuati.

I dati raccolti sono stati inseriti in un'apposita scheda di monitoraggio e successivamente archiviati in un *database* all'interno del sistema informativo territoriale *Esri ArcGis 9.3*. Nell'arco della stagione primaverile di monitoraggio, svoltasi dal 9 aprile al 10 giugno 2015, sono stati registrati 14 contatti. Essi si sono distribuiti su 8 punti, definiti per questo motivo "attivi al canto"; i restanti 52 punti sono stati definiti "non attivi". Lo studio si è concretizzato in un confronto tra i due gruppi di punti, sotto il profilo fisio-topografico e fisionomico-vegetazionale.

Per ciascun intorno sono stati estrapolati mediante il *software Esri ArcGis 9.3*, e restituiti sotto forma di medie con l'utilizzo combinato dei *software Microsoft Excel* ed *R 3.1.1*, i relativi dati topografici, ovvero pendenza, quota ed esposizione. In ogni punto d'ascolto è stata quindi eseguita un'indagine relascopico-diametrica, da cui si sono ricavati i parametri forestali quali l'area basimetrica, il numero di piante, il diametro medio dei fusti e la percentuale di composizione arborea specifica, valutati per ettaro.

I dati rilevati sono stati elaborati mediante il *software R 3.1.1* in un modello lineare generalizzato (GLM) con i seguenti obiettivi: verificare la significatività del distinguo tra intorni attivi e non attivi al canto, e individuare le covariate ambientali che aumentano la probabilità di un intorno di ospitare il francolino in primavera.

I risultati ottenuti dimostrano che il metodo di monitoraggio primaverile al canto su transetti è idoneo alla specie. È stato altresì appurato che nella scelta ecologica primaverile del tetraonide la pendenza è il solo parametro fisio-topografico statisticamente significativo tra quelli analizzati. I parametri relascopici risultano essere fattori ambientali significativi ma con ampia variabilità interna, giustificabile con la natura eterogenea delle aree ecotonali scelte dal francolino come habitat di elezione nella fase riproduttiva.

Pur tenendo in considerazione i limiti intrinseci del modello statistico costruito e il ridotto numero di dati trattati, i risultati emersi dall'indagine possono costituire un prezioso contributo ai fini della maggiore conoscenza dell'ecologia del francolino e della sua conservazione.

ABSTRACT

Title The Hazel Grouse (*Bonasa bonasia* L.) in Adamello Brenta Nature Park: study of ecological choices in reproductive period

Academic year 2015/2016

Candidate Sonia Chelodi

Tutor Ettore Randi

Key words *Bonasa bonasia*, spring monitoring, GLM model, forest management, conservation

This study can be considered as the first part of a wider research on Hazel Grouse (*Bonasa bonasia* L.) conducted in Adamello Brenta Nature Park (western Trentino, northern Italy) in 2015, which aims at deepening the knowledge about the ecology of the species.

The phase of grouse monitoring was preceded by the identification of six transects, each of which consists of ten listening and recall points. The work includes a spring monitoring based on pre-recorded call (Playback) emissions at the 60 identified points.

The collected data have been reported into an appropriate monitoring sheet and then stored in a database within the geographic information system *ESRI ArcGIS 9.3*. During the spring monitoring season, which took place from April 9 to June 10, 14 contacts were recorded. These contacts are distributed over 8 points, therefore defined as "active", while the remaining 52 points, where no answer has been reported, are defined as "inactive". Main purpose is to compare topographic and vegetation scores between these two groups of points. For each survey area the relevant topographic data, such as slope, aspect and altitude, were assessed by *ESRI ArcGIS 9.3*, and averages for these parameters have been calculated with the combined application of *Microsoft Excel* and *R 3.1.1*. At every listening point a diametric test has been carried out in order to obtain forestry parameters such as basal area, number of plants, average tree diameters and percentage of tree species composition, evaluated per hectare.

These data were processed using *R 3.1.1* in a generalized linear model (GLM) with the aim to verify if active and inactive surroundings show statistical significant differences and identify environmental covariates that increase Hazel Grouse presence likelihood in spring.

The obtained results show that in the spring ecological choice of Hazel Grouse the slope is the only significant topographic parameter among those analyzed. The forestry parameters are significant environmental factors but with wide internal variability, justified by the heterogeneous nature of Hazel Grouse's habitats in reproductive period.

The present study can contribute with the data acquired to the knowledge and the protection of the species.

1 INTRODUZIONE

Lo sviluppo esponenziale della nostra società negli ultimi decenni ha provocato varie forme di interferenze dirette ed indirette sugli ecosistemi naturali, che si sono rivelate spesso assai rovinose e hanno portato ad un declino delle componenti naturali più delicate.

I galliformi alpini, relitti dell'ultima glaciazione, si inseriscono in questo contesto quali specie stenoece particolarmente sensibili ad ogni modificazione ambientale indotta dai mutamenti climatici, dal disturbo antropico o dalle variazioni nell'uso del suolo. In particolare le popolazioni alpine, isolate rispetto alle popolazioni conspecifiche europee, risultano essere ancora più vulnerabili rispetto ai processi di contrazione e frammentazione dell'areale. Di fatto esse fungono da "cartina tornasole" dello stato di salvaguardia dell'habitat alpino, e quali specie indicatrici mettono in luce la pressione a cui esso è sottoposto. Per quanto riguarda le popolazioni di galliformi, purtroppo sull'Arco Alpino nei decenni passati sono state registrate una progressiva contrazione degli areali e una tendenza generale al decremento nel numero degli effettivi.

L'indubbio interesse conservazionistico è sancito dall'inserimento delle specie appartenenti all'ordine nell'Allegato I e II della Direttiva Uccelli (79/409/CEE) e nella lista rossa dell'IUCN; gli Stati membri dell'Unione Europea sono impegnati quindi in azioni di tutela e conservazione delle stesse.

Alla luce di questa premessa si può comprendere l'importanza, da un lato, degli studi volti alla valutazione dello *status* e del *trend* evolutivo delle popolazioni di galliformi, d'altro canto, degli studi sui biotopi caratteristici di questa particolare avifauna, volti all'individuazione degli elementi ambientali che sono richiesti dalle specie per svolgere i propri cicli vitali.

In Italia le conoscenze relative alla distribuzione e alla dinamica delle popolazioni di pernice bianca, gallo cedrone, fagiano di monte e soprattutto di francolino di monte risultano piuttosto scarse e frammentate. I monitoraggi effettuati più o meno regolarmente da enti quali Province, Comprensori Alpini di Caccia, Aziende Faunistiche Venatorie e Parchi vengono condotti spesso in maniera non standardizzata, con metodologie differenti, in territori non omogenei e in periodi diversi e, soprattutto, è frequente che non vengano ripetuti con le stesse metodologie nel corso degli anni. Di conseguenza, i dati così raccolti risultano poco omogenei e le possibilità di comparazione degli stessi assai scarse, tanto che è estremamente difficile produrre quadri d'insieme (Gagliardi e Tosi, 2012).

Per quanto riguarda l'aspetto ecologico, è diventata sempre più forte la necessità di acquisire nuove conoscenze sui fattori ambientali che condizionano la vita della comunità faunistica dei tetraonidi. Grande rilevanza per questa famiglia di galliformi è rivestita dalla componente vegetazionale, poiché essa rappresenta la struttura fisionomica portante del loro spazio vitale, ed è fonte di rifugio nonché risorsa trofica diretta. La vegetazione è allo stesso tempo sintesi ed espressione dei fattori abiotici (climatici, edafici, morfologici) e biotici (legati alla fauna e all'attività antropica) che insistono su un determinato spazio vitale; per questo motivo le ricerche dovrebbero concentrarsi su un approfondito studio degli aspetti floristici e vegetazionali, che possono fornire una chiave di lettura della sinergia dei diversi fattori ambientali, spesso di difficile interpretazione. Anche in questo caso è indispensabile

raccogliere numerosi dati in modo uniforme nelle diverse aree geografiche alpine, al fine di restituire una visione integrata ed organica relativa a quest'interessante avifauna.

Il "Progetto Francolino", sviluppato dal Parco Naturale Adamello Brenta a partire dal 2015, si prefigge di contribuire al quadro d'insieme previsto come scopo del più ampio ed articolato "Progetto Galliformi", avviato nel 2007.

Dei quattro tetraonidi alpini trattati il francolino di monte risulta essere ad oggi la specie meno studiata e meno conosciuta. Monogamo, il tetraonide ha un comportamento riproduttivo che non prevede il confronto dei maschi ed il corteggiamento delle femmine nelle arene. Tale dinamica riproduttiva, unitamente agli habitat abitualmente frequentati dalla specie (zone ecotonali e fustaie molto fitte), rende di fatto più difficoltoso il monitoraggio.

I principali obiettivi del "Progetto Francolino", in parte ripresi nel presente elaborato, si possono sinteticamente esprimere nei seguenti punti:

- approfondimento delle conoscenze sulla bio-eco-etologia della specie;
- studio delle carte di vocazionalità ambientale al fine di valutare le aree su cui concentrare le azioni di monitoraggio;
- definizione di un metodo di monitoraggio efficace ed efficiente;
- validazione di un metodo di studio dei biotopi caratteristici idoneo alla specie;
- perfezionamento del modello di distribuzione reale della specie entro l'area d'indagine;
- analisi della dinamica di popolazione nel Parco sul lungo periodo;
- sviluppo di piani di gestione volti alla tutela e conservazione della specie.

Il presente studio sperimentale, condotto grazie alla collaborazione con il Parco Naturale Adamello Brenta, si propone nello specifico di studiare le caratteristiche ambientali tipiche delle aree frequentate dal francolino nel periodo riproduttivo. Nella ricerca di una strategia d'indagine idonea alla specie, sono stati sottolineati i punti di forza del metodo applicato e sono state altresì proposte integrazioni migliorative rispetto alle criticità riscontrate. L'obiettivo è stato quello di porre le basi per uno studio pluriennale, volto ad una più specifica conoscenza del francolino, che fornisca gli strumenti adatti per un'efficace conservazione del tetraonide.

2 AREA DI STUDIO

2.1 Parco Naturale Adamello Brenta

Il presente studio è stato condotto nel Parco Naturale Adamello Brenta, situato nella parte occidentale del Trentino; con una superficie di 620,5 kmq esso costituisce la maggiore area protetta della Provincia, nonché una delle più estese delle Alpi. Compreso tra le Valli di Non, di Sole, Giudicarie e del Chiese, racchiude un ricco e fortemente diversificato patrimonio naturalistico, costituito da habitat, flora e fauna tipici degli ambienti alpini. Nel logo (**figura 2.1**) viene rappresentata efficacemente la commistione tra la componente abiotica e biotica. La marcata ricchezza e diversità investe anche il patrimonio geologico, ed è testimoniata dal titolo *Adamello Brenta Geopark*, ottenuto nell'anno 2008, anno in cui il Parco è entrato a far parte della Rete Europea dei Geoparchi.



Figura 2.1 Logo del Parco Naturale

Le prime proposte di istituzione che avevano come oggetto un Parco Nazionale nei Gruppi dell'Adamello e delle Dolomiti di Brenta risalgono al periodo tra il 1919 ed il 1935 (Pedrotti, 2008). Di fatto in quel periodo furono istituiti i Parchi Nazionali del Gran Paradiso (R.D.3.12.1922) e d'Abruzzo (su iniziativa privata nel 1922, riconosciuto come tale con il R.D.11.01.1923). Per quanto riguarda l'area trentina si dovette però attendere il 1935, più precisamente la promulgazione della Legge datata 24 aprile (LN 740 24/04/1935), perché fosse creato il Parco Nazionale dello Stelvio (Bardi, 2000). Il periodo che seguì vide crescere l'impegno protezionistico italiano; figlio di questo processo fu un disegno di legge, presentato in Senato negli'anni '50, in cui si proponeva di estendere la suddetta area protetta trentina di modo che includesse le aree montuose dell'Adamello e del Brenta (Pedrotti, 2008). La proposta non venne realizzata in quell'istanza, e non si concretizzò nemmeno in seguito sotto forma di Parco Nazionale Brenta-Adamello-Stelvio; il nascente Parco Adamello-Brenta, come

realità assestante, fu individuato e delineato, insieme al Parco di Paneveggio-Pale di San Martino, nel Trentino orientale, nel primo Piano Urbanistico della Provincia Autonoma di Trento (P.U.P) del 1967. I due parchi trentini furono i primi Parchi Naturali creati in Italia (Zanghellini, 2004). Tracciati i confini dell'area soggetta a protezione, seguirono ancora vent'anni, fino all'emanazione della Legge Provinciale n.18 del 1988 denominata *Ordinamento dei Parchi Naturali*, prima che la gestione volta alla tutela e alla valorizzazione dei beni naturalistici, ambientali, storici ed economici, fosse affidata all'Ente Parco Adamello Brenta (Fronza *et al.*, 1997).

Oggi è in vigore il testo della Legge Provinciale n.11 del 2007, in materia di *Governo del territorio forestale e montano, dei corsi d'acqua e delle aree protette*, come integrazione ai contenuti della LP 18/88. Con quest'ulteriore emanazione il Parco Adamello Brenta come ente pubblico è tenuto, in attuazione dei principi costituzionali e dello statuto speciale, nonché nel rispetto degli accordi nazionali, comunitari ed internazionali, a perseguire le seguenti finalità: la conservazione e la valorizzazione della natura, l'applicazione di metodi di gestione atti a favorire l'integrazione tra uomo e ambiente naturale, la promozione e la divulgazione della ricerca scientifica, la realizzazione di uno sviluppo sostenibile attraverso l'uso sociale dei beni ambientali in modo compatibile con la loro conservazione, ed infine l'educazione e la formazione in materia di tutela e valorizzazione naturalistica e ambientale (tratto dall'Art.33, LP 11/07).

A partire dall'anno 1999 l'ente Parco redige un documento contenente le linee guida operative per poter raggiungere gli scopi sopra elencati: il Piano del Parco. Il Piano suddivide l'area protetta in zone a diversa intensità di vincolo: le Riserve integrali (37,8% del territorio), dove l'intervento umano è quasi totalmente escluso, quelle guidate (58,6%), dove vengono praticate le attività tradizionali, le Riserve controllate (3,6%), dove i vincoli sono meno stretti, e infine le Riserve speciali, aree più o meno estese di interesse ambientale finalizzate a scopi peculiari (riserve faunistiche, floristiche, limnologiche, storiche). Il Piano dispone della gestione del territorio in termini di imposizione di vincoli, destinazioni d'uso, sistemi di accessibilità pedonale e veicolare, servizi per la fruizione sociale del parco e indirizzi riguardo agli interventi su flora, fauna e ambiente naturale.

Organo amministrativo del Parco è il Comitato di gestione, in cui sono rappresentati i comuni e le realtà locali, entrambi coinvolti direttamente nella fruizione del territorio. Scopo fondante di quest'organo è di dar voce ai vari portatori d'interesse, al fine di trovare un compromesso tra le condizioni di cui necessitano le attività antropiche tradizionali e turistiche, e la conservazione degli ambienti naturali, della flora e della fauna, che deve rimanere prioritaria per un Parco Naturale.

Nel 2001, come primo parco d'Europa, l'Adamello Brenta ha ottenuto la Certificazione Ambientale ISO 14001, importante riconoscimento internazionale di qualità (Zanghellini, 2004).

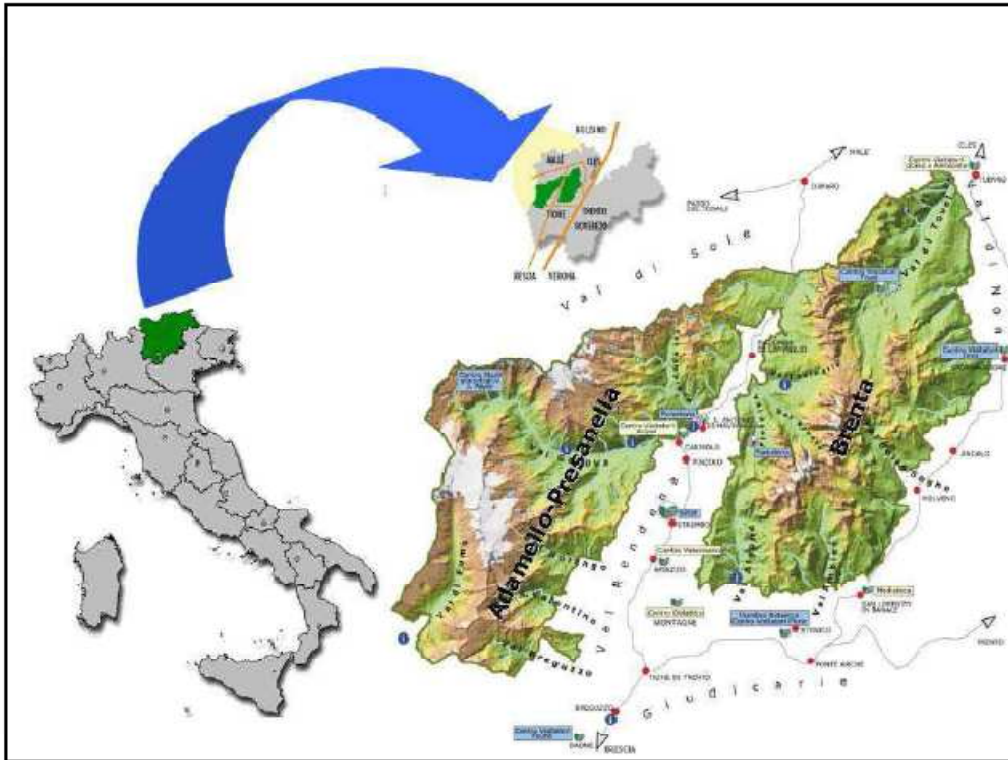


Figura 2.2 Localizzazione geografica del Parco Naturale Adamello Brenta

Il Parco Naturale Adamello Brenta (PNAB) si trova nelle Alpi Retiche, nel settore centro-orientale della catena alpina. Il suo territorio, posto ad un'altitudine compresa tra 477 e 3558 m, comprende due aree montuose dalle caratteristiche geologiche, morfologiche, ambientali e floristiche assai diverse tra loro: ad occidente il Gruppo dell'Adamello-Presanella, ad oriente il Gruppo di Brenta. I due massicci sono divisi dall'ampia Val Rendena, valle glaciale solcata dal fiume Sarca, principale immissario del Lago di Garda. La continuità territoriale tra le due parti delineate è garantita da una fascia naturale di territorio situata a nord di Madonna di Campiglio, in corrispondenza del Passo Campo Carlo Magno. Questa funge di fatto da corridoio ecologico, permettendo l'interscambio biologico ed il flusso genico tra le due aree. Tra le vette più imponenti delle due catene si annoverano il Monte Adamello (3.539 m), il Carè Alto (3.462 m), il Corno di Cavento (3.402 m), il Crozzon di Làres (3.354), il Monte Fumo (3.418 m), il Monte Mandrone (3.283 m) e la Cima Presanella (3.556 m) nel massiccio montuoso occidentale, a cui si aggiungono la Cima Brenta (3.150 m) e la Cima Tosa (3.173 m) in quello orientale.

Il Gruppo Adamello-Presanella è costituito da rocce granitiche di origine vulcanica intrusiva, la tonalite e la granodiorite, che ebbero origine tra i 42 e i 29 milioni di anni fa dalla cristallizzazione di roccia fusa (magma) all'interno della crosta terrestre. La durezza di queste rocce e la loro recente formazione conferiscono al massiccio montuoso un aspetto caratteristico, ricco di forme spigolose, cime aguzze e creste affilate.



Figura 2.3 Tonalite dell'Adamello

Numerosi ghiacciai perenni rendono altresì peculiari la morfologia ed il paesaggio del settore occidentale del Parco. Si tratta di relitti delle glaciazioni del Quaternario, che hanno modellato il terreno nel corso di milioni di anni, mediante fenomeni di abrasione ed escavazione, generando valli glaciali dal tipico profilo trasversale ad "U". Negli ultimi decenni le superfici glaciali sono in una fase di regresso più o meno accentuata (a causa del surriscaldamento globale), ma i nuclei maggiori sono costituiti dalle Vedrette di Làres, della Lobbia, del Mandrone ed infine dalla Vedretta Presanella. Il substrato cristallino non delinea soltanto i profili e le fattezze di quest'area montuosa, bensì ne condiziona anche l'aspetto idrologico: l'impermeabilità della tonalite, unita alla presenza cospicua di ghiacci perenni, rende il massiccio dell'Adamello-Presanella ricco di corpi idrici superficiali, quali laghi, torrenti e cascate. Tra i laghi si possono annoverare quelli di San Giuliano, Germenega e del Mandrone, tra le cascate quelle di Nardis e del Làres, situate nella celebre Val di Genova; quest'ultima è la profonda ed ampia incisione glaciale che definisce e separa i due sottogruppi cristallini della Presanella a nord e dell'Adamello a sud. Al Sarca di Genova, torrente che percorre l'omonima valle, spetta il primato di portata idrica, rapportata alla superficie del bacino imbrifero, in ambito alpino.

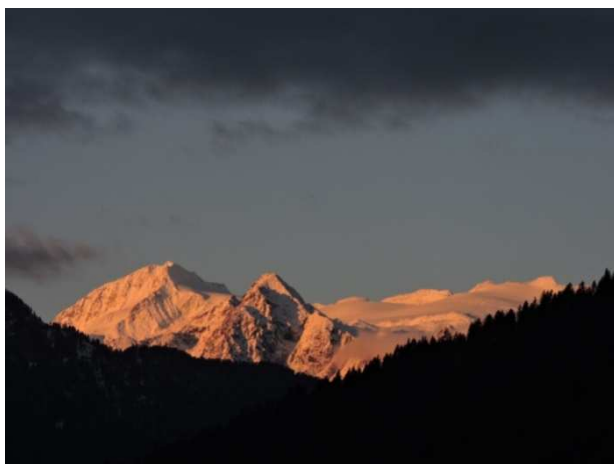


Figura 2.4 Cima Carè Alto (Adamello)
(foto S.Chelodi)



Figura 2.5 Laghi di San Giuliano
(foto S.Chelodi)



Figura 2.6 Calcarea grigia

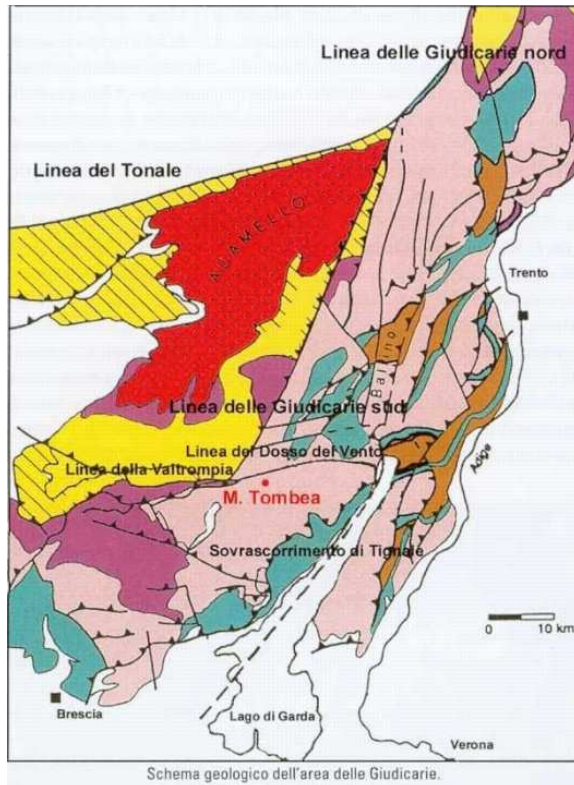
Nel settore orientale del Parco l'ambiente cambia completamente: da un paesaggio granitico si passa ad una conformazione di tipo dolomitico. Il Gruppo di Brenta è costituito prevalentemente da dolomie e calcari, rocce sedimentarie a base di carbonato di calcio e magnesio, frutto della sedimentazione e litificazione di materiale inglobante gusci, conchiglie e scheletri di organismi caratteristici di mari tropicali risalenti a circa 200 milioni di anni fa.

La diagenesi completa di queste rocce si ebbe a seguito di molti cicli sedimentari su fondali marini. Il susseguirsi di questi ultimi con le spinte orogenetiche, che hanno conosciuto come momenti geologici di maggiore espressione il periodo tra i 100 e i 60 milioni, e quello tra i 37 e i 24 milioni di anni fa, ha contribuito alla genesi dell'imponente paesaggio dolomitico. Questo paesaggio è patrimonio da tutelare: le rocce sedimentarie organogene, quali appunto i carbonati del Gruppo di Brenta, sono soggette al modellamento e alla disgregazione a carico degli agenti fisici legati a fenomeni glaciali, carsici e atmosferici. L'evoluzione geomorfologica tipica di tutti i massicci dolomitici dà quindi origine a guglie, campanili, torrioni, alla cui base si accumulano imponenti falde detritiche. Il substrato descritto condiziona l'idrologia, ma in modo diametralmente opposto rispetto al suddetto massiccio di natura cristallina: l'elevata permeabilità delle rocce calcaree e dolomitiche permette la percolazione dell'acqua piovana nel sottosuolo, ed è per questo motivo che il reticolo idrografico risulta prevalentemente sotterraneo. Il Gruppo di Brenta è dominato quindi dal fenomeno del carsismo, e presenta corsi d'acqua superficiali effimeri, attivi soltanto in concomitanza con il disgelo e durante i periodi particolarmente piovosi. I ghiacciai in quest'area sono di modeste dimensioni e concentrati nella parte centrale del Gruppo, inoltre l'acqua che percola nel terreno riemerge in superficie solo in corrispondenza delle aree basali del massiccio dolomitico; per questi motivi i laghi sono rari e solitamente ridotti in estensione e profondità (Laghi di Valagola, Andalo e Molveno). Il Lago di Tovel costituisce un'eccezione, in quanto si è originato a causa dello sbarramento della valle da parte di una frana.



Figure 2.7-2.8 Due scorci sul Massiccio delle Dolomiti di Brenta (foto S.Chelodi)

La Val Rendena, che divide i due massicci montuosi, presenta un gruppo di linee di frattura e piani di scorrimento generato dalla tettonica delle placche europea ed africana e chiamato nel suo complesso Falda delle Giudicarie. L'estrusione del recente plutone intrusivo ad occidente e le spinte orogenetiche che hanno investito il Gruppo di Brenta ad oriente sono innescate proprio dalla collisione tra le due placche continentali e dalla subduzione della placca europea al di sotto della placca africana. Questo processo, ovvero l'evoluzione della catena alpina, è stato essenzialmente continuo, e si è protratto dal Cretaceo medio (circa 100 milioni di anni



fa) fino ai giorni nostri. In corrispondenza del fondovalle rendenese è utile ricordare che si rinvengono le rocce più antiche di tutta la zona del Parco, ovvero le “scisti di Rendena”, appartenenti al basamento metamorfico di età paleozoica antica (300 milioni di anni fa) che esisteva già al tempo di precedenti eventi orogenetici. Le scisti hanno subito, a causa di temperatura o pressione elevata, o l'interazione di entrambe, una ricristallizzazione allo stato solido della roccia originaria preesistente (liberamente tratto e rielaborato da Pedrotti, 2008; Fronza *et al.*, 1997; Tomasi, 1973;1990; Buscani e Castiglioni, 1977; AA. VV., 1992; Arrighetti, 1973; Bosellini, 2005).

Figura 2.9: carta geologica dell'area delle Giudicarie

L'elevata diversità a livello biologico del Parco Adamello Brenta è da imputarsi non solo alle diversificazioni geologica e geomorfologica, bensì anche alla varietà climatica che lo caratterizza. Il clima del Parco è infatti di transizione tra quello prealpino e quello endoalpino, ed è caratterizzato da inverni freddi e secchi ed estati fresche e piovose. Le precipitazioni medie annue sono superiori ai 1100 mm/anno, poiché i massicci Adamello-Presanella e Dolomiti di Brenta rappresentano una barriera orografica alle correnti umide provenienti da sud (Arrighetti, 1973). A livello topografico il Parco presenta differenze altitudinali che rasentano massimi di 3000 metri, e complessità morfologiche vallive che creano un mosaico di aree a pendenza ed esposizione estremamente diversificate. Inoltre la natura chimico-fisica delle rocce, granitiche a matrice silicea ad ovest della Val Rendena e dolomitiche a matrice carbonatica a est, crea il presupposto per lo sviluppo di due tipologie di suoli: dall'una a reazione acida, dall'altra a reazione basica o neutra. Ne consegue lo sviluppo naturale di endemismi e popolamenti floristici specifici, evidenti soprattutto alle quote più elevate, dove la forza selettiva ambientale è massima.

Riassumendo, la varietà degli aspetti morfologici, climatici ed edafici genera nell'area protetta un'elevata diversità a livello di habitat e microclimi, a cui corrisponde una complessità delle

fitocenosi in termini di composizione floristica, struttura vegetazionale e distribuzione degli individui.

La fitocenosi, essendo costituita dagli organismi produttori, è l'indicatore vivente più espressivo di un habitat. La sua composizione è il riflesso delle componenti abiotiche, nonché di quelle biotiche, legate alla fauna e all'attività antropica. Una buona conoscenza dei tipi di fitocenosi è un'utile premessa per qualsiasi studio di ecologia, anche a sfondo faunistico come nel caso del presente studio. La vegetazione funge di fatto da rifugio e sito riproduttivo per molte specie animali e costituisce la loro base trofica diretta o indiretta (Ubaldi, 2003).

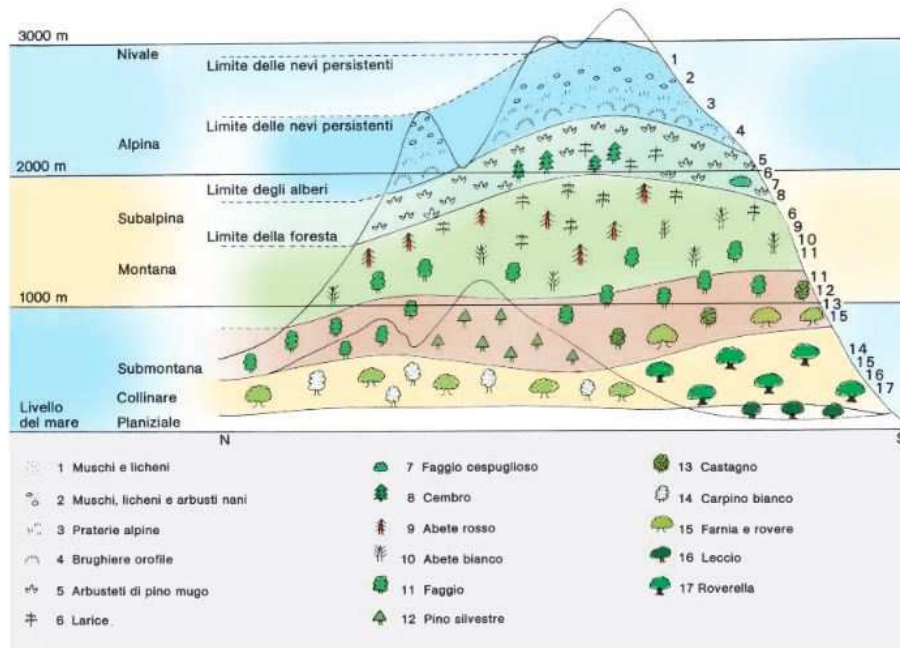


Figura 2.10: Fasce vegetazionali dell'ambiente alpino (C.Ferrari)

Gli ambienti vegetazionali più rappresentativi dell'area di studio possono essere suddivisi in base al gradiente altitudinale nelle seguenti fasce: collinare, montana inferiore e superiore, subalpina, alpina e nivale.

Il piano collinare interessa superfici comprese tra il fondovalle e 800-900 metri s.l.m., ed è caratterizzato da boschi di latifoglie caducifoglie. Nel settore dell'Adamello-Presanella, in corrispondenza di questo piano, sono diffusi boschi costituiti da specie mesofile: il frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), il tiglio (*Tilia cordata*) e in misura minore il carpino bianco (*Carpinus betulus*). Alle stesse quote sulle Dolomiti di Brenta, caratterizzate da una minore presenza di acqua, si presentano principalmente specie quali la roverella (*Quercus pubescens*), l'orniello (*Fraxinus ornus*) e il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), ovvero specie a carattere xerofilo.

La fascia montana si estende tra 800-900 e 1600 metri s.l.m. e può essere suddivisa in inferiore (tra 800-900 m e 1300 m s.l.m.) e superiore (1300-1600 m s.l.m.). In entrambi i settori del Parco le specie arboree dominanti nelle due suddivisioni sono l'abete rosso (*Picea abies*), il faggio (*Fagus sylvatica*), il pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e l'abete bianco (*Abies alba*), ma le associazioni che vi troviamo sono eterogenee, proprio a causa delle differenti condizioni edafico-ambientali. Nella fascia montana del settore Adamello-Presanella, in

condizioni di maggiore umidità dominano il faggio e l'abete bianco, altrimenti sono diffusi boschi misti di latifoglie mesofile, quali l'acero montano (*Acer pseudoplatanus*), il frassino maggiore, il tiglio e la rovere (*Quercus petraea*). D'altro canto nel piano montano delle Dolomiti di Brenta, in condizioni subatlantiche a elevata umidità atmosferica, sono presenti boschi a dominanza di faggio, che costituiscono lo stadio finale della successione vegetazionale tipica di questa fascia. In situazioni di clima continentale arido invece, sono presenti boschi di pino silvestre a carattere eliofilo, pioniero e xerotollerante.

La fascia subalpina comprende un ampio intervallo altitudinale, da 1600 a 2250 metri s.l.m., e presenta boschi di conifere, che, diradandosi all'aumentare della quota, cedono il posto agli arbusteti. Il larice (*Larix decidua*), pianta pioniera e colonizzatrice di questa quota, è la specie che raggiunge in entrambi i gruppi montuosi le quote più alte, sia in esemplari isolati (2500 m s.l.m.) sia in formazioni boschive (2200 m s.l.m.).

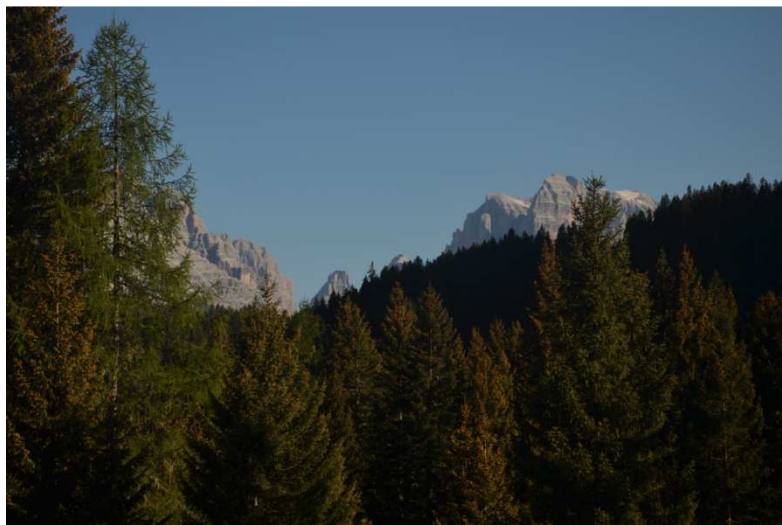


Figura 2.11 Bosco di conifere nelle Dolomiti di Brenta (foto F.Marsilli)

Al di sopra delle formazioni boschive, dove le condizioni ambientali sono a mano a mano più avverse e selettive, le differenze nella struttura della vegetazione e nella composizione specifica risultano ancor più evidenti; esse prendono forma nella cosiddetta tundra artico-alpina, formazione costituita da arbusti contorti, arbusti nani e salici striscianti. Nel Gruppo Adamello-Presanella le rare mughete sono accompagnate da ginepri ed ericacee, quest'ultime rappresentate dal rododendro ferrugineo (*Rhododendron ferrugineum*), caratteristico di substrati acidi o neutri. Endemico dell'area a substrato siliceo risulta essere anche l'ontano verde (*Alnus viridis*), che costituisce arbusteti igrofilo pionieri su pendici umide e ai margini di torrenti. Per quanto riguarda il pino cembro (*Pinus cembra*), esso costituisce una specie marginale in queste aree, ed è rappresentato da pochi individui nelle zone più endalpiche. In quota troviamo inoltre associazioni a dominanza di mirtillo (*Vaccinium* sp.), tipico anch'esso di terreni a pH acido. Le Dolomiti di Brenta sono caratterizzate invece dalla presenza di comunità a dominanza di pino mugo (*Pinus mugo*), accompagnato da ericacee tra cui il rododendro peloso (*Rhododendron hirsutum*), specie tipica dei substrati calcarei.



Figura 2.12-2.13 Mugheta e *Gentiana lutea*, tipiche delle Dolomiti di Brenta (foto S.Chelodi)

Nella fascia alpina, da 2200 a 3000 m s.l.m., s'incontrano praterie e pascoli d'alta quota. Questa fascia è caratterizzata da importanti particolarità floristiche ed endemismi che contribuiscono a conferire al Parco un elevato valore naturalistico. Lo strato erbaceo ci rivela in modo inequivocabile la natura chimico-fisica del substrato, che in quota condiziona in modo preponderante la crescita degli individui. Nel settore siliceo prevalgono le associazioni a dominanza di *Carex curvula* e *Nardus stricta*; in quello calcareo le praterie alpine sono rappresentate da associazioni a dominanza di *Carex firma*, *Carex sempervirens* e *Sesleria caerulea*. Tra le specie esclusive dei substrati del primo settore si possono annoverare *Arnica montana*, *Gentiana punctata*, *Campanula barbata*, *Silene rupestre*, mentre per quanto riguarda il secondo *Gentiana lutea*, *Daphne striata*, *Pederota bonarota*, *Papaver rhaeticum*. La fascia nivale, che si estende oltre i 3000 m s.l.m. presenta popolamenti discontinui costituiti prevalentemente da crittogame (Pignatti 1998; Pedrotti, 2005).



Figura 2.14 Prateria d'alta quota dell'Adamello (foto F.Marsilli)

La struttura, la composizione specifica e l'evoluzione delle formazioni vegetali non subiscono soltanto l'azione dei fattori naturali, bensì anche le modificazioni indotte dall'uomo. Attività antropiche quali le pratiche selvicolturali hanno portato alla costituzione di boschi cedui mirati alla produzione di legname, nonché alla diffusione di ampie peccete secondarie; in altri casi prati e pascoli sono stati creati *ad hoc* con lo scopo di praticarvi l'allevamento. Alle

forme e successioni primarie naturali si aggiungono quindi, all'interno del Parco, forme e successioni secondarie di sostituzione.

Tra la fascia montana e quella subalpina si ha la maggior concentrazione di ampi spazi aperti dedicati all'allevamento dei bovini, che interrompono la continuità del bosco e ne abbassano il limite altitudinale di 200-300 m. Il disboscamento operato per creare questi ambienti ha portato a distese erbacee secondarie di tipo polifita, caratterizzate da specie dominanti (si tratta di seslerieti, curvuleti e festuceti) unite a specie non proprie dell'ambiente in questione, tra cui il larice, specie ad accrescimento rapido che va a comporre i margini, o specie nitrofile (*Rumex* sp., *Urtica* sp., *Senecio* sp.), adattate a vivere su terreni ricchi di composti azotati frutto del pascolo. Particolarmente favorita in questo contesto risulta essere anche la specie *Nardus stricta*, resistente al calpestio del bestiame; tipica di suoli cristallini è ampiamente diffusa anche sui suoli carbonatici per via dell'acidificazione del suolo a carico degli animali.

All'elevata diversità a livello di habitat e microclimi corrisponde non solo una complessità delle fitocenosi, bensì anche delle zoocenosi. La varietà e l'integrità degli ambienti del Parco garantiscono le condizioni idonee per la sopravvivenza e la riproduzione della maggior parte delle specie appartenenti alla fauna alpina. Nel presente elaborato saranno citate soltanto le entità faunistiche di maggior rilievo e visibilità, ricordando comunque che le componenti della fauna invertebrata e della microfauna costituiscono un anello fondamentale della catena alimentare e dell'intero ecosistema.

Il Parco Naturale Adamello Brenta ospita un elevato numero di specie ornitiche, sia stanziali che migratorie, molte delle quali di interesse comunitario; i due settori del Parco infatti sono stati designati come Zone di Protezione Speciale (ZPS) all'interno della Direttiva 79/409/CEE (Direttiva Uccelli).

Nel Parco sono presenti tutte e quattro le specie di tetraonidi caratteristiche dell'Arco Alpino: la pernice bianca (*Lagopus mutus*), il francolino di monte (*Bonasa bonasia*), il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*) e il fagiano di monte (*Tetrao tetrix*), tutte considerate "relitti glaciali".

Tra i galliformi del Parco è importante citare anche la coturnice (*Alectoris graeca*).

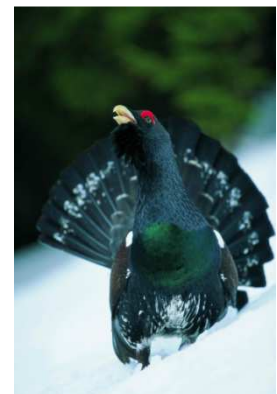


Figure 2.15-16-17 Pernice bianca, fagiano di monte, gallo cedrone (immagini da web ed archivio PNAB)

I rapaci, sia diurni che notturni, sono altresì protagonisti indiscussi della classe degli uccelli; tra questi si annoverano l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*) e il gufo reale (*Bubo bubo*), che esercitano la loro attività predatoria su ampi spazi; l'astore (*Accipiter gentilis*) e la civetta nana (*Glaucidium passerinum*), specie legate a popolamenti forestali maturi, ma anche specie legate ad ambienti ecotonali come l'assiolo (*Athene noctua*) (Caldonazzi *et al.*, 1994).

L'ente riveste un ruolo importante nel monitoraggio e nella conservazione delle specie animali, e deve la sua nascita proprio all'approvazione da parte dell'Unione Europea di un progetto che ha coinvolto un'emergenza faunistica: l'orso bruno (*Ursus arctos arctos*). Nell'anno 1996 la popolazione del plantigrado era ridotta a tre esemplari di sesso maschile e considerata "biologicamente estinta" sulle Alpi Centrali; a seguito delle reintroduzioni operate nel contesto del progetto "*Life Ursus*", la popolazione è aumentata e attualmente conta nel Parco e nelle aree limitrofe 48-54 individui (Groff *et al.*, 2016).



Figura 2.18 Orso (archivio PNAB)

La presenza dello stambecco (*Capra ibex*) nell'area dell'Adamello-Presanella è frutto anch'essa di un progetto di reintroduzione, iniziato nel 1995. Le altre specie presenti, che completano il quadro degli ungulati alpini, sono: il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), il cervo rosso (*Cervus elaphus*) e il capriolo (*Capreolus capreolus*). Unica specie alloctona è invece il muflone (*Ovis musimon*), introdotto a scopo venatorio durante gli anni '70, ed ora presente con due piccole popolazioni in Val Nambrone (Adamello-Presanella) e nella zona meridionale del Gruppo di Brenta.



Figura 2.19 Stambecco (archivio PNAB)



Figura 2.20 Camoscio (foto S.Chelodi)

L'ordine dei carnivori è rappresentato dai mustelidi, tra i quali la faina (*Martes foina*), la martora (*Martes martes*), la donnola (*Mustela nivalis*), il tasso (*Meles meles*) e l'ermellino (*Mustela erminea*). Tra i canidi ampiamente diffusa è la volpe (*Vulpes vulpes*); di notevole interesse risulta la presenza ancora sporadica del lupo (*Canis lupus*), che ha iniziato a ricolonizzare questi territori, nei quali si era storicamente estinto a causa della pressione antropica (Osti, 1988). Nel 2010 è stata accertata geneticamente la presenza della specie nel Parco (Groff *et al.*, 2010). Si tratterebbe di un individuo maschio, siglato M24, primo esemplare di lupo dopo oltre 150 anni di assenza della specie. Attualmente sembra stabile anche la presenza di una femmina italica, F10, contattata la prima volta nel Parco il 2 giugno 2014 (Groff *et al.*, 2015). Ad oggi inoltre il Parco è coinvolto nel progetto *Life WolfAlps*, che mira a promuovere una gestione e una conservazione integrata e condivisa del lupo su tutto l'arco alpino. Nel gennaio 2013 è stato fototrappolato in Val di Tovel un esemplare di sciacallo dorato (*Canis aureus*), canide in dispersione dalla Slovenia (Volcan, 2013), di cui ancora sono poche le conoscenze in merito allo *status* (Groff *et al.*, 2014).



Figure 2.21-2.22 Ermellino e marmotta (archivio PNAB)



Figure 2.23-2.24 Lupo e lince (fotografati nel parco faunistico di Spormaggiore-archivio PNAB)

Nel 2008 è stata accertata nelle Dolomiti di Brenta la presenza di una lince euroasiatica (*Linx linx*) proveniente dalla Svizzera (Groff *et al.*, 2010). L'esemplare, un maschio siglato B132, secondo gli ultimi dati disponibili è collocato in Val di Ledro (Groff *et al.*, 2015). Per quanto concerne gli ordini degli insettivori e dei roditori è appurata la loro importanza nelle relazioni ecologiche, tuttavia sono ancora scarse le conoscenze in merito. Tra gli insettivori si distingue il toporagno alpino (*Sorex alpinus*); tra i roditori si possono annoverare la marmotta alpina (*Marmota marmota*), l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*), l'arvicola rossastra (*Microtus subterraneus*) e il moscardino (*Muscardinus avellanarius*). Le popolazioni di lagomorfi, nello specifico di lepre comune (*Lepus europaeus*) e di lepre alpina (*Lepus timidus*), hanno mostrato negl'ultimi anni un vistoso declino (AA.VV., 2007). Nell'ambito dei mammiferi di rilevanza notevole si ricordano i chiroteri, di cui il Parco ospita tre specie di interesse comunitario: il vespertillo di Blith (*Myotis blithy*), il rinolofo maggiore (*Rhinolophus ferrum-equinum*), e il rinolofo minore (*Rhinolophus hipposideros*) (Martinoli *et al.*, 2001). Tra i rettili ricordiamo 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, 1994).



Figure 2.25-2.26 Ramarro e salamandra (foto S.Chelodi)

Come rappresentanti della classe degli anfibi citiamo invece il tritone alpino (*Triturus alpestris*), la salamandra pezzata (*Salamandra atra*), l'ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata*) e la rana di montagna (*Rana temporaria*).

Il monitoraggio mirato alle singole componenti della biodiversità, siano queste ambientali, floristiche o faunistiche, consente di prendere coscienza dello stato di salute degli ecosistemi nel loro complesso, e di mettere in atto progetti volti al mantenimento di un ambiente naturale quanto più possibile integro e diversificato.

2.2 Aree campione

La scelta delle aree campione su cui concentrare lo sforzo di monitoraggio è fondamentale per indirizzare lo studio dell'ecologia del francolino, in quanto esse devono essere rappresentative in proporzione di tutti gli habitat potenzialmente occupati dalla specie all'interno dell'area di studio. L'individuazione si è basata sui modelli di distribuzione reale e potenziale della specie elaborati nello studio del 2008 di Mustoni *et al.* (**figure 3.7-3.8**), nell'ambito dello "Studio sulla determinazione delle potenzialità faunistiche del territorio provinciale".

A partire dalle aree campione sono stati delineati 6 transetti, di cui 2 disposti su substrato siliceo, e 4 su terreno calcareo. Come si può notare nella figura, il transetto 5, denominato "Malga Plan", si trova al di fuori del confine del Parco; il transetto 4, denominato "Malghette", presenta i primi due punti d'ascolto e richiamo esterni ad esso.

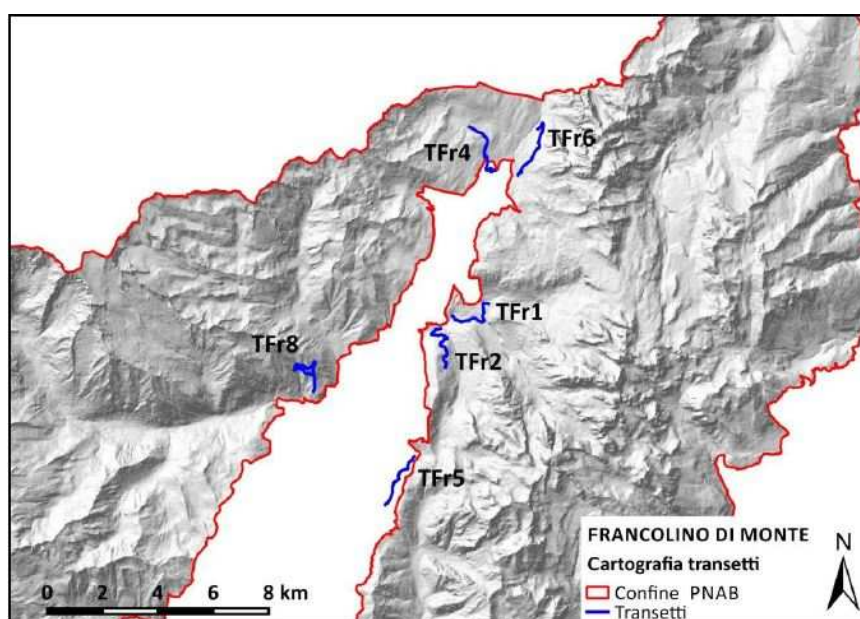


Figura 2.27 Panoramica sui 6 transetti scelti per il monitoraggio

La lunghezza totale campionata è pari a 16,09 km, la quota minima rilevata sui percorsi 1149 metri s.l.m., quella massima 1787 m s.l.m. Nella tabella seguente sono riassunti i parametri morfometrici di ciascun transetto, ricavati grazie al *software Esri ArcGis 9.3*.

ID Transetto	Tfr1	Tfr2	Tfr4	Tfr5	Tfr6	Tfr8	Tot
L_{TOT} (m)	2361,15	2796,71	2644,35	2347,96	2697,09	3242,90	16090,16
Quota_{MIN} (m)	1184	1149	1697	1539	1493	1256	-
Quota_{MAX} (m)	1364	1582	1787	1624	1690	1523	-

Tabella 2.1 Generalità relative ai transetti

Nel **paragrafo 4.1.2** seguirà una descrizione puntuale dei criteri di scelta dei transetti con relativi punti d'ascolto e richiamo per il francolino; si rimanda inoltre alla sezione dedicata alle appendici la presa visione delle mappe dei singoli percorsi (**Appendice A**).

3 IL FRANCOLINO DI MONTE



Figura 3.1 Illustrazione dei due sessi del francolino (Atlante della fauna selvatica italiana - Uccelli)

3.1 Posizione sistematica

Phylum: *Chordata*

Classe: *Aves*

Ordine: *Galliformes*

Famiglia: *Tetraonidae*

Genere: *Bonasa* (Stephens, 1819)

Specie: *Bonasa bonasia* (Linneo, 1758, Svezia)*

* Formalmente il primo genere indicato da Linneo fu *Tetrao*, con sinonimo *Tetrastes*.

Italiano: Francolino di monte

Tedesco: Haselhuhn

Inglese: Hazel Grouse

Francese: Gelinotte

La specie è politipica. La tassonomia risulta quindi complessa, in quanto nella Regione Palearctica sono state identificate dodici sottospecie (Del Hoyo *et al.*, 1994), incluse in quattro principali: *B.b.bonasia* (Linneo, 1758), con areale che comprende l'Europa Settentrionale fino ai Monti Urali e alla Polonia; *B.b.sibirica* (Buturlin, 1916), distribuita dal bacino del fiume Pechora e dai Monti Urali verso est fino alla Siberia Nord-Orientale; *B.b.vicinitas* (Riley,

1915), che vive dalla Siberia Sud-Orientale fino al Giappone; infine *B.b.rupestris* (Brehm, 1831), tipica dell'Europa Centrale e Meridionale, dalla Polonia alla Grecia (De Franceschi, 1992). La sottospecie italiana è definita da molti autori, tra i quali Scherini (1990), Artuso & De Martin (2003) e Bricchetti & Fracasso (2004), come *B.b.rupestris*. Tuttavia è utile ricordare che questa definizione tassonomica include le sottospecie *styriaca*, *rhenana* (Kleinschmidt, 1917) e *schiebeli* (Kleinschmidt, 1943), come riportato nel dettaglio dagli autori Bricchetti e Fracasso (2004) e De Franceschi (2004).

3.2 Distribuzione della famiglia di appartenenza: i tetraonidi

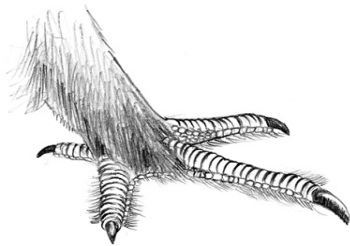
I fossili più antichi appartenenti all'ordine dei galliformi possono essere fatti risalire al Miocene inferiore (circa 23 milioni di anni fa, IUGS). In Italia sono presenti solo due famiglie di galliformi: i tetraonidi e i fasianidi.

La famiglia dei tetraonidi ha una distribuzione esclusivamente Olartica, e comprende sei generi e sedici specie, i cui areali si estendono tutti tra il 26° e l'81° di latitudine Nord (Johnsgard, 1983; De Franceschi, 1992). In Europa e sulle Alpi italiane sono presenti attualmente quattro specie: il fagiano di monte, il gallo cedrone, la pernice bianca e il francolino di monte (IUCN, 2015).

3.2.1 Origine e sistematica della famiglia

Per quanto concerne la famiglia dei tetraonidi, tutte le specie fossili risalenti al pre-Pliocene (prima di 5,3 milioni di anni fa, IUGS) sono state individuate solamente in America; inoltre nella Regione Neartica (Nord-America) attualmente è presente sia il maggior numero complessivo di generi, che il maggior numero di generi endemici rispetto alla Regione Palearctica (Eurasia). Queste prove empiriche avvalorano l'ipotesi di un'origine Nord-Americana dell'intera famiglia; tuttavia, data la scarsità di fossili così antichi, non è possibile trarre conclusioni definitive al proposito (De Franceschi, 1992). L'origine boreale è suggerita altresì dalle particolarità morfologiche quali la forma del corpo tozza con ali corte e spesso piumaggio dotato di doppia rachide, nonché dall'abitudine di scavare buche nella neve durante le giornate più fredde. Le zampe, corte e robuste anch'esse, presentano quattro dita fornite di forti unghie, adatte ad una vita terricola (De Franceschi, 2004). Dalle testimonianze di natura fossile si desume che probabilmente i tetraonidi hanno avuto origine comune a quella dei fasianidi (Scherini, doc. inedito, 1990). In principio la prima famiglia era classificata come sottofamiglia *tetraoninae*, ed inclusa come tale nella seconda. Solo secondariamente i sistematici hanno riclassificato i taxa, separandoli e ponendoli entrambi allo stesso livello gerarchico, ovvero quello di famiglia. L'autore De Franceschi (2004) segnala diversi casi di ibridazione tra esemplari appartenenti alle due famiglie.

I tetraonidi hanno i seguenti caratteri morfologici diagnostici: caruncole nude ed erettili sopraoculari; narici ricoperte da piume; tarsi piumati e privi di sperone; dita piumate o, come nel francolino di monte, pettinate; 16 o 18 penne timoniere della coda (nel francolino sono 16); infine apparato digerente con due intestini ciechi molto sviluppati (Artuso, 2008), conseguenza di una specializzazione alimentare prevalentemente erbivora (Scherini, 1977). L'autore G. Scherini, in un documento inedito dattiloscritto datato 1990, si sofferma in dettaglio sulla descrizione del tratto finale dell'apparato digerente, poiché quest'ultimo è uno degli elementi che contraddistinguono i tetraonidi rispetto ai fasianidi; di fatto egli getta le basi per l'attuale classificazione sistematica della famiglia a cui appartiene il francolino.



© Laura Valenti

Figura 3.2 Zampa con dita pettinate



Figura 3.3 Esemplare maschio di francolino (web)

3.3 Origine e distribuzione attuale della specie

Il francolino di monte (*Bonasa bonasia* L.) è una specie eurosiberica-borealpina, con distribuzione paleartica e origini siberiane (Scherini *et al.* 1996; Boano e Bricchetti, 1989; De Franceschi, 2004; Gustin *et al.* 2008). La sua presenza nel continente euro-asiatico risale al Pleistocene (2,6-0,012 milioni di anni fa, IUGS). In tale epoca la temperatura globale si abbassò notevolmente, soprattutto nell'emisfero boreale. L'Eurasia andò incontro a ripetizioni cicliche di periodi glaciali ed interglaciali. La progressiva avanzata dei ghiacci provocò uno spostamento verso sud di interi biomi e di specie faunistiche adattate alle alte latitudini, quali i tetraonidi. Al termine della glaciazione del Würm (circa 12.000 anni fa, limite tra Pliocene e Pleistocene) i ghiacci iniziarono a ritirarsi e le specie animali ormai adattate al freddo andarono incontro a destini diversi. Alcune si estinsero, altre, come i tetraonidi, ripercorrendo l'*iter* a ritroso verso nord, si ristabilirono nel Nord Europa. Lungo il loro percorso trovarono sui maggiori rilievi europei clima e vegetazione adatti alla loro sopravvivenza e riproduzione, e vi si insediarono.

In Europa il francolino abita i principali rilievi montuosi nella parte meridionale dell'areale, mentre nella parte settentrionale frequenta aree di pianura. È presente con continuità, come specie politipica, nella taiga eurasiatica, sui Carpazi, sui Balcani e sulle Alpi. Popolazioni ridotte e frammentate vivono invece nelle pianure di Francia, Belgio, Germania, ex Cecoslovacchia e Polonia. Il limite orientale dell'areale europeo è costituito dalla catena degli

Urali, mentre quello occidentale è rappresentato dalle regioni di confine tra Francia, Belgio e Germania; la specie si spinge a Nord fino alla Scandinavia ed a Sud fino alle Prealpi Italiane e alla Penisola Balcanica. Sulla base di valutazioni attendibili ma datate, la popolazione europea è stata stimata, nel suo complesso, in poco meno di 600.000 coppie (Scherini *et al.*, 1996; AA.VV., 2000). La stima più aggiornata indica come presenti nell'Unione Europea 470.000-760.000 coppie (BirdLife International 2004).



Figura 3.4 Areale europeo della specie (Cramp *et al.*, 1980)

Sulle Alpi Italiane l'areale di nidificazione del francolino è compreso tra la Val d'Ossola in Piemonte e le Prealpi Giulie in Friuli Venezia Giulia; le propaggini più settentrionali sono localizzate in provincia di Bolzano, mentre quelle più meridionali si trovano nella provincia di Vercelli e Verona (Artuso e De Martin, 2003). Per quanto riguarda le Alpi occidentali la specie in tempi storici era ritenuta più diffusa, ma si è estinta probabilmente già due secoli fa (Arrigoni degli Oddi, 1929), ovvero nel corso del XIX secolo (Ramponi, 1928; Moltoni, 1930; Perlini, 1942). Il suo ritorno nella zona della Val d'Ossola è documentato nel periodo compreso fra gli anni Trenta e Cinquanta del secolo scorso (De Francheschi, 1983b; Bricchetti, 1987) e nella Valsesia a fine anni Ottanta (Bordignon e Pescarolo, 1990).

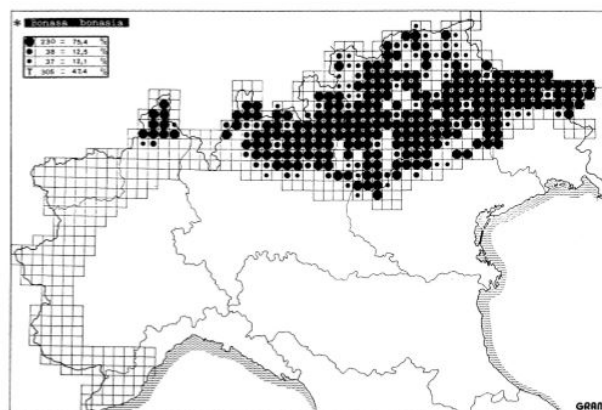


Figura 3.5 Areale italiano di nidificazione (Bricchetti e Cambi, 1982)

3.3.1 *Status e dinamica di popolazione in Europa, sulle Alpi ed in Trentino*

La specie, nidificante residente (De Franceschi, 2004), gode in Europa di un quadro normativo “sulla carta” favorevole: è inserita nell’Allegato III della Convenzione di Berna e nell’Allegato I della Direttiva 79/409/CEE (Direttiva Uccelli), successivamente abrogata e sostituita integralmente dalla versione codificata della Direttiva 2009/147/CE ; in Italia inoltre è specie protetta citata nell’articolo 2 della Legge Nazionale 157/92. Per quanto riguarda lo stato di conservazione attribuito secondo i criteri della Lista Rossa IUCN, il francolino è specie non a rischio a livello mondiale, a più basso rischio (*Lower Risk*, LR) nella Lista Rossa Nazionale (LIPU & WWF, Calvario *et al.*, 1999) e vulnerabile (VU) nella Lista Rossa della Provincia Autonoma di Trento (Piano Faunistico Provinciale, PAT, 2011). Tuttavia gli studi sul campo con oggetto questa specie si rendono ancor più impellenti, in quanto di fatto quest’ultima è in moderato continuo declino nell’Unione Europea (periodo 1970-1990 e 1990-2000), ed anche a scala pan-europea (BirdLife International 2004).

Premessa imprescindibile, per poter affrontare correttamente il discorso relativo alla consistenza ed alla densità di popolazione del francolino, è la seguente: la valutazione quantitativa risulta difficoltosa anche in zone di limitata estensione a causa del comportamento particolarmente elusivo, e delle fluttuazioni stocastiche (anche localizzate) che caratterizzano le popolazioni europee del tetraonide. Molti autori, nel corso di studi condotti entro i confini dell’areale europeo durante il XX secolo, hanno evidenziato fluttuazioni di consistenza cicliche, con periodi di riferimento diversi e di portata variabile (Siivonen, 1957; Rajala e Linden, 1972; De Franceschi, 1986; Del Hoyo *et al.*, 1994). Malgrado le difficoltà a cui si può andare incontro, il monitoraggio della specie, che rimane certamente il tetraonide meno conosciuto a livello alpino, appare fondamentale al fine di poter disporre delle informazioni necessarie per la periodica valutazione dello stato di conservazione delle sue popolazioni prevista dai vincoli di Rete Natura 2000 (Borgo e Mattedi, 2011).

La distribuzione del francolino di monte ha subito una contrazione marcata nella parte occidentale e centrale dell’areale europeo; si è estinto ad esempio sui Pirenei e sul Massiccio Centrale. Nel secolo scorso la popolazione europea è andata incontro ad un declino considerevole in Francia (Yeatman, 1976), Belgio (Lippen e Wille, 1972), Germania, Austria e Svizzera (Glutz *et al.*, 1973). Solo nella Penisola Scandinava le popolazioni raggiungevano nello stesso periodo storici numeri considerevoli e in aumento: in Svezia le coppie censite furono 150.000 (Ulfstrand e Hoegstedt, 1976), e in Finlandia 230.000 (Merikallio, 1978).

Ricordiamo che secondo i dati reperiti più recenti (2004) entro i confini dell’Unione Europea la popolazione è stata stimata in 470.000-760.000 coppie, pari al 19%-25% di quella totale del continente europeo (2.5-3.1 milioni di coppie), e compresa tra il 5% ed il 24% di quella globale (BirdLife International, 2004).

Nelle foreste della Polonia nord-orientale, in Finlandia, in Scandinavia e in Siberia sono state osservate densità autunnali fino a 30-38 maschi di francolino/kmq, mentre nelle foreste del Centro Europa la densità massima censita è di 11 individui/kmq. In Svizzera la densità

primaverile è diversificata: in pianura vivono fino a 2 coppie/kmq, e nei boschi sopra i 1000 metri s.l.m. fino a 5 coppie/kmq (Glutz, 1985).

In Italia il francolino di monte si è localmente estinto sulle Alpi Occidentali; in passato sono stati registrati decrementi significativi anche in alcune zone delle Alpi Orientali, dove, nel caso di alcune popolazioni, ha subito contrazioni pari a circa due terzi della consistenza in poco più di trent'anni (De Franceschi, 1982). Secondo Bricchetti (1987) e Scherini (1996) in alcune aree invece, quali la Valtellina, la Val di Fassa, la Val di Fiemme e il Tarvisiano, la densità della specie è rimasta praticamente costante o in leggero aumento nello stesso intervallo di tempo. La consistenza delle popolazioni alpine italiane è stata stimata in primavera attorno a 5.000-6.000 coppie (De Franceschi, 1994; BirdLife International 2004). La densità alpina varia mediamente a seconda della regione, ma si attesta attorno al valore di 1-1,2 coppie/kmq; in ogni caso non eccede le 2-3 coppie/kmq a causa della frammentazione degli habitat idonei, che si possono ravvisare a titolo esemplificativo in Val d'Ossola o nella Foresta del Cansiglio (De Franceschi, 2004).

Nel periodo 1990-2000 in Italia la specie nell'insieme è stata considerata stabile da BirdLife International (2004). Tuttavia lo stato di conservazione è stato considerato "inadeguato" (Gustin et al. 2009).

In Trentino sono state registrate fluttuazioni di consistenza regolari di 3 e 6 anni (Cattadori e Hudson, 2001). La consistente riduzione degli effettivi, rilevata fino agli anni '80 sull'intero Arco Alpino (Alpi Carniche meno 60-78%, periodo 1955-1981), ha portato all'imposizione del divieto di caccia della specie nella Provincia Autonoma di Trento (PAT) a partire dal 1988. La mancanza di interesse venatorio, unita all'elusività del francolino ed allo scarso interesse gestionale, ha avuto come conseguenza lo scarso grado conoscitivo della sua reale distribuzione (Piano Faunistico Provinciale, PAT, 2011). Esempi virtuosi con la finalità di colmare le lacune conoscitive sul tetraonide oggetto di questo studio sono i seguenti: nel 1995 da parte di Schröder, e nel 2003 da parte dell'Università dell'Insubria in collaborazione con l'Istituto Oikos; in queste occasioni sono stati elaborati dei Modelli di Valutazione Ambientale per individuare le potenzialità faunistiche della Provincia Autonoma di Trento (Pedrotti *et al.*, 2003) e del territorio del Parco Naturale Adamello Brenta (Schröder, 1995; Piano Faunistico PNAB, 2007). Attualmente non si hanno ancora a disposizione delle stime numeriche relative alla consistenza in Trentino, ma nel 2008 sono stati elaborati e pubblicati i dati relativi al suo areale distributivo reale e potenziale, emerso dall'applicazione del Modello di Valutazione Ambientale (MVA) proposto da Mustoni *et al.* (2008), e ripreso poi nel Piano Faunistico Provinciale (PAT, 2011). Esso costituisce la stima che più approssima la reale presenza del francolino, e viene utilizzato come riferimento per finalità gestionali ed eventuali progetti di conservazione.

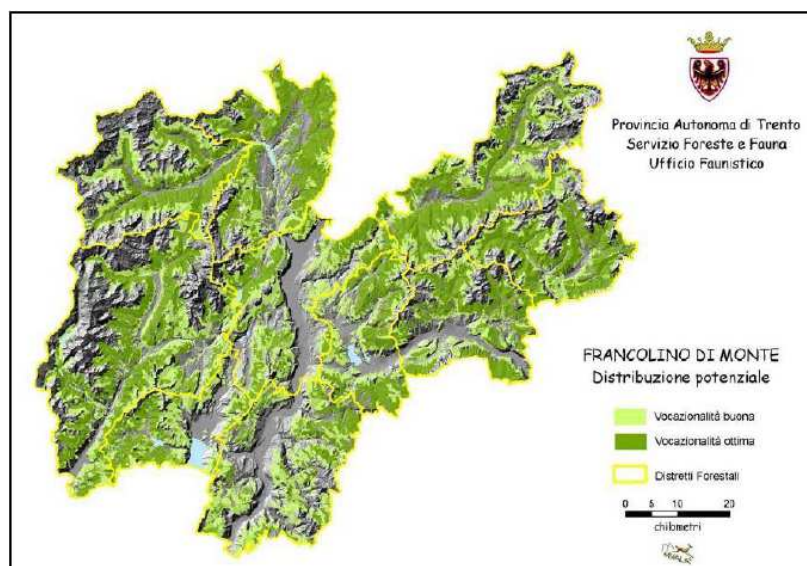


Figura 3.6 Carta della distribuzione potenziale del francolino di monte in Trentino (Mustoni *et al.* 2008; Piano Faunistico Provinciale, PAT, 2011)

In base allo studio di Mustoni *et al.* (2008), come si può osservare in **figura 3.6**, sembra esistere una buona idoneità del territorio provinciale alla specie (53,6% della superficie risulta idonea alla specie), la quale potenzialmente potrebbe andare a occupare tutte le aree boscate di media quota caratterizzate dalla presenza di stadi forestali maturi con abeti e larici, accompagnati dallo strato arbustivo tipico degli stadi iniziali delle successioni e dei margini dei boschi. Il modello realizzato evidenzia altresì una idoneità buona anche per tutte le aree boscate di fondovalle delle zone endalpiche, mesoendalpiche e mesoesalpiche (Piano Faunistico Provinciale, PAT, 2011).

Per quanto concerne il territorio del Parco Naturale Adamello Brenta, i dati di presenza disponibili sono frutto delle segnalazioni effettuate a partire dal 2005 dal personale dell'ente, nell'ambito del progetto di monitoraggio faunistico mirato (MFM: standardizzato secondo un protocollo d'azione) e monitoraggio faunistico occasionale (MFO). In **figura 3.7** a questi rilevamenti puntuali si aggiungono le superfici delineate dal sopra citato lavoro di Mustoni *et al.* (2008). L'areale potenziale del francolino all'interno dei confini del Parco copre una superficie di circa 221,12 kmq, pari a circa un terzo della sua totale estensione (620,5 kmq), e costituisce il 6,3% del territorio idoneo complessivo a livello provinciale. Il territorio a buona vocazionalità si trova sia sul comparto cristallino che su quello calcareo, dal fondovalle a 1.600-1.700 m s.l.m. (Piano Faunistico del Parco Naturale Adamello Brenta, 2007).

L'approfondimento delle conoscenze sulle esigenze ecologiche del francolino e l'implementazione del MVA, uniti ad un sistema standardizzato di verifica delle consistenze e monitoraggio, risulterebbero opportuni al fine di perfezionare la carta di distribuzione reale (**figura 3.8**), valutare la vocazionalità offerta dal territorio provinciale, e formulare ipotesi relative al *trend* della popolazione presente e alle sue eventuali espansioni future all'interno dell'area di studio, sia questa riferita al territorio del Parco o della Provincia (Piano Faunistico PNAB, 2007; Piano Faunistico Provinciale, PAT, 2011).

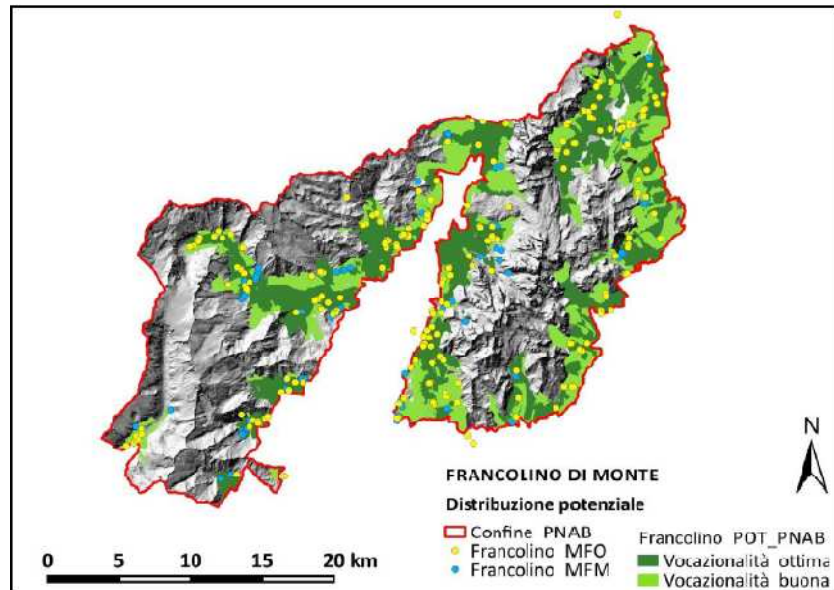


Figura 3.7 Carta della distribuzione potenziale del francolino di monte nel Parco Naturale Adamello Brenta. L'area a vocazionalità buona è evidenziata in verde chiaro, quella a vocazionalità ottima in verde scuro (Mustoni *et al.* 2008). Rappresentati in modo puntiforme i risultati dei monitoraggi faunistici mirati ed occasionali (MFM/MFO)

Osservando le carte nelle **figure 3.7 e 3.8** si evidenzia una maggiore estensione dell'areale potenziale rispetto a quello reale, ulteriore conferma dell'importanza di concrete azioni di tutela e conservazione della specie. Il divieto di prelievo venatorio (L.N.157/92; L.P. 24/91) costituisce il primo passo in questa direzione, la cura dell'aspetto gestionale forestale rappresenta un altro importante elemento per la conservazione della specie nel medio-lungo periodo.

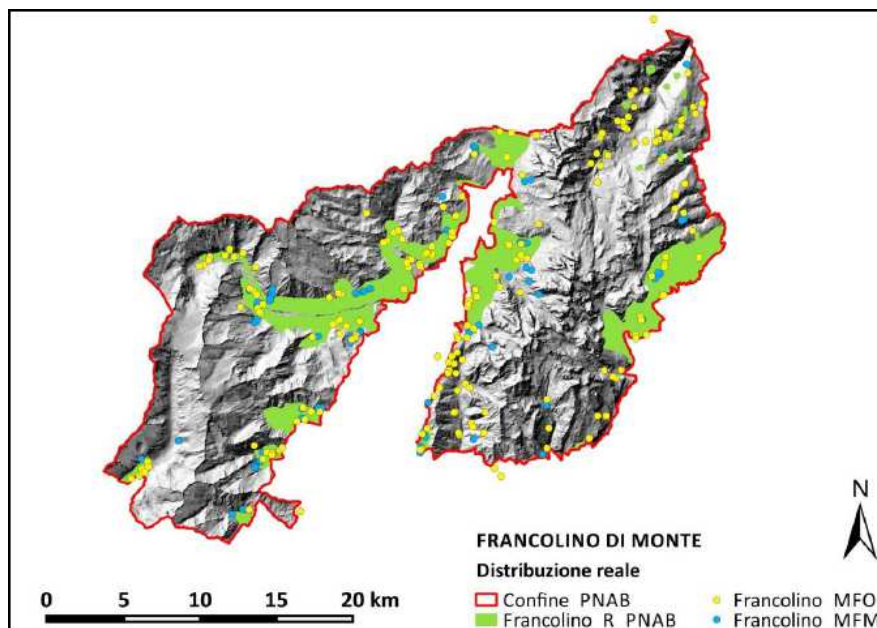


Figura 3.8 Carta della distribuzione reale del francolino di monte nel Parco Naturale Adamello Brenta (Mustoni *et al.* 2008). Rappresentati in modo puntiforme i risultati dei monitoraggi faunistici mirati ed occasionali (MFM/MFO)

3.4 Cenni di biologia

3.4.1 Morfologia

Bonasa bonasia rupestris

Dimensioni medie	Maschio adulto	Femmina adulta
Lunghezza totale (cm)	39,5	38,5
Apertura alare (cm)	55	54
Lunghezza ala (cm)	18,5	18
Lunghezza becco (mm)	17	17
Lunghezza tarso (mm)	40-41	-
Peso medio in autunno (gr)	355-480	315-465

Tabella 3.1 Dimensioni e peso medi secondo Scherini (documento inedito, 1990)



Figure 3.9-3.10 Illustrazione dei due sessi (Scherini, 2001)

Il francolino di monte è il più piccolo dei quattro tetraonidi alpini. Il suo aspetto generale è raccolto e mimetico, variegato di bianco, beige, grigio, ruggine e nero; questo particolare si rivela particolarmente vantaggioso ai fini della sopravvivenza, e quindi della riproduzione, per un animale che vive nel sottobosco, ambiente ricco di chiaro-scuro. La colorazione criptica e l'atteggiamento elusivo (l'animale ha vista scarsa ma udito fine) sono stati selezionati nel tempo dal processo evolutivo, e rendono il contatto visivo diretto particolarmente raro, perlopiù a sorpresa, con conseguente frullo d'ali e involo veloce verso il basso (Scherini, doc. inedito, 1990; Scherini, 2001).

Il dimorfismo sessuale nel francolino, specie che adotta una strategia riproduttiva tipicamente monogama, risulta estremamente ridotto, e limitato a particolari non sempre evidenti. Il maschio si contraddistingue per un sottogola nero brillante, contornato sulle guance da un caratteristico collarino di piume bianche largo 7-9 mm. Nella femmina i colori in generale sono più smorzati, con una minor opposizione di tinte. Entrambi i sessi presentano un ciuffo di penne erettili sul vertice della testa, che appaiono però più evidenti nel maschio. Esse sono

lunghe 2,5-3,5 cm e possono essere alzate verticalmente in entrambi i sessi, ma in situazioni diverse (nella stagione degli amori o in situazioni d'allarme). Le caruncole, prominente carnose sopraoculari rosso-aranciate particolarmente marcate del maschio in primavera, sono assenti nei giovani dell'anno e poco appariscenti nella femmina.

Il piumaggio del francolino è costituito da 10 remiganti primarie e 13 secondarie; la coda, che si apre in un semicerchio perfetto, è formata da 14 timoniere lunghe 12-13 cm, barrate vicino all'estremità con una banda sub-apicale nera alta 18-25 mm. Due grandi sopracodali grigie nascondono completamente la coda qualora non sia spiegata, e con essa la caratteristica banda nera. Le penne, dotate di iporachide molto lunga, assicurano un piumaggio ben compatto e isolante che protegge la specie dalle gelate del periodo invernale (Scherini, documento inedito, 1990).

Negli individui giovani, che vestono il loro primo abito prestissimo (la muta post-natale completa ha luogo durante la seconda e terza settimana di vita), la crescita delle remiganti è velocissima. I giovani assomigliano alle femmine adulte, ma appaiono più rossastri e macchiati sui fianchi, e con gola bianca. L'abito giovanile è uguale nei due sessi, ma nel mese di agosto nei maschi si differenzia il sottogola nero che li contraddistingue (Scherini, documento inedito, 1990). Per quanto riguarda le mute a cui vanno incontro gli esemplari adulti, si hanno una muta post-nuziale estiva totale, che di fatto rende indistinguibili i maschi, che perdono le piume nere, dalle femmine, e una muta primaverile molto incompleta, che riguarda solo le penne della testa e del collo. La prima avviene da fine giugno (eccezionalmente inizia già a maggio) a ottobre-novembre; da essa sono escluse solo le remiganti p9 e p10, che di fatto sono le uniche a fornirci indizio valido per un'approssimazione dell'età degli individui (De Franceschi, 1992; Gagliardi *et al.*, 2012). Dall'osservazione della forma e dell'usura delle suddette remiganti la durata della vita in natura per la specie è stata quantificata attorno ai 7 anni.

Il becco è moderatamente curvo, bruno scuro nei maschi, più chiaro nelle femmine. Le zampe mostrano un adattamento più alle necessità della vita arboricola che a quella di marcia terricola, e sono dotate di dita lunghe, poco pettinate e con pollice molto basso. Le impronte su terra umida o neve appaiono sulla stessa linea, a 10-15 cm di distanza. I pettini, analogamente alle unghie ed al becco, subiscono muta dopo la stagione degli amori.



Figura 3.11 Piumaggio del francolino di monte. **A** timoniere; **B** pettorali; **C** laterali; **D** remiganti secondarie; **E** copritrici; **F** remiganti primarie; **G** timoniera centrale (naturamediterraneo.com)



Figure 3.12-13 Dettagli morfologici di un esemplare maschio di 4-6 anni prelevato in Danimarca e conservato nel Museo dell'ISPRA (foto S.Chelodi, per gentile concessione di A.De Faveri)

3.4.2 Habitat

Il francolino di monte è tipico di ambienti forestali alpini e prealpini. Sceglie le quote in funzione delle cenosi vegetazionali a lui favorevoli, e frequenta prevalentemente la fascia altitudinale compresa tra gli 800/900 m e i 1700/1800 m s.l.m, trovando però spazio anche a quote più estreme, sia nei minimi, pari a 200-300 m s.l.m. (non si tratta quindi di una specie spiccatamente alpina), che nei massimi. Non raramente sono stati catturati soggetti a quote prossime a 2000 metri s.l.m. e oltre (si veda paragrafo 3.4.4) (Tocchetto, 1993; Scherini, 2001). È diffuso sia sui versanti soleggiati e secchi, che in quelli in ombra spesso più umidi. Nel 1982 in Lombardia la sua nidificazione è stata accertata tra i 500 ed i 1600-1700 metri s.l.m. (Scherini e Tosi), nel 2006 nel Parco Nazionale della Val Grande in Piemonte tra i 1170 e i 1700 metri s.l.m. (Garanzini e Mostini in Bionda & Bordignon).

In Trentino si trova tra 500 e 2.000 metri s.l.m. (la fascia modale è quella compresa tra 1000 e 1500 m). Per quanto riguarda la nidificazione Calovi (1983) ha rilevato per la Val di Cembra un'altitudine compresa fra 850 e 1270 m ed un'esposizione dei nidi su tutti i quadranti ma con minor predilezione per quello ad est. Sulla base di quest'indagine, l'esposizione dei versanti sembra non incidere più di tanto sulla presenza della specie; per quanto riguarda la pendenza, secondo lo studio condotto dagli autori Artuso e De Martin e pubblicato nel 2005, nel territorio trentino, ove presente il tetraonide, risulta compresa tra il 15% ed il 75% (Artuso & De Martin, 2005).

In Italia il francolino vive sia in foreste estese e non disturbate di conifere (*Picea abies*, *Abies alba*, *Larix decidua*, *Pinus sylvestris* ecc.) sia, con maggiore assiduità, in foreste di latifoglie miste dominate dal faggio (*Fagus sylvatica*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus* spp., *Ostrya carpinifolia*, *Alnus glutinosa*, *Alnus viridis*, *Quercus* spp., *Sorbus aucuparia*, *Salix* spp., *Betula pendula*, *Laburnum anagyroides* ecc.). Predilige in ogni caso boschi multiplani e ricchi in specie di sottobosco quali felci e graminacee. Lo si rinviene sia in stadi precoci di riformazione del bosco (cespuglieti e arbusteti) che in tratti maturi di antiche foreste, con grandi conifere ma con associata presenza di specie più piccole, localizzate in aperture, radure, rimboschimenti o lungo i margini forestali. Sui versanti esposti a mezzogiorno occupa

le pinete a pino silvestre con sottobosco di erica (*Erica carnea*), rovo (*Rubus sp.*) e lampone (*Rubus idaeus*). Nelle Alpi Orientali, le femmine con covata selezionano boschi misti discontinui con peccio, abete bianco, larice e faggio tipici dell'associazione fitosociologia dell'*Anemone-fagetum* (De Franceschi e Bottazzo, 1995).



Figura 3.14 Radura con ampia rinnovazione di conifere nei pressi di un punto attivo al canto primaverile (trasetto 5 Malga Plan, foto S.Chelodi)

Importanti per la specie sono inoltre le superfici percorse da slavine, interessate da frane o perturbate da vento o fuoco, sulle quali si instaura la serie dinamica della vegetazione tendente alla ricostituzione della foresta, ma che presenta stadi intermedi con ampia rinnovazione e ricchi di specie arbustive gradite al tetraonide, quali lampone (*Rubus idaeus*), biancospino (*Crataegus monogyna*), crespino (*Berberis vulgaris*), prugnolo (*Prunus spinosa*), caprifoglio (*Lonicera alpigena*), sambuco nero e rosso (*Sambucus sp.*), pero corvino (*Amelanchier ovalis*), ginepro (*Juniperus communis*) (Cramp e Simmons, 1980; Scherini, 2001; Folatti, 2010). La caratteristica cruciale di tali ambienti è la presenza di uno strato denso di vegetazione arbustiva dal suolo a circa 2 m.



Figure 3.15-3.16 Superficie interessata da frane ricca in betulle e pioppi tremuli nei pressi di un punto attivo al canto primaverile (trasetto 6 Mondifrà, foto S.Chelodi)

Le necessità ecologiche complesse e variabili durante l'anno (in estate la specie preferisce zone più rade mentre d'inverno ricerca boschi più fitti) nonché la sedentarietà, richiedono per il francolino la presenza di ambienti diversificati con elevata produttività primaria (Cramp, 1998). Ne consegue che la presenza del francolino di monte è favorita dal progressivo estendersi dei boschi, che hanno in parte colonizzato prati e pascoli di medio-bassa altitudine, e soprattutto dall'abbandono della tradizionale "pulizia" degli stessi, che ha favorito lo sviluppo di un sottobosco rigoglioso e diversificato. La creazione delle cenosi adatte può essere favorita sia da cause naturali (slavine, frane, eventi perturbanti dovuti a vento o fuoco) sia dalle utilizzazioni selvicolturali; entrambe sono in grado di modificare lo stadio di evoluzione dei popolamenti forestali e con un disturbo intermedio gettano le basi per l'aumento della rinnovazione e della biodiversità. Si tratta di aree ad alto indice ecotonale, caratterizzate da condizioni abiotiche e biotiche variegata che costituiscono il mosaico ambientale a tessitura più o meno grossolana che funge da zona di transizione tra due ecosistemi, o ambienti, monotoni (Tocchetto, 2005). Il francolino vive quindi in tipologie forestali che permettono la coesistenza degli strati erbaceo, arbustivo ed arboreo e in continua evoluzione, e non occupa invece foreste giunte alle fasi finali della loro successione (Glutz Von Blotzheim, 1985). Queste ultime costituiscono popolamenti maturi e stramaturi che nel Parco Naturale Adamello Brenta sono frequentati invece dal gallo cedrone (Mustoni *et al.*, 2013).

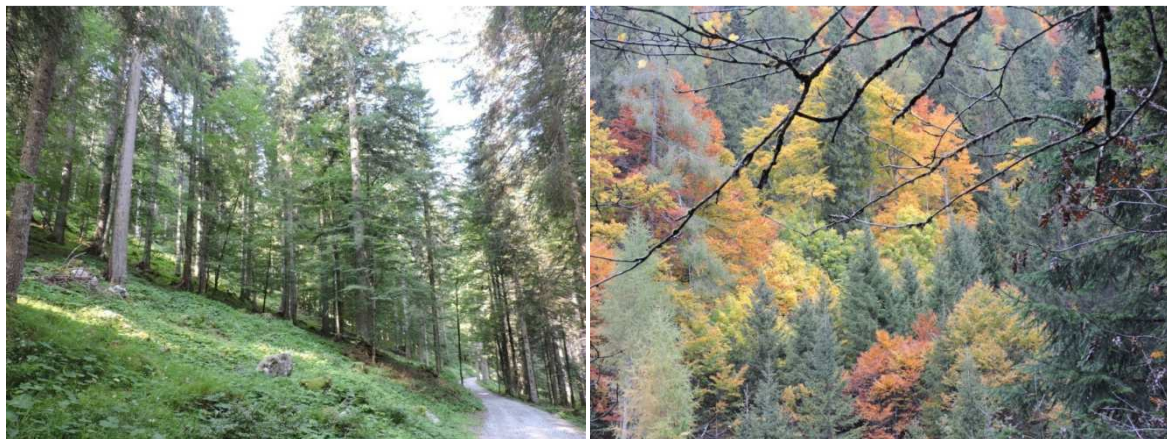


Figura 3.17-3.18 Bosco misto, durante la stagione estiva ed autunnale (Vallesinella, foto S.Chelodi).

3.4.3 Alimentazione

La dieta del francolino si differenzia qualitativamente nel corso delle stagioni, in base anche alla disponibilità trofica; per questo motivo l'ambiente ad elevata biodiversità sopra descritto è quello che più si presta ad ospitare questa specie.

Durante il periodo invernale, dieta e comportamento della specie sono fortemente influenzati dalla presenza del manto nevoso (Ahnlund e Helander, 1978; Salo, 1971). In inverno il tetraonide dà prova di grande adattabilità, spostandosi pochissimo per cercare di ridurre al minimo il dispendio energetico: da prevalentemente terricolo diventa arboricolo per necessità alimentari e di riparo. Passa, appollaiato sui rami, gran parte delle giornate invernali, consumando le scarse risorse alimentari offerte dal bosco: gemme, amenti e apici vegetativi di individui arborei quali *Fagus sylvatica*, *Alnus glutinosa*, *Alnus viridis*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus* spp., *Acer* spp., *Quercus* spp., ecc. (Tocchetto, 1993). Durante la stagione fredda di fatto il consumo da parte del francolino di artropodi, reperibili sotto la lettiera, su ceppaie o sottocorteccia, è ridotto. Secondo Giovanni Scherini (1990; 2001) nello stesso periodo esso si nutre di uva ursina (*Arctostaphylos uva-ursi*), cinorrodi (falsi frutti), nocciole, rametti di mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*), foglie di mirtillo rosso (*V. vitis-idae*), infiorescenze ed apici di nocciolo (*Corylus avellana*), aghi di larice (*Larix decidua*), semi di abete rosso (*Picea abies*), felci e acetosella (*Oxalis acetosella*). Durante l'inverno gratta la neve per procurarsi nutrimento, e può pernottare anche a terra in luoghi aperti scavando buche nella neve profonde una ventina di centimetri; i suoi spostamenti nell'arco dell'anno sono quindi limitati, al massimo si abbassa di qualche centinaio di metri. Si tratta quindi presumibilmente della specie meno vagile tra le specie europee di tetraonidi (Scherini *et al.*, 1996; 2001).



Figura 3.19-3.20 Francolino all'inizio della stagione primaverile avvistato durante la prima sessione di monitoraggio 2015 (foto C.Zanrosso) e amento di nocciolo (foto S.Chelodi)

Con l'approssimarsi della buona stagione, quando la coltre nevosa comincia ad assottigliarsi ed emergono le piante del sottobosco, il francolino torna progressivamente ad abitudini terricole ed arricchisce qualitativamente la sua dieta con bacche, erbe e fiori vari, ricercando getti di *Vaccinium myrtillus* e *V. vitis-idaea*, *Ribes sp.*, foglie di numerose specie erbacee appartenenti alle famiglie delle *Ranunculaceae* (ranuncoli e anemoni), delle *Rosaceae* (lampone e fragola) e delle *Ericaceae*, nonché al genere *Geranium* e *Potentilla*; consuma inoltre amenti e foglioline di *Alnus glutinosa* e *A. viridis* anche se preferite sono le infiorescenze di *Corylus avellana* (Zbinden, 1979; Zanoni, 2006; Zanoni *et al.*, 2007). Continua inoltre a cibarsi di gemme ed infiorescenze di specie arboree quali pioppo (*Populus tremula*), carpino (*Ostrya carpinifolia*), betulla (*Betula pendula*), nonché querce, aceri e sorbi (Scherini, 2001). Verso la fine della primavera le femmine, già prossime alla deposizione delle uova, necessitano di un'alimentazione più proteica, che ricercano nelle chiazze libere dalla neve. Utile in questo senso risulta la precoce fioritura del salicone (*Salix caprea*) che fornisce un'importante integrazione alimentare a base proteica.

Con l'avanzare della stagione le specie vegetali vanno via via a maturare i propri frutti, così di pari passo va aumentando il consumo di questi, a carico di mirtillo nero e rosso (*Vaccinium myrtillus* e *V. vitis-idaea*), fragola (*Fragaria vesca*), ribes (*Ribes sp.*) e sorbo (*Sorbus sp.*) (Zbinden, 1979). Incrementa in questo periodo anche il consumo di fiori e semi vari (Zanoni, 2006; Zanoni *et al.*, 2007; Tocchetto, 1993; 2003). In piena estate il francolino si nutre quindi di frutti di susino (*Prunus domestica*), melo (*Malus domestica*), pero (*Pyrus sp.*), ciliegi selvatici (*Prunus avium*), visciolo (*Prunus cerasus*); bacche di sambuco nero e rosso, ribes, lampone, rovo.



Figure 3.21-3.22 Mirtillo nero e lampone (foto S.Chelodi)

Per la stagione autunnale si hanno ad oggi, in Italia, pochi dati sulla dieta della specie, si preferisce quindi basarsi su dati raccolti a livello europeo (Tocchetto, 2006).

Secondo Scherini (2001) in autunno la specie ricerca faggioline, ghiande, frutti del bagolaro (*Celtis australis*), cinorrodi dei rosai selvatici (*Prunus sp.*), bacche di biancospino (*Crataegus monogyna*), funghi, semi di *Melampyrum sylvaticum*, parti verdi del genere *Galium*.



Figura3.23 *Melampyrum sylvaticum* (foto S.Chelodi)

Opinione condivisa è che durante questa stagione la dieta del francolino si componga di bacche ed altri frutti, semi, parti verdi delle piante, ma si arricchisca progressivamente con gemme ed infiorescenze tardive che, con l'avanzare dell'inverno ed il diminuire delle risorse trofiche, diventano il cibo prevalente. Nello specifico Osti (1977) afferma, a seguito di uno studio eseguito sulle ingluvie raccolte all'interno del Parco Naturale Adamello Brenta, che con l'avvicinarsi dell'inverno aumenti il consumo di gemme ed infiorescenze di carpino nero, ontano bianco e di acetosella. Anche De Franceschi (1992), in Carnia, segnala il crescente consumo delle stesse specie vegetali con l'avanzare della stagione.

La dieta autunnale potrà protrarsi tanto più a lungo quanto più tardano ad arrivare la neve ed il freddo, dopodiché la specie cambierà nuovamente le sue abitudini tornando per necessità alla vita arboricola durante il periodo invernale.

È importante notare come nel resoconto stagionale sull'alimentazione del francolino le conifere diano un contributo modesto alla sua dieta; anche per questo motivo l'habitat frequentato dal più piccolo fra i tetraonidi è rappresentato da zone ecotonali con boschi misti. Le peccete altimontane ed i lariceti monoplani nel Parco Adamello Brenta sono preferite dal gallo cedrone (Mustoni *et al.*, 2013). Inoltre è utile ricordare che, se confrontato con i tetraonidi di bosco più grossi, ovvero fagiano di monte e gallo cedrone, il francolino di monte necessita di un nutrimento qualitativamente migliore; rinunciando infatti completamente a nutrirsi di conifere, sceglie più accuratamente il suo cibo anche in inverno, e trova soprattutto negli'amenti di nocciolo, ontano e betulla, un nutrimento ben digeribile e di alto valore nutritivo dal quale, proprio nella stagione fredda, dipende in larga misura la sua sopravvivenza (Glutz Vom Blotzheim, 1985).

La digeribilità degli alimenti di origine vegetale è garantita nel francolino come in tutti i tetraonidi dalla natura e dal notevole sviluppo in lunghezza dei due intestini ciechi. È a carico di una flora batterica cospicua e capace (e non dei succhi gastrici) la digestione della cellulosa, polimero complesso. Le funzioni digestive dei ciechi nei galliformi non si limitano a questo, bensì si concretizzano anche nel riassorbimento dell'acqua e dell'azoto non proteico, nella digestione di zuccheri e proteine, nonché nella sintesi e assorbimento di vitamine (Scherini, doc. inedito, 1990).

L'apporto vegetale è di primaria importanza, tuttavia anche la componente animale non è trascurabile. Il quadro alimentare rilevato sull'Arco Alpino permette di affermare che la frazione di origine animale nel caso del francolino sia superiore a quanto si riscontra negli'altri tetraonidi. Dall'esame delle feci estive emergono infatti frammenti di esoscheletri chitinosi, residui di appendici boccali e zampe uncinati appartenenti principalmente a coleotteri, imenotteri, aracnidi, ortotteri. Sono altresì appetiti dalla specie vermi, molluschi, ninfe, pupe e crisalidi di ogni genere. Il contenuto proteico di queste componenti costituisce un fondamentale apporto energetico soprattutto per le femmine durante il periodo della deposizione delle uova e per i piccoli durante la fase di crescita (Scherini, 2001).

Il prevalente apporto alla dieta, di origine vegetale, è studiato anch'esso a livello fecale (Glutz, 1985), nonché a livello di ingluvie nei soggetti abbattuti (Scherini, 1990). La raccolta e l'analisi in laboratorio di escrementi (**figura 3.24**), previa essiccazione, risultano essere meno efficaci nel periodo primavera-estate, poiché le parti verdi delle piante ingerite

risultano essere maggiormente digeribili ed è più difficile riconoscere i residui delle diverse specie ingerite (Tocchetto, 1993).

Lo studio delle feci porta ad una maggiore conoscenza dell'ecologia del francolino; alcuni autori inoltre sostengono che dalle osservazioni delle ingluvie raccolte in Italia (Trentino e Valtellina) ed in Francia (Alpi francesi) si possono trarre spunti al fine di delineare la composizione ottimale dei boschi misti, e di definire il modo per migliorare l'equilibrio e la stabilità ambientale, fornendo al contempo rifugio e risorse trofiche alla fauna (Scherini, doc. inedito, 1990; 2001). La presenza del francolino infatti è probabilmente indice di presenza di molte altre specie di uccelli (Jansson e Andrén, 1999).

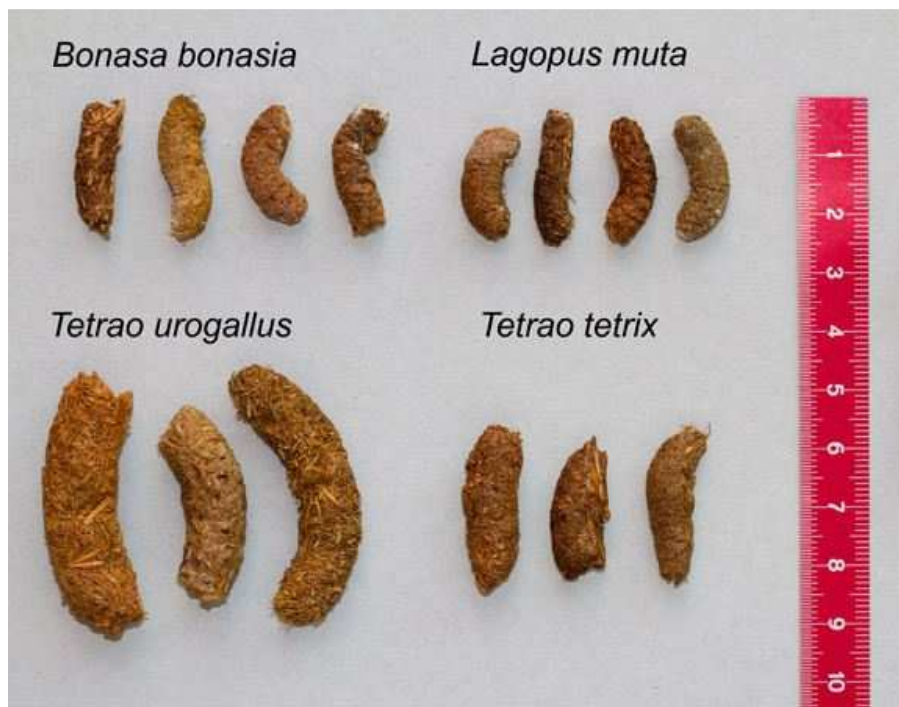


Figura 3.24 Fatte dei tetraonidi alpini (naturamediterraneo.com)

3.4.4 Biologia riproduttiva e comportamento

La specie è probabilmente sempre monogama (Scherini *et al.*, 1996); il dimorfismo sessuale risulta per questo ridotto. L'unione monogamica del francolino è da considerarsi più primitiva, con modelli di comportamento sessuale molto più semplici (Scherini, 1990; De Franceschi, 1992), mentre la poligamia, o meglio promiscuità, di gallo cedrone e fagiano di monte è più evoluta. In queste due specie il maschio è vistosamente più grande della femmina, ha livrea diversificata da essa con elementi appariscenti, e si contende la supremazia nella stagione degli amori nelle arene di canto. Per quanto riguarda il francolino, le coppie iniziano a formarsi già dal primo autunno e rimangono tali presumibilmente per tutto il ciclo annuale di vita (De Franceschi, 1992). La coppia formata occupa da subito il suo territorio, che verrà difeso da entrambe le parti dipendentemente dal sesso dell'intruso (Calovi, 1984). La territorialità delle coppie aumenta progressivamente fino al periodo dell'accoppiamento, cioè quando lo spazio vitale (*home range*) costituisce il territorio di riproduzione. A differenza dei due tetraonidi forestali poligami non vi è quasi mai lotta tra i maschi di francolino: la semplice manifestazione acustica di presenza è sufficiente solitamente a far indietreggiare il conspecifico intruso. Tutt'al più il maschio può, udendo il richiamo di un maschio intruso, volare rumorosamente incontro al rivale, localizzato con precisione alla seconda strofa, ed affrontarlo con la coda dispiegata, le caruncole e le penne sul vertice del capo erette, il collo gonfio (Scherini, 2001).

La territorialità, palesata nella manifestazione di presenza fisica e canora da parte del maschio, può costituire un punto debole della specie, qualora questa sia sfruttata ai fini venatori.

Durante la stagione degli amori, ma anche nel mese di settembre fino alla metà di ottobre, periodo in cui si formano le coppie, è possibile quindi udire il canto territoriale del maschio, concentrato nelle ore a ridosso di alba e tramonto. Molti autori concordano sul fatto che la distanza a cui è udibile, pur essendo funzione del rumore di fondo, delle condizioni atmosferiche e delle condizioni ambientali (tipologia forestale fitta o rada in *primis*), si aggiri attorno a 100-150 m (Bergman *et al.*, 1978; Scherini, 1990, 2001; Borgo e Mattedi, 2011; Gagliardi *et al.*, 2012). Il canto è semplice, composto da una sola nota, ripetuta in strofe con ritmo diverso nei due sessi. Si tratta di una nota acuta, di cui l'orecchio umano percepisce solo una parte delle frequenze, che ha lo scopo di delimitare il territorio nei confronti della femmina e dei rivali (Scherini, 2001).

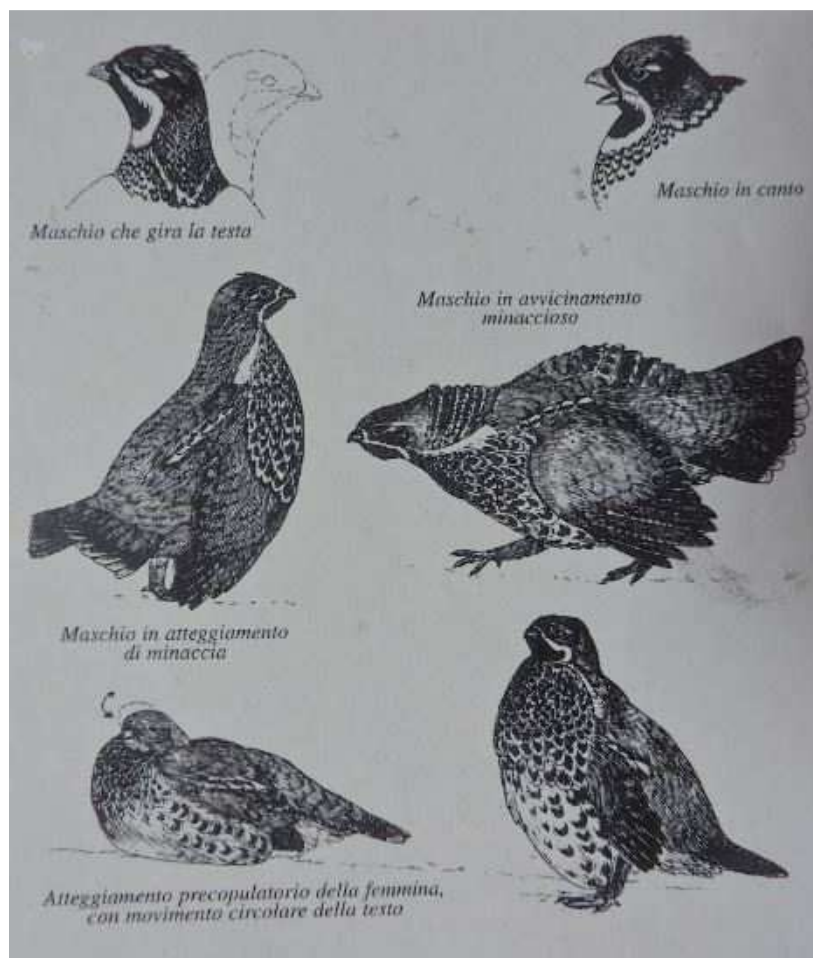


Figura 3.25 Particolari etologici del francolino (Johnsgard, 1983)

Le parate nuziali sono calme e segrete (il canto in tali occasioni non è contemplato, viene emesso invece quando i due individui sono temporaneamente separati) ed avvengono sotto forma di spiegamento della coda ad ali abbassate e messa in mostra del sottogola nero con continui movimenti laterali da parte del maschio. L'accoppiamento avviene al suolo, in genere nella seconda metà di aprile, con anticipi o ritardi a seconda dell'altitudine, dell'esposizione dei versanti e dell'andamento stagionale. La deposizione delle uova avviene mediamente nei primi giorni di maggio, anch'essa con variazioni in funzione dell'andamento stagionale (Scherini, doc. inedito, 1990). Il nido è solitamente scavato in una buca del terreno, tappezzata di foglie o aghi, alla base di una giovane conifera (la cui ancora bassa inserzione della chioma offre un buon riparo al nido) o tra le fronde di un arbusto (Johnsgard, 1983). Nidi sono stati rinvenuti anche tra cataste di legname derivate da utilizzazioni forestali.

L'unica covata annua è composta da 7-10 uova, ma può raggiungere minimi di 5 e massimi di 12-14 unità (Arrigoni degli Oddi 1929; De Franceschi, 1992; Bricchetti e Fracasso, 2004); queste ultime misurano mediamente 41 mm in lunghezza, 30 mm in diametro ed il loro peso medio è pari a 19 grammi. Il periodo di incubazione medio delle uova è di 22-25 giorni, con temperatura di contatto con la chioccia di 41° C (Scherini, doc. inedito, 1990; Bricchetti *et al.*, 1992). Le femmine nidificanti possono ritardare o cessare per alcuni giorni la deposizione delle uova in seguito a caduta di neve o improvviso abbassamento della temperatura, e sembra inoltre che la specie sia in grado di deporre una covata di rimpiazzo se la prima dovesse

andare perduta (De Franceschi, 2004). Per quanto riguarda il successo riproduttivo il numero medio di giovani per covata, osservato nel Tarvisiano durante il periodo estivo, è di 3,7 nelle annate favorevoli, e probabilmente inferiore a 2 in quelle sfavorevoli (De Franceschi, 1992). La schiusa sincrona avviene generalmente nei primi giorni di giugno ed i nuovi nati sono in grado di seguire la madre in cerca del cibo (composto inizialmente perlopiù da insetti ed invertebrati) già dopo sole 24 ore (De Franceschi, 1992). Durante il primo periodo, in cui i precocissimi *pulli* seguono la madre, il maschio sembra viva appartato; solo in un secondo momento si ricongiunge al nucleo familiare. La prole, nidifuga, acquisisce l'autonomia in circa 60-70 giorni. Durante questo periodo è facile preda di poiane e sparvieri, proprio a causa della precocità al volo (a dieci giorni i piccoli salgono su rami a 2 metri di altezza dal suolo e a due settimane sono già in grado di disperdersi nel folto della vegetazione). Infatti soltanto il 40-45% dei giovani riesce a raggiungere l'anno di età; in età adulta invece il tasso di sopravvivenza si attesta attorno al 70%.



Figura 3.26 Uova di francolino (archivio PNAB)

Verso la fine di agosto e con l'inizio del periodo autunnale i giovani, ormai sessualmente differenziati, abbandonano i genitori ed il proprio sito di nascita, effettuando spostamenti anche di notevole portata. Sono i genitori stessi, ritornando in una condizione di territorialità, ad allontanare i figli. A questo si aggiunge l'insofferenza dei singoli *pulli* verso i propri fratelli (ha luogo la "dissociazione" dai fratelli, Gagliardi *et al.*, 2012). In questo contesto si inseriscono i ritrovamenti eccezionali di individui nei fondovalle o a 2500 m di quota (Valtellina, Scherini 1990). Non si parla di erratismo, e nemmeno di migrazioni, piuttosto di un fenomeno dispersivo utile alla specie in quanto favorisce, con la formazione di nuove giovani coppie, il rimescolamento genetico (Scherini *et al.* 1996; 2001).

Preso in esame la biologia riproduttiva del francolino, segue una breve digressione sull'etologia in generale, ovvero sul comportamento tenuto dalla specie lungo tutto il corso dell'anno.

Il carattere elusivo del francolino, unitamente al suo mimetismo e all'adattamento alla vita in foresta, giocano a favore della specie nella lotta alla sopravvivenza. L'uccello è particolarmente adattato a muoversi sia sul terreno tra il sottobosco, sia sugli alberi, dove passa la maggior parte della giornata e l'intera notte. Si dimostra inoltre abile volatore tra la

vegetazione densa: il suo volo è rapido e orizzontale, con possibilità di scarti molto bruschi. Sempre circospetto, se disturbato esegue brevi spostamenti celandosi immobile su grossi rami a qualche metro da terra (mai oltre i 10 m di altezza).

La vista di questo tetraonide è ottima solo a breve distanza, questo perché in un ambiente molto fitto, come il bosco multiplano, la visibilità è limitata; l'udito invece è finissimo, a testimonianza del fatto che i segnali acustici rivestono per la specie invece una notevole importanza. Grazie a questo senso sviluppato il francolino sa sovente anticipare i pericoli, inoltrandosi nel bosco prima di essere visto (Scherini, 2001). Di notte sta spesso appollaiato su rami sottili per poter accorgersi in tempo dell'arrivo dei predatori. Questi ultimi sono: lo sparviere (*Accipiter nisus*) (Pynnonen, 1954), l'astore (*Accipiter gentilis*) (Tocchetto, 1993), la poiana (*Buteo buteo*), il corvo imperiale (*Corvus corax*), il gufo reale (*Bubo bubo*), l'allocco (*Strix aluco*) tra gli uccelli, e la martora (*Martes martes*) (Johnsgard, 1983), la donnola (*Mustela nivalis*), la faina (*Martes foina*), l'ermellino (*Mustela erminea*) e la volpe (*Vulpes vulpes*) (Johnsgard, 1983) tra i mammiferi. Analizzando nello specifico le predazioni risulta che le uova di francolino sono invece particolarmente appetite da ghiandaie (*Garrulus glandarius*), nocciolaie (*Nucifraga caryocatactes*), ricci (*Erinaceus europaeus*), tassi (*Meles meles*) e scoiattoli (*Sciurus vulgaris*) (Scherini, 2001).



Figura 3.27 Predazione (presumibilmente) di astore su francolino (archivio PNAB)

Dal punto di vista parassitologico la specie può essere attaccata da coccidi e tenie nel sistema digerente, ma ben si difende dai parassiti fra le penne, che risultano poco frequenti. Questo anche perché il tetraonide in questione ha molta cura del piumaggio: nelle ore più calde ama spollinarsi al sole e spolverarsi; singolare l'abitudine al "bagno di formiche", dove l'uccello entra in un formicaio ad ali aperte e saltellando si abbandona alle formiche, che scaricano sull'invasore getti di acido formico, forse utile anch'esso a liberare il piumaggio dai parassiti. Quando piove si lascia talvolta bagnare, strofinandosi petto ed ali contro ramoscelli o arbusti, scrollando poi via l'acqua con bruschi movimenti e colpi d'ala.

Sul territorio, più che essere visibile il francolino, come già appurato abile nel sottrarsi all'osservazione, sono visibili da parte nostra i resti dei suoi “bagni di sabbia”, le piume e penne frutto di mute o predazioni subite, le impronte su terra umida o neve, e soprattutto le fatte (Scherini, 1990; 1996; 2001). Esse si presentano cilindriche, un po' ricurve, consistenti, lunghe circa 25 mm, con un'estremità bianca per l'urina solida depositata sopra; il colore varia dal marroncino al verdastro e di solito si rinvengono sparse.



Figura 3.28 Impronte di francolino su neve (foto A.Gagliardi)



Figura 3.29 Fatte di francolino (foto A.Gagliardi)

4 MATERIALI E METODI

4.1 Criteri di raccolta dei dati

Il monitoraggio dell'avifauna può essere condotto rilevando le emissioni canore degli esemplari; questo rilevamento si basa prevalentemente sull'impiego di richiami, registrati (*Playback*) o imitati (fischietti), che stimolano la risposta di determinate classi sociali della specie oggetto di studio. L'induzione di una reazione da parte di un individuo al richiamo canoro di un conspecifico è una tecnica particolarmente utilizzata per specie elusive e difficilmente contattabili con altre modalità (Gibbons *et al.*, 1996).

La registrazione del canto del maschio territoriale può essere utilizzata per localizzare individui adulti di specie poligame e per contattare le coppie di specie territoriali monogame presenti in un'area di indagine. Questo metodo, se effettuato in un periodo dell'anno adeguato e applicato correttamente, funziona per quasi tutte le specie di galliformi (Scherini, 2001).

Per rendere efficace la raccolta dei dati di presenza risulta quindi necessario conoscere i periodi riproduttivi di ciascuna specie; la fase centrale di questi ultimi costituisce il periodo di massima regolarità e frequenza nelle manifestazioni canore. Per una corretta applicazione del monitoraggio è necessario valutare altresì l'intervallo temporale giornaliero di massima contattabilità della specie. In riferimento a ciò per le specie diurne è preferibile evitare le ore più calde della giornata, concentrando l'attività di monitoraggio all'alba ed al tramonto. Anche le condizioni meteorologiche possono influenzare l'efficacia del metodo; è quindi sempre consigliabile non effettuare rilievi in caso di pioggia o in presenza di vento forte, condizioni che possono influenzare sia la risposta degli individui, sia la capacità di percezione degli operatori.

Nell'ambito del monitoraggio con richiamo registrato occorre conoscere la distanza alla quale la stimolazione acustica emessa può essere udita dalla specie. Una volta nota la gittata del richiamo, a seconda della tipologia di ambiente in cui esso verrà utilizzato e delle caratteristiche eco-etologiche delle diverse specie, sarà possibile individuare i punti di emissione nell'area di indagine. Questi dovranno essere distanziati, indicativamente, circa il doppio della distanza massima di ricezione del segnale acustico.

Se si prevede di realizzare, nell'area oggetto di studio, conteggi ripetuti mediante l'utilizzo di richiami registrati, occorre tener in considerazione che si potrebbe verificare una progressiva assuefazione degli animali al canto registrato e, conseguentemente, una riduzione dell'efficacia del metodo (Gagliardi e Tosi, 2012).

Lo scopo da prefiggersi, a scala regionale e potenzialmente anche più estesa, dovrebbe essere quello di impostare un monitoraggio standardizzato dei galliformi alpini, che preveda la ripetizione dei conteggi negli anni nelle stesse aree campione, negli stessi periodi e con le stesse metodologie. In questo modo si getterebbero le basi per una valutazione affidabile dello *status* e del *trend* evolutivo delle popolazioni, con dati di origine comune che costituiscono serie storiche correttamente interpretabili e confrontabili.

Nel paragrafo successivo saranno brevemente descritte le proposte metodologiche per l'attuazione dei conteggi in diversi contesti alpini.

4.1.1 Metodi di monitoraggio utilizzati sull'Arco Alpino

I metodi di monitoraggio del francolino applicati in diverse zone alpine sono fondati sull'emissione in punti prefissati di un richiamo acustico registrato (*Playback*), che sfrutta i periodi del ciclo annuale in cui la specie è marcatamente territoriale (il periodo primaverile degli amori e quello autunnale della formazione delle nuove coppie) e valuta la presenza della specie sulla base della risposta ottenuta.

La Provincia Autonoma di Trento ha stilato nel Piano Faunistico Provinciale (P.A.T., 2010) le condizioni idonee e le caratteristiche peculiari del monitoraggio in questione.

Secondo questo protocollo gli operatori devono agire nel periodo riproduttivo, ovvero nei mesi di aprile e maggio, nelle prime 4 ore che seguono l'alba, oppure dopo le 17 fino al tramonto. L'indagine viene messa in atto lungo transetti posti nei pressi di sentieri e/o strade forestali poco frequentati. Nei punti di ascolto, mappati indicativamente ad una distanza di 100 metri lineari l'uno dall'altro, si compie una sosta in cui viene emesso il richiamo pre-registrato, la cui strofa deve essere ripetuta ogni 30 secondi per 6 volte. Nel caso in cui si verifichi un contatto acustico o visivo con un francolino, il dato dovrà essere registrato su apposita scheda. Ogni transetto deve essere percorso almeno due volte durante la stagione primaverile; al termine sarà selezionata la sessione di maggior successo. In termini di impegno per ogni giornata di lavoro è prevista l'indagine su 25 punti totali, pari a 2,5 km di tracciato percorso dall'operatore.

In Friuli Venezia Giulia gli autori Borgo e Mattedi (2011) hanno standardizzato il monitoraggio secondo le linee guida di seguito elencate.

Le aree di saggio, ciascuna di 200 ha, sono testate fino a raggiungere una superficie complessiva di almeno 1000 ha, al fine di scegliere in maniera opportuna i transetti e i punti d'ascolto e richiamo. A seguire questa prima fase di sopralluoghi sul campo, i periodi dedicati al monitoraggio operativo sono quello riproduttivo (dal 15 aprile al 15 maggio) e il tardo estivo (dal 15 settembre al 15 ottobre); le azioni di conteggio vengono concentrate nelle prime ore successive all'alba o precedenti al tramonto. I punti d'ascolto sono disposti lungo transetti a distanza relativa di 100-150 metri, scelta in funzione della morfologia, della vegetazione e di eventuali fonti di rumore. Il richiamo pre-registrato è emesso in corrispondenza di questi per 5 volte ad intervalli di 25 secondi. In caso di risposta gli operatori devono spostarsi di due punti d'ascolto, evitando così di incorrere in doppi conteggi. Le aree campione vengono monitorate due volte per ogni stagione di monitoraggio, ad intervalli di almeno cinque giorni. Dagli studi condotti nelle Dolomiti Friulane emerge come periodo migliore per ottenere dati l'autunno. Inoltre, come soluzione per poter disporre di dati affidabili sullo *status* e sul *trend* di popolazione, viene applicato il calcolo del valore medio triennale rispetto al singolo valore annuale.

Nell'ambito del monitoraggio di uccelli e mammiferi in Lombardia (Gagliardi A., Tosi G., 2012) la prima fase organizzativa proposta si esplica nella scelta delle aree campione dell'estensione di circa 500-1000 ha e nell'individuazione dei transetti all'interno di esse, con i rispettivi punti di richiamo. Il protocollo applicato prevede la successiva concentrazione delle azioni di monitoraggio nel mese di aprile (periodo riproduttivo) e nel mese di settembre

(periodo tardo estivo post-riproduttivo). Il periodo può subire variazioni di 15 giorni in funzione dell'andamento della stagione o della quota a cui si trovano i percorsi prestabiliti. Gli intervalli orari in cui si effettua il monitoraggio sono dall'alba alle 10 del mattino e dopo le ore 16. I punti di richiamo e ascolto mappati devono trovarsi, secondo questo metodo, ad una distanza prossima ai 100 metri lineari. In corrispondenza di questi l'operatore ripete la singola strofa pre-registrata per tre volte, direzionando l'altoparlante a sinistra, a destra e davanti a sé. Segue una breve sosta di ascolto, in perfetto silenzio, in cui viene annotata sulla scheda di rilevamento l'eventuale risposta positiva. Ascolto e spostamento al punto successivo richiedono circa 10 minuti per punto, per cui l'operatore può condurre ogni mattino un rilevamento per un totale di 25 punti, corrispondenti ad un'area di 35-40 ha. L'emissione del canto pre-registrato viene effettuata con un lettore MP3 amplificato di 10W; in queste condizioni viene stabilito che sia stimolata la risposta degli individui presenti in un'area di 1,5 ha, corrispondente ad un semicerchio di raggio prossimo a 100 metri. La precisione di questo metodo, in primavera, si attesta attorno all'80% delle consistenze reali della popolazione specifica. Per una buona attendibilità dei dati così ottenuti occorre attuare il monitoraggio su 400-500 punti totali; l'impegno complessivo è quantificato quindi attorno ai 15-20 giorni/uomo.

Se il monitoraggio primaverile è standardizzato quindi secondo un protocollo validato, sono possibili confronti con le serie storiche di dati pregressi. Gli scopi fondamentali sono: l'aggiornamento annuale della cartografia dei territori occupati dalla specie, la stima degli *stocks* primaverili nell'intera area mediando le densità ricavate nelle singole aree campione, la stima della mortalità invernale. Inoltre, se si compiono anche le sessioni di monitoraggio autunnali, si possono confrontare le serie di dati raccolti nei due diversi periodi e ciò permette di valutare il grado di dispersione post-riproduttiva. È utile ricordare che i conteggi primaverili consentono di ottenere un quadro dello *status* delle popolazioni in termini di consistenza dei riproduttori (al netto della mortalità invernale); tale parametro è meno soggetto all'influenza dei fattori meteorologici che, al contrario, possono influire sensibilmente sul successo riproduttivo valutato con i conteggi autunnali (Gagliardi A., Tosi G., 2012).

Nota da non sottovalutare è anche la seguente: gli operatori dovrebbero realizzare il monitoraggio preferibilmente nelle giornate con assenza di vento e pioggia, nonché di divieto di caccia e di raccolta dei funghi, condizioni che possono influenzare la capacità di percezione degli operatori dall'una, la presenza e la risposta degli individui dall'altra.

4.1.2 Scelta e definizione dei transetti nell'area d'indagine

La fase operativa di monitoraggio messa in atto nel presente studio è stata preceduta da una fase organizzativa che ha previsto l'individuazione dei transetti e dei punti di ascolto e richiamo all'interno delle aree campione (cfr. **paragrafo 2.2**). Ne consegue che essi riflettano la diversità ambientale, in termini di tipologia di substrato e copertura vegetale, presa in esame per le suddette aree. In questo modo il monitoraggio può restituire una stima valida della presenza del francolino nei diversi habitat.

La marcatura e la numerazione dei transetti e dei punti di ascolto sono indispensabili per rendere ripetibile e confrontabile l'indagine. A tal fine inizialmente i transetti sono stati tracciati approssimativamente con il supporto di un sistema informativo territoriale (*Esri ArcGis 9.3*) facendo riferimento alla carta tecnica provinciale (CTP), al modello digitale del terreno (DTM) e all'ortofoto dell'area, che hanno permesso di individuare virtualmente i percorsi possibili. L'ortofoto in modo particolare, restituendo un'immagine della struttura somatica forestale, ha reso possibile un'indagine preliminare sull'effettiva eterogeneità nella copertura vegetale. L'idoneità dei percorsi è stata poi verificata mediante sopralluoghi preventivi sul campo, che hanno messo in luce anche l'accessibilità in sicurezza da parte degli operatori e l'efficacia del monitoraggio in termini di contattabilità degli individui; per questo sono stati preferiti da un lato tracciati situati nei pressi di sentieri e strade forestali, e dall'altro sono state selezionate aree quanto più possibile lontane da fonti di disturbo acustico, sia di origine naturale che di origine antropica. Un dispositivo GPS ha permesso di delineare le tracce reali, finalizzate al calcolo delle lunghezze totali e delle altimetrie, e di georeferenziare i punti d'ascolto e richiamo. Essi sono stati fissati, grazie all'utilizzo di un telemetro laser, ad una distanza di 200-250 metri lineari, per evitare i doppi conteggi. Per rendere riconoscibili i punti e favorirne l'individuazione sul campo anche in condizioni di scarsa visibilità, sono stati predisposti in loro corrispondenza cumuli di ciottoli o cataste di rami.

Inoltre è stata redatta una descrizione dettagliata del percorso di ciascun transetto, corredata da fotografie di tutti i punti in cui eseguire le operazioni di monitoraggio. I tracciati e i punti d'ascolto sono stati quindi scaricati dal dispositivo GPS ad *Esri ArcGis 9.3*, aggiornando i profili inizialmente soltanto abbozzati. Gli strumenti indispensabili per questa prima fase di lavoro sono: il dispositivo GPS, la fotocamera digitale ed il telemetro sul campo, il sistema informativo territoriale nella trasposizione degli elementi georeferenziati sulla cartografia digitale.

Il risultato che ne deriva è rappresentato nelle mappe riportate in **Appendice A** (Tfr=TransettoFrancolino). Ciascuno dei 6 transetti presenta 10 punti di richiamo e ascolto, per un totale di 60 punti.

- **TFr1**: Vallesinella Bassa;
- **TFr2**: Cavrados-Masi Valagola;
- **TFr4**: Malghette;
- **TFr5**: Malga Plan;
- **TFr6**: Mondifrà;
- **TFr8**: Campolo.

4.1.3 Protocollo di monitoraggio primaverile al canto

La metodologia applicata nell'ambito del presente studio ha previsto il monitoraggio, standardizzato sia a livello spaziale che temporale, dei maschi territoriali attraverso il richiamo acustico pre-registrato (*Playback*).

Le operazioni si sono concentrate nel periodo primaverile, nei mesi di aprile e maggio, quando la territorialità e quindi la contattabilità dei maschi è massima.

Le uscite sul campo si sono svolte all'alba e al tramonto in un lasso di tempo calcolato adattato all'avanzare della stagione, affinché metà del singolo transetto fosse percorso al buio e metà in condizioni di luce e visibilità (o viceversa, in funzione della natura dell'uscita, mattutina o serale). Le squadre di lavoro, composte da una coppia di operatori, hanno percorso i 6 transetti due volte (mattina e sera) per ogni sessione di monitoraggio. La fase organizzativa ha previsto quindi la stesura di un calendario dettagliato con la programmazione delle uscite in termini di date, orari, personale coinvolto.

Per evitare l'assuefazione degli esemplari al *Playback* (Gagliardi A., Tosi G., 2012) e la riduzione dell'efficacia del metodo dovuta al disturbo arrecato dalla frequentazione delle aree campione da parte degli operatori, le uscite ripetute sullo stesso transetto sono state distribuite alla massima distanza temporale possibile. Durante le operazioni di monitoraggio stesse è stato fondamentale limitare il disturbo sull'ambiente circostante, per garantire il successo delle stesse. In caso di sopravvenute condizioni meteo particolarmente sfavorevoli durante il percorso, si è deciso inoltre di invalidare le relative prove sul campo.

Dato come presupposto che sia stimolata la risposta degli individui presenti in un'area di 1,5 ha, corrispondente ad un semicerchio di raggio prossimo a 100 metri (Gagliardi A., Tosi G., 2012), si è fissata la distanza tra i punti d'ascolto entro un *range* di 200-250 metri lineari, valutati anche in funzione della copertura vegetale del sito e della possibilità di incorrere in doppi conteggi. Il protocollo ha previsto che, in corrispondenza di ogni punto di ascolto e richiamo, i 5 minuti iniziali fossero dedicati all'osservazione ed all'ascolto in perfetto silenzio. In condizioni di buio all'arrivo in postazione l'operatore era tenuto a spegnere la torcia frontale per limitare il disturbo sull'ambiente circostante. A metà della sosta era prevista l'emissione del richiamo attraverso un magnetofono per quattro volte consecutive, una per ogni direzione rispetto al verso di percorrenza (frontale, destra, retro, sinistra). I restanti 5 minuti di attesa, nuovamente in assoluto silenzio, erano dedicati all'ascolto dell'eventuale risposta del tetraonide al richiamo lanciato. Osservate tutte queste fasi si poteva procedere verso il punto successivo.

I contatti che hanno avuto luogo nei 10 minuti di sosta sono stati registrati in un'apposita scheda di monitoraggio (**figura 4.1**). Nel caso in cui la specie abbia cantato oltre l'intervallo temporale previsto dal protocollo, ovvero durante lo spostamento tra due punti, il contatto è stato annotato con una nota peculiare, 'transetto', e la sua disposizione spaziale.

Tenendo in considerazione le tempistiche per portare a termine tutte le operazioni di monitoraggio su ciascun transetto, l'impegno per ogni uscita è stato quantificato in tre ore totali.

A causa della sua marcata territorialità il francolino può avvicinarsi al punto di emissione del richiamo per indagare la presenza del potenziale "intruso"; la sua tendenza, in risposta alla presenza dell'uomo (come di altri pericoli) è quella di involarsi verso il basso. Per questo

L'intestazione è dedicata alle condizioni preliminari del monitoraggio.

- **ID SCHEDA:** rappresenta il codice identificativo della scheda, del transetto percorso, e della sessione di monitoraggio. Ad esempio TFr1_M3 indica in modo univoco il Transetto Francolino numero 1 percorso la mattina durante la terza sessione;
- **SESSIONE:** indica il numero della sessione di riferimento per il transetto in questione;
- **DATA:** è riferita al giorno in cui si percorre il transetto;
- **ORA INIZIO E ORA FINE:** esplicitano le tempistiche di percorrenza del transetto;
- **MONITORAGGIO:** esprime la tipologia di monitoraggio a livello temporale, come primaverile o autunnale nonché mattutino o serale;
- **RICHIAMO CON:** viene definito il tipo di richiamo (fischietto o *playback*);
- **ORARIO ALBA E TRAMONTO:** vengono annotati gli orari di alba e tramonto nella giornata dedicata al monitoraggio a cui si riferisce la scheda, al fine di discriminare i contatti avvenuti durante il giorno da quelli avvenuti di notte. I dati relativi agli orari sono stati reperiti dal sito <http://wave.surfreport.it>, utilizzando Pinzolo (TN) come località di riferimento;
- **METEO INIZIO/FINE:** vengono indicate le condizioni meteo al momento dell'inizio e della fine del monitoraggio.

I primi campi da compilare in tabella fanno riferimento ai contatti avuti con la specie.

- **ORA:** viene annotata l'ora di arrivo al punto risultato positivo al canto nonché l'ora precisa in cui l'individuo contattato emette la strofa cantata;
- **ID PUNTO D'ASCOLTO:** viene riportato il codice identificativo del punto, che è composto dal codice del transetto unito ad una lettera progressiva che lo individua tra i diversi punti (es. TFr1_C);
- **RICHIAMO:** si precisa se l'individuo ha cantato prima che venisse emesso il richiamo (in questo caso si esprime con un "no") o dopo (in questo caso con un "sì");
- **TIPO DI CONTATTO:** "V" se il contatto è visivo, "S" se è uditivo, entrambe le consonanti se l'esemplare è stato visto e se n'è udito il canto;
- **DIREZIONE E DISTANZA:** entrambe queste variabili sono fortemente soggettive ma permettono di limitare l'errore dovuto ai doppi conteggi;
- **PUNTO CARTA:** il punto di presunta emissione del canto viene segnato e numerato univocamente sulla CTP riportata sul retro della scheda di monitoraggio;
- **SESSO:** M se l'esemplare è maschio, F se è femmina; nel caso della risposta canora al richiamo si è sicuri che l'individuo in questione è un maschio territoriale, nel caso in cui il contatto sia visivo e non uditivo il sesso deve essere valutato su base morfologica, non sempre possibile in ragione di luce e distanza, quindi in taluni casi definito come indeterminato (I).

Nei successivi campi della tabella si esprime una valutazione sulle condizioni di stazione, con particolare riferimento alle condizioni ecologico-ambientali.

- **VISIBILITÀ:** è un valore soggettivo attribuito dall'operatore al grado di visibilità, espresso da un minimo di 0 ad un massimo di 4;
- **RUMORE:** è un valore soggettivo attribuito dall'operatore al rumore di fondo presente in corrispondenza della postazione di ascolto, espresso anch'esso da un minimo di 0 (silenzio) ad un massimo di 4;
- **NEVE:** è un altro valore soggettivo attribuito dall'operatore alla presenza di neve sul terreno, da 0 (assenza di manto nevoso) a 4 (strato di neve consistente);
- **ALTRE SPECIE:** l'eventuale presenza di altre specie animali d'interesse in corrispondenza del punto in cui si è registrato il canto del francolino viene espressa con un codice identificativo di due cifre, assegnato dall'Ufficio Faunistico del Parco;
- **TIPO VEGETAZIONALE:** una sigla definisce in modo sintetico la tipologia vegetazionale che caratterizza il punto d'ascolto. La legenda con le sigle e le rispettive categorie vegetazionali è riportata nella seguente tabella.

FMC	fustaia mista di conifere	FF	faggeta a fustaia
FAR	pecceta	FC	faggeta a ceduo
FMCL	fustaia mista conifere latifoglie	BMC	bosco misto ceduo
FML	fustaia mista di latifoglie	PP	prato/pascolo
ECO	ecotono	IMP	improduttivo

Tabella 4.1 Legenda delle tipologie vegetazionali

- **NOTE E ALLEGATI:** in questo campo si annotano tutte le caratteristiche peculiari riscontrate sul transetto percorso o si esprimono le considerazioni generali che si ritengono importanti al fine di interpretare l'attività di monitoraggio eseguita.
- **OPERATORI E FIRMA:** gli operatori sono tenuti a firmare il documento prodotto in modo da rispondere della sua compilazione.

Completato il monitoraggio al canto, i dati dei contatti sono stati georeferenziati ed archiviati insieme ai transetti ed ai punti di ascolto e richiamo, utilizzando il *software Esri ArcGis 9.3*. Nello specifico è stato creato un apposito tematismo digitale in cui, ad ogni punto di contatto georeferenziato, sono associate tutte le informazioni contenute nella scheda di campo (**figura 4.10**).

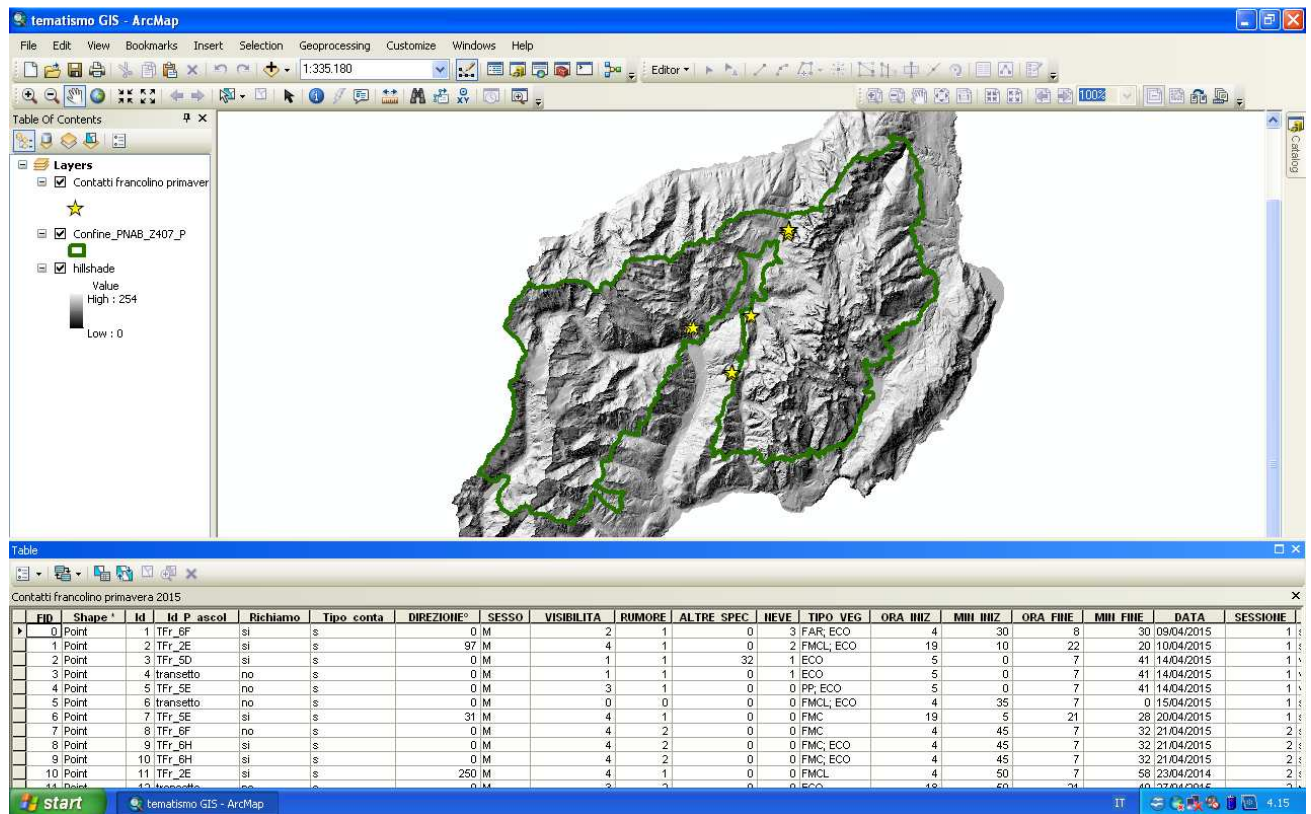


Figura 4.2 Tematismo *Gis* con punti di contatto e relativa tabella degli attributi

4.1.4 Rilevamento delle caratteristiche ambientali dei punti d'ascolto

La valutazione delle scelte ecologiche operate dal francolino nel periodo riproduttivo, scopo principe di questa indagine, si basa su un'analisi potenzialmente molto articolata e complessa delle caratteristiche ambientali dei punti di contatto. Queste caratteristiche possono essere di natura fisio-topografica, ovvero quota, pendenza, esposizione, di natura vegetazionale, ovvero struttura e composizione specifica degli strati arboreo dominante, arboreo dominato ed erbaceo, ma anche tipologie di copertura del suolo. Citiamo inoltre le variabili abiotiche, quali la temperatura e le precipitazioni, nelle loro molteplici espressioni (medie annuali, massime e minime mensili ecc.), che possono essere aggiunte nell'analisi dei dati. La scelta delle variabili da includere è dettata dalla disponibilità di dati e dal grado di approfondimento a cui mira lo studio. Il tipo di analisi statistica da applicare dipende dalla natura delle variabili da

elaborare, che può essere quantitativa o qualitativa. Nel caso di studio preso in esame la variabile risposta, che consiste nella presenza/assenza al canto del francolino, è qualitativa e dicotomica, le variabili covariate invece sono quantitative. Lo scopo del presente lavoro si esplica nel confronto tra i punti attivi e non attivi al canto sotto il profilo fisio-topografico e fisionomico-vegetazionale. In questi due ambiti si è cercato di individuare le variabili in grado di influenzare in modo statisticamente significativo il grado di vocazionalità di una zona nei confronti del francolino per quanto concerne la fase primaverile di canto.

L'indagine topografica è stata supportata dal sistema informativo territoriale *Esri Arc Gis 9.3*; il rilevamento vegetazionale ha previsto un'indagine relasopica di dettaglio e un campionamento della copertura arborea dello strato dominante e dominato.

L'area d'indagine prescelta è costituita da un intorno di forma circolare centrato sul punto d'ascolto e avente raggio di 135 m (**figura 4.2**); quest'ultimo è stato definito sulla base della maggiore distanza tra punto d'ascolto e punto di contatto al canto rilevato, con l'aggiunta di un *buffer* ulteriore di 50 m per limitare il margine di errore dovuto alla valutazione soggettiva. Per quanto riguarda i punti attivi sono stati costruiti semicerchi (in verde) la cui bisettrice passasse per i punti di contatto, in modo da considerare solo la porzione di territorio in cui era presente il francolino. Nel caso in cui in un punto d'ascolto si siano avuti molteplici contatti la somma di tutti i semicerchi, uno per ogni contatto, costituisce "l'intorno attivo" riferito al punto preso in esame.

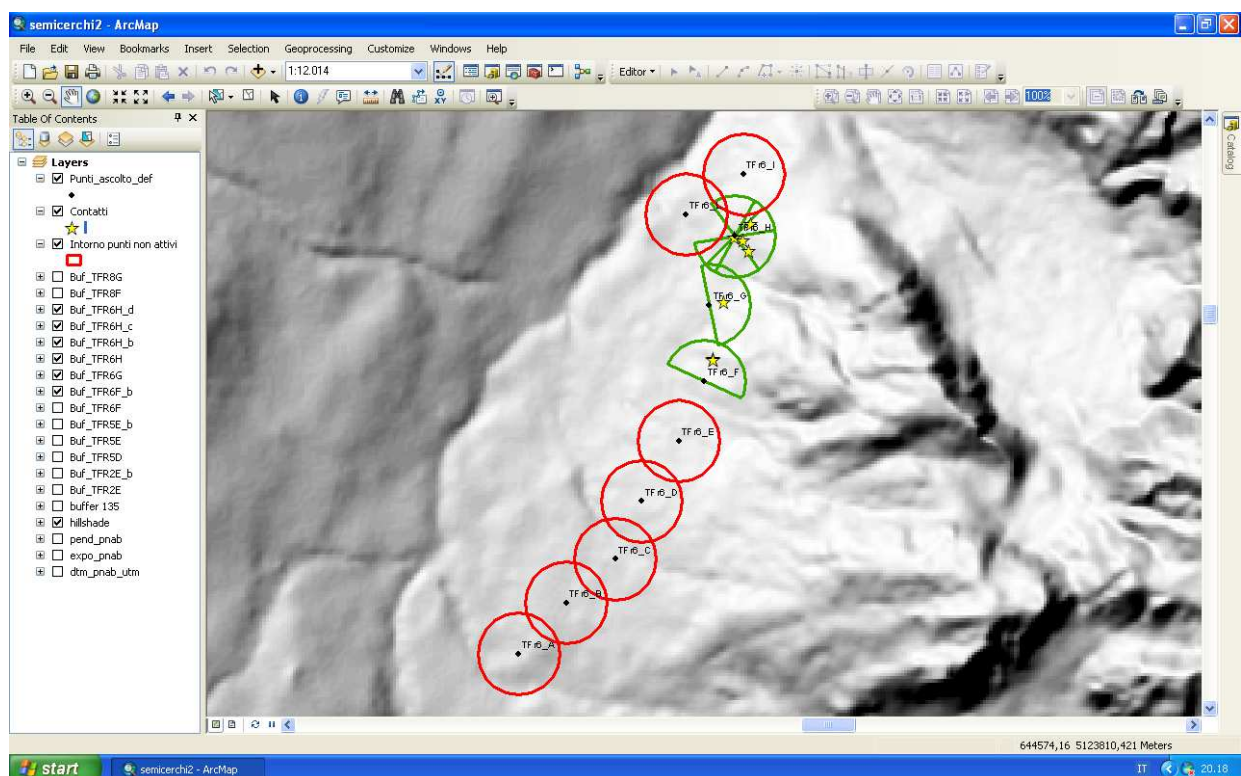


Figura 4.3 Esempio di tematismo gis in cui si possono notare in rosso gli interni dei punti non attivi al canto, in verde gli interni dei punti attivi (con contatti in giallo). Per il punto Tfr6H si noti la somma dei quattro semicerchi (quattro contatti) per ottenere "l'intorno attivo"

4.1.4.1 Estrapolazione virtuale dei dati fisio-topografici

I dati fisio-topografici sono stati ricavati mediante l'utilizzo del *software Esri ArcGis 9.3* utilizzando come base il modello digitale del terreno (DTM), una rappresentazione *raster* della distribuzione delle quote di un territorio. Questo modello permette di associare a ciascun pixel (10x10 m) dell'area circoscritta d'interesse l'attributo della quota assoluta. Per costruire una panoramica su tutta l'area del Parco è stato necessario dividere i valori continui del file *raster* in opportune categorie applicando la funzione *Reclassify* dell'estensione *Spatial Analyst*. A partire dal DTM non sono state ricavate soltanto le categorie relative alla quota, bensì anche quelle riferite alla pendenza e all'esposizione. La quota è una variabile continua lineare misurata in metri s.l.m., mentre l'esposizione e la pendenza sono variabili circolari misurate in gradi (°) con minimo e massimo specifici.

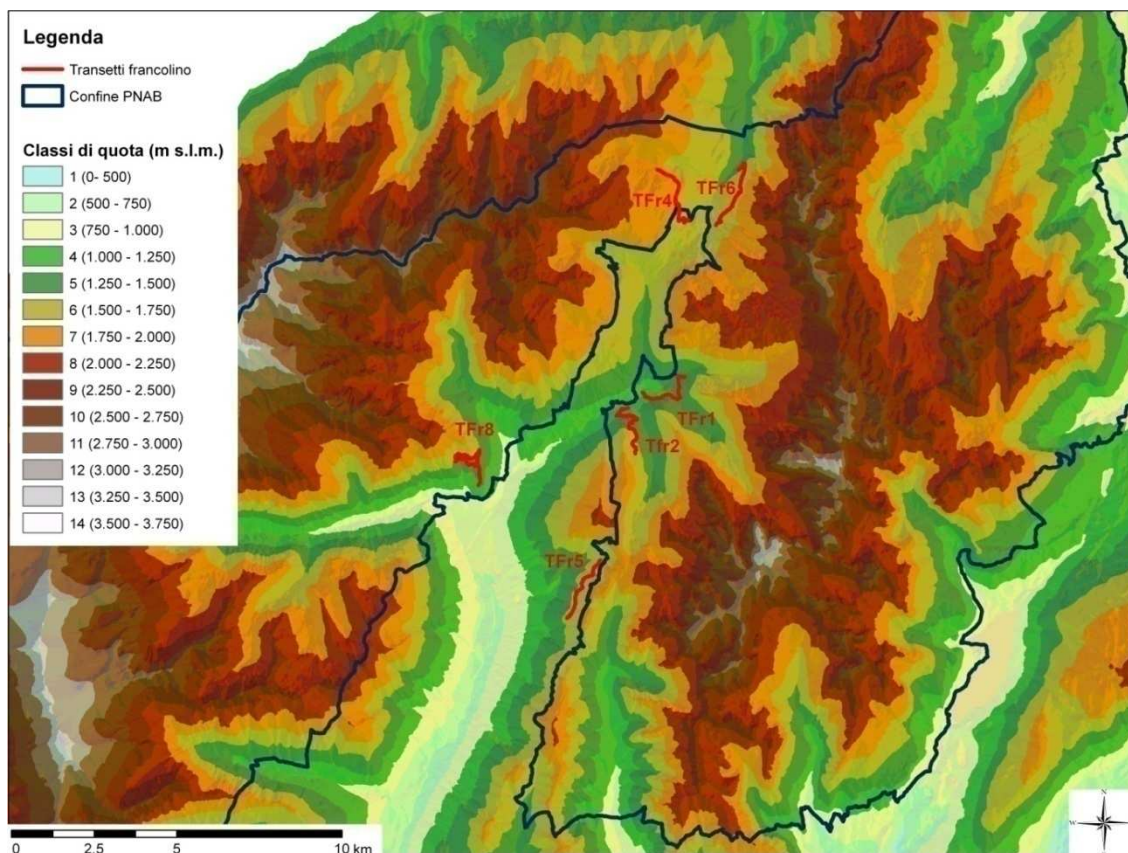


Figura 4.4 Classi di quota PNAB con *focus* sui transetti francolino

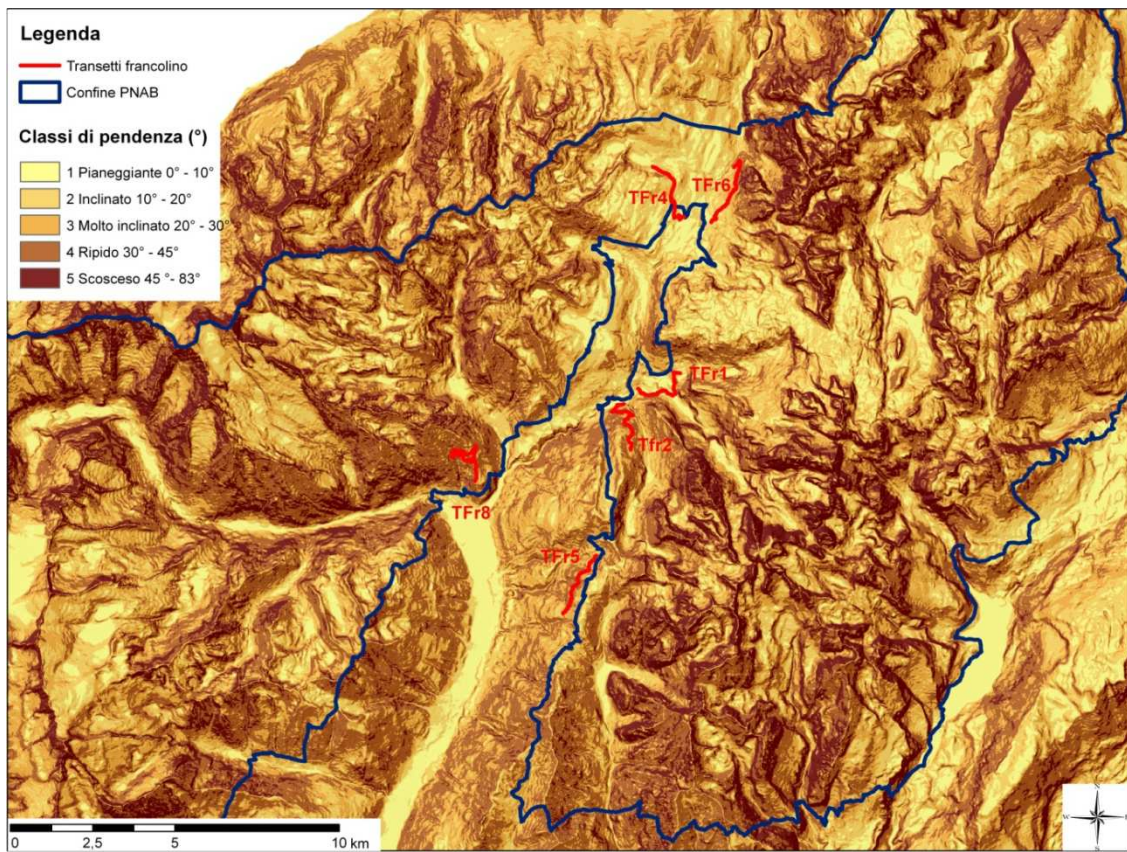


Figura 4.5 Classi di pendenza PNAB con *focus* sui transetti francolino

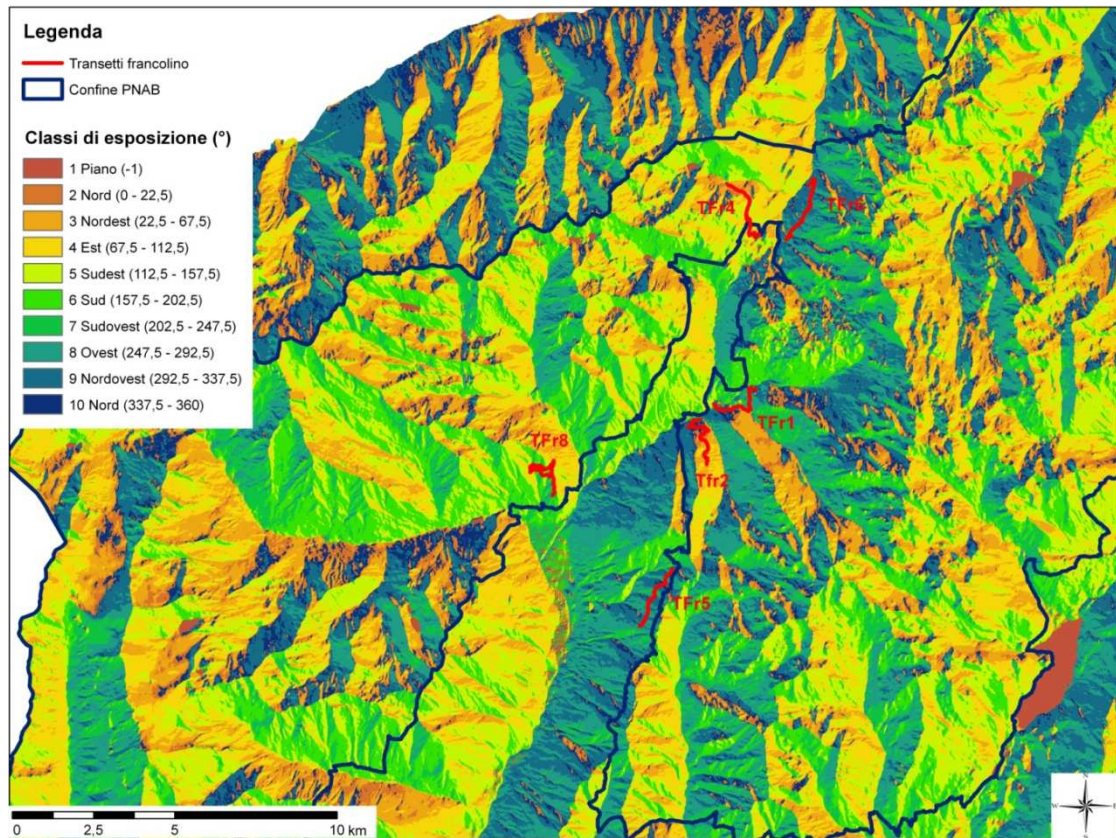


Figura 4.6 Classi di esposizione PNAB con *focus* sui transetti francolino

Con un procedimento che ha previsto l'utilizzo di ulteriori funzioni delle estensioni *Spatial Analyst* e *Geoprocessing* si sono ricavate le quote (*DTM*), le esposizioni (*ASPECT*) e le pendenze (*SLOPE*) riferite ai *pixels* costituenti l'intorno geometrico riferito ai singoli punti d'ascolto e richiamo (cerchi o semicerchi di 135 m di raggio). Si è così delineato il quadro completo dei dati delle tre componenti topografiche scelte per l'indagine.

4.1.4.2 Rilevamento sul campo dei caratteri fisionomico-vegetazionali

In ogni punto d'ascolto è stata eseguita un'indagine relascopico-diametrica. A questo scopo sono stati indispensabili due strumenti: il "Relascopio a Specchio di Bitterlich" e il cavalletto dendrometrico. Dal punto d'ascolto si è provveduto a compiere una rotazione di 360° riportando i dati relascopici. Nello specifico, guardando attraverso l'oculare del relascopio, si vede un campo circolare diviso in due parti separate tra loro da una riga orizzontale, detta "linea di mira". Nella parte superiore si ha la visuale sul bosco, mentre in quella inferiore vengono proiettate le principali bande di numerazione, delle strisce verticali bianche su fondo nero, che costituiscono le varie scale numeriche dello strumento (**figura 4.6**). I numeri scritti all'interno delle strisce corrispondono al valore dei fattori di numerazione angolare (k) propri delle singole bande con la loro larghezza sulla linea di mira. La banda utilizzata per l'indagine in questione è stata la banda del due ($k=2$). Per ogni misura relascopica valida è stata individuata anche la specie di appartenenza ed è stato misurato il diametro del fusto a 1,30 m di altezza (a monte) con cavalletto dendrometrico.

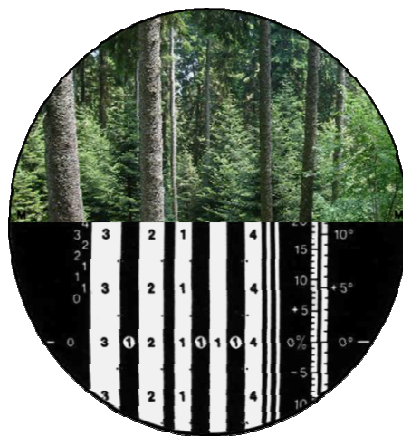


Figura 4.7 Campo circolare visivo attraverso l'oculare del relascopio

Il rilevamento ambientale relativo alla presenza e all'indice di copertura dello strato arboreo dominante e dominato è stato eseguito per ogni punto d'ascolto lungo due segmenti di 100 m di lunghezza, disposti perpendicolarmente a formare una croce di rilevamento avente come fulcro il punto d'ascolto stesso. Utilizzando come strumento la cordella metrica, ogni segmento della croce è stato suddiviso in 20 *steps*, distanziati tra loro 5 metri lineari. Per ogni *step* è stata riportata la presenza/assenza di copertura arborea e la specie presente nello specifico punto. Valutazione importante al fine dello studio dell'ambiente occupato dal francolino si è rivelata anche quella relativa alla presenza di rinnovazione, rappresentata nel presente studio dagli individui di altezza minore di 1 metro, inseriti in un'apposita croce di rilevamento. In ogni punto si è provveduto altresì a segnalare il numero di ceppaie visibili effettuando una rotazione di 360°, nonché la presenza/assenza di legno morto, piante morte in piedi, plantule, foglie e/o aghi secchi a terra (i quali possono giustificare l'assenza di rinnovo).

Tutti i caratteri fisionomico-vegetazionali sono stati registrati in una scheda appositamente costruita. Le informazioni riportate, divise per sezione, sono le seguenti:

- Intestazione:
 - il codice identificativo del punto;
 - la data del rilievo;
 - il nome dei rilevatori;

- Parametri oggettivi calcolati:
 - l'area basimetrica totale;
 - le piante "sopra banda", ovvero le piante che attraverso l'oculare del relascopio risultano avere una larghezza maggiore rispetto alla banda del 2, ognuna con relativo diametro e riferimento alla specie di appartenenza;
 - le piante coincidenti con la banda del 2, aventi quindi larghezza comparabile con essa, ognuna con relativo diametro e riferimento alla specie di appartenenza.

I parametri sopra elencati sono stati utilizzati per ricavare i valori da elaborare nella successiva fase di analisi statistica, in quanto rilevati con strumenti che ne validano l'attendibilità scientifica e valutati su base temporale e spaziale precisa. La scala spaziale utilizzata è quella dell'ettaro; per quanto concerne l'aspetto temporale la componente arborea, rilevata nella sua struttura e composizione specifica nei mesi di luglio ed agosto 2015, non presenta differenze rispetto a se stessa nel periodo primaverile, quindi può essere trattata nell'analisi delle scelte ecologiche del francolino nel periodo riproduttivo come componente valida.

COPERTURA ERBACEA

COPERTURA ARBOREA (strato dominato e strato dominante)

R.	=	Abete Rosso
B.	=	Abete Bianco
L.	=	Larice
Ps / m / c	=	Pino silvestre/ungu/cembro
Be	=	Betulla
T.	=	Popolo tremulo
Suc	=	Salicone / Sav = S. appendiculati
So / a	=	Sorbus aucuparia / aria
Sm	=	Sambuce
La	=	Laburnum alpinum / anagyroides
Fa	=	Faggio
Co	=	Noce
Os	=	Ostrya carpinifolia
Acpc/c	=	Acer pseudoplatanus/campesr
Ca	=	Castanea sativa
Aw/i	=	Alnus varidis / incana
Fr	=	Fraxinus excelsior / ornus
Qp	=	Quercus petraea / pubescens
Ti	=	Tilia platyphyllos
Ul	=	Ulmus glabra
Cs	=	Cornus sanguinea

Figura 4.9 Scheda di rilevamento vegetazionale (pag.2)

Nell'ambito del lavoro di campo si è aggiunta la composizione specifica della croce di rilevamento per lo strato erbaceo, che presenta due lacune. Primariamente, è rilevata su una croce che descrive un *buffer* di 50 metri rispetto al punto d'ascolto (come le suddette due croci), quindi in termini spaziali potrebbe potenzialmente non includere il punto in cui il francolino era effettivamente presente e ha cantato (valutato con un *buffer* di 135 m). Secondariamente le specie rilevate in base alle fioriture estive potrebbero non essere rilevanti per il francolino nel periodo primaverile. Di fatto i rilievi ecologici fondati sulla componente floristica dello strato erbaceo hanno validità scientifica per quanto riguarda il francolino se effettuati in concomitanza con un monitoraggio indiretto sugli indici di presenza della specie, quali ad esempio gli escrementi. Dall'analisi integrata di questi, che testimoniano la presenza in un punto individuabile con precisione, e delle piante circostanti, si possono delineare i legami tra l'animale e l'ambiente che lo ospita. Alle lacune di tipo spaziale e temporale si aggiunge un elemento fondamentale al fine di ottenere dati fonte di interpretazione. La composizione specifica dello strato erbaceo dei punti d'indagine risulta assai variegata, composta nel caso in questione da 150 specie (**figura 4.10**). Per poter elaborare statisticamente i dati sarebbe necessario applicare una *cluster analysis*, ovvero raggruppare le specie in associazioni fitosociologiche. Le percentuali di copertura risulterebbero così utilizzabili come ulteriori variabili covariate nell'analisi statistica.

Ahr = Arrhenantherum elatum	Lev = Leucanthemum vulgare
Ach/Am = Achillea millefolium/macrophylla	Lun/s/lu = Luzula nivea/ sylvatica sieberi/tuznoides
Ap = Aegopodium podagraria	Loa = Lotus corniculatus subsp. alpinus
Aes = Aetia spicata	Lia = Lycopodium annotinum
Asm = Astrantia major s.l. subsp. involucreta	Leh = Leontodon hispidus
Aga/sc/c/st = Agrostis	Lon = Lonicera nigra
alpina/schraderiana/capillaris/stolonifera	Lav = Lathyrus vernus
As = Angelica sylvestris	Mab = Misanthemum bifolium
Aa = Aquilegia atrata	Msy/p = Melampyrum sylvaticum/ pratense
Af = Athyrium filix-femina	Mc = Molinia caerulea subsp. caerulea
Anta = Anthoxanthum alpinum	Mn = Melica nutans
Afoe = Aposeris foetida	Muni = Moneses uniflora
Ae/g = Adenostyles allariae/glabra	Mef = Milium effusum
Br/p/sy = Brachypodium rupestris/pinnatum/ sylvaticum subsp. sylvaticum	Mm = Mycelis muralis
Bea = Betonica alepecurioides	Ml = Mentha longifolia
Bv = Berberis vulgaris	Ox = Oxalis acetosella
Ce/p/m = Cirsium erisithales/palustre/ montanum (alsophilum)	Op = Onyrimum pyrenaicum
Cva/d/f/p/r/s = Carex	Pa = Pulmonaria australis
alba/digitata/flacca/paniculata/rostrata/sylvatica	Poa/e = Potentilla aurea/erecta
Ch/v = Chaerophyllum hirsutum/villarsii	Pep/ta = Petasites paradoxus/alba
Cvar/vil/ar=Calamagrostis varia/villosa/arundinacea	Pt = Pteridium aquilinum
Cae/Cah/Cpen = Cardamine	Ph/b = Phyteuma ovatum/betonifolium
enneaphylos(9)/heptaphylla(7)/pentaphylos(5)	Php = Phleum pratense
Cen = Centaurea nigrescens s.l. subsp. transalpina	Pp = Prenanthes purpurea
Crp = Crepis palustris	Pon/a/s/p/t = Poa nemoralis/alpina/supina/ pratensis/trivialis
Cag = Calamintha grandiflora	Phcon = Pterogopteris connectilis
Cvi = Calluna vulgaris	Pha = Phalaris arundinacea
Cac = Carum carvi	Pl = Plantago major subsp. major/media
Dg = Dactylis glomerata subsp. glomerata	Prv = Prunella vulgaris
Df /ex/c/d= Dryopteris	Pv = Polypodium vulgare
filixmas/expansa/cartusiana/dilatata	Pve = Polygonatum verticillatum
Def /c= Deschampsia flexuosa/ caespitosa	Pob = Peucedanum ostruthium
Ec = Erica carnea	Pq = Paris quadrifolia
Ely = Elymus caninus	Ri/c/s/ca = Rubus idaeus/canescens/saxatilis/caesia
Er = Eriophorum angustifolium	Ral = Ranunculus lanuginosus
Eu = Euphrasia officinalis subsp. rostkoviana	Rhf = Rhododendron ferrugineum
Eqa/s = Equisetum arvense/ sylvaticum	Sae = Sanicula europea
Fen/a/h/r = Festuca nigrescens/altissima /heterophylla/rubra s.l. subsp. rubra	Seo/a/h = Senecio ovatus subsp. fuchsii /alpinus/hercynicus
Fv = Fragaria vesca	Sag/l = Salvia glutinosa/longifolia
Gr/sy/p = Geranium robertianum/ sylvaticum/phaeum	Sv = Solidago virgaurea s.l. subsp. virgaurea
Gno = Galium mollugo subsp. mollugo	St = Stellaria nemorum subsp. nemorum
God = Galium odoratum	Sta = Stachys alpina
Ga = Gentiana asclepiadea	Sr = Saxifraga rotundifolia
Gym = Gymnocarpium dryopteris/robertianum	Tmin = Thalictrum minus s.l.
Gt = Galeopsis tetralix	Tri/p = Trifolium repens/pratense subsp. pratense
Hin/b/p = Hieracium nemorum/bifidum/pilosella	Tu = Tussilago farfara
Hr = Hepatica triloba (= nobilis)	Ud = Urtica dioica
Hoa = Homogyne alpina	Va/v = Vaccinium myrtillus/ vitis-idaea
Hp = Horumium pyrenaicum	Vr = Viola riviniana
Him = Hipericum maculatum	Vo = Veronica officinalis
Imp = Impatiens noli-tangere	Vam = Valeriana montana
Ju = Juniperus communis subsp. nana	Vcx = Veronica chamaedrys
Kn = Knautia dryneia	Vu = Veronica urticifolia
	Vs = Vicia sepium

Figura 4.10 Legenda delle specie floristiche dello strato erbaceo

Per questi motivi si è deciso di escludere le variabili proporzionali di composizione specifica valutate sulla base delle tre croci di rilevamento, e di valutare le scelte ecologiche del francolino, dal punto di vista vegetazionale, in base alle sole componenti strutturali e composizionali dello strato arboreo, valutate su un intorno pari all'ettaro mediante il relascopio.

4.2 Criteri di analisi dei dati

L'ipotesi nulla (H_0), su cui si fonda l'analisi dei dati raccolti sul campo, prevede una discriminazione statisticamente significativa tra intorni attivi e non attivi al canto del francolino in primavera.

L'analisi statistica, a partire da questo assunto, può indicarci quali sono le variabili covariate che aumentano la probabilità di un intorno di ospitare il francolino in primavera.

L'elaborazione dei dati può essere classificata come parametrica o non parametrica. La prima, legata ad una distribuzione normale dei dati (gaussiana), si rivela perlopiù inadeguata nelle applicazioni degli studi ecologici. I rapporti tra variabili covariate e variabile risposta in natura sono molto complessi, spesso non riconducibili a modelli statistici di regressione lineare. Nel caso specifico dello studio sul francolino si aggiungono due elementi che ne aumentano la complessità: la limitata consistenza del campione costituito dai valori rilevati sul campo, che aumenta il peso della componente stocastica rispetto a quella deterministica all'interno del modello statistico, e la natura eterogenea delle variabili inserite, che risultano essere qualitative binarie (variabile risposta) e quantitative lineari, circolari e proporzionali. Queste premesse rendono indispensabile la scelta di un'indagine statistica svincolata dalle seguenti condizioni restrittive preliminari: la normalità distributiva dei dati, la linearità nel rapporto tra variabili risposta e covariate, ed infine l'omoschedasticità nella distribuzione dei residui, che si esplica di fatto in una varianza costante degli errori (insieme degli scostamenti del valore reale rispetto al valore atteso).

La presente indagine si è quindi esplicitata in un'analisi esplorativa preliminare sulla componente fisio-topografica e si è completata con la costruzione di un modello lineare generalizzato (GLM) che comprendesse tutti i descrittori ambientali presi in considerazione; entrambe le fasi sono state sviluppate grazie al *software R 3.1.1*.

Data l'esiguità dei dati a disposizione si è proceduto nell'analisi statistica dando lo stesso peso ai singoli punti, nonostante il numero di contatti per ciascun punto fosse diverso. Di fatto quindi non si è posto l'accento sulla valutazione della casualità di una sola risposta rispetto alla potenziale presenza stabile legata ad una risposta numericamente maggiore, riferita ad un singolo punto. Inoltre, in questo studio, non è stata affrontata la problematica legata alle "false assenze" (Hirzel *et al.*, 2002), ovvero non si è indagata l'effettiva assenza del francolino nei punti dove non ha cantato, poiché la sua elusività rende difficile e dispendioso ottenere dati al riguardo.

4.2.1 Analisi topografica preliminare

Il *database* topografico ricavato su *ArcGis* è stato esportato e trasferito su un foglio di lavoro *Microsoft Office Excel* (2007). Per quanto riguarda la quota si è proceduto con il calcolo, attraverso formule prefissate dal *software*, della media e della deviazione standard della variabile sui *pixels* dei singoli 60 intorni dei punti di ascolto. Per quanto riguarda invece la pendenza e l'esposizione, essendo variabili circolari misurate in gradi, il calcolo della media e

della deviazione standard è stato effettuato con il *software R 3.3.1*, applicando le funzioni del pacchetto *Circular*. La media delle tre variabili topografiche è stata poi riportata in una tabella riassuntiva (prima sezione **Appendice B**).

L'analisi topografica preliminare, fondata sulle funzioni *boxplot* e *plot*, si prefigge di confermare o smentire l'ipotesi nulla (H_0) che prevede una discriminazione statisticamente significativa tra intorni attivi e non attivi al canto del francolino in primavera.

4.2.2 Analisi vegetazionale e costruzione del modello GLM

Tutti i dati relascopici sono stati funzionali alla caratterizzazione fisionomico-vegetazionale dell'intorno dei punti d'ascolto; a partire da essi sono stati calcolati su un foglio di lavoro *Excel* i seguenti parametri forestali, calcolati per ettaro (seconda e terza sezione **Appendice B**):

- l'**area basimetrica totale [G/ha]** (m^2/ha): è ottenuta sulla base del postulato di Bitterlich, secondo il quale "il numero degli alberi di un bosco il cui diametro a petto d'uomo in un'osservazione circolare a 360° appare superiore ad un dato valore angolare costante, è proporzionale all'area basimetrica per ettaro del bosco stesso". In termini matematici questo postulato è espresso dalla formula:

$$G/ha = (\sum n + \frac{1}{2} \sum m) * k$$

dove

n = numero di alberi rilevati con diametro superiore alla banda utilizzata,

m = numero di alberi rilevati con diametro coincidente alla banda utilizzata,

k = fattore di numerazione angolare (nel caso di studio $k=2$) coincidente con la banda utilizzata per la prova relascopica;

- il **numero totale di piante [N/ha]**: è ottenuto a partire dai dati della misura relascopica, integrati con le misurazioni diametriche dei fusti ad 1,3 m d'altezza. Considerando che ogni fusto censito nella misura relascopica rappresenta tanti m^2 di area basimetrica unitaria quante sono le unità k della banda impiegata, si può affermare che il contributo, in numero di piante per ettaro, di una singola pianta misurata [n_i/ha], è pari al fattore di numerazione [k] diviso per l'area basimetrica di quella singola pianta [g_i], ovvero $n_i/ha = \frac{k}{g_i}$; di conseguenza il numero totale di fusti ad ettaro è pari alla sommatoria dei contributi di tutte le piante misurate:

$$N/ha = \sum n_i/ha$$

- il **diametro medio sul totale dei fusti (cm)**: è ottenuto calcolando la media aritmetica dei diametri di tutti i fusti rilevati, ovvero sia quelli "sopra banda" che quelli coincidenti alla banda (definiti nella scheda di rilevamento "sotto banda")

- la **percentuale di ogni specie per ettaro [%/ha]**: è calcolata come rapporto tra il numero di fusti per ettaro associati ad ogni specie scelta (abete rosso, abete bianco, larice e faggio) e il numero totale di piante sopra citato.

Ottenuti i dati relascopici, si è creato lo *script* (matrice) da trasferire su *R*; esso presenta 60 intorni etichettati in riga, mentre in colonna la variabile risposta, denominata STATO, binaria ricodificata come 0/1 per permettere l'analisi quantitativa operata dal *software*, e 10 variabili covariate (QUOTA, PENDENZA, ESPOSIZIONE, AREA_BASIMETRICA, DIAMETRO_MEDIO, PIANTE, ABETE_ROSSO, ABETE_BIANCO, LARICE e FAGGIO).

```
> head(francolino)
  STATO  QUOTA  PENDENZA  ESPOSIZIONE  AREA_BASIMETRICA  DIAMETRO_MEDIO
1A     0 1185.694 10.78468    266.7094             28      39.62000
1B     0 1222.251 17.20992    306.6088             24      45.56000
1C     0 1244.050 21.77330    291.4598             45      53.00000
1D     0 1247.110 19.43665    236.8570              4      27.33333
1E     0 1262.680 11.54398    127.4432             32      38.78947
1F     0 1286.363 20.86899    209.3420             20      33.38462

  PIANTE  ABETE_ROSSO  ABETE_BIANCO  LARICE  FAGGIO
1A 253.15285         74.0           9.0      0     17.0
1B 249.64309         36.5          63.5     0      0.0
1C 281.15063         21.2          68.7     0     10.1
1D  67.15581         74.0          26.0     0      0.0
1E 339.08573         43.5          55.1     0      1.4
1F 311.39831         98.1           1.9     0      0.0
```

Figura 4.11 Fronte dello *script* “francolino”

L'analisi statistica applicata nel presente studio si è concretizzata nella costruzione di un modello lineare generalizzato (GLM), che funge da estensione del modello lineare ed è applicato per le regressioni logistiche. Il GLM è applicabile nel caso in cui la distribuzione della variabile risposta sia diversa da quella normale, il legame della stessa con le variabili covariate sia più complesso di quello lineare, nonché la varianza dell'errore non sia costante (eteroschedasticità).

Prima di procedere con l'elaborazione di un modello GLM sono stati calcolati i coefficienti di correlazione di Spearman (funzione *cor*) tra tutte le possibili coppie di variabili covariate, al fine di mettere in evidenza correlazioni negative o positive tra le stesse. L'intervallo dei coefficienti di correlazione varia da 0 a 1; più il valore è lontano da 0, sia esso positivo ma anche negativo, più è alta la correlazione. L'obiettivo è quello di orientare la scelta delle covariate su cui costruire il modello, in modo da selezionare variabili tra loro indipendenti. L'alta correlazione, rappresentata in modo esemplificativo dalla coppia di covariate AREA BASIMETRICA e PIANTE con il coefficiente più alto e pari a 0,59 (**figura 4.12**), porta ad una ridondanza d'informazione e a stime incerte.

```

> cor(francolino[2:11])
      QUOTA      PENDEZZA      ESPOSIZIONE      AREA_BASIMETRICA
QUOTA      1.00000000    -0.06024376    -0.261396516     0.089463773
PENDEZZA    -0.06024376     1.00000000     0.105822610    -0.140728576
ESPOSIZIONE -0.26139652     0.10582261     1.000000000    -0.069763539
AREA_BASIMETRICA 0.08946377    -0.14072858    -0.069763539     1.000000000
DIAMETRO_MEDIO 0.20544773     0.13155109     0.027987508    -0.008381848
PIANTE      -0.11461860    -0.07767857    -0.034948807     0.591367663
ABETE_ROSSO 0.29508088    -0.22037261    -0.006825172     0.182736083
ABETE_BIANCO -0.44984583    -0.27146553     0.011259177     0.080025042
LARICE      0.27808762     0.10710327     0.282483134    -0.242607647
FAGGIO      -0.20031342     0.41901329    -0.175106937     0.015372311
      DIAMETRO_MEDIO      PIANTE      ABETE_ROSSO      ABETE_BIANCO
QUOTA      0.205447733    -0.11461860     0.295080877    -0.449845832
PENDEZZA    0.131551094    -0.07767857    -0.220372610    -0.271465528
ESPOSIZIONE 0.027987508    -0.03494881    -0.006825172     0.011259177
AREA_BASIMETRICA -0.008381848    0.59136766    0.182736083     0.080025042
DIAMETRO_MEDIO 1.000000000    -0.46200825     0.297455415    -0.236075598
PIANTE      -0.462008247     1.000000000    -0.078352441     0.243976297
ABETE_ROSSO 0.297455415    -0.07835244     1.000000000    -0.505004150
ABETE_BIANCO -0.236075598     0.24397630    -0.505004150     1.000000000
LARICE      0.312013165    -0.29967389    -0.199711123    -0.257852710
FAGGIO      -0.167486939     0.21454191    -0.579775641     0.006425286
      LARICE      FAGGIO
QUOTA      0.2780876    -0.200313417
PENDEZZA    0.1071033     0.419013289
ESPOSIZIONE 0.2824831    -0.175106937
AREA_BASIMETRICA -0.2426076     0.015372311
DIAMETRO_MEDIO 0.3120132    -0.167486939
PIANTE      -0.2996739     0.214541909
ABETE_ROSSO -0.1997111    -0.579775641
ABETE_BIANCO -0.2578527     0.006425286
LARICE      1.0000000    -0.252335036
FAGGIO      -0.2523350     1.000000000

```

Figura 4.12 Funzione *cor* con relativi coefficienti di correlazione (si noti il valore più alto cerchiato in rosso)

Oltre al grado di correlazione tra covariate, la scelta delle variabili è dettata dalla significatività che esse esprimono in funzione della variabile risposta. Questo parametro viene studiato grazie all'analisi del *p-value*, all'interno della funzione *summary* legata al modello. Il valore di probabilità varia da 0 a 1, e la soglia che permette di valutare come significativo il peso della variabile nel modello è pari a 0,05, a favore di valori vicini e minori.

Mediante il *software R 3.1.1* è stata possibile la realizzazione di più modelli GLM, secondo una procedura a *step*, con l'eliminazione progressiva delle variabili che rispondevano alle suddette caratteristiche, ovvero che fossero altamente correlate tra loro e/o avessero peso trascurabile in funzione della variabile risposta.

Per valutare l'efficienza dei vari modelli progressivi è stato utilizzato l'indice di Akaike (AIC), restituito anch'esso come il *p-value* dalla funzione *summary*. Questo indice indica la bontà del modello costruito nei seguenti termini: minore è il suo valore e migliore risulta il modello di riferimento.

5 RISULTATI E DISCUSSIONE

5.1 Monitoraggio al canto

Nella stagione primaverile, precisamente dal 9 aprile al 10 giugno 2015, sono state svolte 4 sessioni di monitoraggio. Durante questo arco temporale sono stati registrati 19 contatti, 5 dei quali esclusi dall'indagine poiché avvenuti durante lo spostamento da un punto all'altro, e quindi non standardizzati. I 14 contatti considerati si sono distribuiti su 8 punti, definiti per questo "attivi al canto"; i restanti 52 punti sono stati definiti invece "non attivi".

Date queste premesse, la presente indagine si è quindi esplicata in un confronto tra i due gruppi di punti, con lo scopo di individuare tra le variabili trattate quelle che permettano di discriminarli in maniera significativa.

Punti attivi al canto	8
Punti non attivi	52
Totale	60

Tabella 5.1 Classificazione e colorazione dei punti in base ai contatti registrati

I punti attivi (evidenziati in verde in **Appendice A e B**) sono:

- Tfr**2E**, con 2 contatti;
- Tfr**5D**, con 1 contatto;
- Tfr**5E**, con 2 contatti;
- Tfr**6F**, con 2 contatti;
- Tfr**6G**, con 1 contatto;
- Tfr**6H**, con 4 contatti;
- Tfr**8F**, con 1 contatto;
- Tfr**8G**, con 1 contatto.

A fronte di una sola stagione di monitoraggio e considerato il basso grado di contattabilità della specie, il monitoraggio al canto su transetti è risultato essere un metodo di verifica efficace.

I contatti ottenuti su singolo transetto si sono concentrati in un piccolo intorno, comprendente due o tre punti d'ascolto limitrofi. Considerando la durata totale dei monitoraggi, questo dato sembra confermare quanto riportato in bibliografia in merito alla scarsa mobilità della specie ed al grado di territorialità massimo da essa manifestato in primavera.

Sul transetto Tfr6 si sono registrati il maggior numero di contatti; ciò è attribuibile presumibilmente alla scarsa frequentazione antropica della zona in questione.

5.2 Analisi topografica preliminare

Il software *R 3.1.1* permette di valutare le singole componenti topografiche graficamente (mediante le funzioni *boxplot* e *plot*) e di studiarne il comportamento in funzione della variabile “Stato” (non attivo, 0 / attivo, 1). Per rendere più immediata la lettura grafica gli intorno non attivi sono stati colorati in rosso, quelli attivi in verde (cfr. **Appendici A e B**).

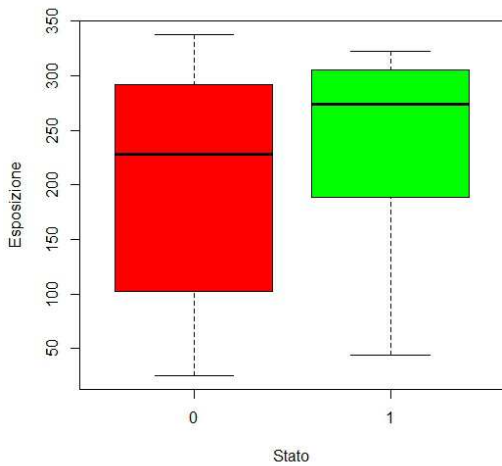


Figura 5.1 Boxplot Esposizione - Stato

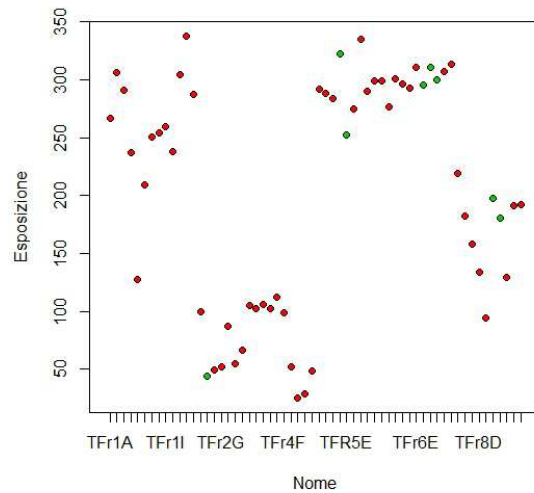


Figura 5.2 Plot Esposizione - Nome intorno

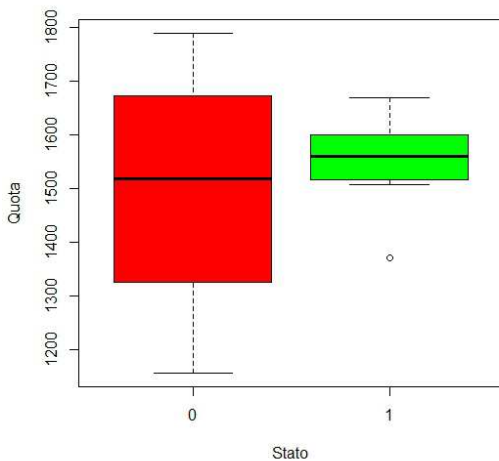


Figura 5.3 Boxplot Quota - Stato

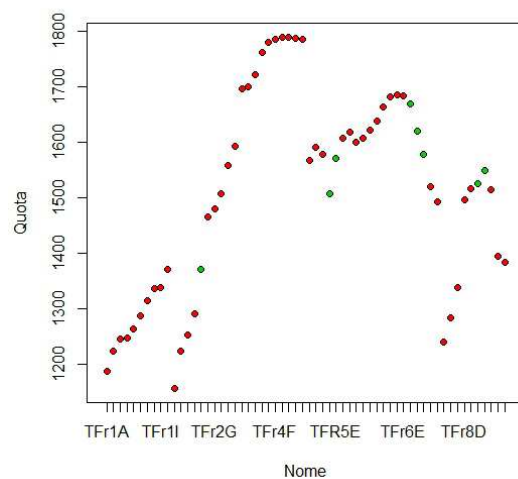


Figura 5.4 Plot Quota – Nome intorno

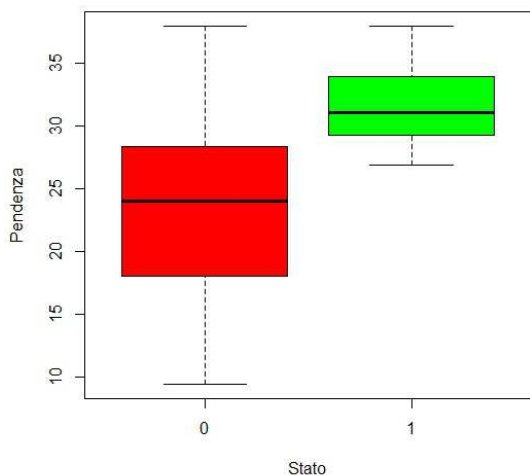


Figura 5.5 *Boxplot* Pendenza – Stato

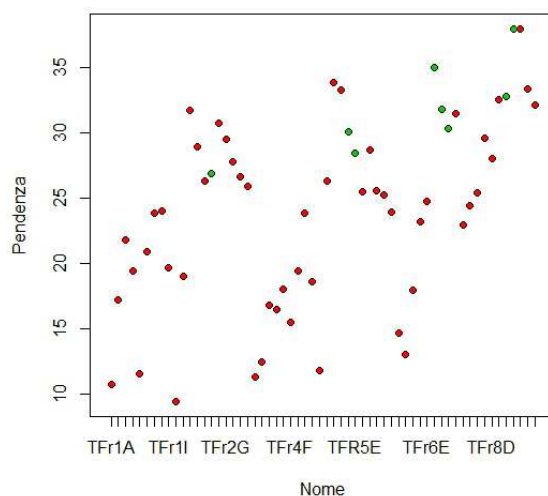


Figura 5.6 *Plot* Pendenza – Nome intorno

Osservando i grafici riferiti alle covariate esposizione e quota si può ravvisare come i due gruppi di punti attivi/non attivi abbiano un ampio grado di sovrapposizione in termini di dati e relativi intervalli di confidenza nei *boxplot*; il *plot* di entrambi conferma una distribuzione dei valori associati ai punti attivi che non permette un distinguo netto rispetto ai non attivi, dato l'elevato grado di dispersione dei primi all'interno del campione complessivo. Infatti, per quanto riguarda i punti attivi, il valore di quota varia da un minimo di 1371 metri s.l.m. (Tfr2E) ad un massimo di 1669 metri s.l.m (Tfr6F), mentre il valore di esposizione da 44° (Tfr2E) a 322° (Tfr5D), comprendendo nell'intervallo esposizioni altamente diversificate (Nord-est, Nord-ovest, Sud e Ovest). Questo risultato sembra confermare quanto riportato in bibliografia in merito allo scarso peso dell'esposizione dei versanti rispetto alla presenza della specie.

	2E	5D	5E	6F	6G	6H	8F	8G
PARAMETRI TOPOGRAFICI								
Quota media (m)	1370,94	1507,946	1570,443	1668,829	1620,642	1577,925	1525,781	1549,456
Pendenza media (°)	26,92277	30,0679	28,43723	35,00109	31,83655	30,35091	32,78759	37,92656
Esposizione media (°)	44,09002	322,5664	252,3779	295,1213	311,2767	299,7082	197,2735	181,011

Tabella 5.2 Parametri topografici medi rilevati negli'intorni attivi al canto

La pendenza risulta invece in prima analisi la variabile covariata con minor grado di sovrapposizione nel *boxplot*, e con una distribuzione più concentrata dei punti attivi nel *plot* costruito. Il valore minimo ad essa associato nei punti attivi è di 26°, corrispondente ad un terreno molto inclinato, quello massimo di 38°, corrispondente ad un terreno ripido.

Quota [m s.l.m.]	Pendenza versante [°]	Esposizione [°]
<500	Pianeggiante [0°- 10°]	Nord [337,5°- 22,5°]
500-750	Inclinato [10°- 20°]	Nord-est [22,5°- 67,5°]
750-1000	Molto inclinato [20°- 30°]	Est [67,5°-112,5°]
1000-1250	Ripido [30°- 45°]	Sud-est [112,5°- 157,5°]
1250-1500	Scosceso [>45°]	Sud [157,5°- 202,5°]
1500-1750		Sud-ovest [202,5°- 247,5°]
1750-2000		Ovest [247,5°- 292,5°]
2000-2250		Nord-ovest [292,5°- 337,5°]
2250-2500		
2500-2750		
>2750		

Tabella 5.3 Classi di quota, pendenza (con valori corrispondenti agli intornoi attivi concentrati) ed esposizione

L'analisi delle componenti principali (PCA), più nello specifico la sua estensione come analisi fattoriale su dati misti (FAMD), ci permette con le sue funzioni di unire in un unico *biplot* le componenti fisio-topografiche, e di restituire sotto forma grafica la probabile distinzione in due gruppi degli intornoi.

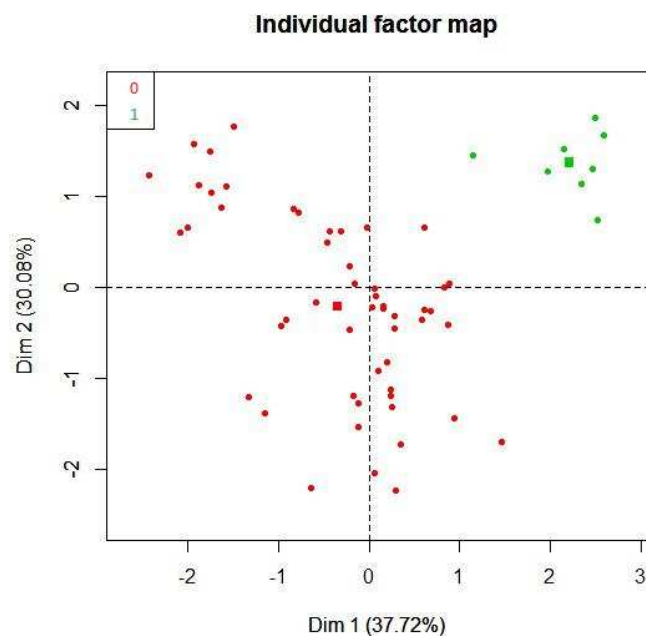


Figura 5.7 Biplot FAMD, con variabile “Stato” binaria (0/1)

L'ipotesi nulla del distinguo tra i due gruppi è graficamente verificata, in quanto il gruppo di punti colorati in verde (attivi) si discosta ampiamente dal gruppo in rosso (non attivi). Si noti inoltre che in ascissa la dimensione 1 è rappresentata per il 37,72% dalla pendenza. Questa percentuale costituisce l'*eigenvalue*, valore che corrisponde alla percentuale di variabilità di tutta la distribuzione dei dati spiegata da ogni componente principale. L'*eigenvalue* della pendenza risulta il maggiore, seguito da quello della quota nella dimensione 2 (30,08%) e dell'esposizione nella dimensione 3 (13,61%). Elaboriamo quindi l'assunzione secondo la quale la pendenza influenzi in modo significativo la probabilità di un punto, e del relativo intorno, di essere attivo o non attivo.

5.3 Analisi statistica basata sul modello GLM

Il modello più efficiente costruito nell'indagine è denominato "francolinoGLM.5". Esso ha un valore di AIC corrispondente di 22,9 ed è stato elaborato con le seguenti 4 variabili: la pendenza, il diametro medio dei fusti, la percentuale di copertura riferita al larice e il numero di piante per ettaro.

```
> AIC(francolinoGLM,francolinoGLM.1,francolinoGLM.2,francolinoGLM.3,francolinoGLM.4,francolinoGLM.5,francolinoGLM.6.ipotetico)
      df      AIC
francolinoGLM      11 33.02250
francolinoGLM.1     10 31.02250
francolinoGLM.2      9 29.03547
francolinoGLM.3      8 27.10468
francolinoGLM.4      7 25.73862
francolinoGLM.5      5 22.92237
francolinoGLM.6.ipotetico 4 23.24747
```

Figura 5.8 Confronto tra indici di Akaike relativi ai 7 modelli costruiti

Nella **figura 5.8** si può notare che come controprova si è costruito un settimo modello (GLM.6.ipotetico) con sole tre variabili, eliminando tra le quattro sopracitate quella con minor peso in termini di *p-value*. L'indice di Akaike, invece di diminuire, è aumentato; ciò significa che un modello a tre variabili perde informazioni e ha una bontà di adattamento ai dati minore rispetto al modello migliore "francolinoGLM.5".

La funzione *summary* del modello “francolinoGLM.5” nello specifico restituisce i *p-value* relativi alle quattro variabili prescelte, marcati in funzione della significatività rispetto al valore soglia 0,05. Li citiamo in ordine d’importanza relativa:

- 0,0364 per la pendenza (*)
- 0,0354 per il diametro medio dei fusti (*)
- 0,0834 per la percentuale di copertura riferita al larice (.)
- 0,1865 per il numero di piante per ettaro

```
> francolinoGLM.5<-glm(STATO~PENDEENZA+DIAMETRO_MEDIO+PIANTE+LARICE, family= binomial(link=logit), data=francolino)
Warning message:
glm.fit: fitted probabilities numerically 0 or 1 occurred
>
> summary(francolinoGLM.5)

Call:
glm(formula = STATO ~ PENDEENZA + DIAMETRO_MEDIO + PIANTE + LARICE,
     family = binomial(link = logit), data = francolino)

Deviance Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-1.31075 -0.01873  0.00000  0.00000  2.21050

Coefficients:
            Estimate Std. Error z value Pr(>|z|)
(Intercept) -1.174e+02  5.523e+01  -2.126  0.0335 *
PENDEENZA    2.330e+00  1.113e+00   2.093  0.0364 *
DIAMETRO_MEDIO 7.205e-01  3.426e-01   2.103  0.0354 *
PIANTE       9.394e-03  7.111e-03   1.321  0.1865
LARICE       7.276e-02  4.202e-02   1.731  0.0834 .
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Dispersion parameter for binomial family taken to be 1)

    Null deviance: 47.121  on 59  degrees of freedom
Residual deviance: 12.922  on 55  degrees of freedom
AIC: 22.922

Number of Fisher Scoring iterations: 10
```

Figura 5.9 Funzione *summary* del migliore modello costruito con le 4 variabili ed i relativi *p-value*

Per completare il quadro relativo alle quattro variabili del modello ne riportiamo i valori minimi e massimi registrati per gli 8 intorni attivi al canto.

	min	MAX
Pendenza media (°)	26,92	37,93
Diametro medio tot (cm)	35,5	80
Percentuale di larice (%/ha)	0	42,4
Piante (nr/ha)	1,99	660,07

Tabella 5.4 Valori minimi e massimi degli intorni attivi per le quattro variabili del modello GLM

5.4 Discussione

La pendenza costituisce un parametro statisticamente significativo nella scelta dell'habitat da parte del francolino nel periodo riproduttivo, con un p -value pari a 0,0364 ed una minore dispersione dei dati tra minimo e massimo negli intorni attivi. Come sottolineato nella **tabella 5.3** gli intorni attivi si trovano in corrispondenza di terreni molto inclinati o ripidi.

Pur tenendo in considerazione il ridotto numero di dati trattati e la ridotta finestra temporale indagata, una spiegazione plausibile, rispetto al maggior grado di pendenza dei territori frequentati dal francolino di monte in primavera, potrebbe essere legata ad una strategia antipredatoria: in un periodo delicato quale quello riproduttivo, la possibilità di sfuggire ai predatori attraverso involi molto rapidi, offerta da versanti molto pendenti, potrebbe essere vantaggiosa dal punto di vista evolutivo ai fini della sopravvivenza e del successo riproduttivo della specie.

Si ricordi però che la quota, quale fattore topografico che guida le scelte ecologiche, non figura come fattore determinante poiché mostra una parzialità a priori. Infatti nell'ambito di questo studio non è stato considerato tutto il *range* altitudinale del Parco, bensì è stata selezionata una fascia di quota idonea, sulla base dei risultati dello studio delle potenzialità faunistiche nel territorio della Provincia Autonoma di Trento (Mustoni *et al.*, 2008).

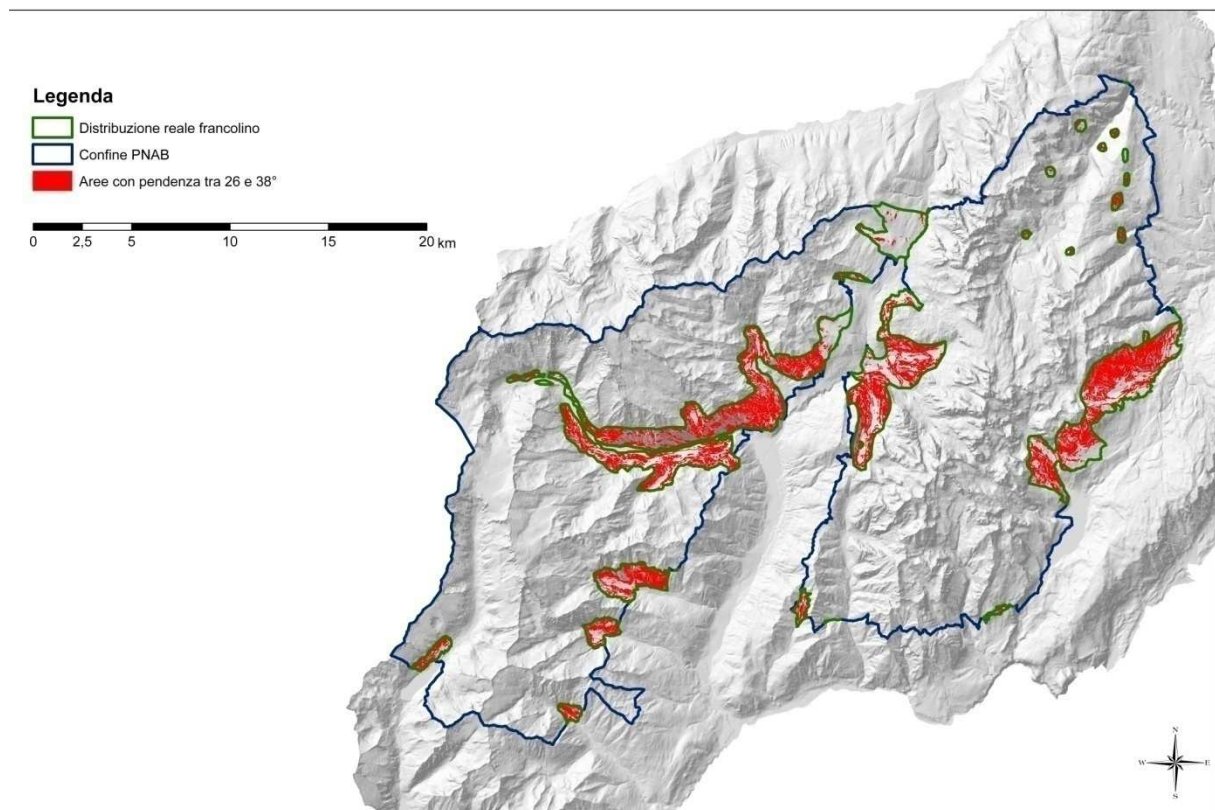


Figura 5.10 Aree con pendenza compresa tra 26-38 gradi da tutelare

Alla luce di questa premessa è stata elaborata una carta (**figura 5.10**) in cui, all'interno dell'areale reale del francolino di monte individuato nello studio di Mustoni *et al.* (2008), è selezionato in rosso l'insieme dei territori che hanno una pendenza compresa tra il minimo e il massimo valore rilevato nei punti attivi al canto della presente indagine (26-38°).

In queste aree si possono suggerire azioni di tutela volte a preservare il francolino di monte nel delicato periodo di accoppiamento e nidificazione. Esse potrebbero concretizzarsi nelle seguenti azioni:

- la disciplina della circolazione con mezzi degli addetti ai lavori su strade forestali;
- la regolamentazione del transito degli escursionisti, con specifico riferimento alle varianti fuori sentiero ed alla conduzione di cani sprovvisti di guinzaglio;
- la limitazione della raccolta di frutti di sottobosco.

I dati relascopici, riferibili agli intorni in cui è stata appurata la presenza del francolino di monte, esprimono nei minimi e nei massimi l'eterogeneità dell'ambiente ecotonale frequentato dalla specie in primavera. Il diametro medio rivela un ampio *range* di valori (35-80 cm); il numero di piante per ettaro allo stesso modo indica l'idoneità di popolamenti con densità molto diversificate (da 2 a 660 piante per ettaro). La presenza del larice, che risulta la specie con maggiore peso nella scelta dell'habitat, è spiegabile dalla natura della specie. Esso è un albero ad accrescimento rapido, va a comporre proprio i margini delle radure, ed è altresì una specie eliofila a chioma più rada degli abeti; queste caratteristiche potrebbero garantire una maggiore illuminazione al suolo, e permettere lo sviluppo del sottobosco ricco di fruticose appetite dalla specie.

La conservazione del francolino non può prescindere quindi dalla tutela di habitat fortemente diversificati in termini di struttura nonché di composizione specifica.

In quest'ottica il relascopio, quale strumento d'indagine, presenta un limite rispetto allo studio dell'ambiente di margine in cui vive il francolino. Esso infatti è stato progettato con lo scopo di valutare la produttività di boschi maturi, e non rileva i fusti nello stadio di rinnovazione e giovanile. Per questo sarà necessario implementare il modello costruito inserendo i rilievi effettuati con la croce per gli strati di rinnovazione, arboreo dominato e dominante, oppure fare riferimento a dati telerilevati.

È doveroso sottolineare che da circa cinquant'anni i boschi trentini vengono gestiti in base ai principi della selvicoltura naturalistica, che punta ad un'equilibrata valorizzazione della multifunzionalità del bosco, compresa la conservazione ed il miglioramento della biodiversità (Piano Faunistico Provinciale, PAT, 2011).

In quest'ottica di programmazione territoriale delle foreste tesa al raggiungimento delle massime capacità faunistiche consentite dai vari ambienti, il miglioramento ambientale si inserisce come un complesso di operazioni il cui scopo è in primo luogo quello di arricchire le disponibilità alimentari, nonché di migliorare la ricettività con una conseguente più omogenea distribuzione spaziale delle popolazioni animali (Scherini e Tosi, 1996). Laddove gli interventi selvicolturali rappresentino quindi valida espressione del miglioramento ambientale, appare evidente come gli essi, qualora interessino aree particolarmente delicate per il francolino di monte, debbano essere limitati nel tempo e nello spazio. Il Piano Faunistico del Parco Naturale Adamello Brenta (2007) invita ad evitare le attività nel periodo compreso tra l'1 aprile e il 15 agosto, corrispondente alla fase di accoppiamento, nidificazione ed allevamento della prole da parte della specie. Durante i periodi idonei tali interventi di

gestione forestale, volti a mantenere o aumentare le superfici ecotonali, potrebbero contemplare:

- tagli di curazione nelle foreste multiplane;
- tagli successivi nei popolamenti monoplani;
- tagli a raso su piccole superfici;
- mantenimento attivo dell'habitat di bosco-pascolo adibito all'allevamento bovino e delle sue superfici di transizione, habitat di elezione nella fase di allevamento delle nidiate;
- mantenimento di *stepping stones* idonei in modo da permettere la connettività funzionale tra areali ed evitare così l'isolamento delle popolazioni.

Il presente lavoro costituisce uno studio parziale sperimentale; in futuro si auspica la possibilità di investire nelle attività di monitoraggio al fine di aumentare la numerosità del campione di dati di presenza del francolino di monte su cui lavorare. A questo si potrebbe aggiungere il rilevamento di quanti più possibili parametri ambientali abiotici e biotici nelle aree d'indagine. Lo scopo da prefiggersi dovrebbe essere quello di rendere più robusto il modello statistico, ricordando comunque che esso costituisce in ogni caso una semplificazione della realtà.

L'analisi statistica applicata al campione esiguo di dati ci permette in ogni caso di fare inferenza, ovvero di estendere a livello spaziale il modello costruito anche laddove il francolino non è stato monitorato. Grazie alla funzione *predict*, inserendo i valori relativi alle covariate ambientali, il *software R 3.1.1* è in grado di restituire un valore di probabilità (da 0 a 1) che quantifica l'idoneità di un intorno non indagato ad ospitare la specie.

Prendendo spunto da lavori presenti in bibliografia un'ulteriore possibilità di impiego dei dati raccolti per effettuare predizioni è rappresentata dalla costruzione di modelli a massima entropia (MAXENT, Phillips *et al.*, 2006). Essi si fondano sulle più recenti tecniche di analisi, che sono applicabili anche ai soli dati di presenza e permettono di formulare predizioni affidabili anche a partire da poche osservazioni. Il *software* MAXENT (Schapire, 2010) provvede anche a fornire le necessarie statistiche diagnostiche, relative all'affidabilità del modello, sotto forma di curva ROC (*Receiver Operating Curve*) e ad indicare la corretta soglia di probabilità al di sopra della quale considerare le predizioni fornite come dato di presenza. L'area sottesa alla curva (AUC), che al massimo può assumere un valore pari a 1 (100%), indica la qualità del modello.

Per rendere quindi esaustivo lo studio condotto nel Parco Naturale Adamello Brenta sarebbe opportuno in futuro estenderlo a livello spaziale e temporale ed arricchirlo in cofattori ambientali indagati, affinando le tecniche statistiche applicate nella loro elaborazione.

6 CONCLUSIONI

Pur tenendo in considerazione i limiti intrinseci del modello statistico costruito e il ridotto numero di dati trattati, i risultati emersi dall'indagine possono costituire un prezioso contributo ai fini della maggiore conoscenza dell'ecologia del francolino di monte (*Bonasa bonasia* L.) e della sua conservazione.

Le principali considerazioni che emergono dall'indagine possono essere così riassunte:

- il metodo di monitoraggio primaverile al canto su transetti si è dimostrato idoneo avendo portato 14 contatti, distribuiti su 8 punti su un totale di 60 punti d'ascolto;
- la pendenza costituisce, quale parametro fisio-topografico, il solo fattore ambientale statisticamente significativo tra quelli analizzati nella scelta ecologica primaverile del tetraonide;
- i parametri relascopici quali diametro medio dei fusti, percentuale di larice e numero di piante per ettaro risultano essere fattori ambientali significativi ma con ampia variabilità interna, giustificabile con la natura eterogenea delle aree ecotonali scelte dal francolino come habitat di elezione nella fase riproduttiva.

Le prospettive future dello studio sul francolino potrebbero quindi comprendere:

- l'incremento delle azioni di monitoraggio a livello spaziale, in aree del Parco soggette alla presenza potenziale della specie ma non ancora indagate, nonché a livello temporale, mediante l'aggiunta di sessioni autunnali a quelle primaverili;
- il continuo aggiornamento del *database* dei dati ottenuti con il monitoraggio al canto e l'approfondimento delle conoscenze relative alla specie;
- la realizzazione di un monitoraggio indiretto sugli indici di presenza;
- la validazione e l'elaborazione dei dati floristici e di rinnovazione riportati nella croce di rilevamento, volte all'implementazione del modello costruito sui parametri relascopici;
- l'integrazione con dati Lidar telerilevati;
- la costruzione di un modello di massima entropia (MAXENT) basato su quanti più possibili fattori ambientali;
- lo studio, supportato dall'analisi di ortofoto, della situazione attuale delle tipologie di copertura del suolo a confronto con quella di qualche decennio fa.

Da un punto di vista gestionale, sulla base dei dati emersi dal presente studio è possibile consigliare:

- il mantenimento dell'eterogeneità ambientale, requisito fondamentale per la vitalità delle popolazioni, attraverso azioni di miglioramento ambientale e pianificazione forestale;
- la gestione dei pascoli e della monticazione nel rispetto delle fasi biologiche dell'animale;
- il ripristino di aree vocate del passato, laddove le risorse e le circostanze lo permettano.

In sintesi, i risultati ottenuti nell'ambito della presente indagine rappresentano quindi non solo un contributo per la conservazione del francolino, ma anche per la tutela degli habitat che lo ospitano e di tutte le specie connesse, soprattutto in un'ottica di lungo periodo e in relazione alle modificazioni che interessano l'Arco Alpino e il suo ecosistema.

7 BIBLIOGRAFIA

AA.VV., 2001. Piano faunistico-venatorio della Regione Lombardia. Assessorato all'agricoltura.

AA.VV., 2007. Piano faunistico. Parco Naturale Adamello Brenta, Strembo, (TN).

ARRIGHETTI A., 1973 *bis*. Ecologia vegetale e fitogeografia. In: Tomasi G. (a cura di), L'ambiente naturale e umano dei parchi in Trentino. Provincia Autonoma di Trento: 185-193.

ARRIGONI DEGLI ODDI E., 1929 . Ornitologia Italiana. Hoepli, Milano.

ARTUSO I., DE MARTIN P., 2003. Francolino di monte (*Bonasa bonasia*). In: Pedrini P., Caldonazzi M., Zanghellini S. (a cura di). Atlante degli Uccelli nidificanti e svernanti in Provincia di Trento. Studi trentini di Scienze Naturali. Acta Biologica, 80, supplemento nr.2. Museo Tridentino di Scienze Naturali.

ARTUSO I. (a cura di), 2008. I Galliformi alpini e la Lepre bianca della Valle Brembana (Bergamo). Comprensorio alpino Val Brembana (BG). pp. 1-528.

BARBIERI F., CALDONAZZI M., PEDRINI P., ZANGHELLINI S., 1994. Gli anfibi ed i rettili del Parco Naturale Adamello Brenta riconoscimento, distribuzione, habitat, abitudini. Parco Naturale Adamello Brenta, Strembo (TN).

BERGMAN H., KLAUS S., MÜLLER F. e WIESNER J., 1978. Das Haselhuhn. Die Neue Brehm-Bücherei.

BERGMANN H., KLAUS S., 1994. Restoration plan for the Hazel Grouse (*Bonasa bonasia*) in Germany. Gibier Faune Sauvage 11:35-54.

BERGMANN H., KLAUS S., MÜLLER F., SCHERZINGER W., SWENSON J.E., WIESNER J., 1996. Die Haselhühner, *Bonasa bonasia* und *B. sewerzowi*. Die Neue Brehm-Bücherei, Magdeburg, Germany, 278 pp.

BIANCHI E., 1962. Nuovi accertamenti della presenza del francolino di monte (*Tetrastes bonasia rupestris*-Brehm) e del Gallo cedrone (*Tetrao urogallus*-Linneo) nell'Ossola (Alpi Leopontine) . Riv. It. Orn., n° 39.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. European Red List of Birds. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities.

BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2015. Species factsheet: *Bonasa bonasia*.

BLATTNER M., 1998. Der Arealschwund des Haselhuhns *Bonasa bonasia* in der Nordwestschweiz. Der Ornitologische Beobachter.

BLATTNER M., PERRENOUD A., 2001. Haselhuhn und Waldbewirtschaftung. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern.

BOANO G. e BRICCHETTI P., 1989. Proposta di una classificazione corologica degli uccelli italiani. I. Non-Passeriformes. Riv. It. Orn, 59: 141-158.

BOGLIANI G., 2004. Tetraonidi. In: Gariboldi A., Andreotti A., Bogliani G. (a cura di). La conservazione degli Uccelli in Italia. Strategie e azioni. Alberto Perdisa Editore. Bologna.

BORDIGNON L., 1982. Osservazioni ornitologiche nelle Baragge biellesi. Riv. Piem. St. Nat., n° 3.

BORDIGNON L. e PESCAROLO R., 1990. Nidificazione del francolino di monte, *Bonasa bonasia*, in Val Sesia (Vercelli). Riv. It. Orn., n° 60.

BORGO A. e MATTEDI M. S., 2011. Monitoraggio dello stato di conservazione dei galliformi alpini quali indicatori di biodiversità per le alpi orientali: l'esempio del Parco Naturale Dolomiti Friulane. Gortania Botanica, Zoologia.

BOSELLINI A., 2006. Storia geologica d'Italia. Gli ultimi 200 milioni di anni. Zanichelli editore, Bologna.

BOTTAZZO M., 1992. Metodi di rilevamento della vegetazione nei biotopi dei tetraonidi. In: De Franceschi P.F. (a cura di). Pianificazione e gestione delle risorse faunistiche. Ministero dell'Ambiente, Azienda Regionale delle Foreste del Veneto: 81-91.

BRICCHETTI P., 1987. Atlante degli Uccelli delle Alpi Italiane. Edizioni Ramperto, Brescia, 212 pp.

BRICCHETTI P., FRACASSO G., GANDINI S., 2004. Ornitologia Italiana 2 Tetraonidae-Scolopacidae identificazione, distribuzione, consistenza e movimenti degli uccelli italiani; Alberto Perdisa Editore. Bologna.

BUSCANI G. e CASTIGLIONI E., 1977. Dolomiti di Brenta. Club Alpino Italiano & Touring Club Italiano. Pag: 24-32.

CALDONAZZI M., PEDRINI P., ZANGHELLINI S., BARBIERI F., 1994. Gli uccelli del Parco Naturale Adamello Brenta. Documenti Parco Adamello Brenta, Strembo (TN).

CALOVI F., 1984. Il francolino. Natura Alpina. A.35 (1984), n.1; p.13-15.

- CARLINI E., 2014. Il monitoraggio dei Galliformi alpini in Lombardia: tecniche di valutazione dello *status* delle popolazioni e pianificazione di strategie gestionali. Tesi di Laurea in Scienze Naturali. Università degli Studi dell'Insubria.
- CAVEDON M., 2013. Progetto monitoraggio faunistico mirato: analisi dei dati dal 2005 al 2012. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta.
- CRAMP S. & SIMMONS K.E.L. (eds.), 1980. The Birds of the Western Palearctic. 2. Hawks to Bustards. Oxford University Press, Oxford.
- DEL HOYO J., ELLIOTT A., SARGATAL J., 1994. Handbook of the birds of the world, Volume 2. New World Vultures to Guinea-fowl. Lynx Edicions. Barcelona.
- DE FRANCESCHI P. F., 1982. Fluttuazione delle popolazioni di tetraonidi sulle Alpi Carniche. *Dendronatura*, 3 (2): 19-38.
- DE FRANCESCHI P. F., 1983. Aspetti ecologici e problemi di gestione dei tetraonidi sulle Alpi. *Dendronatura*.
- DE FRANCESCHI P., 1984. Tetraonidi. Caccia e conservazione. Quaderni UNCZA.
- DE FRANCESCHI P. F., 1992. Francolino di monte *Bonasa bonasia*. In: Bricchetti P., De Franceschi P. F., Baccetti N. (Eds.). "Fauna d'Italia Vol. XXIX". Aves. I Gaviidae-Phasianidae.
- DE FRANCESCHI P., 1993. Studio delle popolazioni di Tetraonidi del Tarvisiano (1982-1991). Ministero per il Coordinamento delle Politiche Agricole, Alimentari e Forestali. Gestione ex Azienda di Stato Foreste Demaniali, pp. 82.
- DE FRANCESCHI P. F., 1996. I Tetraonidi della foresta di Tarvisio. Ed. Cierre, 141pp.
- DE FRANCESCHI P.F., 2004. Francolino di monte (*Bonasa bonasia*). In: Spagnesi M., Serra L. (a cura di). Uccelli d'Italia. Falconiformes, Galliformes. Quaderni di Conservazione della Natura, nr. 21. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, INFS.
- FESTI F., PROSSER F., 2008. Flora del Parco Naturale Adamello Brenta. Documenti del Parco n°17. Ed. Osiride, Rovereto (TN).
- GAGLIARDI A. e TOSI G., 2012. Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento. Regione Lombardia, Università degli Studi dell'Insubria, Istituto Oikos.
- GIBBONS D.W., HILL D. e SUTHERLAND W.J., 1996. Birds. In: Sutherland W.J. (Eds.) – Ecological census techniques: a handbook . Cambridge University Press.

GLUTZ VON BLOTZHEIM U. N., BAUER K. e BEZZEL E., 1973. Handbuch der Vögel Mitteleuropas. Akademische Verlagsgesellschaft. Frankfurt am Main, 5: 75-103.

GLUTZ VON BLOTZHEIM U. N. e SOLARI C., 1985. Tetraonidi. Rapporto della Stazione ornitologica svizzera per l'Associazione degli amici della Stazione ornitologica.

GROFF C., BRAGALANTI N., RIZZOLI R. e ZANGHELLINI P., 2015. Rapporto Orso 2015 del Servizio Foreste e fauna della Provincia Autonoma di Trento.

GUSTIN M., VETTORAZZO E., CASSOL M., DE FAVERI A., TORMEN G. E ZENATELLO M., 2011. Atlante degli uccelli nidificanti nel Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi. Collana Rapporti 8, pp. 272.

IUCN, 2015. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2014.3.

JOHNSGARD P. A., 1983. The grouse of the world. University of Nebraska Press. Groom helm.

KLAUS S., 1995. Hazel Grouse in the Bohemian Forest. Results of a 20-year study. In: JENKINS D. (ed.). Proc. 6th intern. Grouse Symp., Udine (Italy).

LIESER M., EISFELD D. & MANN S., 1995. Evaluation of Hazel Grouse habitat in the Black Forest (southern Germany) and implications for habitat management. In: Jenkins D. (ed.). Proc. 6th intern. Grouse Symp., Udine (Italy).

MOLTONI E., 1951. La ricomparsa del francolino di monte *Tetrastes bonasia rupestris* (Brehm) in Val Sesia (Alpi Pennine) e nella Val d'Ossola (Alpi Leopontine). Riv. It. Orn.

MÜLLER D e SCHRÖDER B., 2009. Modelling habitat selection of the cryptic Hazel Grouse *Bonasa bonasia* in a montane forest. Dt. Ornithologen-Gesellschaft.

MUSTONI A. e ARMANINI M., 2013. Il Gallo cedrone: quattro anni di ricerche scientifiche nel Parco Naturale Adamello Brenta. Gruppo di Ricerca e Conservazione dell'Orso Bruno del Parco Adamello Brenta. Documenti del Parco, n° 19.

MUSTONI A., CHIOZZINI S., CHIRICHELLA R. e ZIBORDI F., 2008. Distribuzione reale e potenziale di ungulati e galliformi in provincia di Trento. Relazione interna SFF.

MUSTONI A., CHIRICHELLA R., CHIOZZINI S., ZIBORDI F., 2010. Progetto Galliformi, relazione finale. Parco Naturale Adamello Brenta.

OSTI F., 1977. Sull'alimentazione autunno-invernale del francolino delle Alpi *Tetrastes bonasia rupestris* Brehm. Studi Trentino di Scienze Naturali, 54: 133-141.

- OSTI F., 1988. La fauna del Trentino. In: Boato S., Arrighetti A., Osti F., Parchi e riserve naturali del Trentino. Temi Editrice (TN).
- PEDROTTI F., 1999. Carta della vegetazione del Parco Naturale Adamello Brenta. Studio non pubblicato. Parco Naturale Adamello Brenta, Strembo (TN).
- PEDROTTI F., 2005. Vegetazione. In: Sartori G., Mancabelli A., Wolf U., Corradini F., Atlante dei suoli del Parco Naturale Adamello Brenta Suoli e paesaggi. Museo Tridentino di Scienze Naturali, Trento. Pp. 13-15.
- PEDROTTI F., 2008. Notizie storiche sul Parco Naturale Adamello Brenta. Tipografia editrice TEMI s.a.s., Trento.
- PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO (PAT), 2011. Piano faunistico provinciale. Prima revisione, Dicembre 2010. Servizio Foreste e Fauna. Art. 5 L.P. 9 Dicembre 1991, n° 24.
- PYNNONEN A., 1954. Beitrage zur kenntnis der Lebensweise des Haselhuhns, *Tetrastes bonasia* (L.). Pap Game Res.
- ROTELLI L., 2006. Cause del declino dei galliformi alpini in Italia: implicazioni gestionali e di conservazione. I Galliformi alpini. Esperienze europee di conservazione e gestione. Centro incontri Regione Piemonte. Torino.
- RUSCETTA A., 1946. Ricomparsa del francolino di monte nell'Ossola. Riv. It. Orn., n° 16.
- SCHERINI G. C., 1990. I tetraonidi. All'interno: Il francolino di monte. Documento inedito, dattiloscritto.
- SCHERINI G.C., 2001. I Galliformi alpini nel settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio. Consorzio del Parco Nazionale dello Stelvio, Bormio (SO), 70 pp.
- SCHERINI G.C., TOSI G., 2003. La pernice bianca in Lombardia, biologia e gestione faunistico-venatoria. Regione Lombardia, Servizio Faunistico.
- STORCH I., 2000. Conservation status and threats to grouse worldwide: an overview. Wild Biol. 6: 195-204.
- SWENSON J.E., DANIELSON J., 1991. Status and conservation of Hazel Grouse in Europe. Ornis Scand 22:297-298.
- SWENSON J.E., 1991. Evaluation of a density index for territorial male Hazel Grouse *Bonasa bonasia* in spring and autumn. Ornis Fennica 68:57-65.
- SWENSON J.E., 1995 - Habitat requirements of Hazel Grouse. In: Jenkins D. (ed.). Proc. 6th intern. Grouse Symp., Udine (Italy).

SWENSON J.E., ANGELSTAM P., 1993. Habitat separation by sympatric forest grouse in Fennoscandia in relation to boreal forest succession. *Can. J. Zool.* 71, 1303-1310.

TOCCHETTO G., DE FRANCESCHI P.F., 1997. Caratteristiche vegetazionali delle cenosi frequentate dal Francolino di monte nella foresta del Cansiglio (Prealpi venete). *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina* 27: 823-9.

TOCCHETTO G., 1992 – 1993. Il Francolino di monte (*Bonasa bonasia*) nella Foresta del Cansiglio. Rilievi ecologici. Tesi di Laurea in Scienze Forestali. Università degli Studi di Padova.

TOCCHETTO G., 1994. Metodi di censimento del Francolino di monte (*Bonasa bonasia* L.). In: De Franceschi P.F. (a cura di). Pianificazione e gestione delle risorse faunistiche. Ministero dell'Ambiente, Azienda Regionale delle Foreste del Veneto: 27-30.

TOMASI G., 1973. Laghi. In: Tomasi G. (a cura di), L'ambiente naturale e umano dei parchi in Trentino. Provincia Autonoma di Trento: 91-134.

TOMASI G., 1990. Aspetti naturalistici. In: Flaim S. (a cura di), Incontri col Parco. Edizioni Arca, Trento: 31-40.

TOSI G., 1977. Problemi e prospettive dell'avifauna alpina: i Tetraonidi e la Coturnice. *Natura e Montagna* 24 (3): p. 5-14.

WIESNER J., BERGMANN HH., KLAUS S., MÜLLER F., 1977. Siedlungsdichte und Habitatstruktur des Haselhuhns (*Bonasa bonasia*) im Waldgebiet von Bialowieza (Polen). *J Ornithol* 118:1-20.

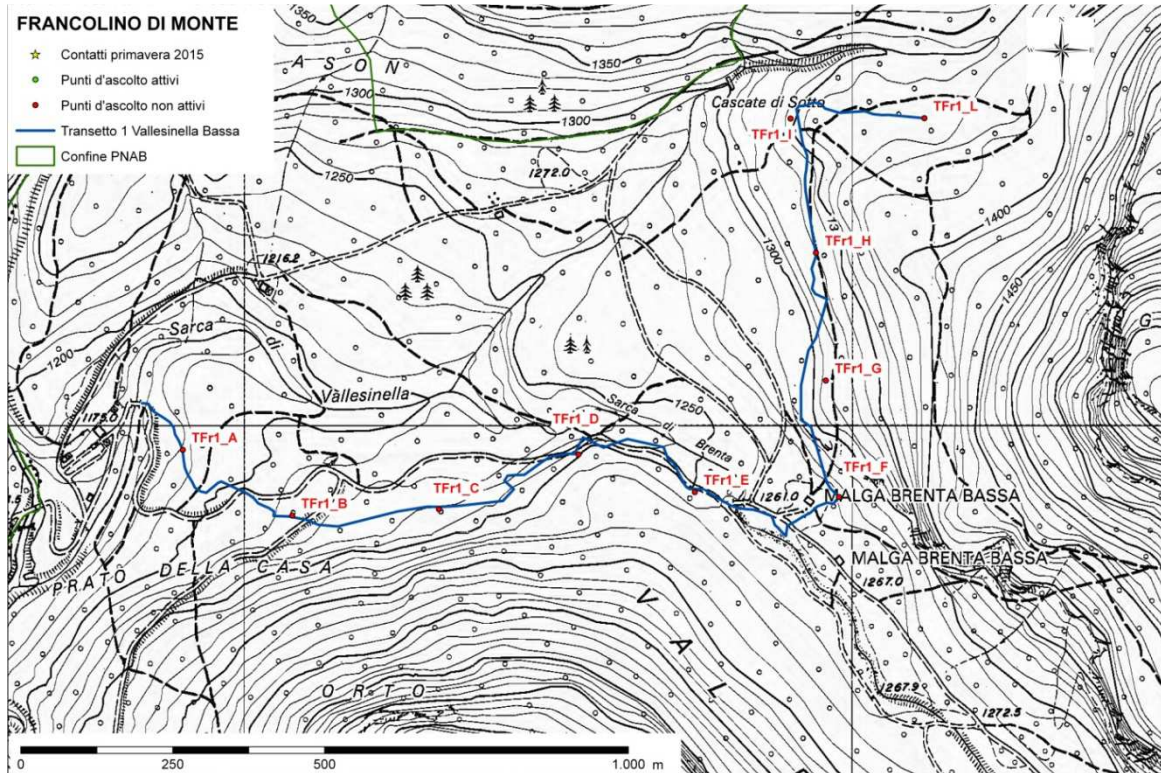
ZANROSSO C., 2015. Il francolino di monte (*Bonasa bonasia* L.) nel Parco Naturale Adamello Brenta: analisi dell'efficacia del monitoraggio primaverile al canto. Laurea in Tecnologie forestali e ambientali. Università di Padova.

ZBINDEN N., 1979. Zur oekologie des Haselhuhns (*Bonasa bonasia*) in der Schweizer Alpen. *Journal die Ornithologie* 118: 1-20.

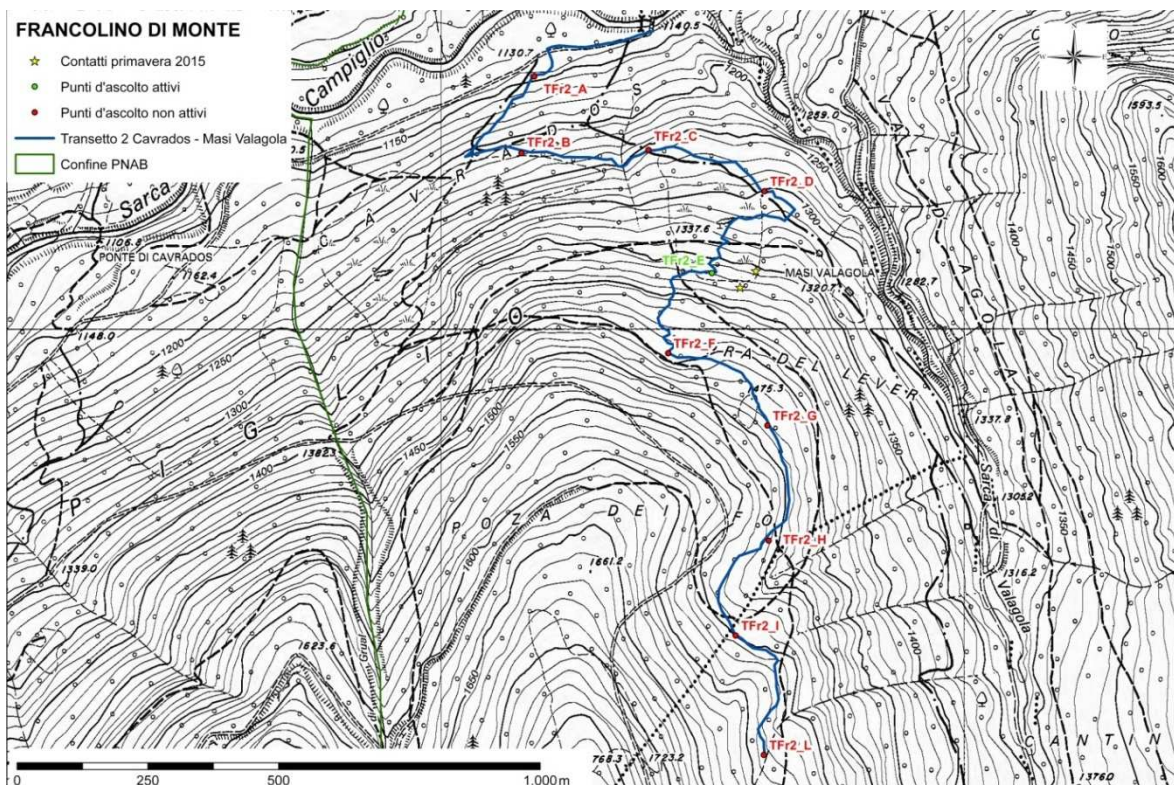
8 APPENDICI

APPENDICE A – Cartografia CTP con i 6 transetti per il monitoraggio del francolino di monte.

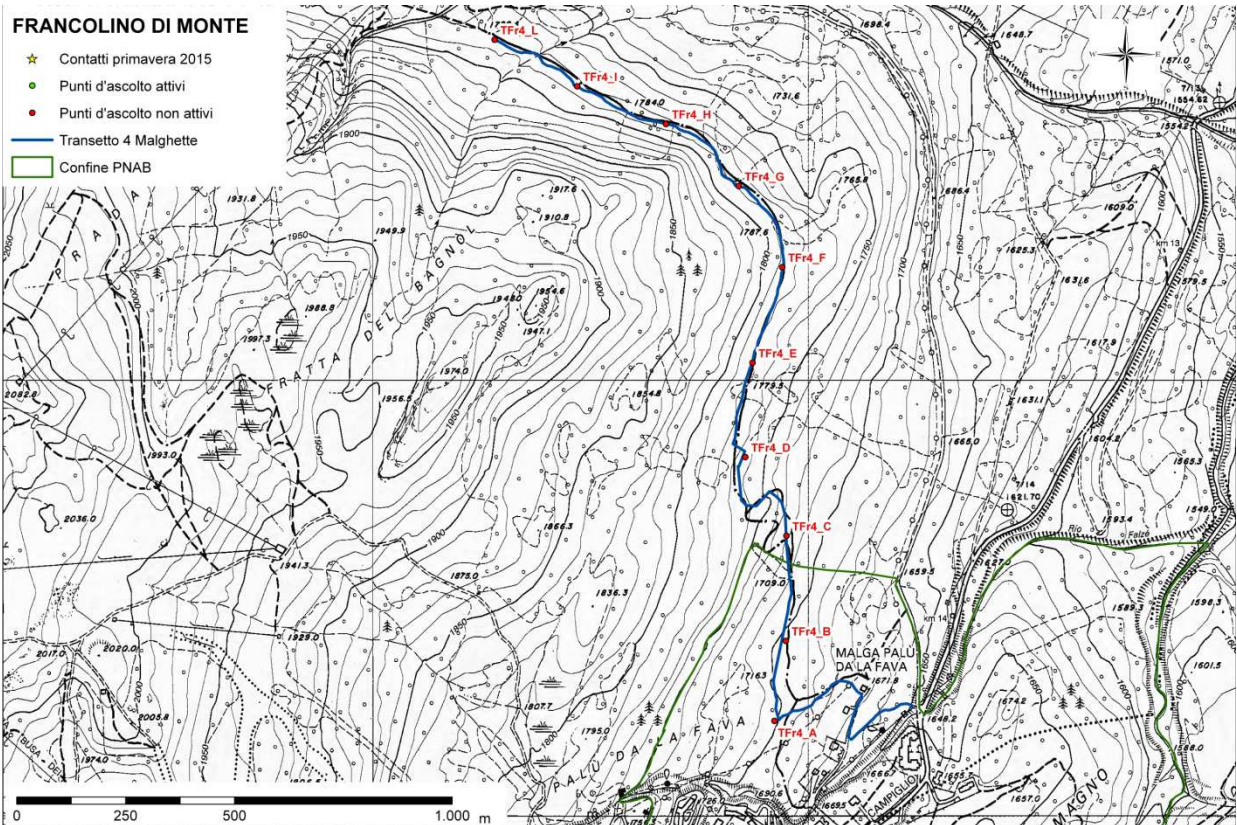
Tfr1 – Vallesinella Bassa



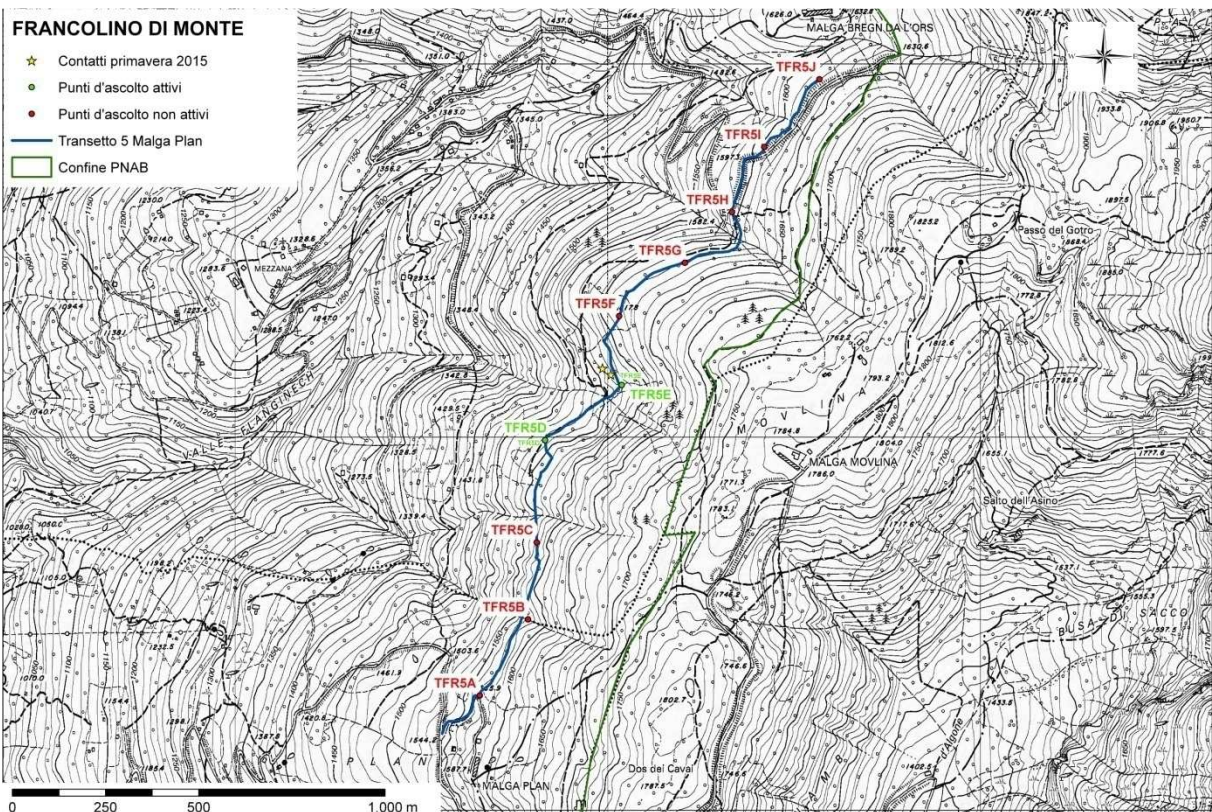
Tfr2 – Cavadros-Masi Valagola



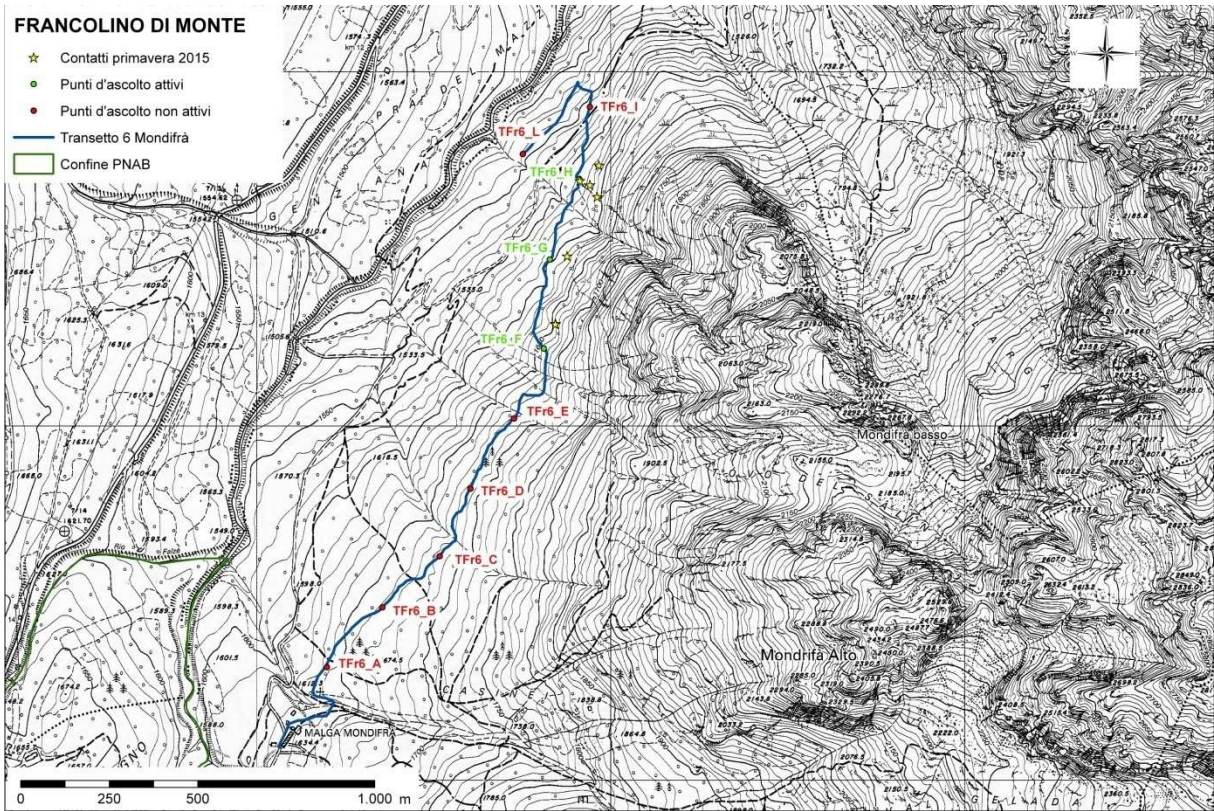
Tfr 4 - Malghette



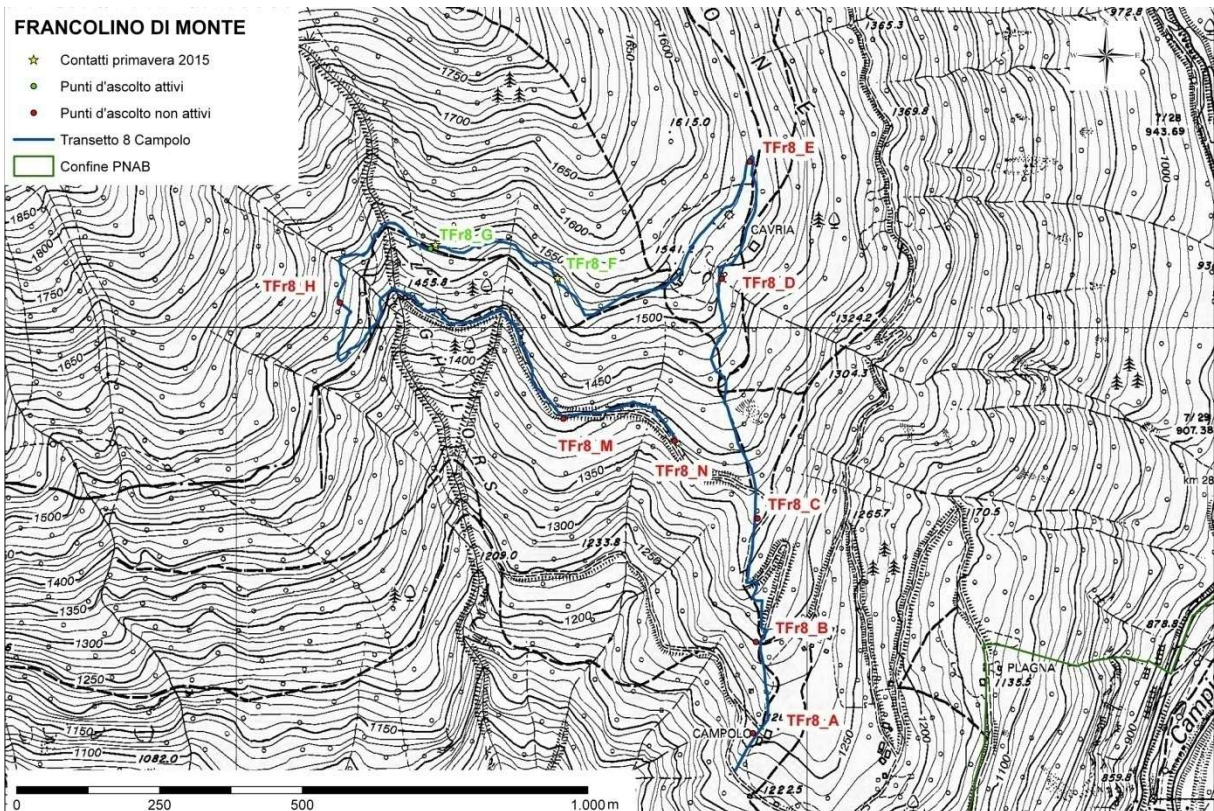
Tfr 5 - Malga Plan



Tfr 6 - Mondifrà



Tfr 8 - Campolo



APPENDICE B – Tabelle riassuntive con i parametri inseriti nell'analisi statistica per gli intorni di ciascun punto d'ascolto.

I valori riferiti agli intorni dei punti attivi al canto sono evidenziati in verde.

Tfr1 – Vallesinella Bassa

	1A	1B	1C	1D	1E	1F	1G	1H	1I	1L
PARAMETRI TOPOGRAFICI										
Quota media (m)	1185,69	1222,25	1244,05	1247,11	1262,68	1286,36	1314,70	1335,26	1338,00	1370,50
Pendenza media (°)	10,78	17,21	21,77	19,44	11,54	20,87	23,88	24,04	19,66	9,46
Esposizione media (°)	266,71	306,61	291,46	236,86	127,44	209,34	250,96	254,45	259,73	237,70
PARAMETRI RELASOPICI (strutturali)										
Area basimetrica tot (m ² /ha)	28,00	24,00	45,00	4,00	32,00	20,00	36,00	16,00	26,00	29,00
Diametro medio tot (cm)	39,62	45,56	53,00	27,33	38,79	33,38	41,91	34,75	34,79	30,05
Nr piante x ettaro	253,15	249,64	281,15	67,16	339,09	311,40	300,26	374,99	341,85	492,07
PARAMETRI RELASOPICI (di copertura specifica)										
% abete rosso/ha	74	36,5	21,2	74	43,5	98,1	10,8	59,5	27,7	14,6
% abete bianco/ha	9	63,5	68,7	26	55,1	1,9	74,9	12,7	69,5	85,4
% larice/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% faggio/ha	17	0	10,1	0	1,4	0	14,3	27,8	2,8	0

Tfr2 – Cavrados-Masi Valagola

	2A	2B	2C	2D	2E	2F	2G	2H	2I	2L
PARAMETRI TOPOGRAFICI										
Quota media (m)	1156,16	1223,49	1251,53	1289,75	1370,94	1464,70	1480,65	1506,32	1558,79	1591,79
Pendenza media (°)	19,04	31,71	28,92	26,31	26,92	30,76	29,50	27,77	26,67	25,94
Esposizione media (°)	304,12	337,66	287,72	100,23	44,09	49,54	52,62	87,22	55,01	66,42
PARAMETRI RELASOPICI (strutturali)										
Area basimetrica tot (m ² /ha)	47,00	43,00	17,00	49,00	12,00	35,00	21,00	23,00	28,00	30,00
Diametro medio tot (cm)	57,22	51,79	56,91	57,69	76,13	38,17	64,29	59,33	60,18	53,32
Nr piante x ettaro	431,59	469,98	75,91	240,52	31,38	642,64	71,43	87,96	107,15	176,65
PARAMETRI RELASOPICI (di copertura specifica)										
% abete rosso/ha	98,8	96,9	76,9	72,6	100	22	20,1	0	80,2	56,1
% abete bianco/ha	1,2	0	0	27,4	0	40,8	39	34,6	14,7	0
% larice/ha	0	3,1	23,1	0	0	0	0	0	0	0
% faggio/ha	0	0	0	0	0	37,2	40,9	65,4	5,1	43,9

Tfr 4 - Malghette

	4A	4B	4C	4D	4E	4F	4G	4H	4I	4L
PARAMETRI TOPOGRAFICI										
Quota media (m)	1591,79	1699,58	1722,16	1761,77	1779,52	1785,52	1789,15	1788,50	1786,79	1785,19
Pendenza media (°)	25,94	12,44	16,84	16,51	18,06	15,50	19,42	23,88	18,65	11,82
Esposizione media (°)	104,95	102,71	106,04	102,15	112,67	98,47	52,21	25,56	28,50	48,68
PARAMETRI RELASCOPICI (strutturali)										
Area basimetrica tot (m ² /ha)	52,00	34,00	40,00	26,00	32,00	51,00	17,00	26,00	50,00	35,00
Diametro medio tot (cm)	55,67	57,30	46,96	59,28	52,45	49,52	51,45	37,83	61,97	42,75
Nr piante x ettaro	241,51	165,09	310,69	121,81	162,88	398,01	91,05	377,92	188,14	452,41
PARAMETRI RELASOPICI (di copertura specifica)										
% abete rosso/ha	96,4	100	98,1	100	98,5	93,5	63,4	98,2	75,1	87,4
% abete bianco/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% larice/ha	3,6	0	1,9	0	1,5	6,5	36,6	1,8	24,9	12,6
% faggio/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tfr 5 – Malga Plan

	5A	5B	5C	5D	5E	5F	5G	5H	5I	5J
PARAMETRI TOPOGRAFICI										
Quota media (m)	1567,34	1590,11	1578,82	1507,95	1570,44	1607,55	1618,89	1600,11	1606,63	1621,66
Pendenza media (°)	26,35	33,88	33,25	30,07	28,44	25,52	28,65	25,56	25,23	23,96
Esposizione media (°)	292,38	287,95	283,93	322,57	252,38	274,62	335,17	290,16	298,92	299,24
PARAMETRI RELASCOPICI (strutturali)										
Area basimetrica tot (m ² /ha)	4,00	4,00	51,00	18,00	1,00	4,00	32,00	34,00	41,00	28,00
Diametro medio tot (cm)	64,67	53,50	44,89	63,00	80,00	73,50	61,90	61,33	56,46	69,00
Nr piante x ettaro	12,49	18,45	358,48	67,20	1,99	10,98	112,23	127,41	237,94	78,94
PARAMETRI RELASOPICI (di copertura specifica)										
% abete rosso/ha	0	100	100	62,5	100	28,6	97	89,8	67,7	43,4
% abete bianco/ha	0	0	0	0	0	0	3	0	12,1	9,4
% larice/ha	100	0	0	37,5	0	71,4	0	10,2	0	47,2
% faggio/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	20,2	0

Tfr 6 - Mondifrà

	6A	6B	6C	6D	6E	6F	6G	6H	6I	6L
PARAMETRI TOPOGRAFICI										
Quota media (m)	1638,10	1663,65	1682,61	1685,50	1682,92	1668,83	1620,64	1577,92	1519,59	1492,83
Pendenza media (°)	14,64	13,02	17,98	23,16	24,75	35,00	31,84	30,35	31,45	22,94
Esposizione media (°)	276,44	300,81	296,20	292,62	311,12	295,12	311,28	299,71	307,30	313,12
PARAMETRI RELASCOPICI (strutturali)										
Area basimetrica tot (m ² /ha)	36,00	44,00	33,00	22,00	22,00	50,00	31,00	8,00	46,00	16,00
Diametro medio tot (cm)	54,09	53,00	39,79	45,71	52,54	46,07	54,91	57,40	43,35	37,50
Nr piante x ettaro	169,22	248,93	317,12	180,46	143,23	355,49	137,35	56,76	576,58	161,99
PARAMETRI RELASOPICI (di copertura specifica)										
% abete rosso/ha	100	100	67,6	75,6	76,7	57,6	64,2	66,4	19,1	86,4
% abete bianco/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
% larice/ha	0	0	32,4	24,4	23,3	42,4	35,8	33,6	4,6	13,6
% faggio/ha	0	0	0	0	0	0	0	0	76,3	0

Tfr 8 – Campolo

	8A	8B	8C	8D	8E	8F	8G	8H	8M	8N
PARAMETRI TOPOGRAFICI										
Quota media (m)	1239,14	1283,87	1338,50	1496,22	1516,88	1525,78	1549,46	1515,26	1394,98	1382,53
Pendenza media (°)	24,44	25,44	29,60	28,00	32,55	32,79	37,93	37,94	33,38	32,13
Esposizione media (°)	219,38	182,59	158,53	133,96	94,09	197,27	181,01	129,58	191,34	192,74
PARAMETRI RELASCOPICI (strutturali)										
Area basimetrica tot (m ² /ha)	14,00	39,00	34,00	0,00	8,00	31,00	20,00	44,00	30,00	22,00
Diametro medio tot (cm)	46,38	44,26	58,80	0,00	55,00	66,53	35,50	27,63	48,81	51,64
Nr piante x ettaro	0,00	340,83	161,86	0,00	34,52	106,88	660,07	380,55	279,06	166,54
PARAMETRI RELASCOPICI (di copertura specifica)										
% abete rosso/ha	9,8	56,7	82,8	0	59	67,8	36,3	10,2	14	80,5
% abete bianco/ha	0	0	0	0	0	8,3	0	7	0	0
% larice/ha	0	11,6	15,6	0	0	6,8	0	0	5,2	0
% faggio/ha	90,2	31,7	1,6	0	41	17,1	63,7	82,8	80,8	19,5