



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA  
Dipartimento TESAF  
CORSO DI LAUREA IN SCIENZE FORESTALI  
E AMBIENTALI

“Gli indici di biodiversità come strumento per comprendere gli effetti dei cambiamenti climatici: un caso di studio nel Parco Naturale Adamello Brenta.”

“Biodiversity indexes as a tool to investigate the effects of climate changes: a case study in Adamello Brenta Nature Park.”

Relatore:

*Augusto Zanella.*

Correlatori:

*Roberta Chirichella, Marco Armanini, Andrea Mustoni, Andrea Squartini.*

Laureando:

*Nicola Zaminato (Matricola 1183958)*

ANNO ACCADEMICO 2018/2019



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento TESAF

CORSO DI LAUREA IN SCIENZE FORESTALI  
E AMBIENTALI

“Gli indici di biodiversità come strumento per  
comprendere gli effetti dei cambiamenti climatici: un  
caso di studio nel Parco Naturale Adamello Brenta.”

“Biodiversity indexes as a tool to investigate the effects  
of climate changes: a case study in Adamello  
Brenta Nature Park.”

Relatore:

*Augusto Zanella.*

Correlatori:

*Roberta Chirichella, Marco Armanini, Andrea Mustoni, Andrea Squartini.*

Laureando:

*Nicola Zaminato (Matricola 1183958)*

ANNO ACCADEMICO 2018/2019

## Sommario

<b>Riassunto</b> .....	<b>5</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>6</b>
<b>1. Introduzione</b> .....	<b>7</b>
1.1 Il progetto BioMiti.....	9
1.2 Obiettivi della tesi.....	11
<b>2. Descrizione area di studio</b> .....	<b>12</b>
2.1 Il Parco Naturale Adamello Brenta.....	13
2.1.1 Settore Adamello-Presanella.....	13
2.1.2 Settore Dolomiti di Brenta.....	14
2.1.2 L'altopiano del Grosté.....	15
2.2 Il clima.....	15
2.3 Apetti vegetazionali.....	17
2.4 Aspetti faunistici.....	20
<b>3. Materiali e metodi</b> .....	<b>25</b>
3.1 Metodologia di monitoraggio.....	25
3.1.1 I plots 2018: Vallesinella.....	27
3.1.2 I plots 2019: Val di Tovel.....	31
3.1.3 I monitoraggi faunistici mirati (MFM).....	34
3.1.4 Ascolto degli uccelli al canto.....	35
3.1.5 Raccolta invertebrati mediante pitfall traps.....	36
3.1.6 Rilievi fitosociologici.....	37
3.1.3 I monitoraggi faunistici mirati (MFM).....	38
3.1.7 Monitoraggio chiropteri e lepidotteri.....	38
3.1.8 Indagini al suolo.....	49
3.1.9 Indici di ricchezza specifica.....	40
3.2 Analisi dei dati.....	40
<b>4. Risultati e discussione</b> .....	<b>41</b>
4.1 I monitoraggi faunistico mirati (MFM).....	41
4.1.1 Dati raccolti.....	41
4.1.2 Analisi dei dati.....	42
4.2 Ascolto degli uccelli al canto.....	45
4.2.1 Dati raccolti.....	45
4.2.2 Analisi dei dati.....	46

4.3 Raccolta carabidi e ragni.....	49
4.3.1 Dati raccolti.....	49
4.3.2 Analisi dei dati.....	49
4.3.2.1 Carabidi.....	52
4.3.2.2 Ragni.....	54
4.4 Rilievo fitosociologico.....	57
4.5 Monitoraggio chirotteri.....	59
4.6 Monitoraggio temperatura e umidità.....	61
4.7 Orizzonti dei suoli.....	62
4.8 Indici di ricchezza specifica.....	66
<b>5. Conclusioni.....</b>	<b>69</b>
<b>6. Bibliografia.....</b>	<b>72</b>
<b>7. Allegati.....</b>	<b>78</b>
7.1 Scheda utilizzata per il MFM.....	78
7.2 Scheda utilizzata per l'ascolto degli uccelli al canto .....	79
7.3 Tabelle MFM.....	80
7.4 Tabelle ascolto degli uccelli al canto.....	86
7.5 Tabelle raccolta invertebrati mediante pitfall traps.....	90
7.6 Monitoraggio temperature e umidità.....	93
7.7 I cambiamenti climatici: gli effetti sul PNAB.....	103
7.7.1 I micromammiferi.....	103
7.7.2 La pernice bianca.....	104
7.7.3 Il gallo cedrone.....	105
7.7.4 Il camoscio.....	107
7.7.5 Il cervo ( <i>Cervus elaphus</i> ) e il capriolo ( <i>Capreolus capreolus</i> ).....	108
7.8 Legenda codici Habitat Natura 2000.....	110
<b>Ringraziamenti.....</b>	<b>111</b>

# Riassunto

Nel 2018 il Parco Naturale Adamello Brenta ha avviato un progetto dalla durata triennale denominato “BioMiti”. Gli obiettivi di questo progetto consistono nello studio di una comunità biologica montana ubicata nelle Dolomiti di Brenta e nell’individuazione delle dinamiche evolutive in termini di biodiversità, legate ai cambiamenti climatici in atto.

Scopo di questo lavoro di tesi è quello di fornire un report dei primi due anni di monitoraggi svolti nell’ambito del progetto BioMiti, ipotizzando qualche considerazione in merito ai cambiamenti climatici e fornendo alcune indicazioni sui metodi di monitoraggio, da utilizzare come spunto nel prossimo anno di attività del progetto.

L’anno 2018 si è concentrato sull’attivazione di 6 stazioni fisse di campionamento (detti *plots*) in Vallesinella in cui venivano svolte delle sessioni di monitoraggio al fine di comprendere quali e quante specie (animali e vegetali) popolano queste aree. Nel 2019 invece sono stati allestiti altri 5 *plots* in Val di Tovel, in cui sono state ripetute le stesse metodologie di monitoraggio; i *plots* allestiti l’anno precedente sono stati luogo di altre ricerche, in particolare nei confronti di lepidotteri e chiroteri.

In generale le indagini svolte non si sono limitate alla componente biotica, infatti, grazie alle collaborazioni con altri enti e Università, i *plots* sono stati descritti anche sotto l’aspetto geomorfologico e pedologico.

Si tratta dunque di un approccio sperimentale volto alla multidisciplinarietà: infatti il progetto BioMiti ha permesso di riunire degli esperti in diversi settori, ognuno dei quali ha contribuito con le sue conoscenze a caratterizzare i *plots* sotto moltissimi aspetti.

I dati ottenuti hanno permesso di avere una fotografia piuttosto nitida sull’attuale situazione delle Dolomiti di Brenta, ma si rende necessario continuare il progetto, in modo tale da avere una serie di dati confrontabili.

# Abstract

In 2018 the Adamello-Brenta Natural Park has started a three-year project called “BioMiti”. The aims of this project are to study a biological community located in Brenta’s Dolomites and to find the evolutive dynamics referred to biodiversity, as consequences of climate changes.

The aim of this thesis is to do a report about the first two years of monitoring in the context of BioMiti project, considering the effects of climate changes and giving some devices about monitoring methods.

In the first year six plots were prepared in Vallesinella in which monitoring sessions were done, in order to understand which and how many species of animals and plants populate these areas. Instead, in the 2019 five plots were prepared in Val di Tovel where the same monitoring methods were applied. The plots in Vallesinella also host the researches about butterflies and bats.

In general, these researches investigated both geomorphology and soil studies thanks to other agencies and Universities.

BioMiti project is an experimental approach inspired to multidisciplinary: in fact it was able to join a lot of experts from different subjects; they took part with their knowledge in order to enrich the information on every plot.

Data achieved were allowed to make a photo on the current situation of Brenta’s Dolomites, but it is necessary to continue the project in order to get a comparable dataset.

# 1. Introduzione

Il clima della Terra è soggetto a cicli di periodi caldi e periodi freddi (comprese le glaciazioni) che si susseguono da millenni e sono dimostrabili da studi climatologici basati sui *proxy* paleo climatici, quali ad esempio lo spessore di carote dei ghiacciai e analisi dendrocronologiche sugli alberi. Queste variazioni cicliche di temperatura sono dovute non solo a fattori intrinseci del pianeta Terra, ma anche a cause esterne quali ad esempio l'energia proveniente dal Sole (Ferrari, 2016).

Nel periodo attuale però, il clima del pianeta si sta evolvendo in modo troppo rapido, esulando dai cicli precedentemente accennati: si parla dunque di *cambiamento climatico globale*. L'Intergovernmental Panel of Climate Change (IPCC) considera l'aumento dei gas serra, che assorbono l'energia solare e disperdono il calore nell'atmosfera, il responsabile dei cambiamenti climatici. L'anidride carbonica nel 2001 ha superato le 350 ppm (Epstein, 2001), mentre nel 2017 i valori raggiunti erano 405 ppm (WMO, 2018).

L'aumento della concentrazione di anidride carbonica e degli altri gas serra ha portato ad un incremento globale della temperatura media di 0,74°C dal 1906 al 2005 (IPCC, 2015); tuttavia il *trend* non accenna a cambiare direzione, in quanto è previsto un aumento della temperatura dell'aria compreso tra 2,4°C e 6,4°C (Pachauri et al, 2015).

Oltre all'aumento della temperatura un altro effetto dei cambiamenti climatici è l'aumento di eventi climatici estremi, consistenti in prolungate siccità e forti alluvioni, che hanno aumentato non solo in frequenza ma anche in intensità (Epstein, 2001).

Gli effetti del *climate change* hanno ricadute anche sulla componente biotica degli ecosistemi, in particolare sulla biodiversità (Chemini e Rizzoli, 2003; Parmesan & Yohe, 2003; Calkins et al, 2012).

Tra gli effetti principali dovuti ai cambiamenti climatici sulle specie animali e vegetali si riscontrano (Mawdsley, et al, 2009):

- modificazioni delle distribuzioni di alcune specie del territorio o per modificazioni dello stesso (ad esempio sono tipici gli spostamenti altitudinali e latitudinali);
- modificazioni temporali nella fenologia di alcune specie;
- separazioni di interazioni coevolutive, ad esempio tra pianta e impollinatore o tra erbivoro e carnivoro;
- cambiamenti comportamentali, legati ad esempio alle migrazioni o all'abilità di dispersione;

- alterazione di tassi demografici e perdita di diversità genetica;
- estinzione di specie geograficamente isolate;
- aumento della diffusione di malattie;
- aumento di specie che competono con altre a rischio estinzione;
- aumento della diffusione di specie aliene invasive

In generale, i gruppi di specie più sensibili ai cambiamenti climatici sono quelli che hanno un comportamento stenoecio, ossia legato ad un particolare tipo di habitat e caratterizzati da un basso voltinismo (n° riproduzioni/anno) poiché poco adattate a cambiamenti repentini. Gli effetti dei cambiamenti climatici sono ancora più accentuati negli ambienti estremi, tra cui nelle aree montuose come le Alpi. Questa vulnerabilità è dovuta all'elevata diversità climatologica ed ambientale, infatti le Alpi sono contraddistinte da un crocevia di correnti oceaniche, continentali, polari, mediterranee e a volte anche sahariane (Beniston, 2006); ne consegue una straordinaria diversità di habitat e condizioni climatiche su scale spaziali molto ridotte (Ferrari G, 2016). Inoltre, gli ecosistemi alpini sono caratterizzati dalla presenza di endemismi, dati dall'isolamento delle specie ad elevate altitudini, che innesca fenomeni di speciazione indotta da isolamento geografico (Beniston, 2003).

Anche i ghiacciai, relitti dell'ultima glaciazione, sono molto sensibili ai cambiamenti climatici: si è stimato infatti che il 40% della superficie e il 50% del volume dei ghiacciai delle Alpi siano scomparsi a causa dell'innalzamento delle temperature attualmente in atto. Il rischio è che i ghiacciai perdano tra il 50% e il 90% della loro massa residua entro il 2100 (Beniston 2006, Haeberli et al., 2007). Intorno ai 1000 m di quota si è registrata una riduzione della quantità di neve e della relativa permanenza al suolo dal 1985 (Beniston, 2006). Queste modifiche riflettono sensibilmente i loro impatti sul rifornimento idrico nei bacini, cambiandone la quantità e i tempi di deflusso (Beniston, 2006).

L'effetto sulla biocenosi consiste nel fatto che molte specie (animali e vegetali) rispondono all'innalzamento delle temperature spostando il loro areale più in quota (Guralnick, 2007). Si prevede infatti che il limite della vegetazione arborea si alzi di alcune centinaia di metri entro la fine del 21° secolo (Beniston 2006).

Tuttavia, spostandosi a quote più elevate, gli organismi sono esposti a condizioni più rigide, quali le più abbondanti precipitazioni, la velocità maggiore del vento, la più alta radiazione ultravioletta, la pressione e il contenuto di ossigeno più bassi (Calkins et al., 2012).



Figura 1.1: il Lago di Lares a distanza di 30 anni: uno scatto del 1970 (foto gentilmente concessa da Danilo Povinelli) e del 2018 (foto di Nicola Zaminato).

## 1.1 Il Progetto BioMiti

Nell'anno 2018 il PNAB ha avviato un progetto in collaborazione con il Dipartimento di Medicina Veterinaria dell'Università degli Studi di Sassari e la Sezione di Zoologia degli Invertebrati e Idrobiologia del Muse. Il progetto, chiamato "BioMiti", si propone come strumento per effettuare uno studio su una comunità biotica montana, in relazione ai diversi stress che possono scaturire dai fenomeni di cambiamenti climatici in atto, allo scopo di inquadrarne le strategie di adattamento e le dinamiche evolutive in termini di biodiversità (Chirichella e Armanini, 2018). Oltre alla componente biotica, questo progetto prende in considerazione anche la costituente abiotica: in particolare, sono stati raccolti dati climatici (temperatura e umidità relativa) e pedologici, senza tralasciare la componente geologica, litologica e geomorfologia. Il progetto è realizzato dal personale del settore "Ricerca Scientifica ed Educazione Ambientale" del PNAB, unitamente a studenti e tirocinanti.

Il progetto BioMiti ha primariamente questi obiettivi (Chirichella e Armanini, 2018):

1. analizzare l'importanza dei parametri microclimatici e ambientali nella distribuzione/abbondanza dei diversi gruppi animali;
2. individuare tipologie ambientali e taxa potenzialmente vulnerabili ai cambiamenti climatici:

3. individuare dei criteri di monitoraggio da ripetere con cadenze regolari nel territorio del Parco per monitorare la biodiversità

Le finalità proposte sono articolate in tre differenti fasi (Chirichella e Armanini, 2018):

- I. monitoraggio della fauna selvatica all'interno di aree campione circolari, denominate d'ora in avanti "plot", di raggio 100 m e localizzate lungo il gradiente altitudinale (almeno ogni 200 m di quota), aventi un alto rapporto resa/costo e ripetibili nel medio o lungo termine, anche da diversi operatori. I dati raccolti serviranno per dare delle prime indicazioni sugli effetti congiunti di altitudine, clima, tipo di vegetazione e contesto geologico/geomorfologico, sulle popolazioni animali;
- II. l'analisi di serie climatiche storiche mostra un aumento delle temperature nelle zone montane maggiore rispetto alle zone di più bassa quota. Inoltre, previsioni modellistiche suggeriscono come la situazione diverrà ancora più critica nei prossimi anni. Pertanto, un ulteriore obiettivo del Progetto BioMiti potrebbe essere quello di indicare quali specie risulterebbero maggiormente vulnerabili, per meglio indirizzare le strategie di conservazione;
- III. dall'esigenza di monitorare nel tempo e nello spazio la distribuzione di una biodiversità in rapido declino, unitamente alla scarsità di fondi da dedicare alla ricerca e conservazione, scaturisce la necessità di creare degli indicatori di biodiversità. Questi ultimi saranno individuati indicando specie o gruppi di specie con particolari caratteristiche funzionali, che possano essere utilizzate per avere informazioni su componenti specifiche della biodiversità.

## 1.2 Obiettivi della tesi

Come anticipatamente riportato, gli effetti del *climate change* sono deleteri anche sulla biodiversità (Chemini e Rizzoli, 2003; Parmesan e Yohe, 2003; Calkins et al., 2012). La biodiversità ha un ruolo essenziale nel mantenimento degli ecosistemi: sia con la capacità di resistenza (ossia tollerare un disturbo) che con la resilienza (capacità di tornare allo stadio antecedente un disturbo). Appare chiaro, dunque, che le strategie da mettere in atto per mitigare i danni dovuti ai cambiamenti climatici dovranno prevedere di conservare e migliorare questa essenziale caratteristica degli ecosistemi.

Scopo di questo lavoro di tesi, che ricalca gli obiettivi del progetto BioMiti, è di proporre un metodo per studiare gli effetti dei cambiamenti climatici sulle comunità biologiche montane del gruppo Dolomiti di Brenta, utilizzando degli indici di biodiversità e cercando di fotografare l'attuale status di queste comunità, in modo da poter avere dei dati confrontabili in caso di successivi confronti.

## 2. Descrizione area di studio

### 2.1 Il Parco Naturale Adamello Brenta

Il Parco Naturale Adamello Brenta si estende per 620,5 kmq: questa superficie lo caratterizza come l'area protetta più estesa di tutto il Trentino.

Il PNAB è inserito nelle Alpi Retiche, e occupa il settore Occidentale del Trentino, più precisamente è adiacente:

- a ovest con il Parco dell'Adamello;
- a nord con la Val di Sole;
- a est con la Val di Non
- a sud con la Valle delle Giudicarie

L'individuazione del Parco risale al 1967, anno in cui la Provincia di Trento istituì anche il Parco Naturale Paneveggio-Pale di San Martino. La superficie del PNAB, da 50'400 Ha è stata incrementata a 61'400 Ha tramite la L.P. 6.5.1988 n°18. Infine, l'estensione è stata confermata a 61,5 kmq in occasione dell'ultima revisione del Piano Urbanistico Provinciale avvenuta nel 2003.

Il territorio del Parco comprende 28 Comuni, che sono:

- Andalo
- Caderzone
- Campodenno
- Carisolo
- Cavedago
- Cles
- Comezzadura
- Dimaro-Folgarida
- Giustino
- Molveno
- Pinzolo
- San Lorenzo/Dorsino
- Sella Giudicarie
- Spiazzo

- Spormaggiore
- Strembo
- Tione di Trento
- Tre Ville
- ValDaone
- Ville D'anaunia

Caratteristica peculiare del PNAB è la presenza di due macroaree, divise dal fiume Sarca, (che scorre lungo la Val Rendena), dalla Val Meledrio e dalle Scisti di Rendena (una formazione geologica di tipo metamorfico):

- gruppo montuoso dell'Adamello-Presanella
- gruppo montuoso delle Dolomiti di Brenta

I due sistemi montuosi sono collegati all'altezza del Passo Campo Carlo Magno, tramite un'area del Parco, che funge da corridoio ecologico e da connessione per garantire la continuità del Parco stesso.

Il territorio del Parco si estende in altitudine dai 477 m di quota di Acqua Santa (Spormaggiore) fino ai 3558 di Cima Presanella, nonostante la maggior parte dell'area protetta si dilati sopra i 1000 m s.l.m. (Franzetti, 2007).

### **2.1.1 Settore Adamello-Presanella**

Situato nella porzione Occidentale del Parco, il gruppo dell'Adamello-Presanella è costituito da rocce magmatiche intrusive organizzate in batoliti: si tratta prevalentemente di tonalite, con presenza sporadica di granodiorite.

Il massiccio dell'Adamello, un acrocoro montuoso ricco di ghiacciai, comprende il monte Adamello (3539 m s.l.m.), il Crozzon di Lares (3364 m s.l.m.) e il Carè Alto (3463 m s.l.m.). Più a nord, separato dalla Val di Genova, si erge il gruppo della Presanella, il quale comprende, oltre alla cima Presanella (3558 m s.l.m., la cima più alta interamente compresa nel Trentino), anche la cima Vermiglio (3488 m s.l.m.) e il monte Gabbio (3488 m s.l.m.).

Questi massicci, delimitati a nord dalla Val di Sole e dal Tonale, e a est dalla Val di Daone, comprendono le più vaste aree glaciali di tutto il Trentino, coprendo 2774 Ha nell'Adamello e 1051 Ha sulla Presanella (*Comitato Glaciologico Trentino, 2008*).

La ridottissima permeabilità di queste zone, unite alla presenza di acqua stagnante o in movimento dà vita a un vasto numero di laghi alpini e torrenti.

## **2.1.2 Settore Dolomiti di Brenta**

Localizzato nella porzione orientale del Parco, questo gruppo montuoso presenta caratteristiche molto diverse rispetto alla controparte tonalitica.

A prima vista spicca la diversità geologica: le Dolomiti di Brenta, infatti, sono composte da rocce sedimentarie, originatesi nel Triassico in un ambiente marino, e successivamente portate in superficie tramite l'orogenesi. La roccia prevalente è la Dolomia Principale, che si alterna a (Forti, 2014):

- Calcari di Zu
- Calcari Grigi
- Olite di San Vigilio
- Calcare del Rosso Ammonitico Veronese, della Maiolica e della Scaglia Rossa

Caratteristici di questi ambienti sono i resti fossili, risalenti ad organismi gasteropodi o bivalvi, come ad esempio i megalodon. Inoltre, tra le rocce calcaree si possono trovare gli stromatoliti: strutture sedimentarie originate da fango carbonatico e strati di mucillagine prodotta da alghe e cianobatteri.

Un'ulteriore peculiarità è l'elevato carsismo delle Dolomiti di Brenta: di fatto il paesaggio dolomitico è ricco di inghiottitoi, fratture e doline, nonché alcune grotte. Di conseguenza l'acqua è poco presente, in quanto viene assorbita nella struttura porosa di queste montagne; tuttavia, dove esistono degli avvallamenti formati da materiale impermeabile, si formano dei laghi:

- Lago di Valagola
- Laghetto dello Spinale
- Lago di Asbelz
- Lago di Tovel

Tra le cime più maestose e conosciute del gruppo delle Dolomiti di Brenta si trovano:

- Cima Tosa (3171 m s.l.m.)
- Cima Brenta (3151 m s.l.m.)
- Crozzon di Brenta (3118 m s.l.m.)
- Cima Falkner (2999 m s.l.m.)
- Cima Pietra Grande (2936 m s.l.m.)
- Cima del Grosté (2901 m s.l.m.)

### **2.1.3 L'altopiano del Grosté**

Oltre che per la sua bellezza, l'altopiano del Grosté è il punto cardine per questo lavoro di tesi perché, di fatto, costituisce il cuore dell'area di studio del Progetto Biomiti; la cima del Grosté, inoltre, con i suoi 2901 m di quota, rappresenta il limite superiore dei rilievi di campo. Quest'ambiente è caratterizzato da rocce di tipo calcareo risalenti al Triassico superiore: prevalentemente Dolomia Principale che entra in contatto con i più recenti Calcari di Zu. Il paesaggio è scolpito dai processi glaciali, fluviali, gravitativi e soprattutto carsici. Infatti, oltre a creare profonde incisioni sulle pareti rocciose, torri pinnacoli, il fenomeno del carsismo va a formare numerose geoforme quali: scarpate a gradoni, depressioni glaciocarsiche, Karren, doline, pozzi a neve, inghiottitoi, grotte e sorgenti carsiche (Masè et al., 2007; Mazzoleni, 2019).

L'altopiano del Grosté si estende da gli orti della Regina, posti al di sotto della Pietra Grande, fino al Rifugio Tuckett (sottostante al Castelletto Inferiore di Vallesinella). L'omonimo passo collega la Val di Tovel del Brenta Orientale con la Vallesinella del Brenta Occidentale.

## **2.2 Il clima**

Il tipo di clima del Parco è di transizione tra quello alpino (caratterizzato da inverni lunghi e freddi ed estati corte e fresche) e quello prealpino (meno freddo e più piovoso) (Arrighetti 1973). Le elevate differenze altitudinali, unite alle diverse esposizioni riscontrabili all'interno dell'area protetta, promuovono l'instaurarsi di condizioni climatiche estremamente diversificate (Gandolfo e Sulli, 1993).

Appare chiaro quindi, come i fattori che più influenzano il clima locale, siano l'orografia, la topografia e soprattutto il gradiente altitudinale; di fatto quest'ultimo (a causa della

capacità termica inferiore dell'atmosfera) causa un decremento regolare compreso tra 0,5 e 0,6 °C ogni 100 m di quota (Dorst et al., 1973), eccezion fatta per le inversioni termiche dovute allo spostamento di masse d'aria più fredde e pesanti sui fondi vallivi (Zibordi, 1998).

La pendenza e l'orientamento dei pendii montuosi influenzano la quantità di radiazione solare assorbita al suolo; di conseguenza i pendii esposti a sud possiedono una capacità termica maggiore rispetto a pendii orientati diversamente (Ferrari, 2016). Anche le distribuzioni delle precipitazioni sono molto legate alle caratteristiche orografiche del sito (Beniston, 2006). Proprio per questi motivi, l'area del PNAB è interessata da un livello di precipitazione piuttosto alto, quantificato in 1100 mm/anno (Ferrari, 2016). Ciò può essere spiegato anche dal fatto che i massicci Adamello-Presanella e Dolomiti di Brenta rappresentano una barriera orografica nei confronti delle correnti umide provenienti da sud (Arrighetti, 1973). Fanno eccezione la Val di Non e la Val di Sole, in quanto non interessate da tale fenomeno (Arrighetti, 1973).

L'elevazione influenza in modo proporzionale la quantità di precipitazioni e la loro distribuzione, facendo registrare un massimo in estate e un minimo in inverno (Farneti et al., 1997). La copertura nevosa, in generale, dura da novembre fino ad aprile intorno ai 1500 m di quota, e raggiunge il massimo spessore fino ai 2000-2500 m, dove le piogge sono più abbondanti (Ferrari, 2016). Ad una altitudine compresa tra i 2500 e i 3000 m s.l.m. si trova il limite delle nevi, oltre il quale si sviluppa la regione delle nevi permanenti (Zibordi, 1998). Tuttavia, in seguito all'azione del riscaldamento globale, si registrano, sempre più frequentemente, inverni meno nevosi, e con precipitazioni nevose tardive, che vengono comunque consumate dal caldo estivo, lasciando così esposti i ghiacciai ad un inevitabile ritiro.

Altro elemento da considerare è il vento: in Val Rendena, in particolare, è molto tipico il vento da incalanamento favorito dalla configurazione del territorio (Ferrari, 2016).

I rilievi montuosi danno origine alle brezze di valle e di monte, dovute, rispettivamente, al riscaldamento diurno e al raffreddamento notturno dei versanti stessi (Dorst et al., 1973).

In conclusione, degni di menzione sono i temporali orografici che si originano in alta quota, in conseguenza dell'innalzamento di masse d'aria calda, spesso associati a grandine (Zibordi, 1998).

E' evidente che l'insieme dei processi meteorologici e climatici abbia forti conseguenze sulla distribuzione della vegetazione, della neve e dei ghiacciai (Beniston, 2006), determinando di fatto i sistemi ambientali che si trovano nell'area del Parco (Ferrari, 2016).

A dimostrazione di ciò esiste un legame stretto tra la vegetazione d'alta quota (incluse le zoocenosi) e il clima; di fatto, le fasce vegetazionali sono utilizzate per definire le zone climatiche e la loro transizione altitudinale e latitudinale (Beniston, 2006).

## 2.3 Aspetti vegetazionali

La presenza di due comparti ben differenziati all'interno dell'area protetta, condiziona enormemente la biodiversità vegetale del Parco, rendendolo uno dei luoghi più preziosi sotto questo punto di vista; ciò è dovuto alla diversità morfologica, pedologica e microclimatica che, associate alle escursioni altimetriche e alla storia geologica dell'area, hanno favorito lo sviluppo di endemismi e di popolamenti floristici specifici, che creano ambienti unici e molto differenti tra loro (AA. VV., 1992).

A dimostrazione della notevole biodiversità del Parco, è stata confermata la presenza di 1386 specie vegetali (Festi & Prosser, 2008), concentrate in maggioranza nel settore dolomitico, in quanto il substrato carbonatico e suoli basici o neutri sono più favorevoli ad una maggior ricchezza specifica rispetto ai suoli acidi (Festi & Prosser, 2008); questa evidenza si fa molto più concreta al di sopra del limite della vegetazione arborea (Zanghellini & Da Trieste, 1990).

Il profilo vegetazionale, soprattutto nel settore dell'Adamello-Presanella, è descritto in relazione al gradiente altitudinale, ottenendo dunque dei piani altitudinali in successione, dalle quote più basse a quelle più alte (Dalla Fior, 1966):

- **Piano basale:** (o collinare), si estende dal fondovalle fino a circa i 1000 m di quota. Alternati a prati e seminativi, sono tipici i boschi di latifoglie caducifoglie (Pedrotti, 2005), che un tempo venivano governati a ceduo, quali il faggio (*Fagus sylvatica*) e acero di monte (*Acer pseudoplatanus*). Altre specie tipiche sono il frassino maggiore (*Fraxinus excelsior*), carpino bianco (*Carpinus betulus*), betulla (*Betula pendula*), robinia (*Robinia pseudoacacia*), maggiociondolo (*Laburnum anagyroides*), e alle esposizioni più favorevoli anche cerro (*Quercus cerris*) e rovere (*Quercus petrae*), visibili soprattutto all'ingresso della Val di Genova e Val Nambrone (Fronza & Tamanini, 1997). Attorno a fiumi e torrenti vi sono fasce ripariali, composte da specie igrofile, quali l'ontano bianco (*Alnus incana*), ontano nero (*Alnus glutinosa*) e salici (*Salix ss.pp.*). In particolare, il settore dolomitico ospita specie xerofile quali la roverella (*Quercus pubescens*), orniello (*Fraxinus ornus*), carpino nero (*Ostrya carpinifolia*); i versanti

meridionali sono ricchi di queste ultime specie, grazie all'azione mitigante del Lago di Garda (Odasso, 2002; Pedrotti, 2005). Tipici boschi dei substrati basici sono quelli costituiti dal faggio. Le aree collinari del settore tonalitico sono occupate dal frassino maggiore, tiglio (*Tilia cordata*) e carpino bianco a temperamento mesofilo (Odasso 2002, Pedrotti, 2005). Si trovano anche molti boschi di castagno da frutto (*Castanea sativa*), in quanto è una specie strettamente acidofila.

- **Piano montano:** si sviluppa dai 1000 fino ai 1400/1600 m s.l.m., quindi fino al limite superiore del bosco. Si alternano boschi di latifoglie a boschi di conifere. Tra le tipiche specie si ricordano il faggio, l'abete bianco (*Abies alba*), e seppur in minoranza, l'acero di monte, il pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e il tasso (*Taxus baccata*), presente sul lato sinistro della Val di Nardis (Franzetti E., 2007). L'optimum altitudinale delle faggete è attorno ai 1000-1200m di quota, anche se si spinge fino ai 1600 m s.l.m. Tra le specie arbustive si annoverano il biancospino (*Crataegus monogyna*) la rosa canina (*Rosa canina*), il sambuco nero (*Sambucus nigra*), il salicone (*Salix caprea*), la madre selva alpina (*Lonicera alpigena*) e il caprifoglio nero (*Lonicera nigra*) (Franzetti E., 2007). A quote comprese tra i 1300 e i 1900 m di quota, si estendono grandi boschi di abete rosso (*Picea abies*), il quale, per le ottime caratteristiche del legno, è stato sempre favorito rispetto ad altre specie più idonee alla località, favorendo i fenomeni di dissesto idrogeologico. Altre specie che si possono trovare sono il sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*), il sambuco montano (*Sambucus racemosa*) e il larice (*Larix decidua*), che si spinge a quote ancora più alte. Nel piano arbustivo, grazie all'azione acidificante degli aghi di conifere, brulicano specie quali l'erica (*Erica carnea*), il mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*), il mirtillo rosso (*Vaccinium itisidaea*) e l'acetosella (*Oxalis acetosella*). In questa fascia sono distribuiti i pascoli, distese di piante erbacee dominate soprattutto da specie di graminacee; in quelle molto utilizzate (ad oggi o in passato) compaiono piante nitrofile quali l'ortica (*Urtis dioica*), romici (*Rumex ss.pp.*) e seneci (*Senecio ss.pp.*).

- **Piano subalpino:** (dai 1600 ai 2100 m di quota) come detto poc'anzi, il larice sostituisce l'abete rosso alle più elevate altitudini, formando boschi radi al di sopra dei 1900 m fino ai 2100 m di quota, spesso in associazione col pino cembro (*Pinus cembra*). Tuttavia, quest'ultimo non è molto presente nell'area, ad eccezione dei comparti più endalpici (Galluzzi, 2014). I boschi a queste altitudini sono molto meno densi rispetto a quelli a quote più basse, favorendo l'illuminazione del sottobosco. Quest'ultimo è molto ricco (tant'è che viene pascolato nella bella stagione), tra le specie arbustive in esso presenti si ricordano la rosa alpina (*Rosa pendulina*) e il caprifoglio (Franzetti E., 2007). In questa fascia altitudinale, grande importanza è attribuita alle torbiere, in quanto ospitano specie vegetali di grande valore, quali ad esempio le Drosere (*D. rotundifolia*, *D. anglica*), il giuncastrello delle torbiere (*Scheuchzeria palustris*) e il licopodio inondato (*Lycopodiella inundata*)
- **Piano culminale:** si estende fino ai 2500/2800 m di quota, ed è l'ambiente tipico degli arbusti nani e contorti e praterie di alta quota. A queste altezze si fanno più evidenti le differenze tra i diversi tipi di litologia. Il Gruppo dell'Adamello- Presanella, ospita rare mughete (*Pinus mugo*) accompagnate da ginepri (*Juniperus ss.pp.*) e rododendro ferrugineo (*Rhododendron ferrugineum*), tipico di substrati acidi. Negli ambienti più umidi sono presenti colonie di ontano verde (*Alnus viridis*). Le praterie alpine di questo comparto sono rappresentate da associazioni a dominanza di *Carex curvula*, *Nardus stricta* (Zanghellini & Trieste, 1990; Pedrotti, 2005) e, nei pendii più esposti al sole, *Festuca scabriculum* (Mazzoleni A., 2019). Nel settore delle Dolomiti di Brenta sono presenti estese mughete con il rododendro irsuto (*Rhododendron hirsutum*), tipiche di suoli calcarei; i pascoli sono prevalentemente costituiti da associazioni a dominanza di *Carex curvula*, *Carex sempervirens*, *Carex firma* e *Sesleria caerulea* (Zanghellini & Trieste, 1990; Pedrotti, 2005).

Tra le popolazioni pioniere che colonizzano le pareti rocciose si ricordano (Mazzoleni A., 2019):

- sulle pareti calcaree: *Potentilla caulescens*, *Potentilla nitida*, *Androsace helveticae* e il raponzolo di roccia (*Physoplexis comosa*)

- Sulle pareti silicee: primula della Val di Daone (*Primula daonensis*), eritrichio nano (*Eritrichium nanum*), alcune sassifraghe e l'*Asplenium septentrionale*.

Il piano alpino è caratterizzato da specie floristiche che impreziosiscono il valore del Parco (Festi & Prosser, 2008), quali, ad esempio il camedrio alpino (*Dryas octopetala*), la genziana maggiore (*Genziana lutea*), la sassifraga sempreviva (*Saxifraga aizzon*), la stella alpina (*Leontopodium alpinum*) ed alcuni endemismi esclusivi delle Dolomiti di Brenta: la genziana del Brenta (*Gentiana brentae*), la violaciocca dorata (*Erysimum aurantiacum*) e la *Nigritella bushmanniae* (Festi & Prosser).

- **Piano nivale:** oltre i 3000 m di quota sul settore Adamello-Presanella, comprende popolamenti discontinui prevalentemente a crittogame (Pignatti 1998; Pedrotti, 2005; Galluzzi, 2014)

## 2.4 Aspetti faunistici

Una conseguenza dell'elevata variabilità dei fattori precedentemente analizzati è la presenza di una ricca diversità di specie animali, che ospita quasi tutte le specie tipiche dell'ecosistema alpino, soprattutto nel settore siliceo, caratterizzato da una notevole integrità ambientale (Franzetti E., 2007). Una componente faunistica di questa entità è un fattore molto significativo, in quanto la complessità delle relazioni che si vengono a creare, sia tra i vari individui che tra gli individui e l'ambiente riflette la salute dell'ecosistema, e questa efficienza viene mantenuta dalla vicarianza che hanno certe specie nel caso altre scompaiano. Dal momento che non è fattibile fornire una rappresentazione completa dell'intera complessità faunistica all'interno del PNAB, verranno descritti i gruppi di vertebrati più caratteristici. Per quel che concerne l'avifauna, il PNAB ospita specie sia stanziali che migratorie, molte delle quali di interesse conservazionistico (Caldonazzi et al., 1994); proprio per questo motivo i due settori del PNAB sono stati inquadrati come Zone Speciali di Conservazione dalla Direttiva 79/409/CEE "Uccelli": ZPS IT3120158 "Adamello Presanella" e ZPS IT3120158 "Brenta". Saranno ora elencate alcune categorie tassonomiche di specie ornitiche:

- Sottofamiglia Tetraonidae: seguendo un gradiente altitudinale si trovano: gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), francolino di monte (*Bonasa bonasia*), fagiano di monte (*Tetrao tetrix*), pernice bianca (*Lagopus muta*). Queste specie sono considerate “relitti glaciali” (Caldonazzi et al., 1994)
- Famiglia Phasianidae: coturnice (*Alectoris graeca*)
- Famiglia Picidae: picchio verde (*Picus viridis*), picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*), picchio nero (*Dryocopus martius*), picchio cenerino (*Picus canus*), picchio tridattilo (*Picoides tridactylus*)
- Famiglia Accipitridae: astore (*Accipiter gentilis*), sparviere (*Accipiter nisus*), aquila reale (*Aquila chrysaetos*), poiana (*Buteo buteo*), falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*), nibbio bruno e reale (*Milvus migrans*, *Milvus milvus*). Da segnalare anche la presenza del gipeto (*Gypaetos barbatus*), ricomparso nell’area protetta come specie nidificante grazie ad un progetto di reintroduzione avviato nel 1986 (Genero & Pedrini, 1997)
- Famiglia Falconiformes: falco pellegrino (*Falco peregrinus*), gheppio (*Falco tinnunculus*)
- Famiglia Stringidae: civetta capogrosso (*Aegolius funereus*), gufo comune e reale (*Asio otus*, *Bubo bubo*), civetta (*Athene noctua*), assiolo (*Otus scops*), allocco (*Strix aluco*), civetta nana (*Glacidium passerinum*)
- Famiglia Corvidae: corvo imperiale (*Corvus corax*), cornacchia grigia e nera (*Corvus cornix*, *Corvus corone*), ghiandaia (*Garrulus glandarius*), nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*), gracchio alpino e corallino (*Pyrrhocorax graculus*, *Pyrrhocorax pyrrhocorax*), gazza (*Pica pica*).

Oltre a questi, all’interno del PNAB sono osservabili quasi tutti gli altri uccelli tipici delle regioni alpine trentine (Pazzuconi, 1997).

Nella classe dei mammiferi, le specie di Ungulati possono essere classificate in base all’ambiente in cui vivono:

- Specie di ambienti boschivi: il cervo (*Cervus elaphus*) e il capriolo (*Capreolus capreolus*), quest’ultimo predilige i sempre più scarsi ambienti ecotonali, motivo per il quale sta vivendo una fase di declino. Il muflone (*Ovis musimon*) è una specie alloctona, introdotta per fini venatori negli anni ’70 e presente

tutt'oggi.

- Specie alto-alpine: il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), che rappresenta l'Ungulato più diffuso nel Gruppo Adamello-Presanella (Servizio Foreste e Fauna, 2004) e lo stambecco (*Capra ibex*), reintrodotta nel 1995 tramite il prelievo di esemplari dal Parco Naturale delle Alpi Marittime e dal Massiccio dei Monzoni (Mustoni & Chiozzini, 2007) e tramite una successiva fase di restocking avvenuta nel 2006, prelevando esemplari provenienti dalla Svizzera (Franzetti, 2007; Mazzoleni, 2016).

Di particolare interesse è l'ordine dei Carnivora, in quanto composto da specie carismatiche quali l'orso bruno (*Ursus arctos arctos*), il lupo (*Canis lupus*) e la lince (*Lynx lynx*). L'orso è strettamente legato alla storia e alla vita del PNAB (Ferrari G., 2016), infatti nel 1996 è stato avviato un progetto di reintroduzione, conosciuto come "Progetto Life Ursus", con l'obiettivo di favorire l'affermazione di una popolazione vitale di orsi nelle Alpi Centrali (Mustoni A., 2004). A fine 2018, la popolazione di orsi è stata stimata in 39 esemplari, escludendo i cuccioli nati nell'anno, stimati in 21-23 esemplari (Groff et al., 2019). La popolazione non può tuttavia considerarsi al sicuro, in quanto non sono ancora presenti delle mirate e attente misure gestionali (Ferrari G., 2016).

Il ritorno del lupo in Trentino è stato accertato nel 2010, dopo la sua scomparsa verso la metà del XIX; ad oggi, eccetto sporadiche segnalazioni (ad esempio una femmina segnalata dal 2014 al 2015), non sono noti branchi o individui in dispersione all'interno del Parco (Groff et al., 2015, Groff et al 2018, Mazzoleni A., 2019). Tuttavia, il monitoraggio avviato in collaborazione con la PAT, sulla base del protocollo delineato nell'ambito del Progetto life Wolf Alps, dimostra come la situazione sia dinamica ed in rapida evoluzione (Ferrari G., 2016). Il contatto più prossimo ai confini del Parco, è avvenuto nell'Alta Val di Non, dove sono stati fototrappolati 4 cuccioli (Servizio Foreste e Fauna, 2018).

La lince è scomparsa in epoca storica e non è più stata segnalata (Osti, 1988), fino al 2008, anno di in cui è stata accertata la presenza di una lince euroasiatica (B132) proveniente dalla Svizzera (Groff et al., 2009). Nell'anno 2018 ci sono stati degli avvistamenti in Val Daone e a Storo (Servizio Foreste e Fauna 2018).

Altra importanza va attribuita allo sciacallo dorato (*Canis aureus moreoticus*): la sua presenza è stata accertata all'interno del PNAB nel 2013, ma le conoscenze in merito al suo status nel Parco e nel Trentino non sono ancora sufficienti (Groff et al., 2014).

La volpe (*Vulpes vulpes*) invece, è molto diffusa all'interno del Parco.

Appartengono all'ordine dei Carnivora anche la faina (*Martes foina*), la martora (*Martes martes*), la donnola (*Mustela erminea*) l'ermellino (*Mustela nivalis*), il tasso (*Meles meles*) (AA.VV., 2007).

L'ordine Rodentia è rappresentato dallo scoiattolo (*Sciurus vulgaris*), dalla marmotta (*Marmota marmota*), dal ghiro (*Glis glis*), dal topo quercino (*Eliomys quercinus*) e dal moscardino (*Muscardinus avellanarius*). Anche se poco visibili, sono molto importanti dal punto di vista ecologico, i micromammiferi insettivori, appartenenti alla famiglia Cricetidae e Soricidae: si trovano l'arvicola rossastra (*Myodes glareolus*), l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*), l'arvicola campestre (*Microtus arvalis*) l'arvicola di Fatio (*Microtus multiplex*), l'arvicola sotterranea (*Myodes glareolus*) (Ferrari G., 2016), il toporagno alpino (*Sorex alpinus*), il toporagno comune (*Sorex araneus*), il topo selvatico (*Apodemus sylvaticus*) e il topo selvatico collo giallo (*Apodemus flavicollis*) (Locatelli et al., 1998; Zibordi, 1998).

Per quel che concerne l'ordine dei lagomorfi, nel PNAB sono presenti due specie: la lepre comune (*Lepus europaeus*) e la lepre alpina o bianca (*Lepus timidus*).

Tra l'erpetofauna, si segnala, nei pressi dei corpi idrici, il tritone alpestre (*Triturus alpestris*), la rana di montagna (*Rana temporaria*), il rospo comune (*Bufo bufo*) e la salamandra alpina e pezzata (*Salamandra atra atra*, *Salamandra salamandra*). La presenza dell'ululone dal ventre giallo (*Bombina variegata*), è stata accertata solo in un'area del comune di Cles (Barbieri et al., 1994; Lanza et al., 2009; Galluzzi, 2014).

Gli ambienti più aridi sono prediletti dai rettili, tra i quali il ramarro (*Lacerta viridis*), il marasso (*Vipera berus*), l'aspide (*Vipera aspis*) il colubro di esculapio e il colubro liscio (*Zamenis longissimus*, *Coronella austriaca*), il biacco (*Hierophis viridiflavus*) l'orbettino (*Anguis veronensis*) e la lucertola vivipara e muraiola (*Lacerta vivipara*, *Podarcis muralis*) (Barbieri et al., 1994; Caldonazzi et al., 2002).

Si conclude con l'ittiofauna; nei laghi e corsi d'acqua del Parco; alcune delle specie che si trovano sono: la trota fario (*Salmo trutta fario*), la trota marmorata (*Salmo trutta*

*marmoratus*) e il salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*), considerato come “specie relitto”.

Il Parco è stato oggetto di molte indagini relative agli effetti dei cambiamenti climatici ed ambientali sulla fauna, alcune di esse sono riportate nell'allegato 7.7.

# 3. Materiali e metodi

## 3.1 Metodologia di monitoraggio

Le attività di monitoraggio nell'ambito del progetto BioMiti sono state svolte all'interno di stazioni di campionamento fisse dette *plot*. Qui sono stati raccolti dati faunistici, vegetazionali, ambientali e micro-climatici (temperatura e umidità relativa), senza tralasciare i parametri topografici, analizzati tramite il software ArcGis. E' stato descritto anche l'inquadramento secondo la Direttiva 92/43/CEE "Habitat".

Ciascun *plot* ha una superficie circolare di circa  $31.416 m^2$  e quindi un raggio di 100m; secondo il protocollo i *plot* sono stati collocati tenendo conto di un dislivello di circa 200m tra uno e l'altro. Le stazioni di monitoraggio sono state allestite seguendo queste indicazioni:

- I) Individuazione del punto centrale "C" in corrispondenza del quale è stato installato un *data-logger* a 5-10 cm di profondità nel suolo e protetto da una vaschetta di alluminio. Dove possibile è stato installato un secondo *data-logger* posto a circa 1,5m dal suolo sfruttando gli appositi supporti;
- II) seguendo la linea di massima pendenza, sono stati individuati altri due punti ("A" e "B") a monte del punto centrale, ciascuno a 50m di distanza dall'altro e ulteriori 2 punti ("D" ed "E") rispettivamente a 50m e 100m da C;
- III) in ogni punto creato è stata installata una *pitfall trap* (cfr. 3.1.5) e sono state annotate le coordinate (10 misurazioni e successiva media delle coordinate per ridurre gli errori del GPS);
- IV) individuazione del transetto per il monitoraggio faunistico mirato (MFM);
- V) eventualmente, installazione di una fototrappola. E' importante specificare che il materiale ottenuto da quest'ultima non avrà nessun valore scientifico, e sarà utilizzato come materiale didattico o divulgativo;
- VI) la collocazione del *plot* deve essere un compromesso tra le indicazioni progettuali e la situazione reale: infatti, si deve evitare di posizionare il *plot* nelle vicinanze di sentieri (per evitare l'influenza antropica) e troppo vicino a pareti rocciose (per ovvi motivi di sicurezza). Quindi, anche nel caso di *plot*

nei pressi di limiti fisici ha senso prima individuare il punto più esterno (“A” o “E”) per poi procedere, a seconda dei casi, verso monte o valle.



Figura 3.1.1: individuazione del plot, transetto per MFM e i punti “A”, “B”, “C”, “D”



Figura 2.1.2: installazione del data-logger a 1,5m da terra su l'apposito supporto

### 3.1.1 I *plots* 2018: Vallesinella

Nel 2018 sono stati allestiti 6 *plot*: il primo ad una quota di 1900 m s.l.m. e l'ultimo a circa 2900 m s.l.m. In ogni stazione è stato svolto a cadenza di 20 giorni:

- monitoraggio faunistico mirato
- controllo e ricarica *pitfall traps*

Le attività di monitoraggio sono state svolte nell'estate del 2018. Sempre nello stesso anno è stato svolto un rilievo fitosociologico per ogni *plot* e due sessioni di monitoraggio degli uccelli al canto: una a inizio estate ed una a fine estate.

L'anno seguente (2019) sono state svolte alcune sessioni di monitoraggio chiroterteri e di lepidotteri (sia notturni che diurni).

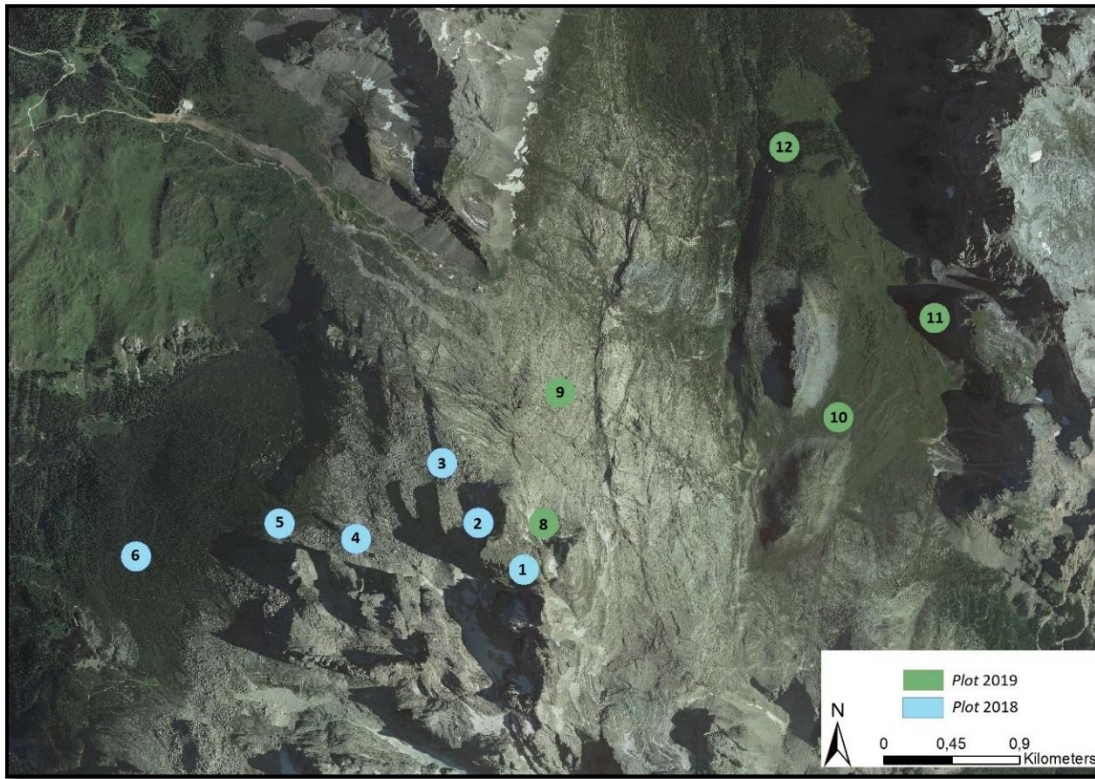


Figura 3.1.3: ortofoto dei plot 2018 e 2019

Le seguenti figure riassumono le caratteristiche salienti dei plots:

Tabella 3.1.1: descrizione plot 1


PLOT 1				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2672 Max: 2888 Med: 2829	Min: 2,3° Max: 72,48° Med: 37,4	Esposizione prevalente: Sud-Ovest	Dolomia	Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica (CODICE 8210)
				<p>Il <i>plot 1</i> è posto alla quota più elevata dell'area di studio: 2900 m di quota. Si trova sulla cima Grosté ed è caratterizzato da un paesaggio roccioso disseminato di massi (Mazzoleni, 2019), la vegetazione è limitata a circa 14 specie. Nella foto si può vedere la cima Falkner (foto dall'archivio PNAB)</p>

Tabella 3.1.2: descrizione plot 2


PLOT 2				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2555 Max: 2721 Med: 2613	Min: 16° Max: 73,71° Med: 34°	Esposizione prevalente: Nord-Ovest	Depositi glaciali pre PEG (76,9%)	Ghiaioni calcarei e scistocalcarei montani e alpini ( <i>Thlaspietea rotundifolii</i> ) (CODICE 8120)
			Dolomia (12,9%)	
			Falde detritiche (10,1%)	Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica (CODICE 8210)
			<p>Il <i>plot</i> è situato alla base delle pareti di Cima Grosté: l'ambiente è tipico del macereto, con la presenza di grossi massi e vegetazione a chiazze. Le specie erbacee più presenti sono: <i>Saxifraga sedoides</i>, <i>Hornugia alpina</i>, <i>Draba siliquosa</i> e altre specie del genere <i>Arabis</i></p>	

Tabella 3.1.3: descrizione plot 3


PLOT 3				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2387 Max: 2485 Med: 2446	Min: 0° Max: 46° Med: 25,6°	Esposizione prevalente: Ovest	Depositi glaciali pre PEG	Ghiaioni calcarei e scistocalcarei montani e alpini ( <i>Thlaspietea rotundifolii</i> ) (CODICE 8120)
				Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica (CODICE 8210)
			<p>Il <i>plot</i> 3 si presenta molto simile al 2, la differenza principale sta nel tipo di vegetazione: infatti si presenta come un macereto con delle macchie vegetate. Le specie più presenti sono <i>Salix retusa</i>, <i>Silene acaulis</i>, <i>Carex sempervirens</i>, <i>Veronica alpina</i>, <i>Aster bellidiastrum</i>, <i>Achillea atrata</i>, <i>Polygonum viviparum</i>. Nella foto si intravede una parte della sorgente che sgorga nei pressi del <i>plot</i>.</p>	

Tabella 3.1.4: descrizione plot 4


PLOT 4				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2278 Max: 2330 Med: 2304	Min: 1° Max: 33,6° Med: 15,6,6°	Esposizione prevalente: Ovest	Depositi glaciali pre PEG (39,1%)	Ghiaioni calcarei e scistocalcarei montani e alpini ( <i>Thlaspietea rotundifolii</i> ) (CODICE 8120)
			Falde detritiche (2,9%)	Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine (CODICE 6170)
			Dolomia (58%)	Pavimenti calcarei (CODICE 8240)
			<p>L'ambiente del plot 4 è diviso grossomodo in due parti: a monte il substrato è quasi totalmente roccioso, mentre a valle è presente una prateria discontinua a cuscinetto e roccia calcarea. Le specie più rappresentate sono: <i>Carex sempervirens</i>, <i>Salix retusa</i>, <i>Salix reticulata</i>, <i>Polygonum viviparum</i>, <i>Dryas octopetala</i>, <i>Carex firma</i>.</p>	

Tabella 3.1.5: descrizione plot 5



PLOT 5				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2110 Max: 2160 Med: 2134	Min: 1° Max: 28,9° Med: 16,6°	Esposizione prevalente: Ovest	Depositi glaciali pre PEG (52%)	Boscaglie di <i>Pinus mugo</i> e di <i>Rhododendron hirsutum</i> ( <i>Mugo-Rhododendretum hirsuti</i> ) (CODICE 4070)
			Falde detritiche (1,5%)	Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine ( <i>seslerieto</i> ) (CODICE 6170)
			Dolomia (46,5%)	Ghiaioni calcarei e scistocalcarei montani e alpini ( <i>Thlaspietea rotundifolii</i> ) (codice 8120)
			<p>Il plot 5 è una tipica prateria alpina, interrotta da qualche affioramento roccioso, mughetti (che a volte formano densi popolamenti) e qualche raro larice. Tra le erbacee si trovano: <i>Carex sempervirens</i>, <i>Carex firma</i>, <i>Rhododendron hirsutum</i>, <i>Salix reticulata</i>, <i>Salix retusa</i>, <i>Dryas octopetala</i>, <i>Polygonum viviparum</i>, <i>Sesleria caerulea</i>, <i>Erica carnea</i>, <i>Vaccinium myrtillus</i>, <i>Vaccinium gaultherioides</i>, <i>Festuca norica</i>.</p>	

Tabella 3.1.6: tabella descrizione plot 6

PLOT 6				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 1845 Max: 1940 Med: 1894	Min: 13,5° Max: 34,5° Med: 24,5°	Esposizione prevalente: Nord-Ovest	Dolomia	Foreste acidofile montane e alpine di <i>Picea (Vaccinio-Picetea)</i> (CODICE 9410) Foreste di <i>Larix decidua</i> e/o <i>Pinus cembra</i> (CODICE 9422)
				<p>Il <i>plot</i> 6 rappresenta il limite inferiore dell'area di studio 2018; è un lariceto rado in cui l'altezza media degli alberi è di circa 7m. Il sottobosco è ricco sia di specie erbacee che arbustive.</p>

### 3.1.2 I *plot* 2019: Val di Tovel

Nel secondo anno del progetto BioMiti sono stati allestiti altri *plot*: questa volta in Val di Tovel. Questa valle si estende dal Passo del Grosté fino a Tuenno, passando per il Biotopo di Flavona e attraverso Campo Flavona. La scelta di questa zona come area di studio è dovuta ad alcune peculiarità rispetto all'anno precedente, quali la differenza di esposizione e la minor affluenza turistica. Sono stati allestiti 5 *plot* utilizzando gli stessi criteri adottati per i *plot* 2018, con l'installazione di due *data-logger* per ogni *plot*. In questi *plot* il monitoraggio dei lepidotteri (diurni e notturni) e dei chiroterteri sarà svolto nel 2020. Nella figura 3.1.3 è evidenziata la localizzazione dei *plot* 2019.

Tabella 3.2.1: descrizione plot 8


PLOT 8				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2720 Max: 2660 Med: 2600	Min: 11° Max: 35° Med: 24°	Esposizione prevalente: Nord-Est	Dolomia (35%)  Falde detritiche (65%)	Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica (CODICE 8210)
				<p>Il <i>plot</i> 8 è un macereto molto instabile. La vegetazione è limitata a pochissime specie: <i>Saxifraga sedoides</i>, <i>Arabis alpina</i>, <i>Poa alpina</i>. (Foto di Silvia Speroni)</p>

Tabella 3.2.2: descrizione plot 9


PLOT 9				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2450 Max: 2510 Med: 2570	Min: 5,7° Max: 15° Med: 8°	Esposizione prevalente: Nord	Area affetta da carsismo	Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica (CODICE 8210)  Pavimenti calcarei (CODICE 8240)
				<p>Il <i>plot</i> 9 può essere descritto come una placca calcarea attraversata da numerose fessure carsiche, che formano un paesaggio molto caratteristico. Le specie vegetali sono limitate a pochissime specie nella placca, divengono più frequenti agli estremi del <i>plot</i>, dove si trovano delle chiazze vegetate. Tra le specie erbacee si trovano: <i>Salix retusa</i>, <i>Carex firma</i>, <i>Dryas octopetala</i>, <i>Carex ferruginea</i>. (Foto di Nicolò Santoni)</p>

Tabella 3.2.3: descrizione plot 10


PLOT 10				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2220 Max: 2265 Med: 2310	Min: 12° Max: 28° Med: 20°	Esposizione prevalente: Nord	Rock glacier (90%)	Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine ( <i>seslerieto</i> ) (CODICE 6170)
			Depositi glaciali pre PEG (10%)	
			<p>Il <i>plot</i> 10 è stato modellato da un antico rock glacier non più attivo. A destra orografica è visibile una morena, relitto di un ghiacciaio. La vegetazione forma una densa prateria, tra le erbacee si trovano: <i>Salix retusa</i>, <i>Thymus praecox</i>, <i>Carex firma</i>, <i>Dryas octopetala</i>, <i>Carex firma</i>, <i>Leontodon hispidus</i>, <i>Vaccinium gaultherioides</i>. (Foto di Nicolò Santoni)</p>	

Tabella 3.2.4: descrizione plot 11



PLOT 11				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 2060 Max: 2105 Med: 2150	Min: 7° Max: 28° Med: 20°	Esposizione prevalente: Ovest	Calcere (52,2%)	Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine ( <i>seslerieto</i> ) (CODICE 6170)
			Debris-flow (18,3%)	Ghiaioni calcarei e scistocalcarei montani e alpini ( <i>Thlaspietea rotundifolii</i> ) (codice 8120)
			Falde detritiche (29,5%)	
			<p>Il <i>plot</i> 11 è attraversato da un debris-flow che ha inciso profondamente la falda detritica. La vegetazione è limitata a delle rade chiazze nella parte alta del <i>plot</i>, mentre l'estremità inferiore è ricca di specie. Si trovano: <i>Carex firma</i>, <i>Dryas octopetala</i>, <i>Rhododendron hirsutum</i>, <i>Larix decidua</i>, <i>Pinus mugo</i>, <i>Astrantia minor</i>, <i>Vaccinium gaultherioides</i>. (Foto di Nicolò Santoni)</p>	

Tabella 3.2.5: descrizione plot 12

PLOT 12				
Quota (m s.l.m.)	Pendenza	Esposizione	Geomorfologia	Siti R.N. 2000
Min: 1860 Max: 1885 Med: 1910	Min: 5° Max: 35° Med: 25°	Esposizione prevalente: Nord	Calcere (36,7%)	Boscaglie di <i>Pinus mugo</i> e di <i>Rhododendron hirsutum</i> ( <i>Mugo-Rhododendretum hirsuti</i> ) (CODICE 4070)
			Deposito frana a grossi blocchi (0,5%)	
			Deposito palustre (1,8%)	Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine ( <i>seslerieto</i> ) (CODICE 6170)
			Dolomia (13,3%)	
			Falde detritiche (47,8%)	Foreste di <i>Larix decidua</i> e/o <i>Pinus cembra</i> (CODICE 9422)
			<p>Il <i>plot</i> 12 ricalca le caratteristiche del <i>plot</i> 6, tuttavia presenta alcune differenze, quali ad esempio il substrato calcareo e la presenza di un deposito di una frana nell'estremo superiore del <i>plot</i>. La vegetazione è tipica di un lariceto rado; tra le erbacee si trovano: <i>Rhododendron hirsutum</i>, <i>Horminum pyrenaicum</i>, <i>Carex ferruginea</i>, <i>Dactylorhiza maculata</i>, <i>Salix waldsteniana</i>, <i>Juniperus communis</i>, <i>Melica nutans</i>, <i>Gymnocarpium robertianum</i>, <i>Sesleria caerulea</i>, <i>Calamagrostis villosa</i>.</p>	

### 3.1.3 I monitoraggi faunistici mirati (MFM)

I monitoraggi che vengono proposti nell'ambito del progetto BioMiti si ispirano ai MFM svolti su tutta l'area del Parco: trattasi di monitoraggi eseguiti secondo un protocollo standardizzato e ripetuti con cadenza triennale (fino al 2018 annuale) posti in diverse fasce altitudinali e rappresentativi di differenti tipi di habitat (Mazzoleni, 2019).

I MFM di BioMiti sono stati svolti in ciascun *plot* con cadenza di 20 giorni (nel periodo di attivazione del *plot* percorrendo un transetto) lungo la linea di massima pendenza del *plot* (nastro segnaletico posto ad attivazione *plot* ogni 25m e registrazione traccia con GPS) annotando sull'apposita scheda gli indici faunistici relativi a tutte le specie faunistiche monitorate (sul documento sono inserite 107 specie, ma è possibile inserirne

altre; è importante eliminare gli indici trovati per evitare un doppio conteggio nella sessione successiva). Negli allegati (7.1) è riportato un esempio di scheda utilizzato durante gli MFM.



Figura 3.1.15: operatori durante un MFM e fatte di *Tetrao tetrix* (foto di Alessia Scafì)

### 3.1.4 Ascolto degli uccelli al canto

Questo monitoraggio si svolge secondo un protocollo standardizzato che prevede:

- inizio del monitoraggio alle ore 8.00;
- gli operatori giungono al centro (“C”) del *plot* ed attendono 10 minuti in assoluto silenzio;
- trascorsi i 10 minuti si comincia la sessione di ascolto che durerà 20 minuti;
- durante la sessione si segnano sull’apposito documento le specie ornitiche viste e/o sentite

Durante lo svolgimento vengono utilizzate delle schede riportanti le immagini delle specie censite per facilitare il riconoscimento, ma non vengono utilizzati richiami.

A fine sessione, in caso di eventuali dubbi, si può confrontare il canto udito con delle apposite registrazioni campione. Dal 2019 si è utilizzato un apparecchio per registrare l’intera sessione di ascolto, allo scopo di agevolare il controllo di suddetti dubbi.

Negli allegati (7.2) è riportata la scheda utilizzata durante questi monitoraggi.



Figura 3.1.16: un operatore durante il monitoraggio avifauna e un esemplare di *Montifringilla nivalis* (foto di Nicolò Santoni)

### 3.1.5 Raccolta carabidi e ragni mediante *pitfall traps*

Come anticipatamente riportato, le *pitfall traps* sono state installate durante l'allestimento di ogni *plot*. Si tratta di trappole a caduta, estremamente semplici ma molto efficaci, che permettono di catturare insetti e aracnidi tramite una soluzione attrattiva che funge anche da conservante. Ogni trappola consiste in un bicchiere di plastica di dimensioni standard (circa 200ml) (Gobbi et al., 2013) munito di 2 buchi di circa 2 mm posti specularmente a 2 cm dall'apice dello stesso per impedire all'acqua piovana di riempire il contenitore e far traboccare il contenuto della trappola. Le trappole sono state poi interrate fino al bordo superiore in modo da essere perfettamente a filo con il terreno e quindi non costituire un intralcio alla cattura degli insetti. Ogni trappola poi è stata attivata riempiendo il bicchiere fino a circa  $\frac{3}{4}$  con una soluzione satura di aceto bianco e sale grosso e aggiungendo al composto una goccia di detersivo per piatti (funzione di tensioattivo). Il vantaggio di questa soluzione, oltre all'attrattività e conservabilità, sta nell'assenza di effetti negativi alla fauna e all'ambiente nel caso di dispersione. Ogni trappola è stata poi coperta con del

materiale disponibile nel sito, quale ad esempio roccia, rami e foglie per la protezione da pioggia o da fauna vertebrata. Infine, veniva messa una roccia sommitale marcata con nastro segnaletico, per rendere più visibile la trappola durante le successive uscite (Gobbi et al., 2013). Ogni trappola veniva svuotata e poi riattivata ripetendo le indicazioni precedenti ogni 20 giorni circa. Il contenuto di ciascuna *pitfall trap* veniva quindi trasferito in un contenitore da 250 ml: in seguito si procedeva allo smistamento tramite stereoscopio inserendo in diversi contenitori opportunamente contrassegnati (contenuto e data) da 125 ml i carabidi e i ragni. La conservazione avveniva in congelatore fino al momento del riconoscimento della specie da parte del personale del Muse



Figura 3.1.17: una pitfall trap durante l'allestimento e un operatore durante lo smistamento

### 3.1.6 Rilievo fitosociologico

Il rilievo fitosociologico è stato svolto una sola volta per *plot* (ad esclusione del *plot* 1) nel momento in cui ogni *plot* raggiungeva la massima composizione floristica. I rilievi venivano effettuati in corrispondenza di ogni *pitfall trap*, annotando le specie vegetali trovate all'interno di un quadrato di 5m di lato. Operativamente si disponeva un quadrato di spago (5x5m) tenendo la *pitfall trap* al centro dello stesso e, su una apposita scheda, venivano annotati gli indici di copertura (Braun-Blanquet J., 1964) e gli indici di aggregazione di ogni specie trovata.



Figura 3.1.18: operatori durante il rilievo fitosociologico (foto di Enrico Noro)

### 3.1.7 Monitoraggio lepidotteri e chiroteri

Per il monitoraggio dei lepidotteri notturni è stata installata nei *plots* (2-3-4-5-6) una luce attrattiva all'interno di una tenda cilindrica alta circa 2m. All'imbrunire la luce veniva attivata: i macrolepidotteri venivano soltanto fotografati, mentre i microlepidotteri venivano prelevati e custoditi in appositi contenitori. Le sessioni di monitoraggio terminavano verso le 00.00 o quando l'afflusso di falene si interrompeva. (I lepidotteri non saranno trattati in questo lavoro, in quanto i dati non sono ancora stati resi disponibili).

Il monitoraggio dei chiroteri è stato svolto con due diverse modalità utilizzando due differenti strumenti:

- batdetector Petterson D240x
- batdetector Wildlife Song Meter SM4BATFS

Il primo strumento veniva associato ad un registratore (Roland R-26) e ad un paio di auricolari: prima della sessione di monitoraggio l'apparecchio veniva settato e impostato alla frequenza di 44,1 (questo valore permette di udire gli ultrasuoni di molte famiglie di chiroteri). Le sessioni cominciavano all'imbrunire e si protraevano per 30 minuti,

seguiva una pausa di 30 minuti e poi una ulteriore sessione di ascolto di 30 minuti. Lo strumento permetteva di trasformare gli ultrasuoni in suoni percepibili dall'orecchio umano, e di rallentare di 10 volte il suono captato; compito dell'operatore era dunque quello di registrare i passaggi di chiroteri, annotando su un apposito documento sia l'ora del passaggio che il nome del file contenente la registrazione.

Lo strumento Wildlife invece veniva attivato (sempre all'imbrunire) e lasciato in posizione fino alla fine della sessione di monitoraggio: in questo caso la registrazione dei passaggi di chiroteri avveniva automaticamente.



*Figura 3.1.19: la strumentazione per il monitoraggio lepidotteri notturni (sopra) ed un operatore durante il monitoraggio chiroteri (sotto)*

### **3.1.8 Indagini al suolo**

Durante i monitoraggi del progetto BioMiti sono state aperte delle buche allo scopo di studiare la pedogenesi nell'area di studio. La buca doveva essere realizzata al centro del plot e (se possibile) con una profondità di 50 m. Successivamente si fotografava la buca e si prelevavano dei campioni di terreno ogni 10 cm di profondità.

Le fotografie sono state poi interpretate insieme con prof. Augusto Zanella, correlatore per questa parte del lavoro, mentre i campioni di terreno prelevati sono stati analizzati dal prof. Andrea Squartini, allo scopo di studiarne le comunità microbiologiche presenti e le interazioni tra queste ultime e l'ambiente (i risultati dell'analisi del terreno non saranno riportate in questo lavoro di tesi).

### **3.1.8 Indici di ricchezza specifica**

Al fine di riassumere la biodiversità dell'area di studio sono stati proposti degli indici di ricchezza specifica che raccolgono il numero di specie riscontrate in ogni plot utilizzando le metodologie descritte sopra (ad eccezione dei lepidotteri). Questi indici sono riportati nella figura del capitolo 4.8 e distinguono le specie animali da quelle vegetali. Considerando che il monitoraggio faunistico mirato ha raccolto anche indici relativi a uccelli, eventuali specie di avifauna conteggiate anche nell'ascolto degli uccelli al canto sono state conteggiate una sola volta.

## **3.2 Analisi dei dati**

Per l'analisi dei dati sono stati utilizzati i seguenti software:

- Microsoft Excel per la creazione di istogrammi e tabelle pivot;
- SPSS Statistics per svolgere delle correlazioni bivariate;
- Bat Sound/Praat/Kaledoscope per assegnare alla relativa specie le registrazioni dei chiroteri (utilizzato da Roberta Chirichella);
- E' stata svolta una *analisi delle componenti principali* per le indagini sui rilievi floristici (cfr. paragrafo 4.4).

# 4. Risultati e discussione

## 4.1 I monitoraggi faunistici mirati (MFM)

### 4.1.1 Dati raccolti

Questi monitoraggi sono stati svolti in 5 distinte sessioni, sia nell'anno 2018 che nell'anno 2019 e hanno coperto il periodo che va da giugno fino a ottobre. Per una visione più approfondita delle date relative ad ogni sessione si rimanda agli allegati 7.1.1 e 7.2.2.

I plot numero 1, 2 e 8 contano qualche sessione in meno rispetto ai rimanenti: questa differenza è dovuta alla permanenza della neve nelle parti più in quota dell'area di studio: l'inizio dei monitoraggi è stato quindi posticipato non appena l'area si è liberata dalla neve e le condizioni di sicurezza ne hanno permesso l'accesso.

I dati raccolti in campo sono stati archiviati nel server del Parco e successivamente elaborati in tabelle utilizzando Excel. Verranno ora riportate le tabelle riassuntive relative al numero di indici faunistici raccolti nei due anni (Tab. 4.1.1 e 4.1.2).

Tabella 4.1.1: numero di indici faunistici raccolti nei plot 2018

PLOT VALLESINELLA						
Conteggio indici	SESSIONE					
PLOT	1	2	3	4	5	TOTALE
1			12	17	9	38
2				13	1	14
3	18	1	10	3	3	35
4	12	8	9	10	5	44
5	21	16	7	6	17	67
6	20	8	10	12	6	56
TOTALE	71	33	48	61	41	254

Tabella 4.1.2: numero di indici faunistici raccolti nei plot 2019

PLOT VAL DI TOVEL						
Conteggio indici	SESSIONE					
PLOT	1	2	3	4	5	TOTALE
8		1	4	2	1	8
9	2			1	1	4
10	5	4	1	5	2	17
11	2	1	5	3	1	12
12	6	2	1	2	1	12
TOTALE	15	8	11	13	6	53

Nelle celle evidenziate in giallo vi è il numero totale di indici raccolti nei due anni di studio: traspare immediatamente una elevata differenza in termini numerici degli indici faunistici raccolti. E' stato interessante anche la elaborazione di ulteriori tabelle considerando i tipo di indici di presenza raccolti e il numero di indici di ricchezza specifica trovati per ogni specie, al fine di considerare quali sono i plot con la biodiversità maggiore (si rimanda agli allegati, paragrafo 7.3). Nella tabella sottostante è indicato il numero di specie per plot e l'Indice Kilometrico di abbondanza (IKA), calcolato dividendo il numero di indici trovati per i chilometri percorsi. La distanza percorsa è data dalla moltiplicazione della lunghezza del transetto (0,2 km) per il numero di sessioni svolte.

Tabella 4.1.3: IKA dei plot investigati

PLOT	N° SPECIE	TOT INDICI	TRANSETTO (km)	IKA (specie/km)
1	2	38	0,6	63,3
2	2	14	0,8	17,5
3	6	35	1	35
4	6	44	1	44
5	9	67	1	67
6	13	56	1	56
8	3	8	0,8	10
9	2	4	1	4
10	10	17	1	17
11	4	12	1	12
12	5	12	1	12

## 4.1.2 Analisi dei dati

			IKA	RS	QUOTA	T
Spearman's rho	IKA	Correlation Coefficient	1,000	,802**	-,193	,091
		Sig. (2-tailed)	.	,000	,175	,546
		N	51	51	51	46
RS		Correlation Coefficient	,802**	1,000	-,468**	,318*
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,001	,031
		N	51	51	51	46
QUOTA		Correlation Coefficient	-,193	-,468**	1,000	-,415**
		Sig. (2-tailed)	,175	,001	.	,004
		N	51	51	55	46
T		Correlation Coefficient	,091	,318*	-,415**	1,000
		Sig. (2-tailed)	,546	,031	,004	.
		N	46	46	46	46

Figura 4.1.2.1: correlazione bivariata per il mfm

La figura 4.1.2.1 mostra il risultato della matrice di correlazione tra l'indice kilometrico di abbondanza (IKA), la ricchezza specifica (RS), la quota e la temperatura (T) per tutti gli 11 plot. E' interessante notare che c'è una correlazione negativa tra la ricchezza

specifica e la quota; dunque scendendo di quota ci si aspetta una ricchezza specifica maggiore.

$$\rho = -0,468, p < 0,01, N = 51$$

Gli indici faunistici raccolti nei plot 2018 variano in termini numerici da un plot all'altro: osservando il grafico 4.1.2.2 si nota che il numero di indici raccolti non sempre segue il gradiente altitudinale (il numero di indici raccolti diminuisce con la quota): infatti il plot con il numero di indici maggiori è il P5.

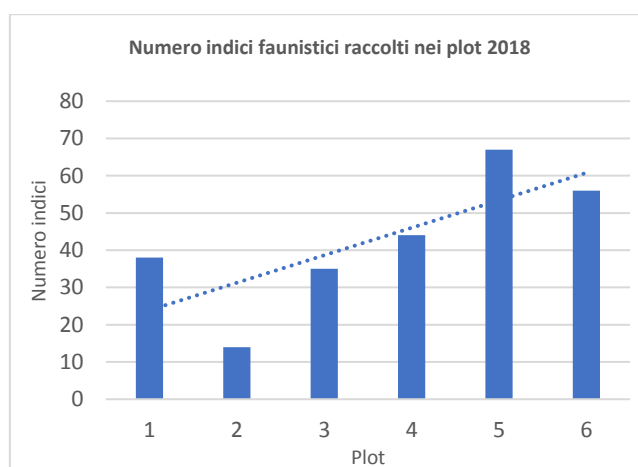


Figura 4.1.2.2: numero di indici faunistici raccolti nei plot 2018

Gli indici faunistici raccolti nel 2019 sono molto meno numerosi, tuttavia anche in questo caso si nota la mancata correlazione dell'abbondanza con la quota; a dimostrazione di ciò, il plot 10 si rivela essere la stazione più ricca di indici (cfr. figura 4.1.2.3).

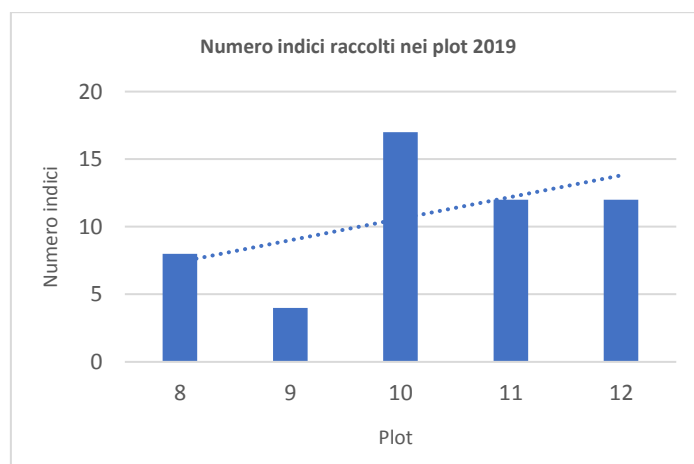


Figura 4.1.2.3: numero di indici faunistici raccolti nei plot 2019

Analizzando la ricchezza specifica relativamente al m.f.m. svolto nei plot 2018, si può vedere come al numero di indici non sia collegato il numero di specie: infatti il plot più ricco di specie è il P6, che ne conta 13. Osservando la linea di tendenza si intuisce come la ricchezza specifica cresce al diminuire della quota in modo più accentuato rispetto all'abbondanza di indici.

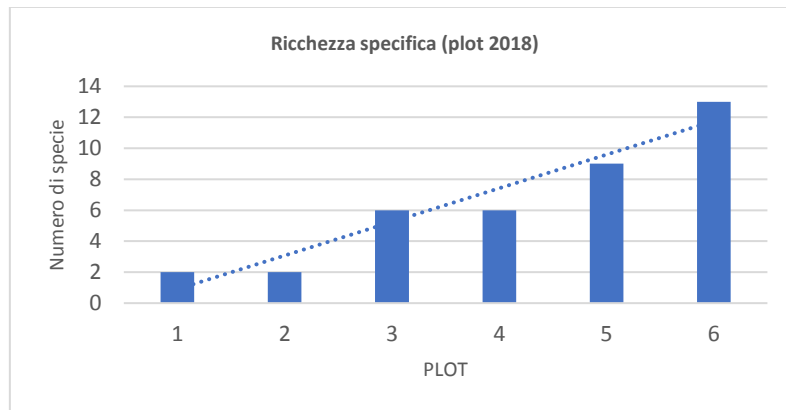


Figura 4.1.2.4: ricchezza specifica nei plot 2018

Ciò non è riscontrato nei plot 2019, in cui la ricchezza specifica possiede un andamento simile all'abbondanza di specie.

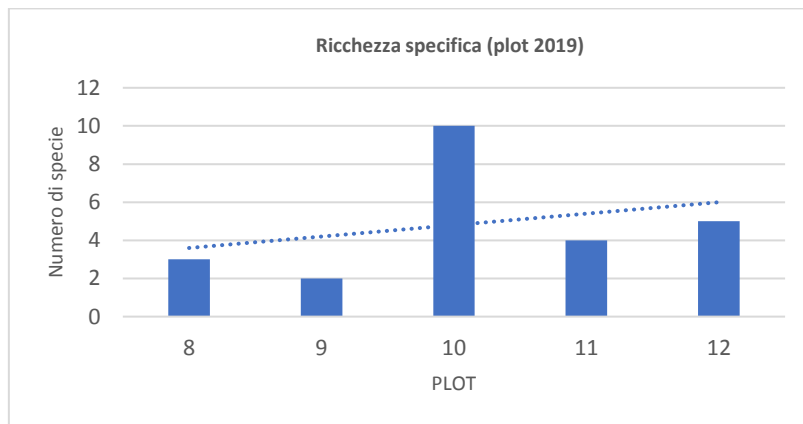


Figura 4.1.2.5. ricchezza specifica nei plot 2019

L'importanza di monitorare la fauna vertebrata risiede nel fatto che gli uccelli e i mammiferi si trovano ai vertici delle catene trofiche degli ecosistemi, e in quanto tali sono direttamente influenzati dalle popolazioni di specie animali da loro predate e presentano quindi una particolare valenza ecologica. Nella maggior parte dei casi è infatti l'entità delle popolazioni predate a regolare quella delle popolazioni predatrici; di conseguenza i

vertebrati superiori riassumono sia a livello di individui sia di popolazioni, le alterazioni che avvengono lungo l'intera catena alimentare e quindi nel complesso dell'ecosistema. Il fatto che la fauna vertebrata vive in diverse tipologie ambientali consente l'utilizzo di questi animali come bioindicatori in diverse circostanze; inoltre rispetto agli invertebrati gli uccelli e i mammiferi hanno una differente sensibilità ai disturbi, dovuta alla elevata longevità (Sartori et al., 1998).

Riassumendo, l'analisi dei dati mostra che l'abbondanza non è sempre in relazione alla quota, a differenza della ricchezza specifica che sembra diminuire con l'aumento della quota. In conclusione si può affermare che il monitoraggio faunistico mirato potrebbe essere considerato un buon metodo per effettuare delle analisi sulla ricchezza specifica di una data zona; tuttavia è richiesto un elevato rigore metodologico nel suo svolgimento, standardizzando il più possibile l'orario, dal momento che moltissime specie sono più attive al crepuscolo. Inoltre, si dovrebbe eliminare anche la variabile determinata dall'operatore che svolge il transetto. Tuttavia, questi accorgimenti non sono sempre attuabili, in quanto è difficile riuscire ad eliminare certe variabili, dunque si deve accettare il fatto di trascinarsi nei dati un margine di errore inevitabile. Nel caso analizzato la diversa ricchezza specifica potrebbe essere dovuta alla presenza di una malga monticata con bovini in Val di Tovel, che, data la presenza dell'uomo e di animali domestici potrebbe aver ridotto la presenza della fauna selvatica.

## **4.2 Ascolto degli uccelli al canto**

### **4.2.1 Dati raccolti**

Sono state svolte due sessioni: una in estate nel mese di luglio ed una a fine estate nel mese di settembre. Negli allegati, le tabelle 7.4.1 e 7.4.2 mostrano le date effettive delle sessioni di ascolto. La tabella sottostante mostra il numero di specie e il numero totale di contatti registrati durante le sessioni di ascolto. Si rimanda agli allegati (paragrafo 7.4) per un approfondimento sulle specie contattate.

Tabella 4.2: risultati ascolto degli uccelli al canto

PLOT	N° SPECIE	TOT CONTATTI
1	3	2
2	2	2
3	16	5
4	6	4
5	12	6
6	15	7
8	7	5
9	11	3
10	9	5
11	6	5
12	9	7

## 4.2.2 Analisi dei dati

			T	RS	ITA	QUOTA
Spearman's rho	T	Correlation Coefficient	1,000	,444	,311	-,602**
		Sig. (2-tailed)	.	,057	,195	,006
		N	19	19	19	19
RS		Correlation Coefficient	,444	1,000	,818*	-,526*
		Sig. (2-tailed)	,057	.	,000	,012
		N	19	22	22	22
ITA		Correlation Coefficient	,311	,818**	1,000	-,369
		Sig. (2-tailed)	,195	,000	.	,091
		N	19	22	22	22
QUOTA		Correlation Coefficient	-,602**	-,526*	-,369	1,000
		Sig. (2-tailed)	,006	,012	,091	.
		N	19	22	22	22

Figura 4.2.2.: correlazione bivariata per l'ascolto degli uccelli al canto

Anche per l'ascolto degli uccelli al canto è stata svolta una indagine per capire se esiste una correlazione tra ricchezza specifica, quota, temperatura e indice temporale di abbondanza (*ITA*) in tutti gli 11 plot. Osservando la figura 4.2.2. si nota che esiste una correlazione negativa tra RS e la quota, indicazione che era stata riscontrata anche per il mfm.

$$\rho = -0,526 \quad p < 0,05, N = 22$$

Le figure 4.2.2.1 e 4.2.2.2 mostrano come varia la ricchezza di specie, rispettivamente nei plot 2018 e 2019.

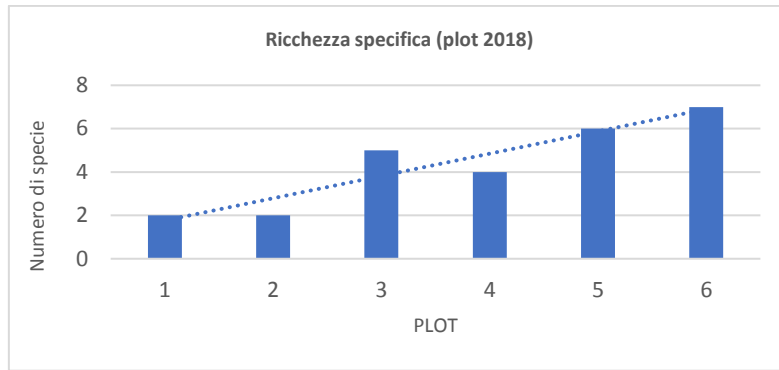


Figura 4.2.2.1: ricchezza specifica nei plot 2018

Confrontando i due grafici, si nota la maggiore ricchezza di specie riscontrata nell'anno 2019.

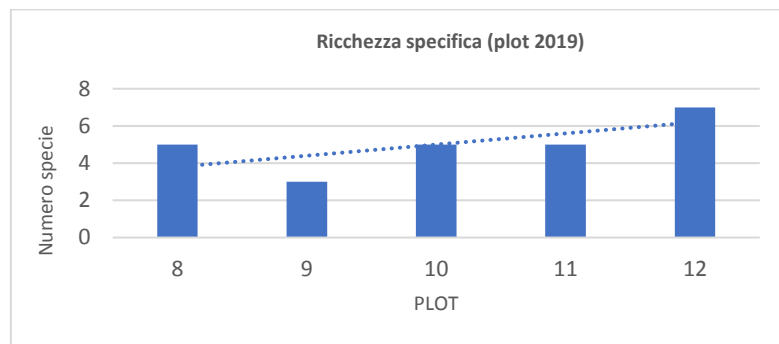


Figura 4.2.2.2. ricchezza specifica nei plot 2019

Le figure 4.2.2.3 e 4.2.2.4 mostrano invece il numero di contatti registrati durante le sessioni di ascolto. In particolare, nell'anno 2019 il trend dell'abbondanza sembra poco influenzato dalla quota.

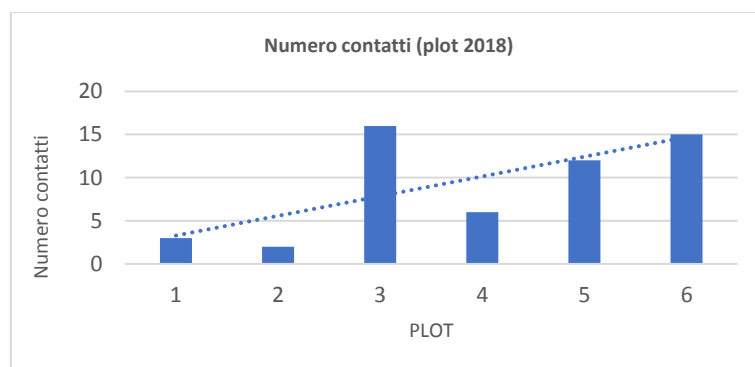


Figura 4.2.2.3: numero di contatti registrati nei plot 2018

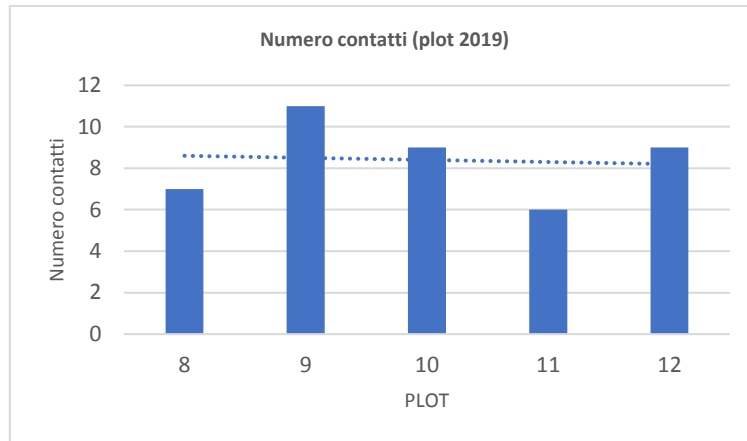


Figura 4.2.2.4: numero di contatti registrati nei plot 2019

L'analisi delle comunità di uccelli è in grado di dare un contributo in più rispetto al solo monitoraggio faunistico mirato, in quanto, ad esempio, le comunità con un elevato numero di specie indicano un'alta diversità ambientale, e dunque presenza di habitat eterogenei (Sartori et al., 1998).

Tra l'avifauna l'ordine dei Passeriformi è molto utilizzato come indicatore, in ragione del grande numero di specie e della semplicità di rilevamento in quanto specie canore. Tra queste, la presenza di *specie bersaglio* può infatti indicare l'esistenza di una particolare condizione ecologica. Si possono distinguere infatti:

- *specie bersaglio poco selettive*, le quali possono dare indicazioni sulla quantità di habitat disponibile;
- *specie bersaglio selettive*, le quali riflettono la quantità di una data tipologia ambientale e, soprattutto, la qualità della stessa

Riassumendo i dati raccolti, si può apprezzare lo stesso trend visto nei monitoraggi faunistico mirati, a conferma di ciò l'analisi delle corrispondenze bivariate (figura 4.2.2.1) mostra che è sempre la ricchezza specifica a diminuire passando da un plot ad un altro più in quota.

Va fatta infine una considerazione: è fondamentale la preparazione del personale al momento di questo monitoraggio, in quanto molte specie hanno canti diversi in relazione al comportamento; di fatto il leggero aumento di indici riscontrato nei plots in Val di Tovel potrebbe essere dovuto all'affinamento della tecnica rispetto all'anno 2018.

## 4.3 Raccolta carabidi e ragni

### 4.3.1 Dati raccolti

Come riportato nel terzo capitolo, la raccolta degli insetti campionati mediante *pitfall trap* avveniva in concomitanza al monitoraggio faunistico mirato, per tale motivo si rimanda alle tabelle 4.1.1 e 4.1.2 per la descrizione delle tempistiche di realizzazione del campionamento

In questo lavoro di tesi si farà riferimento alla raccolta degli invertebrati relativamente all'anno 2018, in quanto il riconoscimento degli insetti campionati nel 2019 è attualmente (2019) in corso d'opera. Le tabelle 7.3.1 e 7.3.2 mostrano quali specie sono state raccolte in ciascun plot relativamente alle 5 diverse sessioni. Anche in questa tabella il valore attribuito si riferisce alla somma degli individui trovati nelle *pitfall traps*. La tabella sottostante riassume le raccolte relativamente ad aracnidi e carabidi.

Tabella 4.3: riepilogo catture insetti mediante pitfall traps

INVERTEBRATI	PLOT	TOT CATTURE	N° SPECIE
ARACNIDI	1	13	4
	2	1	1
	3	19	7
	4	30	11
	5	70	12
	6	43	9
CARABIDI	1	43	1
	2	76	1
	3	49	4
	4	31	4
	5	29	8
	6	98	5

Per approfondire la raccolta degli invertebrati si rimanda agli allegati (paragrafo 7.5).

### 4.3.2 Analisi dei dati

La raccolta degli insetti mediante pitfall traps ha permesso di proporre delle interessanti considerazioni a riguardo delle consistenze delle comunità, in quanto, a differenza dei metodi precedentemente analizzati si dispone di un numero di individui e non di indici di presenza. Utilizzando il numero delle specie degli invertebrati e il relativo numero di

individui è stato possibile calcolare alcuni indici di diversità specifica (nella tabella 4.3.2.1), allo scopo di evidenziare quali sono i plot (del 2018) caratterizzati da una maggiore biodiversità. Gli indici usati sono:

1. Indice di Shannon

$$H_{SH} = - \sum_{i=1}^S p_i \log_2 p_i$$

2. Indice di Simpson

$$H_{SI} = 1 - \sum_{i=1}^S p_i^2$$

3. Indice di Evenness (equiripartizione)

$$e = H_{SH} / \log_2 S$$

4. Indice della ricchezza di specie di Shannon

$$Rc = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

5. Indice della dominanza (di Simpson)

$$ID = \sum_{i=1}^S p_i^2$$

Tabella 4.3.2.1: indici di biodiversità degli invertebrati nei plot 2018

PLOT	I. di diversità di Shannon	I. di diversità di Simpson	I. di Evenness	I. ricchezza specifica	I di dominanza
1	1,185	0,392	0,51	0,668	0,608
2	0,11	0,0298	0,113	0,246	0,97
3	2,587	0,762	0,744	1,324	0,238
4	3,038	0,828	0,777	1,92	0,171
5	2,546	0,676	0,589	1,454	0,324
6	2,41	0,637	0,633	1,179	0,363

Dove:

-  $p_i$ : frequenza relativa della specie  $i$ -esima ( $N_i/N$ )

- $N$ : numero di individui totali
- $S$ : numero di specie
- $N_i$ : numero di individui della specie  $i$

Le figure proposte sotto riassumono la ricchezza specifica in ogni plot: le figure 4.7.1 e 4.7.2 sono relative alla fauna, mentre le figure 4.7.3 e 4.7.4 alla vegetazione.

			ISH	ISI	IEV	IRS	ID	T	QUOTA
Spearman's rho	ISH	Correlation Coefficient	1,000	,787**	1,000**	,737**	-,787**	,257	-,405*
		Sig. (2-tailed)	.	,000	.	,000	,000	,196	,036
		N	27	27	27	27	27	27	27
	ISI	Correlation Coefficient	,787**	1,000	,787**	,624**	-1,000**	-,004	-,173
		Sig. (2-tailed)	,000	.	,000	,001	,000	,986	,389
		N	27	27	27	27	27	27	27
	IEV	Correlation Coefficient	1,000**	,787**	1,000	,737**	-,787**	,257	-,405*
		Sig. (2-tailed)	.	,000	.	,000	,000	,196	,036
		N	27	27	27	27	27	27	27
	IRS	Correlation Coefficient	,737**	,624**	,737**	1,000	-,624**	,338	,284
		Sig. (2-tailed)	,000	,001	,000	.	,001	,085	,308
		N	27	27	27	27	27	27	27
	ID	Correlation Coefficient	-,787**	-1,000**	-,787**	-,624**	1,000	,004	,173
		Sig. (2-tailed)	,000	,000	,000	,001	.	,986	,389
		N	27	27	27	27	27	27	27
	T	Correlation Coefficient	,257	-,004	,257	,338	,004	1,000	-,413*
		Sig. (2-tailed)	,196	,986	,196	,085	,986	.	,032
		N	27	27	27	27	27	27	27
	QUOTA	Correlation Coefficient	-,405*	-,173	-,405*	-,204	,173	-,413*	1,000
		Sig. (2-tailed)	,036	,389	,036	,308	,389	,032	.
		N	27	27	27	27	27	27	30

Figura 4.3.2.1: correlazione bivariata per gli invertebrati

La figura 4.3.2.1 mostra la matrice creata per verificare l'esistenza della correlazione tra alcuni indici di biodiversità, la quota e la temperatura. Gli indici di biodiversità considerati sono gli stessi riportati in tabella 4.8.1. Osservando la suddetta figura si può apprezzare che gli indici di Shannon e di Evenness sono (negativamente) molto correlati con la quota. Rispettivamente per ISH e IEV:

$$\rho = -0,405 \quad p < 0,05, N = 27$$

$$\rho = -0,405 \quad p < 0,05, N = 27$$

### 4.3.2.1 Carabidi

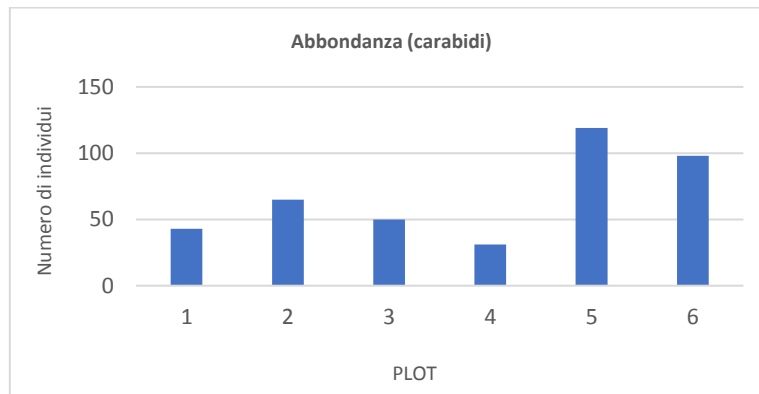


Figura 4.3.2.2: numero di carabidi nei plot

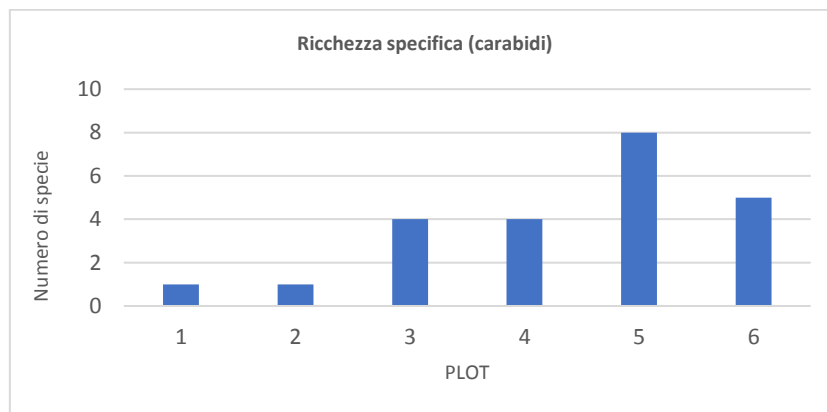


Figura 4.3.2.3: ricchezza specifica dei plot relativamente ai carabidi

Come si può vedere dalle figure 4.3.2.2 e 4.3.2.3 la ricchezza di specie non varia in relazione alla quota, bensì risulta essere maggiormente legata alla tipologia ambientale caratteristica di ogni plot. Invece, le figure 4.3.2.4 e 4.3.2.5 si nota come l'abbondanza e la ricchezza di specie dei ragni siano molto simili ai carabidi, dimostrando che il plot 5 rappresenta la stazione con maggior biodiversità e abbondanza di specie

Come anticipato nel terzo capitolo, i carabidi sono stati analizzati dal Muse di Trento, il quale ha redatto un rapporto sui dati raccolti (Lencioni et al., 2019), che verrà ora riassunto.

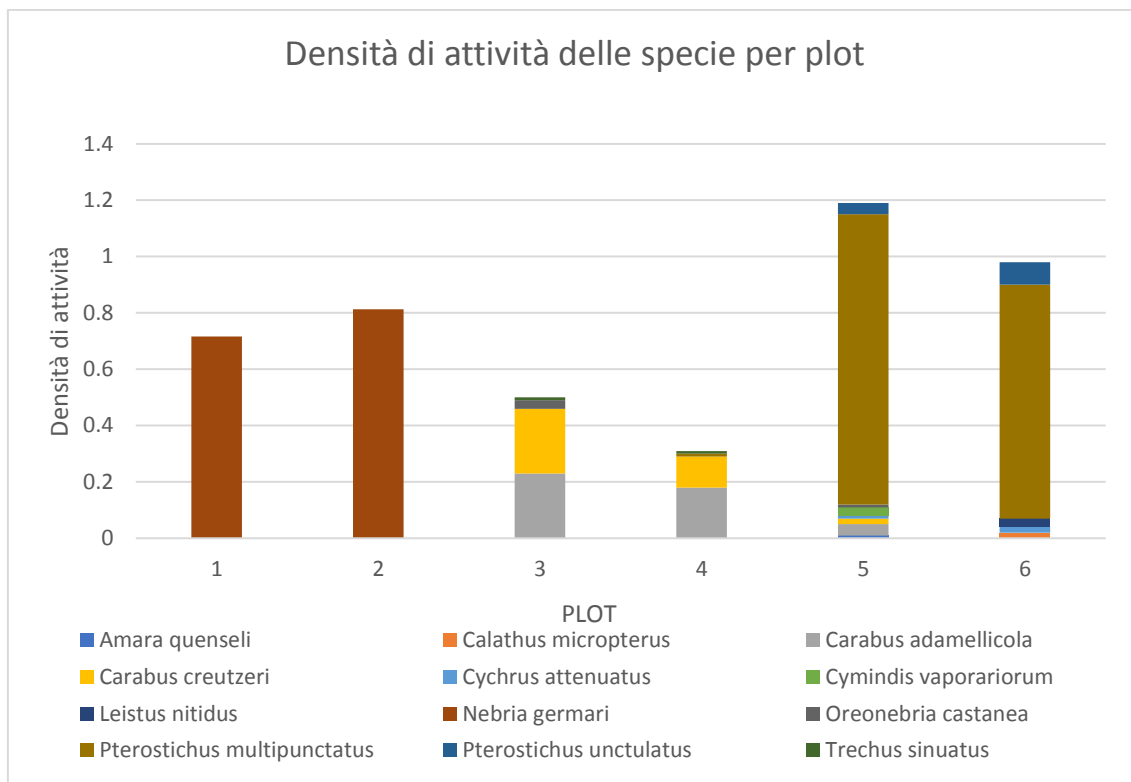


Figura 4.3.2.4: densità di attività delle specie nei plots

In generale le comunità sono costituite da una specie dominante e da più specie meno comuni, talune con frequenza ridotta (Lencioni et al., 2019). Per esempio i plot 1 e 2 sono dominati da *N. germari*, una specie criofila legata ad ambienti caratterizzati da temperature medie attorno agli 8 °C, bassa copertura di vegetazione erbacea e abbondanza di detrito grossolano che funge da luogo di rifugio (Tenan et al., 2016). Scendendo di quota si trova una sorgente nei pressi del plot 3 che determina un aumento dell'umidità; questo cambiamento unito alla presenza di suolo maturo permetta la presenza della specie *O. castanea*. Nei plot 3 e 4 le specie dominanti sono *C. adamellicola* e *C. creutzeri*. Queste ultime sono due specie tipiche della prateria alpina (Brandmayr e Zetto Brandmayr, 1988). Nel plot 5 la specie dominante è *P. multipunctatus*, specie guida della prateria alpina matura non o poco pascolata (Brandmayr e Zetto Brandmayr, 1988). Tra le specie di carabidi trovate *N. germari* è la più idonea ad essere considerata come ottimo bioindicatore di *Global Warming*, infatti la criofilia di questa specie unita alla sensibilità nei confronti del riscaldamento climatico si riflette sulla sua distribuzione. Di fatto in alcune aree delle Dolomiti questa specie ha visto ridursi drasticamente negli ultimi anni la densità di popolazione (Pizzolotto et al., 2014). Dalla collezione del Muse raccolta

circa 80 anni fa risulta che la specie *N. germari* veniva raccolta ad una quota di 2100 m s.l.m; dunque lo spostamento altitudinale è di circa 500 m in 80 anni (Lencioni et al., 2019)

### 4.3.2.2 Ragni

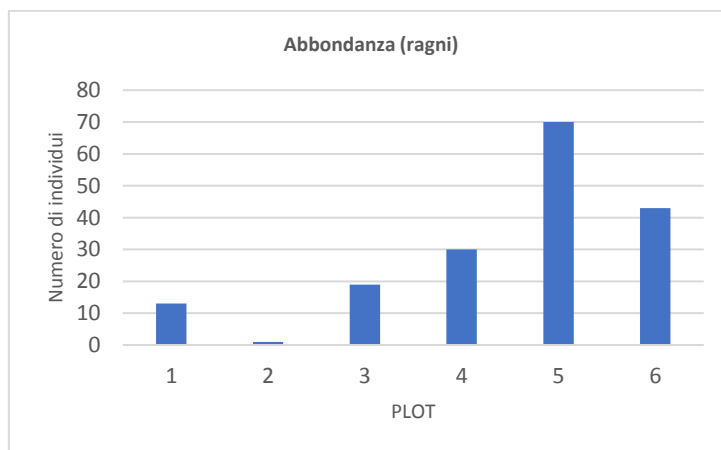


Figura 4.3.2.5: numero ragni raccolti

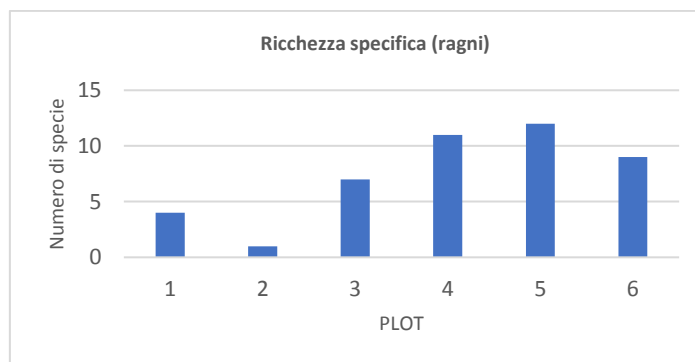


Figura 4.3.2.6: ricchezza specifica relativamente ai ragni

Le figure 4.3.2.5 e 4.3.2.6 mostrano rispettivamente l'abbondanza e la ricchezza specifica dei ragni in ogni plot, anche per questa comunità si può apprezzare che il plot 2 è il meno popolato, mentre il plot 5 mostra l'abbondanza e ricchezza di specie più elevate, confermando che l'ambiente ha effetti molto marcati sulla consistenza delle specie.

La tabella 4.3.2.2 mostra alcuni indici di biodiversità nei vari plot. L'indice di Evenness mostra il grado di equiripartizione degli individui nelle specie, il valore va da zero (presenza di una sola specie) a uno (un individuo per specie); anche l'indice di dominanza

esprime lo stesso concetto, ed esprime il valore 1 in caso di dominanza di una specie sulle altre e zero in caso di equiripartizione. Osservando questi due indici si può affermare che, ad eccezione del plot 2 (che presenta una sola specie), gli altri plot presentano specie caratterizzate da una buona equiripartizione.

Tabella 4.3.2.2: indici di biodiversità nei plot

PLOT	I. di diversità di Shannon	I. di diversità di Simpson	I. di Evenness	I. ricchezza specifica	I di dominanza
1	1,74	0,66	0,87	1,11	0,34
2	0	0	0	1	0
3	2,61	0,82	0,93	2,5	0,18
4	2,79	0,79	0,81	2	0,21
5	2,75	0,81	0,77	1,43	0,19
6	2,98	0,86	0,94	1,37	0,14

Osservando con più attenzione gli indici di equiripartizione si nota come l'indice di Evenness segnali che i plots 4, 5 e 1 presentano una omogeneità di distribuzione minore rispetto agli altri; l'indice di dominanza invece non sembra subire importanti variazioni. La figura 4.3.2.7 mostra la densità di attività delle specie in ogni plot, confermando la presenza di specie più numerose rispetto ad altre nei plots 4, 5 ed 1.

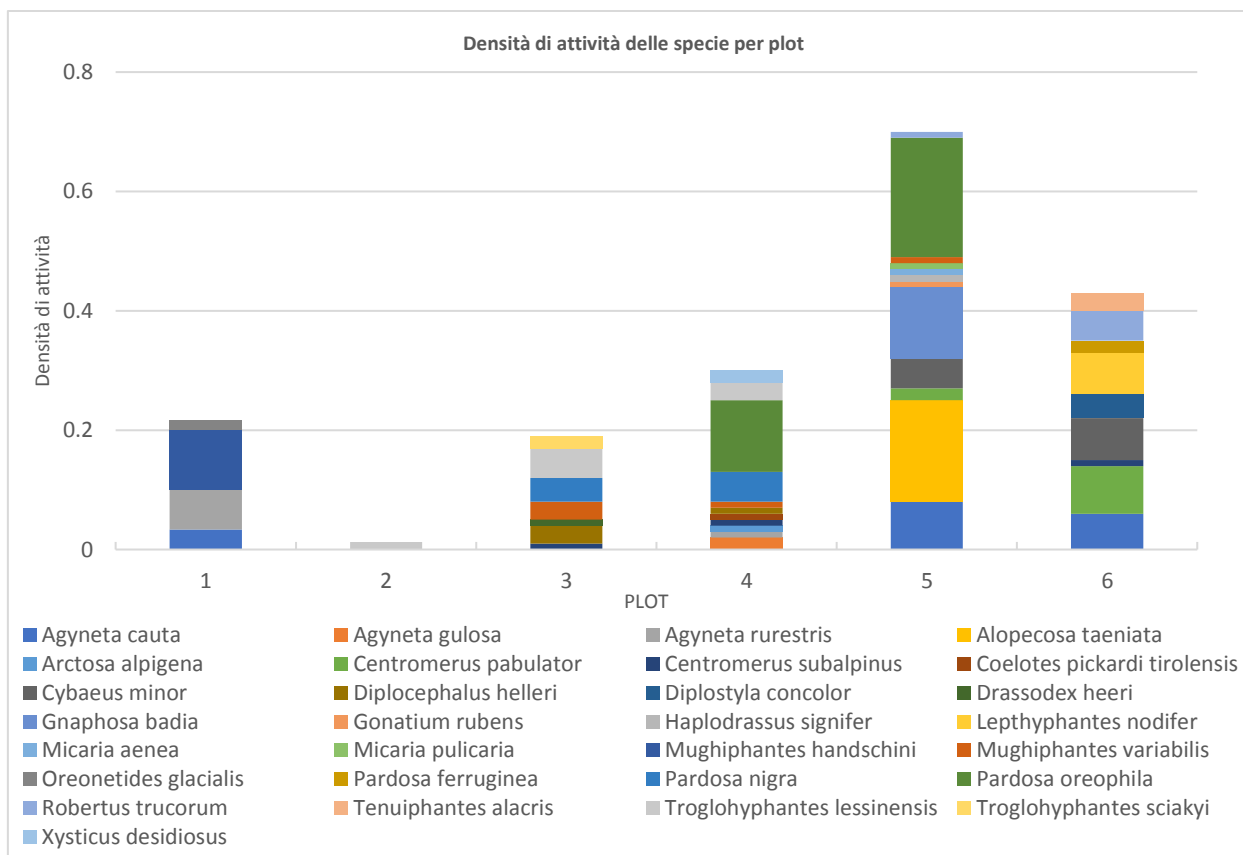


Figura: 4.3.2.7: densità di attività delle specie nei vari plot

Questa divergenza riscontrata tra l'indice di Evenness e l'indice di dominanza ricorda l'importanza di non affidarsi soltanto ad un solo indice di biodiversità, ma di considerarne più di uno, in quanto spesso gli indici considerano variabili non sempre uguali.

Sempre dalla figura 4.3.2.7 si nota come il numero di specie aumenti scendendo di quota, tuttavia il plot 2 presenta una sola specie, ossia *Troglohyphantes lessinsis* il quale è un ragno tipico di ambienti di grotte con temperature medie annuali tra i 10 ed i 11 °C (Mammola et al., 2017). Il fatto che il plot 2 ospiti soltanto questa specie e che il plot stesso sia ricco di anfratti e piccole grotte, fa pensare che si tratti di una *zona di rifugio*.

Una *zona di rifugio* è un'ambiente che presenta delle condizioni ideali a pochissime specie stenoecie, e che al suo interno queste stesse condizioni vengano mantenute, consentendo dunque il mantenimento di quelle specie che richiedono temperature basse e costanti. Un tipico esempio di *area di rifugio* i debris covered glaciers (ghiacciai neri) e i rock glaciers. Queste zone potrebbero essere molto interessanti da studiare, tuttavia data l'elevata sensibilità di questi ambienti sarebbe necessario utilizzare metodi di campionamento più selettivi, per non intaccare eccessivamente l'abbondanza di queste zone.

([http://www.muse.it/it/La-Ricerca/Zoologia-invertebrati-idrobiologia/Attivita/Pagine/OLD\\_ghost\\_ambienti\\_proglaciali.aspx](http://www.muse.it/it/La-Ricerca/Zoologia-invertebrati-idrobiologia/Attivita/Pagine/OLD_ghost_ambienti_proglaciali.aspx))

Un'altra applicazione del concetto di area di rifugio è espressa nel lavoro di Gobbi et al., del 2004, in cui si sono studiate delle popolazioni di *N. germari* nel debris covered glaciers adiacente al ghiacciaio dell'Amola: questo studio ha evidenziato che la popolazione di questi insetti è in buono stato grazie alla presenza di queste aree di rifugio, e che al di fuori di queste la popolazione criofila viene sostituita da comunità più mesoterme.

In generale i ragni possono essere impiegati come bioindicatori (anche se tali potenzialità non sono ancora pienamente conosciute) grazie a queste caratteristiche (Sartori et al., 1998):

- sono esclusivamente predatori;
- quasi sempre sono da poco vagili a completamente sedentari allo stadio adulto, di conseguenza vivono in modo strettamente collegato all'ambiente ospite;
- sono abbondantemente diffusi a livello quali-quantitativo in ogni ecosistema terrestre

## 4.4 Rilievo fitosociologico

I dati raccolti durante il rilievo fitosociologico sono stati raccolti in due tabelle riassuntive (una tabella contenente gli indici di copertura secondo Braun-Blanquet ed una per gli indici di aggregazione). Utilizzando la prima, si è successivamente svolta un' *Analisi delle componenti principali* (ACP). Il programma calcola la posizione reciproca dei rilevamenti su delle rette, chiamate componenti principali ([https://it.wikipedia.org/wiki/Analisi\\_delle\\_componenti\\_principali](https://it.wikipedia.org/wiki/Analisi_delle_componenti_principali)). Più tali rilevamenti si assomigliano per le specie che contengono e per i valori degli indici di copertura di Br.-Bl, più si trovano vicini su queste rette. Ogni retta (asse) viene calcolata in posizione ortogonale alla precedente, in modo da sondare tutte le direzioni dello spazio multidimensionale (i rilevamenti si trovano nello spazio delle specie, e viceversa) in cui si trovano i rilevamenti. Le prime tre rette calcolate danno un'idea della posizione in uno spazio tridimensionale. Siccome viene imposto che l'informazione totale riassumibile (valore proprio) sugli assi sia finita e pari a 100, a mano a mano che si calcolano assi nuovi, l'informazione diminuisce in modo esponenziale, e dopo pochi assi si riduce a valori molto bassi (Fig. 4.4.1). Questo è molto interessante perché vuol dire che sui pochi primi assi si riesce a riassumere una relativamente alta informazione. Nel nostro caso, ai primi due assi corrispondono valori propri rispettivamente di 22.509 e 19.333 molto più alti degli altri. Si può dunque sperare di vedere sul piano di questi assi una distribuzione dei rilevamenti che corrisponda a una relativamente sensibile differenza nella composizione floristica (Fig. 4.4.1).

Disponendo delle fotografie degli ambienti di rilevamento vicino ai codici di questi sul piano degli assi 1 e 2 dell'ACP, si riesce a vedere abbastanza bene come cambia la vegetazione nei siti di campionamento. Nella tabella 4.4 sono mostrate le specie più rappresentative (utilizzando il valore più alto della scala di Braun-Blanquet) nei diversi plot.

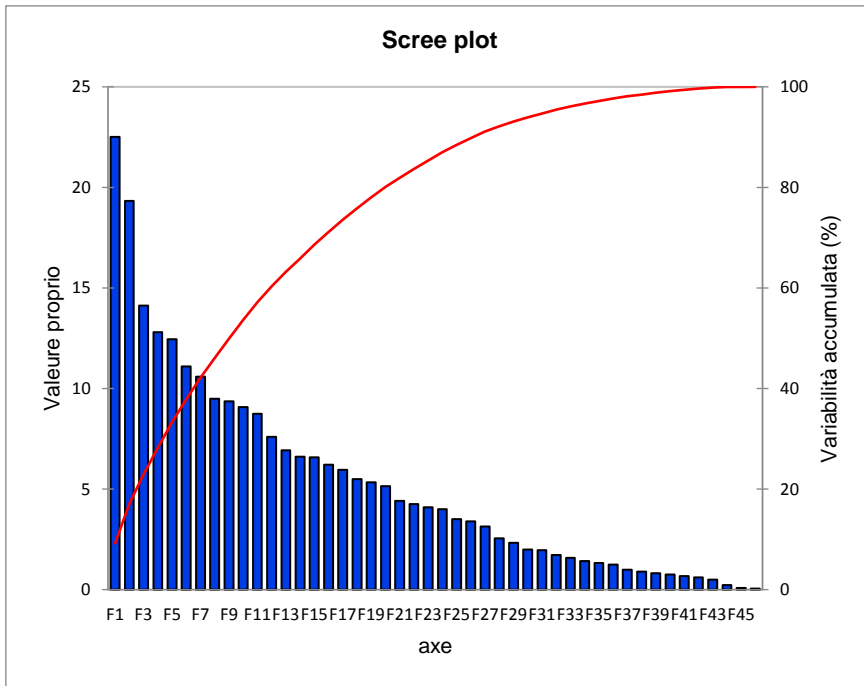


Figura 4.4.1: Distribuzione dei valori propri e dei loro valori accumulati con gli assi (F) calcolati dall'ACP

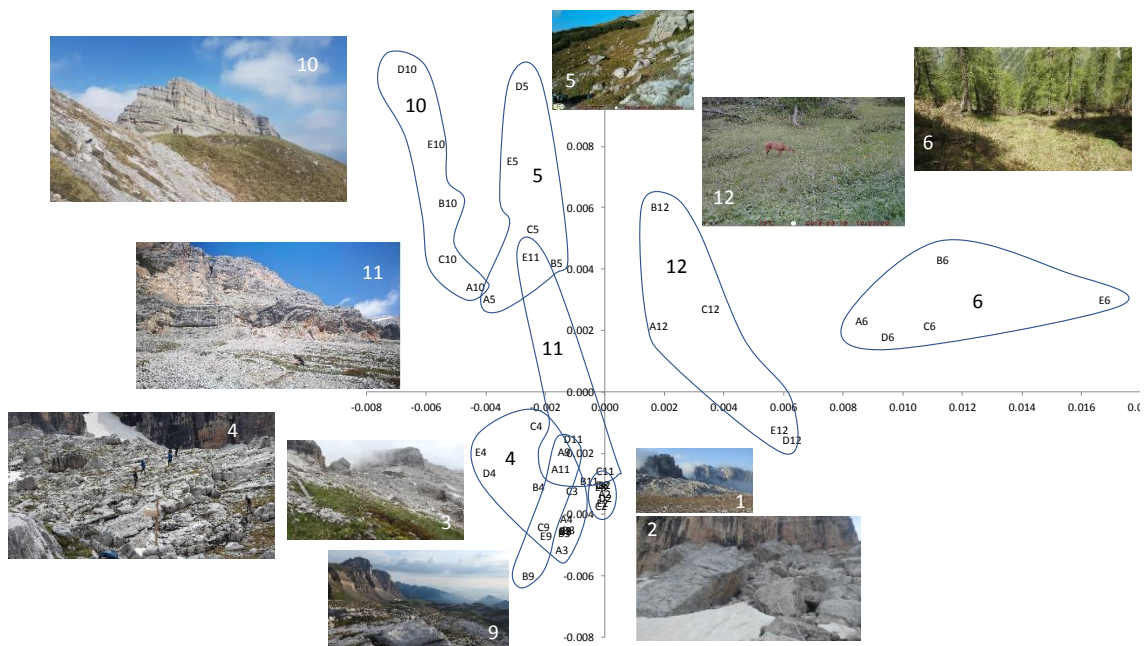


Figura 4.4.1: ACP svolta sui risultati dei rilievi fitosociologici di tutti i plot

Tabella 4.4: le specie vegetali più rappresentative nei plots

PLOT	HABITAT NATURA 2000	SPECIE
2	8210; 8120	<i>Hornugia alpina</i> , <i>Saxifraga sedoides</i>
3	8210; 8120	<i>Carex sempervirens</i> , <i>Salix retusa</i> , <i>Silene acaulis</i>
4	8120; 6170; 8240	<i>Polygonum viviparum</i> , <i>Salix reticulata</i> , <i>Sesleria caerulea</i> , <i>Silene acaulis</i>
5	4070; 6170; 8120	<i>Carex sempervirens</i> , <i>Dryas octopetala</i> , <i>Festuca norica</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i> , <i>Vaccinium spp</i> , <i>Luzula sylvatica</i> , <i>Festuca nigrescens</i> , <i>Erica carnea</i>
6	9410; 9422	<i>Adenostyles alliarae</i> , <i>Antoxanthum alpinum</i> , <i>Calamagrostis varia</i> , <i>Avenella flexuosa</i> , <i>Rhododendron spp</i> , <i>Vaccinium myrtillus</i> , ( <i>Larix decidua</i> )
8	8210	<i>Poa alpina</i> , <i>Saxifraga sedoides</i>
9	8210; 8240	<i>Carex ferruginea</i> , <i>Carex firma</i> , <i>Salix retusa</i>
10	6170	<i>Carex firma</i> , <i>Dryas octopetala</i> , <i>Leontodon hispidus</i>
11	6170; 8120	<i>Carex firma</i> , <i>Dryas octopetala</i> , <i>Larix decidua</i> , <i>Pinus mugo</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i> , <i>Pinus mugo</i>
12	4070; 9422; 6170	<i>Calamagrostis villosa</i> , <i>Carex ferruginea</i> , <i>Horminum pyrenaicum</i> , <i>Melica nutans</i> , <i>Rhododendron hirsutum</i> , <i>Salix waldsteniana</i> , ( <i>Larix decidua</i> )

Concludendo questa analisi, il monitoraggio fitosociologico porterà a dei risultati tangibili soltanto se perpetuato nel tempo, magari nella stessa zona. Potrebbe essere interessante anche scegliere delle specie pioniere (ad esempio il larice) e seguirne lo sviluppo.

Nelle figure del capitolo 4.8 si apprezza come la ricchezza specifica diminuisca all'aumentare della quota, ad eccezione del plot 2, che rimane la stazione con minore biodiversità.

## 4.5 Monitoraggio chiroterri

Dopo le sessioni di raccolta dati le registrazioni sono state associate alla relativa specie dalla prof.ssa Roberta Chirichella utilizzando il software Bat Sound/Praat/Kaleidoscope. La tabella 4.5 riassume l'esito del monitoraggio chiroterri: sono inserite le specie rilevate e i plot in cui le specie sono state effettivamente riscontrate.

A causa di problematiche logistiche e di sicurezza, per i monitoraggi dei chiroterri è stato escluso il plot 1.

Tabella 4.5: monitoraggio dei chiroteri

SPECIE	PLOT					N° plot in cui è presente
	2	3	4	5	6	
<i>Barbastella barbastellus</i>					x	1
<i>Eptesicus nilssonii</i>	x	x	x		x	4
<i>Eptesicus serotinus</i>			x	x	x	3
<i>Myotis nattereri</i>					x	1
<i>Nyctalus leisleri</i>	x	x	x	x	x	5
<i>Pipistrellus kuhli</i>					x	1
<i>Pipistrellus pipistrellus</i>				x	x	2
<i>Pipistrellus pygmaeus</i>					x	1
<i>Vespertilio murinus</i>				x	x	2
<b>N° specie</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>9</b>	

Oltre alle specie elencate in tabella sono state contattate altri individui di cui non è stato possibile risalire alla specie, ma si ha soltanto un riferimento del genere:

- plot 6: *Myotis sp.*, *Plecotus sp.*;
- plot 5: *Myotis sp.*

Osservando la tabella 4.5 si nota che nel plot 6 sono state rilevate il numero maggiore di specie, mentre i plots 2 e 3 presentano le stesse specie. L'unica specie che è stata registrata in tutti i plots è il *Nyctalus leisleri*; anche *Eptesicus nilssonii* si è dimostrato ben adattato alle alte quote. La presenza di queste specie è stata poi confermata da uno studio svolto nel PNAB nel triennio 1998-2000, che ha raccolto i dati tramite monitoraggio delle emissioni sonore e con la cattura e manipolazione diretta degli animali (Martinoli et al., 2001).

E' stato particolarmente interessante scoprire che, nonostante le previsioni, sono stati registrati molti passaggi di chiroteri anche nel plot 2 (2700 m di quota). I dati analizzati da Roberta Chirichella hanno permesso di capire che i plot più alti venivano utilizzati come sito di foraggiamento.

I limiti di questo metodo consistono nell'impossibilità di conoscere la specie emettrice dell'ultrasuono, in funzione della distanza rispetto al punto di ascolto e della qualità della registrazione; inoltre esiste una sovrapposizione nella frequenza degli ultrasuoni in certe specie (Russo, 2004); (Kunz et al., 2007).

## 4.6 Monitoraggio temperatura e umidità

I dati raccolti dai *datalogger* nei plot hanno permesso di delineare il *trend* delle temperature durante il periodo di monitoraggio, nonché la temperatura media durante i 20 giorni antecedenti la sessione di monitoraggio; medesimo discorso per le umidità. I grafici relativi a queste informazioni sono riportati negli allegati (paragrafo 7.6).

Per i plot di Vallesinella osservando i dati raccolti dei Tinytag è stato possibile stimare il tempo di permanenza della neve, infatti essendo la neve isolante ci si aspetta di avere la temperatura del suolo intorno ai 0 °C

- Plot 1: 289 giorni (dal 1/10/2018 al 16/07/2019)
- Plot 2: 272 giorni (dal 01/10/2018 al 29/06/19)
- Plot 3: 236 giorni (dal 28/10/2018 al 20/06/2019)
- Plot 4: 230 giorni (dal 28/10/2018 al 14/06/2019)
- Plot 5: 218 giorni (dal 15/11/2018 al 20/06/2019)
- Plot 6: 165 giorni (dal 11/12/2018 al 24/05/2019)

Le informazioni sopra riportate hanno soltanto un valore indicativo in quanto l'area è libera dalla neve solitamente prima della data indicata; inoltre l'inverno 2018/2019 è stato caratterizzato da una nevicata molto tardiva, che ha aumentato il tempo di permanenza della neve; è d'obbligo dunque affidarsi a queste analisi solo se sono svolte su diversi anni. Tuttavia è comunque interessante vedere che la permanenza della neve segue il gradiente altitudinale.

## 4.7 Orizzonti del suolo

Si propongono ora le foto e la relativa discussione:

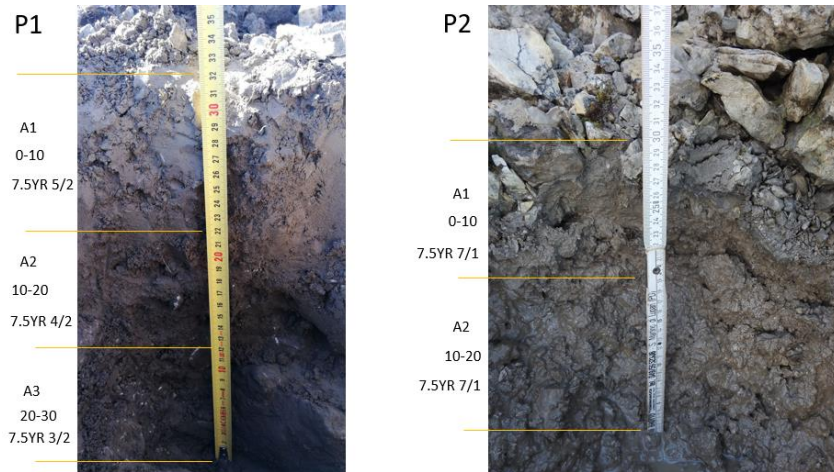


Figura 4.7.1: orizzonti dei plot 1 e 2

I plot 1 e 2 si presentano molto simili tra loro, a differenza della presenza di ristagno idrico nel plot 2 (probabilmente a causa di uno strato sottostante più compatto). Entrambi i suoli sono caratterizzati dalla presenza di uno strato organico in perenne formazione, che viene periodicamente sommerso da nuovo materiale detritico e poi ossidato da batteri. Nelle foto si vedono soltanto gli orizzonti organo-minerali o minerali chiamati A1, A2, A3. Si tratta di suoli molto superficiali, a uno stadio di formazione molto precoce, che vengono chiamati Entisols Orthents (suoli iniziali) o Lithosols (suoli-roccia) dalle classificazioni internazionale USDA (Soil Survey Staff, 2014) e IUSS (IUSS Working Group WRB, 2015) rispettivamente. La stratificazione suggerita si basa sul colore percepito dall'occhio nudo di alcuni strati, con l'intento di individuare "orizzonti" in cui il contenuto in sostanza organica cambi con la profondità. Questi suoli vengono modificati in modo continuo, aumentano lo spessore superficiale grazie al detrito, e subiscono erosione verso il basso, partecipando a processi di "debris flow". Potrebbero essere classificati nei Mull se manifestassero un'attività pedogenetica da lombrichi. Non si pensa sia questo il caso anche se non è possibile escludere la presenza di questi animali in profondità. Vi sono sicuramente dei microrganismi attivi nel profilo, ma lo stato mobile ed in continuo cambiamento del substrato ci impedisce di classificare questi profili come questo (Zanella et al., 2018).

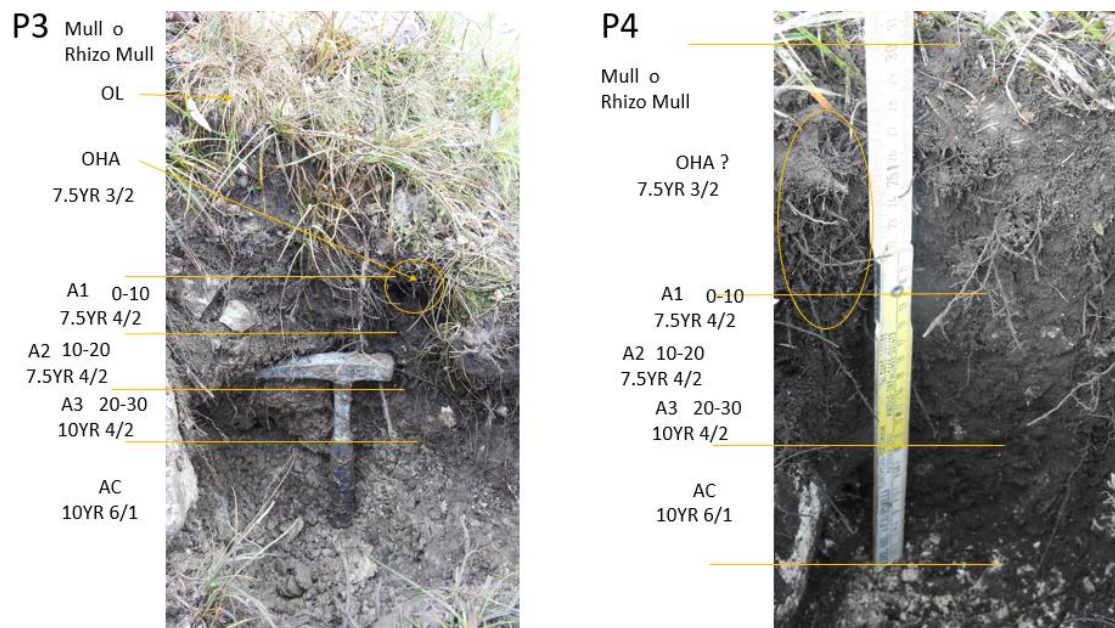


Figura 4.7.2: orizzonti dei plot 3 e 4

Scendendo di quota la situazione diviene più complessa. Il plot 3 e il plot 4 possono essere classificati come *Mull calcicoli o Rhizo Mull*. Nel plot l'orizzonte organico è suddiviso in OL (lettiera) e una macchia (cerchio arancio) più scura, probabilmente di transizione tra OH (strato organico molto decomposto) e A. Lo spessore compreso tra i 5 e 30 cm è occupato dall'orizzonte minerale A, suddiviso in A1, A2, A3. Si intravede anche un orizzonte intermedio di tipo AC (orizzonte minerale debolmente alterato).

Il plot 4 presenta l'orizzonte organico OHA (un orizzonte che presenta caratteristiche miste di orizzonti OH e A, con quelle proprie dell'orizzonte OH dominanti rispetto a quelle dell'A), che presenta delle radici in ammassi molto fitti; gli strati successivi sono molto simili al plot 3, con gli strati minerali A1, A2, A3, AC.

P4

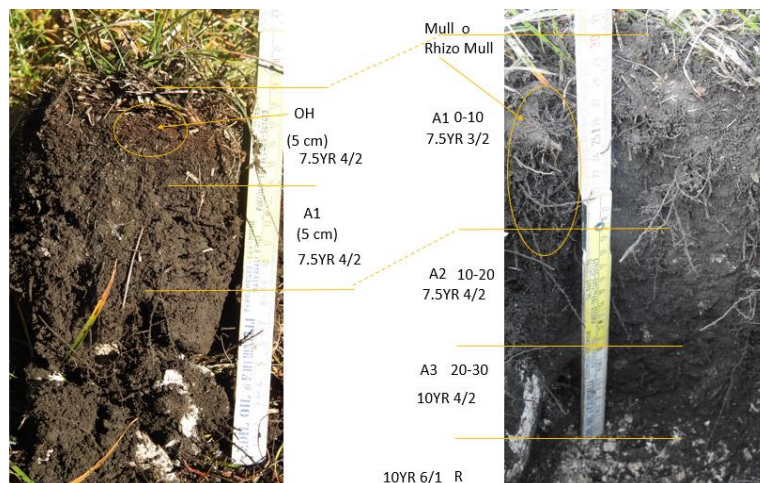


Figura 4.7.3: particolare del suolo del plot 4

P5

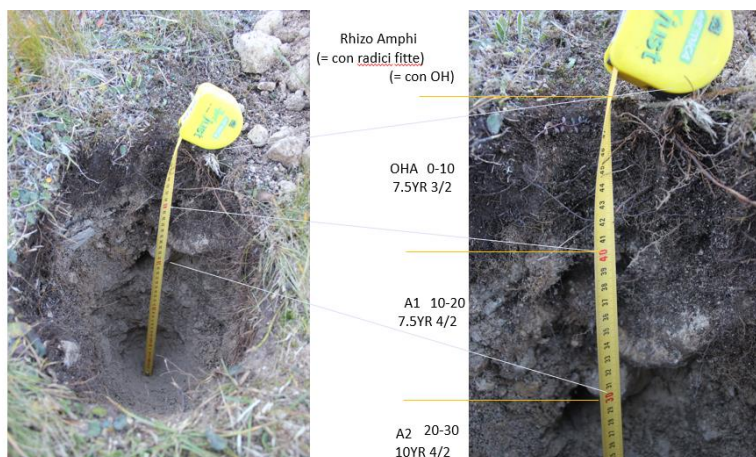


Figura 4.7.4: orizzonti del plot 5

Appena sotto la vegetazione si intravede uno strato organico OH molto scuro, caratterizzato dalla presenza di ammassi di radici (*Rhizo Amphi*). I primi 10 cm sono occupati dall'orizzonte organico di transizione con lo strato organo-minerale (OHA), vengono poi sostituiti dagli strati minerali A1 e A2.

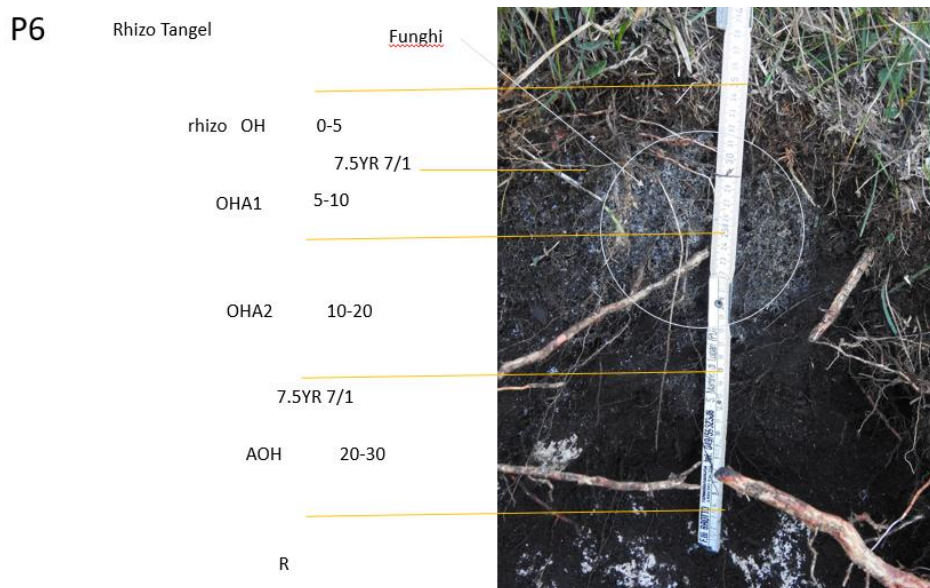


Figura 3.7.5: orizzonti del plot 6

Il suolo del plot 6 è caratterizzato da uno spesso orizzonte organico OH: osservando la foto si può osservare la presenza delle radici e di una macchia nell'orizzonte superficiale, dovuta alla presenza di funghi. Più in profondità si nota uno strato intermedio OHA; dopo i 30 cm superficiali si trova la roccia madre.

La distribuzione di questi suoli non è omogenea ma disegna una mappa a chiazze, formando un mosaico che segue la dinamica dei movimenti di substrato e di colonizzazione di questo da parte della vegetazione.

Osservando le foto dei plot nella figura (4.7.6) si nota un fatto particolarmente interessante: gli strati organici sembrano aumentare di spessore. Infatti, a parte i suoli dei plots 1 e 2, gli altri presentano un orizzonte OH che aumenta progressivamente dalle quote più alte del plot 3 a quelle più basse del plot 6. Il plot 3 presenta infatti soltanto un abbozzo di orizzonte organico (probabilmente dovuta alle radici delle piante in decomposizione); nel plot 4 invece si può notare uno strato di circa 5 cm di colore più scuro (orizzonte OH) che nel plot 5 va a formare i primi 10 cm di spessore. Quasi tutto lo spessore del plot 6 è organico, o al limite, nella parte bassa del profilo in contatto con la roccia, si mescola con l'orizzonte minerale A. Normalmente ci si aspetta un andamento inverso considerando

che l'attività dei decompositori diminuisca a seguito dell'innalzamento della quota e quindi di una temperatura più bassa.

Una spiegazione potrebbe risiedere nella riduzione della copertura vegetale e conseguente diminuzione della quantità di biomassa, che si traduce in una minor quantità di sostanza organica nel suolo.

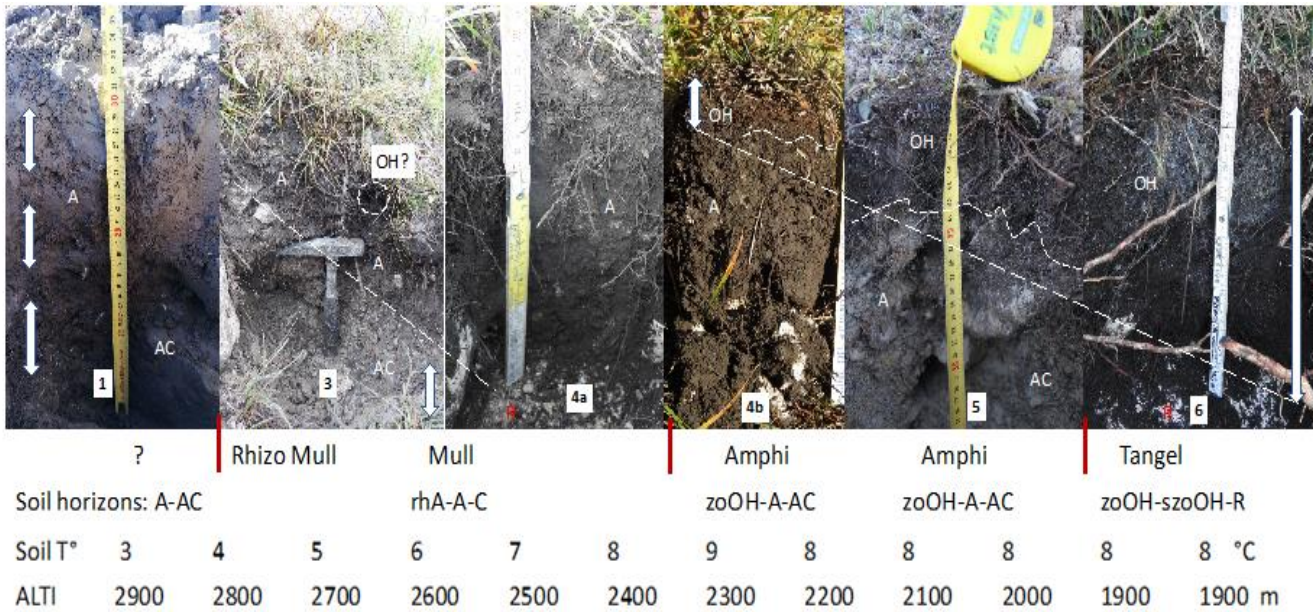


Figura 4.7.6: la sostanza organica nei suoli

## 4.8 Indici di ricchezza specifica

Le figure sotto riportate cercano di riassumere la diversità specifica animale e vegetale trovata in ogni plot. La ricchezza specifica rappresenta il più vecchio e semplice metodo per rappresentare la biodiversità, ossia il numero di specie nella comunità o nel segmento di comunità preso in considerazione. Nonostante la relativa facilità di questo metodo, il problema basilare consta nell'impossibilità di riuscire a contare tutte le specie, ragion per cui si rende necessario considerare solo una parte della comunità e più contenuta è la dimensione di quest'ultima, più affidabile è la stima.

La ricchezza specifica si è dimostrato essere influenzata dalla eterogeneità ambientale: prova di ciò, una ricerca effettuata in Lombardia sulla comunità di micromammiferi in 6 differenti tipi di habitat ha messo in evidenza come la ricchezza specifica e la diversità specifica fossero positivamente correlate con la diversità strutturale a livello del micro-habitat (Canova et al., 1991).

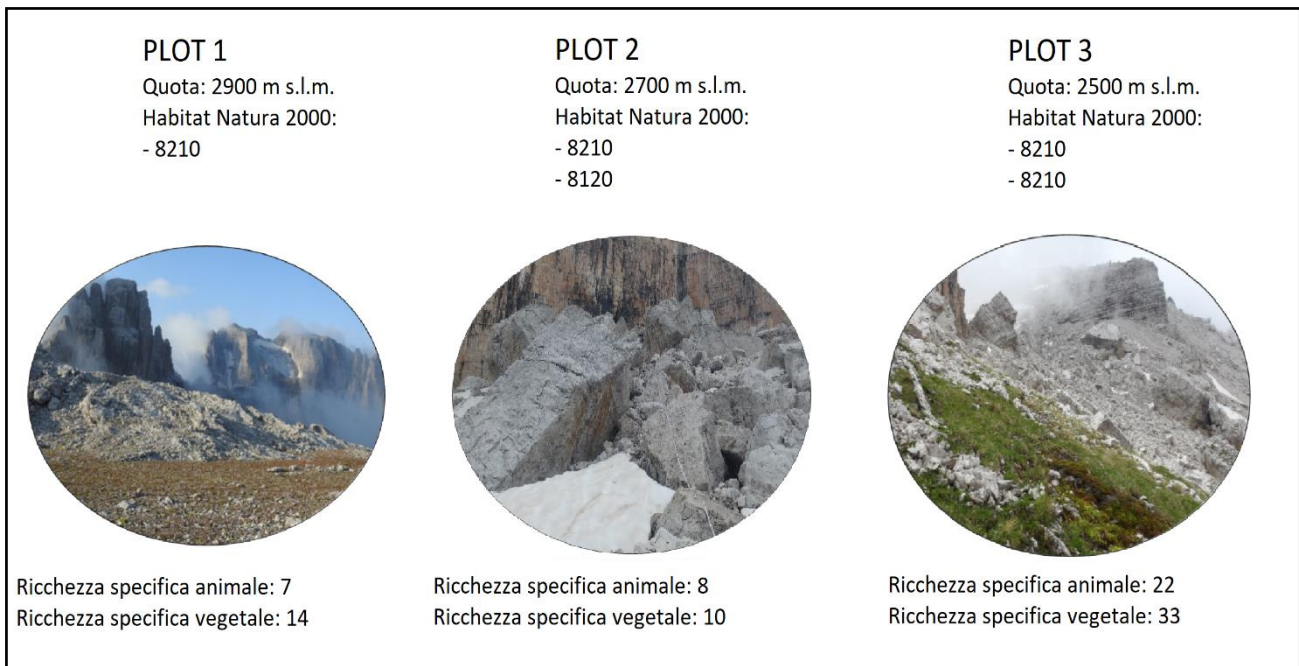


Figura 4.8.1: ricchezza specifica nei plots 1-2-3

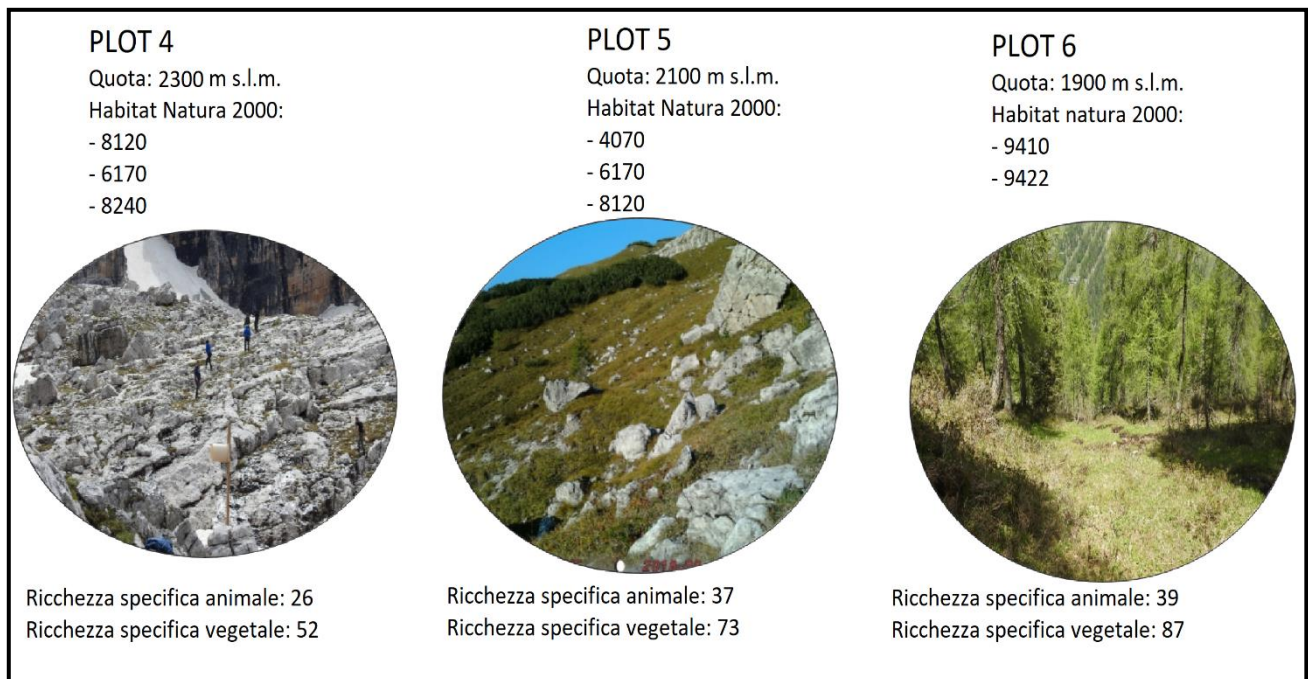


Figura 4.8.2: ricchezza specifica nei plots 4-5-6

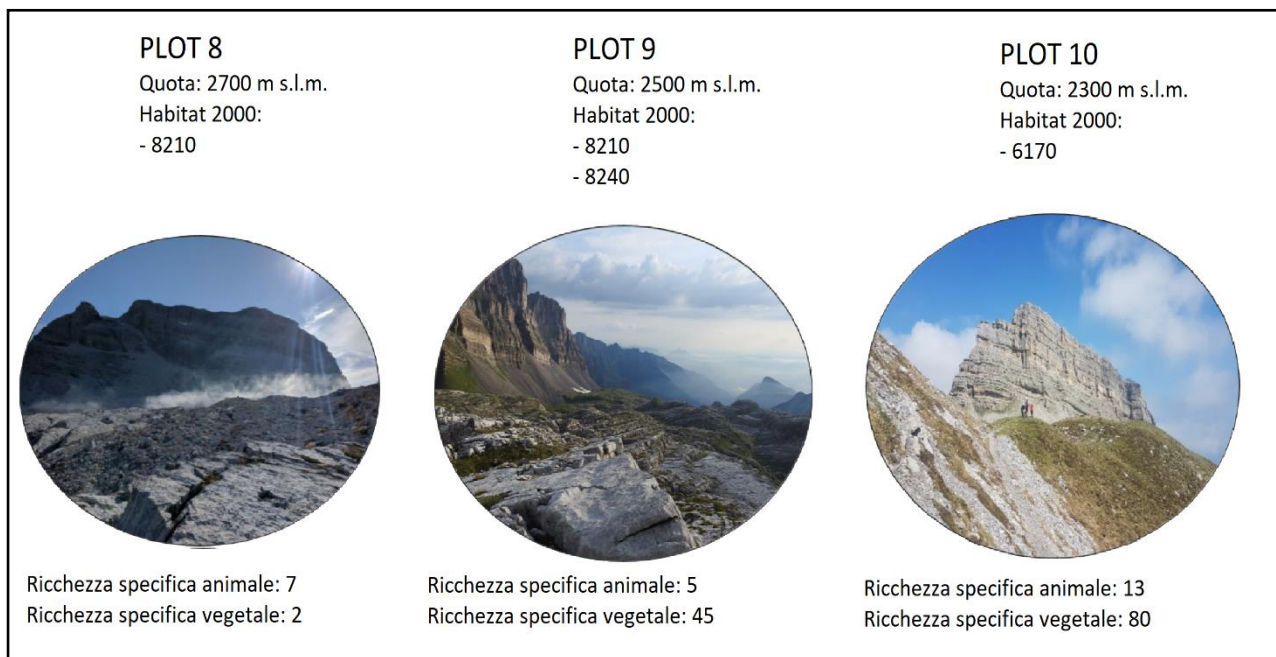


Figura 4.8.3: ricchezza specifica nei plots 8-9-10

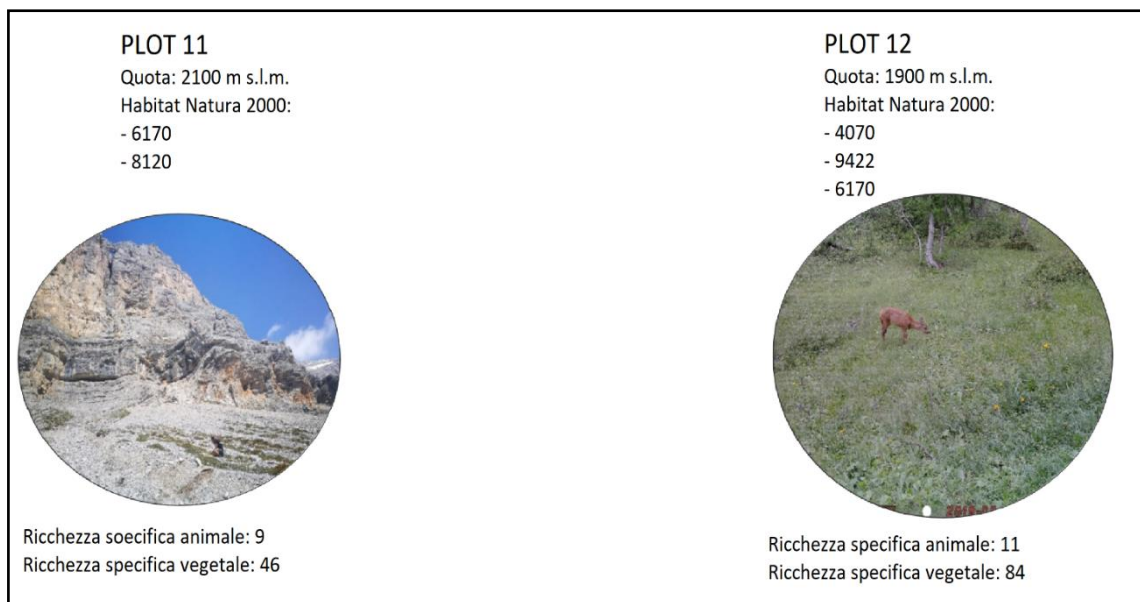


Figura 4.8.4: ricchezza specifica nei plots 11-12

## 5. Conclusioni

Questo lavoro di tesi ha tentato di proporre degli indici di biodiversità utilizzabili per descrivere i possibili effetti dei cambiamenti climatici o ambientali in atto. Spesso le condizioni di un ecosistema possono essere predette dalle stesse comunità che lo abitano, in particolare per essere considerata un valido indicatore una comunità dovrebbe (Sartori et al., 1998):

- essere facilmente identificabile a livello tassonomico e delimitabile nello spazio;
- essere facilmente campionabile con metodi standard e poco costosi;
- essere dipendente nella composizione e nei valori di ricchezza e diversità specifica da caratteristiche ambientali, a loro volta dipendenti dall'azione di vari fattori di stress;
- avere distribuzione cosmopolita, in quanto l'assenza di specie stenoece non può essere associata ai fattori di stress;
- comprendere specie di importanza economica come risorsa o in quanto nocive alle attività umane.

Inoltre, la diversità specifica è un attributo utilizzabile per lo studio delle comunità animali; tuttavia la misurazione della biodiversità richiede una serie di assunzioni (Krebs, 1989):

- deve essere chiaro il livello di biodiversità che si vuole investigare;
- le misure della biodiversità richiedono una stima dell'importanza delle diverse specie nella comunità, e ciò può essere fatto utilizzando le abbondanze specifiche, oppure la biomassa o ancora la produttività;
- si dovrebbe definire la collezione di specie da considerare nello studio; la maggior parte degli studiosi sceglie uno specifico gruppo faunistico. Un suggerimento potrebbe essere quello di effettuare le analisi su parti della comunità che sono funzionalmente interagenti, spesso questo si riflette nello studio di diversi livelli trofici.

Attualmente i dati raccolti permettono di avere una fotografia piuttosto nitida sull'attuale situazione delle comunità biotiche presenti nel gruppo delle Dolomiti di Brenta, tuttavia si rende necessario “scattare altre foto” a distanza di tempo per poter valutare l'evoluzione di questi ambienti, e dunque poter indirizzare meglio le politiche di conservazione. Un'idea volta a ridurre il tempo necessario per avere dati confrontabili potrebbe essere quella di applicare il protocollo BioMiti in altre zone oppure nello stesso comparto montuoso a quote più basse.

Nonostante queste premesse è stato comunque molto interessante ottenere una correlazione negativa della ricchezza specifica dei vertebrati anche se è un dato che ci si può facilmente aspettare; tuttavia potrà essere confrontato con altre situazioni e vedere quanto si discosta. Anche per gli invertebrati si è potuto apprezzare questo trend e si è evidenziata l'importanza di non affidarsi ad un solo metodo di monitoraggio, ma di utilizzarne altri in modo integrato.

Il monitoraggio degli invertebrati ha evidenziato la presenza della specie *N germari*, un coleottero carabide criofilo che sta subendo un importante declino causato dal riscaldamento globale. Anche i ragni hanno permesso di trarre qualche spunto interessante sulla composizione delle specie che occupano il territorio; infatti si può apprezzare come le comunità siano organizzate in diverse specie grossomodo equiripartite. Per la vegetazione è stata confermato il fatto che la ricchezza specifica è legata alla quota; inoltre è stata fatta qualche importante considerazione sui metodi da utilizzare per capire come potrà evolvere la situazione sotto questo aspetto.

I suoli invece hanno aperto una domanda piuttosto interessante. E' stato visto che non sempre lo spessore degli orizzonti organici e quindi la quantità di sostanza organica aumenta con la quota; infatti nei plots analizzati sembra che queste due variabili siano correlate negativamente. Questo interessante fenomeno è stato riscontrato anche da Brandolese e Carollo (Brandolese, 2019; Carollo, 2019) nei loro lavori di tesi; sarà comunque necessario svolgere delle ulteriori analisi in altri siti per valutare se questo effetto si ripete quanto è significativo.

Un'altra considerazione importante è relativa al plot 2, in quanto è risultata la stazione con minore ricchezza specifica e minore abbondanza di individui: l'ambiente in effetti si discosta dagli altri trattandosi di un macereto poco vegetato. Potrebbe trattarsi infatti di un'area di rifugio, per natura caratterizzata da condizioni microclimatiche

adatte a pochissime specie. Sempre sull'onda delle aree di rifugio, il dott. Gobbi del Muse di Trento nel suo lavoro del 2017 (Gobbi et al., 2017) ha proposto di concentrare l'attenzione su queste aree di rifugio, lavorando possibilmente in sinergia con geomorfologi, in quanto molto spesso le aree di rifugio coincidono con geoforme molto particolari.

Infine, va ricordato che questo lavoro è basato sulla multidisciplinarietà: si tratta dunque di un approccio molto innovativo in quanto solitamente vengono proposti lavori monotematici. E' stato dunque molto stimolante lavorare a contatto con molti esperti provenienti da diversi settori.

## 6. Bibliografia

1. Agnelli P., Martinoli A., Patriarca E., Russo D., Genovesi P., 2004. Linee guida per il monitoraggio dei Chiroterri: indicazioni metodologiche per lo studio e la conservazione dei pipistrelli in Italia. Quad. Cons. Natura, 19, Min. Ambiente - Ist. Naz. Fauna Selvatica: pp. 216.
2. Apollonio, M., Andersen, R., and Putman, R. (Eds) (2010). 'European Ungulates and their Management in the 21st Century.' (Cambridge University Press: New York.)
3. Arrighetti A., (1973). Il clima. In: Tomasi G. (ed.), L'ambiente naturale e umano dei parchi naturali del Trentino, rilevamenti e studi coordinati dal Museo Tridentino di Scienze Naturali. Provincia Autonoma di Trento (TN).
4. AA. VV., 1992 - Incontri con il Parco. Ed. Arca, Trento
5. Beniston, M. (2003). Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts. *Climatic change*, 59(1), 5-31
6. Barbieri F., Caldonazzi M., Pedrini P., Zanghellini S. (1994). Gli Anfibi ed i Rettili del Parco Adamello Brenta: riconoscimento, distribuzione, habitat, abitudini. Parco Naturale Adamello Brenta. Strembo (TN).
7. Brandimayr P, Zetto Brandimayr T. (1988). Comunità a coleotteri carabidi delle Dolomiti Sudorientali e delle Prealpi Carniche. *Zoocenosi e Paesaggio- Le Dolomiti, Val di Fiemme-Pale di San Martino. Studi trentini di scienze naturali, ACTA Biologica* 64: 125-250
8. Brandolese Alessio, 2019. Studio preliminare dei suoli di cengia. Esempi di forme di humus su roccia madre acida. Tesi di laurea in Tecnologie Forestali ed Ambientali. Dipartimento TESAF. Anno accademico 2019/2020.
9. Braun-Blanquet J., 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer, Wien.
10. Caldonazzi M., Pedrini P., Zanghellini S., & Barbieri F. (1994). Gli uccelli del Parco Naturale Adamello Brenta. *Documenti Parco Adamello Brenta*, Strembo (TN)
11. Caldonazzi M., Pedrini P., Zanghellini S. (2002). *Atlante degli Anfibi e dei Rettili della Provincia di Trento (Amphibia, Reptilia) 1987-1996 con aggiornamenti al 2001*. Museo tridentino di Scienze Naturali. *Acta Biologica*, 77. Trento (TN).
12. Calkins, M. T., Beever, E. A., Boykin, K. G., Frey, J. K., & Andersen, M. C. (2012). Not so splendid isolation: modeling climate- mediated range collapse of a montane mammal *Ochotona princeps* across numerous ecoregions. *Ecography*, 35(9), 780-791.
13. Canova L., Fasola M. 1991. Communities of small mammals in six biotopes of northern Italy. *Acta Theriologica*, 36, 73-86

14. Carnevali, L., Pedrotti, L., Riga, F., and Toso, S. (2009). Ungulates in Italy. Status, distribution, abundance, management and hunting of ungulate populations in Italy. 2001 2005 Report. *Biologia e Conservazione della Fauna* 117, 1–168.
15. Carollo Silvio, 2019. Studio preliminare dei suoli di cengia. Esempi di forme di humus su roccia madre basica. Tesi di laurea in Tecnologie Forestali ed Ambientali. Dipartimento TESAF. Anno accademico 2019/2020.
16. Chemini, C., & Rizzoli, A. (2014). Land use change and biodiversity conservation in the Alps. *Journal of Mountain Ecology*, 7.
17. Chirichella R., Armanini M. (2018). Progetto BioMiti: alla ricerca della Vita sulle Dolomiti di Brenta. Settore Ricerca Scientifica ed Educazione Ambientale del Parco Naturale Adamello Brenta. Documento interno n° 44.04
18. COMITATO GLACIOLOGICO TRENINO, C.A.I. e S.A.T., 2008. [www.sat.tn.it](http://www.sat.tn.it)
19. Dalla Fior G., 1966 - La nostra flora. G. Monauni. Trento. P. 752
20. Dorst, J., Favarger, C., Hainard, R., Paccaud, O., Rougeot, P.C., Schaer, J.P., & Veyret P. (1973). Guida del naturalista nelle Alpi. Zanichelli, Bologna, 333
21. Epstein, P. R. (2001). Climate change and emerging infectious diseases. *Microbes and infection*, 3(9), 747-754.
22. Farneti, G., Pratesi, F., & Tassi, F. (1971). Guida Alla Natura d'Italia. Arnoldo Mondadori
23. Ferrari G., (2016) La comunità di micromammiferi in un ambiente che cambia: un caso studio nelle Alpi Centrali Italiane. Tesi di Laurea in Ecologia e Conservazione della Natura, Università di Parma, A.A. 2015/2016
24. Festi F., Prosser F. (2008). Flora del Parco Naturale Adamello Brenta. Documenti del Parco 17. Museo Civico di Rovereto. Edizioni Osiride.
25. Forti Alessandro, 2014. Studio sul confronto di due metodologie di monitoraggio per la pernice bianca (*Lagopus muta*) nel Parco Naturale Adamello Brenta. Tesi di Laurea in Scienze Naturali. Università di Bologna (A.A. 2013-2014)
26. Franzetti E. (2007) Uso dello spazio e dinamica di popolazione di una colonia reintrodotta di stambecco (*Capra ibex* Linnaeus, 1758) nel Parco Naturale Adamello Brenta. Tesi di laurea in Biodiversità ed Evoluzione Biologica, Università degli Studi di Milano, A.A. 2006/2007
27. Fronza F., e Tamanini M., 1997- Nei Parchi del Trentino Guida naturalistica escursionistica alle aree protette Adamello Brenta, Paneveggio, Pale di San Martino, Stelvio, Riserve Naturali e biotopi. Edizioni Panorama, Trento.
28. Galluzzi M. (2014). Modelli predittivi di idoneità ambientale per la marmotta alpina (*Marmota marmota*) nel Parco Naturale Adamello Brenta. Tesi di laurea in Scienze e Tecnologie dei Sistemi Forestali, Università degli Studi di Firenze, A.A. 2013/2014
29. Gandolfo, C., & Sulli, M. (1993). Studi sul clima del Trentino per ricerche dendroclimatologiche e di ecologia forestale. Provincia autonoma di Trento. Servizio foreste, caccia e pesca.
30. Genero F., Pedrini P., 1997. Il ritorno del gipeto sulle Alpi. Ed. Parco Adamello Brenta documenti: pp.71

31. Gobbi M., Bragalanti N., Lencioni V., Pedrotti L. (2013). Contributo alla conoscenza delle comunità di carabidi (Coleoptera: Carabidae) del Parco Nazionale dello Stelvio (Settore Trentino). *Bollettino del Museo Civico di Storia Naturale di Verona*, 37:123-130
32. Gobbi M., Ballarin F., Compostella C., Lencioni V., Seppi R., Campucci D., Caccianiga M., (2014). Physical and biological features on a active rock glaciers in the Italian Alps. *The Holocene* 24:1624
33. Gobbi M., Ballarin F., Brambilla M., Compostella C., Isaia M., Losapio G., Maffioletti C., Seppi R., Tampucci D., Caccianiga M. (2017). Life in hars enviroments: carabid and spiders trait types and functional diversity on a debris covered glaciers and along its foreland. *Ecological Entomology* (2017), DOI: 10.1111/een.12456
34. Grillas P. 1996. Identification of indicators. In: P Tomas Vives (ed). *Monitoring Mediterranean Wetlands: A Methodological Guide*. Med Wet Publication; Wetlands International, Slimbridge, UK e ICN, Lisbona, 35-60
35. Groff C., Dalpiaz D., Frapporti C., Rizzoli R., Zanghellini P. 2009. Rapporto Orso 2008 del Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento [https://orso.provincia.tn.it/content/download/12718/228393/file/RapportoOrso\\_2008.pdf](https://orso.provincia.tn.it/content/download/12718/228393/file/RapportoOrso_2008.pdf).
36. Groff C., Bragalanti N., Rizzoli R., Zanghellini P. 2014. Rapporto Orso 2013 del Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento. URL: [https://orso.provincia.tn.it/content/download/12570/226351/file/rapportoORSO\\_2013.pdf](https://orso.provincia.tn.it/content/download/12570/226351/file/rapportoORSO_2013.pdf).
37. Groff C., Bragalanti N., Rizzoli R., Zanghellini P. (2015). Rapporto Orso 2014. Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento. Trento (TN)
38. Groff C., Angeli F., Asson D., Bragalanti N., Pedrotti L., Rizzoli R., Zanghellini P. (2018). Rapporto Grandi carnivori 2017. Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento. Trento (TN).
39. Groff C., Angeli F., Asson D., Bragalanti N., Pedrotti L., Zanghellini P. (2019). Rapporto Grandi carnivori 2018. Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento. Trento (TN).
40. Gruppo di Ricerca e Conservazione dell'orso Bruno del Parco Naturale Adamello Brenta, 2013. Il gallo cedrone: quattro anni di ricerche scientifiche nel Parco Naturale Adamello Brenta. Documenti del Parco n. 19
41. Guralnick, R. (2007). Differential effects of past climate warming on mountain and flatland species distributions: a multispecies North American mammal assessment. *Global Ecology and Biogeography*, 16(1), 14-23
42. Haeberli, W., Hoelzle, M., Paul, F., & Zemp, M. (2007). Integrated monitoring of mountain glaciers as key indicators of global climate change: the European Alps. *Annals of glaciology*, 46(1), 150-160.
43. [http://www.muse.it/it/La-Ricerca/Zoologia-invertebrati-idrobiologia/Attivita/Pagine/OLD\\_ghost\\_ambienti\\_proglaciali.aspx](http://www.muse.it/it/La-Ricerca/Zoologia-invertebrati-idrobiologia/Attivita/Pagine/OLD_ghost_ambienti_proglaciali.aspx)
44. IUSS working Group WRB, 2016. Word Reference Base Soil Resources 2014, update 2015. International soil classification system for naming soils and creating legends for soil maps. Word Soil Resorces Reports No. 106. Food and Agriculture

- Organization of the United Nations, Rome Italy.  
<https://doi.org/10.11017/SOO14479706394902>
45. Krebs, C. J. 1989. *Ecological methodology*. Harper & Row, New York, 292-322
  46. Kunz T.H, Arnett E.B., Cooper B.M., Erickson W.P., Larkin R.P., Mabee T., Morrison M.L., Strickland M.D. & Szewczak J.M. 2007. Assessing Impacts of Wind-Energy Development on Nocturnally Active Birds and Bats: a Guidance Document. *J. Wild. Manag.*, 71(8): 2449-2486.
  47. Lambin, E., and Meyfroidt, P. (2011). Global land use change, economic globalization, and the looming land scarcity. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 108, 3465–3472. doi:10.1073/pnas.1100480108
  48. Lanza B., Nistri A., Vanni S. (2009). *Anfibi d'Italia, quaderni di conservazione della natura, numero 29*. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, I.S.P.R.A., Grandi e Grandi Editori.
  49. Lencioni V., Gobbi M., Paoli F., Boscolo T., (2019) "Relazione finale sul monitoraggio di chironomidi e carabidi"
  50. Locatelli R., Paolucci P., 1988a. *Insettivori e piccoli roditori del Trentino*. Collana naturalistica Giunta della Provincia Autonoma di Trento. Trento pp.129
  51. Mammola S., Goodacre S., Isaia M (2017) *Climate change may drive cave spiders to extinction*. Dept of Life Sciences and Systems Biology, Univ. of Torino, Torino, Italy, and IUCN SSC Spider and Scorpion Specialist Group, Torino, Italy.
  52. Goodacre, School of Biology, Univ. of Nottingham, Nottingham, UK.
  53. Masè V., Avanzini M., Tomasoni R., Zampedri G. (2007). *Dossier di candidatura del territorio di riferimento del Parco naturale Adamello Brenta come European Global Unesco Geopark*. Strembo (TN).
  54. Mason, T.H.E., Apollonio M., Chirichella R., Willis SG., Stephens PA., Richards SA., (2014). *Environmental change and long term body mass declines in a alpine mammal*. *Frontiers in Zoology* 11:69
  55. Mawdsley, J. R., O'Malley, R., & Ojima, D. S. (2009). *A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation*. *Conservation Biology*, 23(5), 1080-1089.
  56. Mazzoleni A. (2019) "Gradiente altitudinali e habitat di alta quota di Ungulati e Galliformi nel Parco Naturale Adamello Brenta. (Trentino, Alpi Centro-Orientali)" *Tesi di Laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Firenze, A.A. 2018/2019*
  57. Martinoli A., Preatoni D., Tosi G., Chirichella R., Mattioli S., (2001). *Presenza e distribuzione dei pipistrelli (Chiroptera) nel territorio del Parco Naturale Adamello Brenta*. Dipartimento di Biologia Strutturale e Funzionale. Università degli Studi dell'Insubria.
  58. Melendez-Pastor, I., Hernandez, E., Navarro-Pedreno, J., and Gomez, I. (2014). *Socioeconomic factors influencing land cover changes in rural areas: the case of the Sierra de Albarracin (Spain)*. *Applied Geography* 52, 34–45. doi:10.1016/j.apgeog.2014.04.013

59. Miettinen J., Helle P., Nikula A., Niemela P., 2008. Large-scale landscape composition and capercaillie (*Tetrao urogallus*) density in Finland. *Ann. Sool. Fenn.* 45, 161-173
60. Millennium Ecosystem Assessment, 2005. Ecosystem and humans wellbeing: Biodiversity Synthesis. World resources Institute, Washington, DC.
61. Moss R., Oswald J., Baines d., 2001. Climate change and breeding success: decline of the capercaillie in Scotland. *J Anim. Ecol.* 70, 47-61
62. Mustoni A., 2004. L'orso bruno sulle Alpi. Litotipo Anaune, Fondo (TN)
63. Mustoni A., Chiozzini S. (2007). Piano faunistico. Parco Naturale Adamello Brenta. Strembo (TN).
64. Mustoni A., Chiozzini S., Chirichella R., Zibordi F., 2008. Distribuzione reale e potenziale ungulati e galliformi in provincia di Trento. Relazione interna SFF
65. Myrnerud A., Yoccoz NG., Stenseth NC., Langvath R.: Effects of age, sex and density on body weight of Norwegian red deer: evidence of density dependent senescence. *Proc R Soc London B Biol Sci* 2001, 268:911-919
66. Odasso, M. 2002. I tipi forestali del trentino: catalogo, guida al riconoscimento, localizzazione e caratteristiche ecologico-vegetali. Centro di Ecologia Alpina (TN)
67. Osti F., 1988. La fauna del Trentino. In: Boato S., Arrighetti A., Osti F. Parchi e riserve naturali del Trentino. Temi Editrice (TN).
68. Pazzuconi, 1997 – Uova e nidi degli uccelli d'Italia. Ed. Calderoni, Bologna: pp.655.
69. 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. 13-15.
70. Pachauri, R. K., Allen, M. R., Barros, V. R., Broome, J., Cramer, W., Christ, R., ... & Dubash, N. K. (2014). Climate change 2014: synthesis report. Contribution of Working Groups I, II and III to the fifth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC, 151
71. Parmesan, C., & Yohe, G. (2003). A globally coherent fingerprint of climate change impacts across natural systems. *Nature*, 421(6918), 37-42.
72. Pignatti S. (1998). I boschi d'Italia, Sinecologia e Biodiversità. Ed. UTET. Torino (TO).
73. Pizzolotto R., Gobbi M., Brandimayr P. (2016) Changes in ground beetle assemblages above and below the treeline of the Dolomites after 30 years (1980-2009) . *Ecology and evolution*, 4 (8): 1284-1294
74. Raganella Pelliccioni, E., Riga, F., Toso, S. (2013). Linee guida per la gestione degli Ungulati. Cervidi e Bovidi. Manuali e Linee Guida ISPRA 91. (In Italian).
75. 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
76. Soil Survey Staff, 2014. Keys to Soil Taxonomy by Soil Survey Staff, 12th edition., Soil Conservation Service. United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service, Washington DC.

77. Sartori F., Garattini S., Cavallin A., Compiani R., Gerelli E., Guariso G., Liberatori A., Mascazzini G., Vita Finizi P. (1998) “Biondicatori ambientali”. Fondazione Lombardia per l’Ambiente.
78. Sinclair AR, Dublin H, Borner M: Population regulation of Serengeti Wildebeest: a test of the food hypothesis. *Oecologia* 1985, 65:266–268.
79. Sirkia S., Linden A., Helle P., Nikula A., Knape J., Linden H., 2010. Are the declining trend in forest grouse population due to changes in forest age structure? Case of study of Capercaillie in Finland. *Biological Conservation* 143:1540-1548.
80. Skogland T: The effects of density-dependent resource limitations on the demography of wild reindeer. *J Anim Ecol* 1985, 54:359–374.
81. Stoate, C., Baldi, A., Beja, P., Boatman, N., Herzog, I., van Doorn, A., de Snoog, G. R., Rakosyi, L., and Ramwelle, C. (2009). Ecological impacts of early 21st century agricultural change in Europe – a review. *Journal of Environmental Management* 91, 22–46. doi:10.1016/j.jenvman.2009.07.005
82. Storch I., 2000. Conservation Status and threats to grouse worldwide: on overview. *Wildlife Biol* 6, 195-204
83. Storch I., 2007. Conservation Status and threats to grouse worldwide: an update. *Wildlife Biol.* 13 (Suppl1), 5-12
84. Tenan S., Maffioletti C., Caccianiga M., Compostella C., Seppi R., Gobbi M. (2016) Hierarchical models for describing space for time variations in insect population size and sex-ratio along a primary succession. *Ecological modelling*, 329 (10):18-28
85. Toïgo C, Gaillard JM, Van Laere G, Hewison M, Morellet N: How does environmental variation influence body mass, body size, and body condition? Roe deer as a case study. *Ecography* 2006, 29:301-308
86. World Meteorological Organization (2018)- WMO Greenhouse gases Bulletin- The State of Greenhouse Gases in the Atmosphere Based on Global Observations through 2017
87. Zanella A., Ponge J-f., Fritz I., Pietrasiak N., Matteodo M., Nadporozhskaya M., Juilleret J., Tatti D., Le Bayon R-C., Rothshild L., Mancinelli R., 2018. Humusica 2, article13: Para humus system and forms. *Appl. Soil Ecol.* 122, 181-199. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.09.043>
88. Zanghellini S., Da Trieste F. (1990). Flora del Parco: origine e caratteristiche. In: Flaim S. (ed), *Incontri con il Parco*, Edizioni Arca.
89. Zibordi F., (1998) Indagine sull’ecologia trofica di una popolazione di Ermellino (*Mustela erminea*) in alta Val Nambrone (Parco Naturale Adamello Brenta). Tesi di laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Milano, A.A. 1997/1998.





### 7.3 Tabelle m.f.m.

Tabella 7.3.1: date delle diverse sessioni di monitoraggio nei plot 2018 (in queste date è stato effettuato anche il campionamento degli invertebrati mediante pitfall traps)

VALLESINELLA						
SESSIONI	PLOT					
	1	2	3	4	5	6
1	Non svolta	Non svolta	12/07/2018	10/07/2018	02/07/2018	04/07/2018
2	Non svolta	03/07/2018	31/07/2018	30/07/2018	23/07/2018	23/07/2018
3	16/08/2018	23/07/2018	21/08/2018	21/08/2018	14/08/2018	14/08/2018
4	05/09/2018	09/08/2018	07/09/2018	07/09/2018	04/09/2018	07/09/2018
5	27/9/2018	29/08/2018	26/09/2018	25/09/2018	25/09/2018	24/09/2018

Tabella 7.3.2: date delle diverse sessioni di monitoraggio nei plot 2019 (in queste date è stato effettuato anche il campionamento degli invertebrati mediante pitfall traps)

VAL DI TOVEL					
SESSIONI	PLOT				
	Alta Val di Tovel			Bassa Val di Tovel	
	8	9	10	11	12
1	Non svolta	25/07/2019	25/07/2019	07/16/2019	07/16/2019
2	14/08/2019	14/08/2019	14/08/2019	05/08/2019	05/08/2019
3	04/09/2019	04/09/2019	04/09/2019	10/09/2019	10/09/2019
4	24/09/2019	24/09/2019	24/09/2019	30/09/2019	30/09/2019
5	14/10/2019	14/10/2019	14/10/2019	21/10/2019	21/10/2019

Tabella 7.3.3: gli indici faunistici nei plot 2018

PLOT VALLESINELLA											
Conteggio nome scient.	TIPO INDICE										TOTALE
SPECIE	F	I	I/n	N	O	P	Pr	S	T		
<i>Anthus spinoletta</i>					2			1			3
<i>Aves (indeterminato)</i>			4								4
<i>Capreolus capreolus</i>	1	5			2						8
<i>Cervus elaphus</i>	45	8									53
<i>Cuculus canorus</i>								1			1
<i>Dryocopus martius</i>							1	1			2
<i>Formica rufa</i>				10							10
<i>Lagopus muta</i>	38		4			7					49
<i>Lepus sp</i>	26										26
<i>Marmota marmota</i>					1			1	16		18
<i>Mustela sp</i>	1										1
<i>Nucifraga caryocatactes</i>								2			2
<i>Phoenicurus ochruros</i>					2						2
<i>Picus canus</i>								1			1
<i>Poecile montanus</i>					2						2
<i>Poecile palustris</i>					1			2			3
<i>Prunella collaris</i>								3			3
<i>Pyrrhocorax graculus</i>								4			4
<i>Rana temporaria</i>					1						1
<i>Rupicapra rupicapra</i>	51	2			1						54
<i>Tetrao tetrix</i>	1					4					5
<i>Tetrao urogallus</i>						1					1
<i>Turdus torquatus</i>					1						1
Totale complessivo	163	15	8	10	13	12	1	16	16		254

Tabella 7.3.4: gli indici faunistici nei plot 2019

PLOT VAL DI TOVEL												
Conteggio nome scient.	TIPO INDICE											TOTALE
SPECIE	C	F	Gi	I	O	Pr	S	S+O	T	V		
<i>Anthus spinoletta</i>							1				1	2
<i>Arvicola sp.</i>	1											1
<i>Corvus corax</i>									1			1
<i>Dryocopus martius</i>							1					1
<i>Formica rufa</i>										1		1
<i>Lagopus muta</i>		4	1		1							6
<i>Lepus timidus</i>		2			1							3
<i>Lophophanes cristatus</i>					1							1
<i>Loxia curvirostra</i>					1							1
<i>Marmota marmota</i>		1					8			4		13
<i>Nucifraga caryocatactes</i>							1					1
<i>Oenanthe oenanthe</i>					1		1					2
<i>Poecile palustris</i>					1							1
<i>Pyrrhocorax graculus</i>					3		1					4
<i>Rupicapra rupicapra</i>		2		1	1							4
<i>Sciurus vulgaris</i>						8						8
<i>Tetrao tetrix</i>		1										1
<i>Tichodroma muraria</i>							1					1

<i>Troglodytes troglodytes</i>								1				1
Totale complessivo	1	10	1	1	10	8	15	1	5	1		53

Tabella 7.3.5: indice kilometrico di abbondanza nei plot 2018

PLOT VALLESINELLA							
Conteggio nome scient.	PLOT						TOTALE
SPECIE	1	2	3	4	5	6	
<i>Anthus spinoletta</i>				1	2		3
<i>Aves (indeterminato)</i>	4						4
<i>Capreolus capreolus</i>						8	8
<i>Cervus elaphus</i>				2	30	21	53
<i>Cuculus canorus</i>						1	1
<i>Dryocopus martius</i>						2	2
<i>Formica rufa</i>					3	7	10
<i>Lagopus mutus helveticus</i>	34	10	4	1			49
<i>Lepus sp</i>			13	9	4		26
<i>Marmota marmota</i>					18		18
<i>Mustela sp</i>					1		1
<i>Nucifraga caryocatactes</i>						2	2
<i>Phoenicurus ochruros</i>					2		2
<i>Picus canus</i>						1	1
<i>Poecile montanus</i>						2	2
<i>Poecile palustris</i>						3	3
<i>Prunella collaris</i>			3				3
<i>Pyrrhocorax graculus</i>			1	2	1		4
<i>Rana temporaria</i>						1	1
<i>Rupicapra rupicapra</i>		4	13	29	6	2	54
<i>Tetrao tetrix</i>						5	5
<i>Tetrao urogallus</i>						1	1
<i>Turdus torquatus</i>			1				1
Totale complessivo	38	14	35	44	67	56	254
N° specie	2	2	6	6	9	13	23
IKA	63,3	17,5	35	44	67	56	47

Tabella 7.3.6: indice kilometrico di abbondanza nei plot 2018

PLOT VAL DI TOVEL						
Conteggio nome scient.	PLOT					TOTALE
SPECIE	8	9	10	11	12	
<i>Anthus spinoletta</i>			2			2
<i>Arvicola sp.</i>			1			1
<i>Corvus corax</i>				1		1
<i>Dryocopus martius</i>				1		1
<i>Formica rufa</i>					1	1
<i>Lagopus muta</i>	4	2				6
<i>Lepus timidus</i>		2	1			3
<i>Lophophanes cristatus</i>					1	1
<i>Loxia curvirostra</i>					1	1
<i>Marmota marmota</i>			6	7		13
<i>Nucifraga caryocatactes</i>			1			1
<i>Oenanthe oenanthe</i>			2			2
<i>Poecile palustris</i>			1			1
<i>Pyrrhocorax graculus</i>	3		1			4
<i>Rupicapra rupicapra</i>	1			3		4
<i>Sciurus vulgaris</i>					8	8
<i>Tetrao tetrix</i>			1			1
<i>Tichodroma muraria</i>			1			1
<i>Troglodytes troglodytes</i>					1	1
Totale complessivo	8	4	17	12	12	53
N° specie	3	2	10	4	5	19
IKA	10	4	17	12	12	11,04

Tabella 7.3.7: riepilogo mfm plot 2018

PLOT VALLESINELLA							
PLOT	SPECIE	SESSIONE					TOTALE
		1	2	3	4	5	
1	<i>Aves (indeterminato)</i>				4		4
	<i>Lagopus muta</i>			12	13	9	34
	N° specie	0	0	1	2	1	2
	TOTALE	0	0	12	17	9	38
2	<i>Lagopus muta</i>				9	1	10
	<i>Rupicapra rupicapra</i>				4		4
	N° specie	0	0	0	2	1	2
	TOTALE	0	0	0	13	1	14
3	<i>Lagopus muta</i>	4					4
	<i>Lepus sp</i>	7	1	1	1	3	13
	<i>Prunella collaris</i>			3			3
	<i>Pyrrhocorax graculus</i>	1					1
	<i>Rupicapra rupicapra</i>	5		6	2		13
	<i>Turdus torquatus</i>	1					1
	N° specie	5	1	3	2	1	6
	TOTALE	18	1	10	3	3	35
4	<i>Anthus spinoletta</i>				1		1
	<i>Cervus elaphus</i>		1	1			2
	<i>Lagopus muta</i>	1					1
	<i>Lepus sp</i>	2	4		3		9
	<i>Pyrrhocorax graculus</i>				2		2
	<i>Rupicapra rupicapra</i>	9	3	8	4	5	29
	N° specie	3	3	2	4	1	6
	TOTALE	12	8	9	10	5	44
5	<i>Anthus spinoletta</i>					2	2
	<i>Cervus elaphus</i>	9	4	1	5	11	30
	<i>Formica rufa</i>	1	1			1	3
	<i>Lepus sp</i>	2	1			1	4
	<i>Marmota marmota</i>	7	6	4		1	18
	<i>Mustela sp</i>	1					1
	<i>Phoenicurus ochruros</i>		1		1		2
	<i>Pyrrhocorax graculus</i>					1	1
	<i>Rupicapra rupicapra</i>	1	3	2			6
	N° specie	6	6	3	2	6	9
TOTALE	21	16	7	6	17	67	
6	<i>Capreolus capreolus</i>	6	1		1		8
	<i>Cervus elaphus</i>	9	1	5	2	4	21
	<i>Cuculus canorus</i>	1					1
	<i>Dryocopus martius</i>		1	1			2
	<i>Formica rufa</i>	3	1		3		7
	<i>Nucifraga caryocatactes</i>			1		1	2
	<i>Picus canus</i>				1		1
	<i>Poecile montanus</i>				2		2
	<i>Poecile palustris</i>				3		3
	<i>Rana temporaria</i>	1					1
	<i>Rupicapra rupicapra</i>		2				2
	<i>Tetrao tetrix</i>		2	2		1	5
	<i>Tetrao urogallus</i>			1			1
	N° specie	5	6	5	6	3	13
TOTALE	20	8	10	12	6	56	

Tabella 7.3.8: riepilogo mfm plot 2019

PLOT VAL DI TOVEL							
PLOT	SPECIE	Sessione					TOTALE
		1	2	3	4	5	
8	<i>Lagopus muta</i>			3		1	4
	<i>Pyrrhocorax graculus</i>		1		2		3
	<i>Rupicapra rupicapra</i>			1			1
	N° specie	0	1	2	1	1	3
	TOTALE	0	1	4	2	1	8
9	<i>Lagopus muta</i>	1				1	2
	<i>Lepus timidus</i>	1			1		2
	N° specie	2	0	0	1	1	2
	TOTALE	2	0	0	1	1	4
10	<i>Anthus spinoletta</i>	1				1	2
	<i>Arvicola sp.</i>		1				1
	<i>Lepus timidus</i>					1	1
	<i>Marmota marmota</i>	2	2	1	1		6
	<i>Nucifraga caryocatactes</i>		1				1
	<i>Oenanthe oenanthe</i>	1			1		2
	<i>Poecile palustris</i>				1		1
	<i>Pyrrhocorax graculus</i>				1		1
	<i>Tetrao tetrix</i>				1		1
	<i>Tichodroma muraria</i>	1					1
	N° specie	4	3	1	5	2	10
	TOTALE	5	4	1	5	2	17
11	<i>Corvus corax</i>			1			1
	<i>Dryocopus martius</i>			1			1
	<i>Marmota marmota</i>	1	1	3	2		7
	<i>Rupicapra rupicapra</i>	1			1	1	3
	N° specie	2	1	3	2	1	4
	TOTALE	2	1	5	3	1	12
12	<i>Formica rufa</i>	1					1
	<i>Lophophanes cristatus</i>					1	1
	<i>Loxia curvirostra</i>				1		1
	<i>Sciurus vulgaris</i>	5	2	1			8
	<i>Troglodytes troglodytes</i>				1		1
	N° specie	2	1	1	2	1	5
	TOTALE	6	2	1	2	1	12

## 7.4 Tabelle ascolto degli uccelli al canto

Tabella 7.4.1: le date di svolgimento dell'ascolto degli uccelli al canto nei plot 2018

VALLESINELLA						
SESSIONI	PLOT					
	1	2	3	4	5	6
1	16/08/2018	23/07/2018	12/07/2018	10/07/2018	23/07/2018	23/07/2018
2	05/09/2018	19/09/2018	26/09/2018	07/09/2018	04/09/2018	05/09/2018

Tabella 7.4.2: le date di svolgimento dell'ascolto degli uccelli al canto nei plot 2019

VAL DI TOVEL					
SESSIONI	PLOT				
	8	9	10	11	12
1	19/07/2019	18/07/2019	17/07/2019	16/07/2019	16/07/2019
2	13/09/2019	12/09/2019	12/09/2019	12/09/2019	12/09/2019

Tabella 7.4.3: le specie contattate nei plot 2018

PLOT VALLESINELLA							
SPECIE	PLOT						TOTALE
	1	2	3	4	5	6	
Anthus spinoletta	2		6	2	5		15
Fringilla coelebs						1	1
Garrulus glandarius						1	1
Lagopus muta	1						1
Loxia curvirostra					1		1
Oenanthe oenanthe				1	1		2
Phoenicurus ochruros			3		2		5
Phoenicurus phoenicurus					1	1	2
Picus canus						1	1
Poecile montanus						9	9
Poecile palustris						1	1
Prunella collaris		1	3	1	2		7
Pyrrhocorax graculus		1	3	2			6
Sylvia curruca						1	1

Tetrao tetrix			1				1
Totale complessivo	3	2	16	6	12	15	54
N° specie	2	2	5	4	6	7	15

Tabella 7.4.4: le specie contattate nei plot 2019

ANNO 2019						
SPECIE	PLOT					Totale
	8	9	10	11	12	
Pyrrhocorax graculus	1	2				3
Anthus spinoletta	1		5	2		8
Anthus trivialis				1		1
Dendrocopos major					1	1
Fringilla coelebs	2		1	1	2	6
Loxia curvirostra					2	2
Oenanthe oenanthe			1		1	2
Phoenicurus ochruros	1	5		1		7
Phylloscopus collybita					1	1
Poecile montanus					1	1
Prunella collaris	2	4				6
Pyrrhocorax graculus			1			1
Sylvia curruca					1	1
Turdus torquatus			1	1		2
Totale complessivo	7	11	9	6	9	42
N° specie	5	3	5	5	7	14

Tabella 7.4.5: tabella riassuntiva dell'ascolto degli uccelli al canto nei plot 2019

PLOT VAL DI TOVEL				
PLOT	SPECIE	SESSIONE		TOTALE
		1	2	
8	<i>Anthus spinoletta</i>		1	1
	<i>Fringilla coelebs</i>	2		2
	<i>Phoenicurus ochruros</i>		1	1
	<i>Pyrrhonorax graculus</i>	1		1
	<i>Prunella collaris</i>	1	1	2
	N° specie	3	3	5
	N° contatti	4	3	7
9	<i>Pyrrhonorax graculus</i>	2		2
	<i>Phoenicurus ochruros</i>	4	1	5
	<i>Prunella collaris</i>	3	1	4
	N° specie	3	2	3
	N° contatti	9	2	11
10	<i>Anthus spinoletta</i>	4	1	5
	<i>Fringilla coelebs</i>	1		1
	<i>Oenanthe oenanthe</i>	1		1
	<i>Pyrrhonorax graculus</i>		1	1
	<i>Turdus torquatus</i>	1		1
	N° specie	4	2	5
N° contatti	7	2	9	
11	<i>Anthus spinoletta</i>	2		2
	<i>Anthus trivialis</i>	1		1
	<i>Fringilla coelebs</i>		1	1
	<i>Phoenicurus ochruros</i>	1		1
	<i>Turdus torquatus</i>	1		1
	N° specie	4	1	5
N° contatti	5	1	6	
12	<i>Dendrocopos major</i>	1		1
	<i>Fringilla coelebs</i>	2		2
	<i>Loxia curvirostra</i>	1	1	2
	<i>Oenanthe oenanthe</i>	1		1
	<i>Phylloscopus collybita</i>	1		1
	<i>Poecile montanus</i>		1	1
	<i>Sylvia curruca</i>	1		1
	N° specie	6	2	7
N° contatti	7	2	9	

Tabella 7.4.6: tabella riassuntiva dell'ascolto degli uccelli al canto nei plot 2018

PLOT VALLESINELLA				
PLOT	SPECIE	SESSIONE		TOTALE
		1	2	
1	<i>Anthus spinoletta</i>		2	2
	<i>Lagopus muta</i>	1		1
	N° contatti	1	2	3
	N° specie	1	1	2
2	<i>Prunella collaris</i>		1	1
	<i>Pyrrhocorax graculus</i>	1		1
	N° contatti	1	1	2
	N° specie	1	1	2
3	<i>Anthus spinoletta</i>	1	5	6
	<i>Phoenicurus ochruros</i>	3		3
	<i>Pyrrhocorax graculus</i>	2	1	3
	<i>Prunella collaris</i>	1	2	3
	<i>Tetrao tetrix</i>	1		1
	N° contatti	8	8	16
	N° specie	5	3	5
4	<i>Anthus spinoletta</i>		2	2
	<i>Oenanthe oenanthe</i>	1		1
	<i>Pyrrhocorax graculus</i>	1	1	2
	<i>Prunella collaris</i>		1	1
	N° contatti	2	4	6
	N° specie	2	3	4
5	<i>Anthus spinoletta</i>	2	3	5
	<i>Loxia curvirostra</i>		1	1
	<i>Oenanthe oenanthe</i>		1	1
	<i>Phoenicurus ochruros</i>	1	1	2
	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	1		1
	<i>Prunella collaris</i>	2		2
	N° contatti	6	6	12
	N° specie	4	4	6
6	<i>Fringilla coelebs</i>	1		1
	<i>Garrulus glandarius</i>	1		1
	<i>Phoenicurus phoenicurus</i>	1		1
	<i>Picus canus</i>		1	1
	<i>Poecile montanus</i>	2	7	9
	<i>Poecile palustris</i>	1		1
	<i>Sylvia curruca</i>		1	1
	N° contatti	6	9	15
	N° specie	5	3	7

## 7.5 Tabelle raccolta insetti mediante *pitfall traps*

Tabella 7.5.1: le specie di carabidi raccolte nelle pitfall traps

CARABIDI							
SPECIE	PLOT						Totale
	1	2	3	4	5	6	
<i>Amara quenseli</i>					1		1
<i>Calathus micropterus</i>						2	2
<i>Carabus adamellicola</i>			23	18	4		45
<i>Carabus creutzeri</i>			23	11	2		36
<i>Cychrus attenuatus</i>					1	2	3
<i>Cymindis vaporariorum</i>					3		3
<i>Leistus nitidus</i>						3	3
<i>Nebria germarii</i>	43	65					108
<i>Oreonebria castanea</i>			3		1		4
<i>Pterostichus multipunctatus</i>				1	103	83	187
<i>Pterostichus unctulatus</i>					4	8	12
<i>Trechus sinuatus</i>			1	1			2
<b>Totale complessivo</b>	<b>43</b>	<b>65</b>	<b>50</b>	<b>31</b>	<b>119</b>	<b>98</b>	<b>406</b>
<b>N° specie</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>12</b>

Tabella 7.5.2: le specie di ragni raccolte nelle pitfall traps

RAGNI							
SPECIE	PLOT						Totale
	1	2	3	4	5	6	
<i>Agyneta cauta</i>	2				8	6	16
<i>Agyneta gulosa</i>				2			2
<i>Agyneta rurestris</i>	4			1			5
<i>Alopecosa taeniata</i>					17		17
<i>Arctosa alpigena</i>				1			1
<i>Centromerus pabulator</i>					2	8	10
<i>Centromerus subalpinus</i>			1	1		1	3
<i>Coelotes pickardi tirolensis</i>				1			1
<i>Cybaeus minor</i>					5	7	12
<i>Diplocephalus helleri</i>			3	1			4
<i>Diplostyla concolor</i>						4	4
<i>Drassodex heeri</i>			1				1
<i>Gnaphosa badia</i>					12		12
<i>Gonatium rubens</i>					1		1
<i>Haplodrassus signifer</i>					1		1
<i>Lepthyphantes nodifer</i>						7	7
<i>Micaria aenea</i>					1		1
<i>Micaria pulicaria</i>					1		1
<i>Mughiphantes handschini</i>	6						6
<i>Mughiphantes variabilis</i>			3	1	1		5
<i>Oreonetides glacialis</i>	1						1
<i>Pardosa ferruginea</i>						2	2
<i>Pardosa nigra</i>			4	5			9
<i>Pardosa oreophila</i>				12	20		32
<i>Robertus trucorum</i>					1	5	6
<i>Tenuiphantes alacris</i>						3	3
<i>Troglohyphantes lessinensis</i>		1	5	3			9
<i>Troglohyphantes sciakyi</i>			2				2

<i>Xysticus desidiosus</i>				2			2
<b>Totale complessivo</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>19</b>	<b>30</b>	<b>70</b>	<b>43</b>	<b>176</b>
<b>N° specie</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>9</b>	<b>29</b>

Tabella 7.5.3: distribuzione dei carabidi nei plot e nelle 5 sessioni

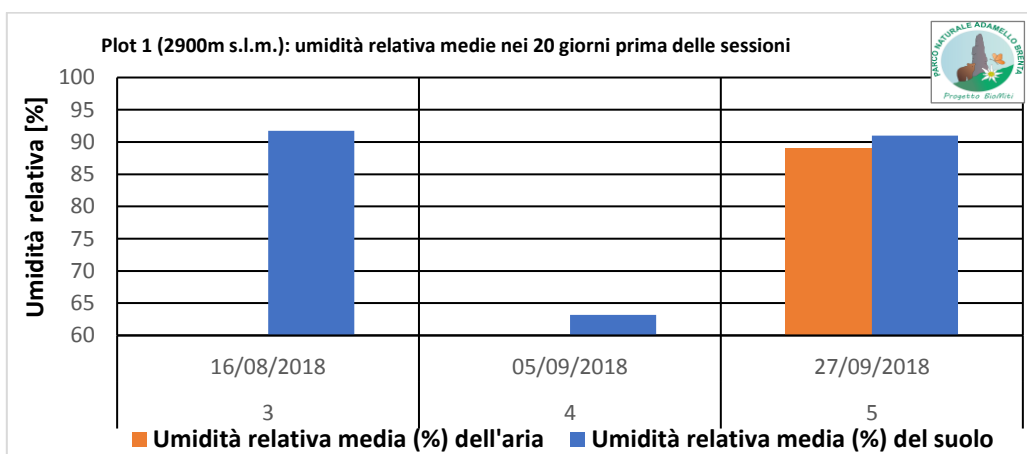
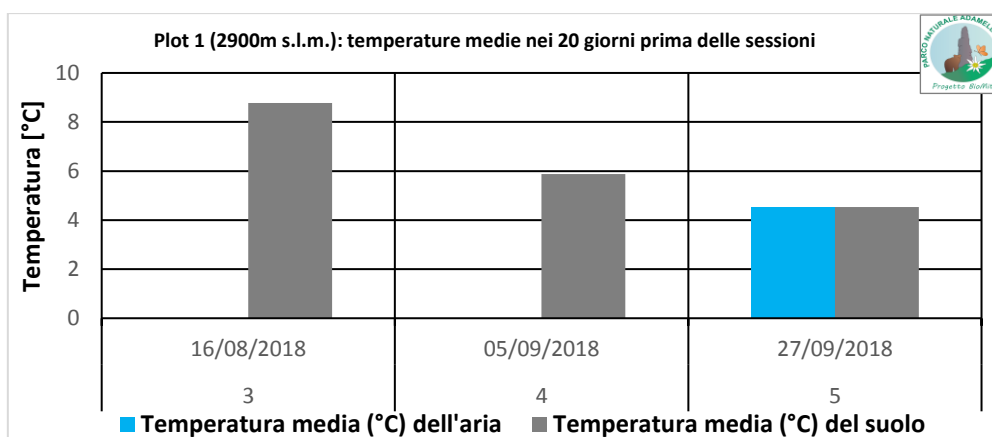
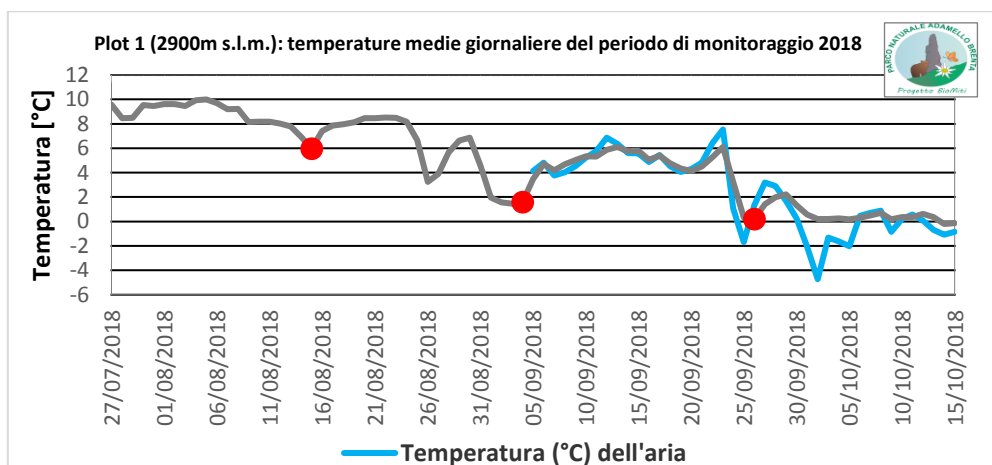
CARABIDI							
PLOT	CARABIDI	SESSIONE					TOTALE
		1	2	3	4	5	
1	<i>Nebria germarii</i>			36	1	6	43
	<b>Totale complessivo</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>43</b>
	<b>N° specie</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
2	<i>Nebria germarii</i>		41	18	5	1	65
	<b>Totale complessivo</b>	<b>0</b>	<b>41</b>	<b>18</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>65</b>
	<b>N° specie</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
3	<i>Carabus adamellicola</i>	12	6	1	2	2	23
	<i>Carabus creutzeri</i>	5	16	1		1	23
	<i>Oreonebria castanea</i>		2		1		3
	<i>Trechus sinuatus</i>	1					1
	<b>Totale complessivo</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>50</b>
	<b>N° specie</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>
4	<i>Carabus adamellicola</i>	3	8	7			18
	<i>Carabus creutzeri</i>	2	1	7		1	11
	<i>Pterostichus multipunctatus</i>	1					1
	<i>Trechus sinuatus</i>		1				1
	<b>Totale complessivo</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>31</b>
	<b>N° specie</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>4</b>
5	<i>Amara quenseli</i>		1				1
	<i>Carabus adamellicola</i>			4			4
	<i>Carabus creutzeri</i>	2					2
	<i>Cychrus attenuatus</i>	1					1
	<i>Cymindis vaporariorum</i>				1	2	3
	<i>Oreonebria castanea</i>			1			1
	<i>Pterostichus multipunctatus</i>	25	7	49	2	20	103
	<i>Pterostichus unctulatus</i>	2	1	1			4
	<b>Totale complessivo</b>	<b>30</b>	<b>9</b>	<b>55</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>119</b>
<b>N° specie</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>8</b>	
6	<i>Calathus micropterus</i>	1	1				2
	<i>Cychrus attenuatus</i>				1	1	2
	<i>Leistus nitidus</i>	3					3
	<i>Pterostichus multipunctatus</i>	21	20	26	7	9	83
	<i>Pterostichus unctulatus</i>	4	3	1			8
	<b>Totale complessivo</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>27</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>98</b>
<b>N° specie</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>5</b>	

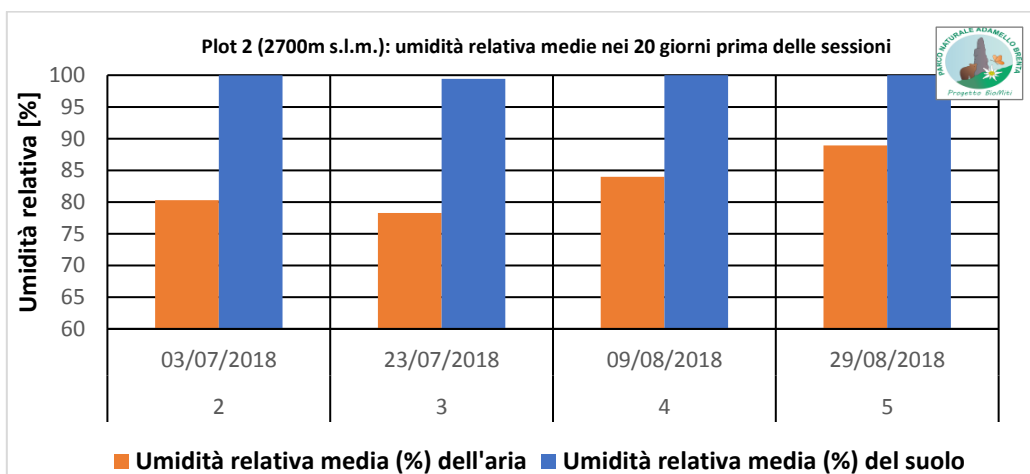
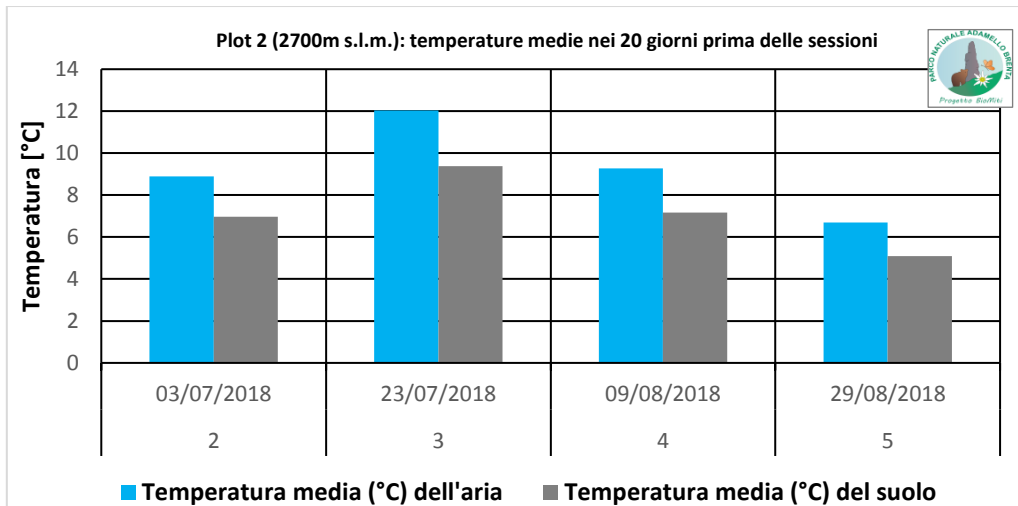
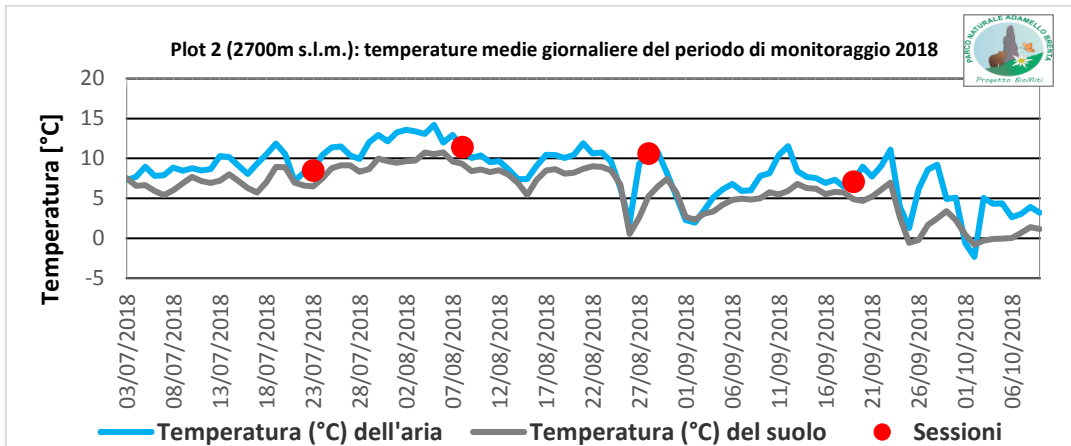
Tabella 7.5.4: distribuzione dei ragni nei plot e nelle 5 sessioni

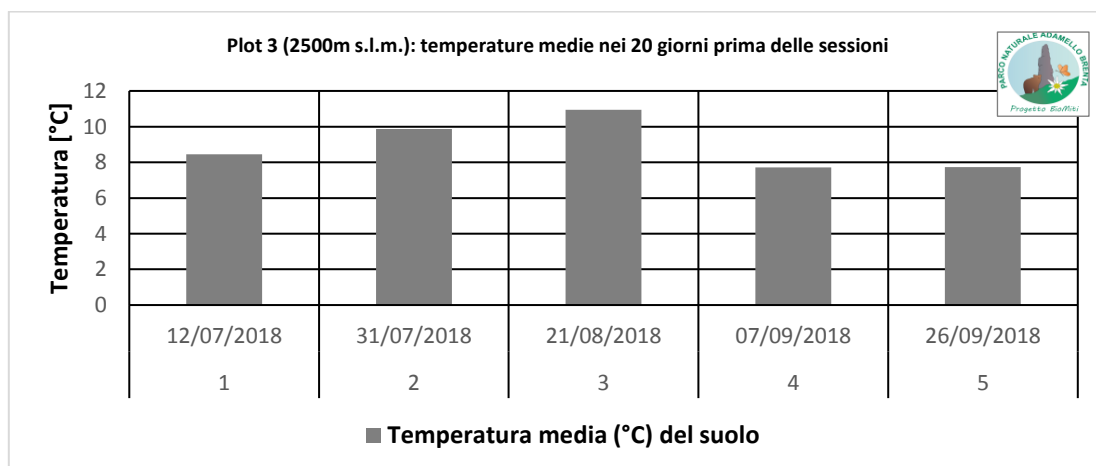
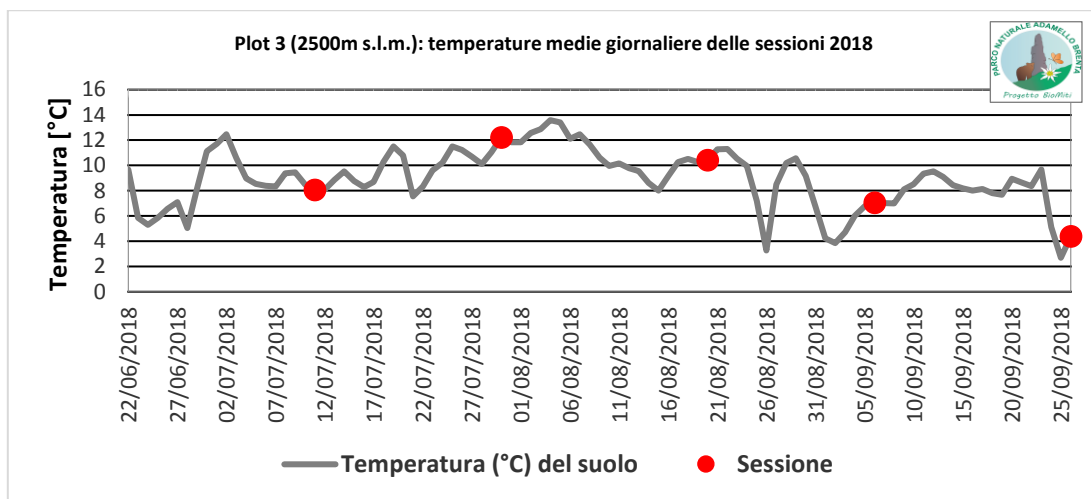
RAGNI							
PLOT	SPECIE	SESSIONI					TOTALE
		1	2	3	4	5	
1	<i>Agyneta cauta</i>					2	2
	<i>Agyneta rurestris</i>			3	1		4
	<i>Mughiphantes handschini</i>			3	3		6
	<i>Oreonetides glacialis</i>			1			1
	N° specie	0	0	3	2	1	4
	TOTALE	0	0	7	4	2	13
2	<i>Troglohyphantes lessinensis</i>					1	1
	N° specie	0	0	0	0	1	1
	TOTALE	0	0	0	0	1	1
3	<i>Centromerus subalpinus</i>	1					1
	<i>Diplocephalus helleri</i>			3			3
	<i>Drassodex heeri</i>					1	1
	<i>Mughiphantes variabilis</i>	3					3
	<i>Pardosa nigra</i>		4				4
	<i>Troglohyphantes lessinensis</i>	2	1		1	1	5
	<i>Troglohyphantes sciakyi</i>	2					2
	N° specie	4	2	1	1	2	7
TOTALE	8	5	3	1	2	19	
4	<i>Agyneta gulosa</i>			1	1		2
	<i>Agyneta rurestris</i>		1				1
	<i>Arctosa alpigena</i>		1				1
	<i>Centromerus subalpinus</i>			1			1
	<i>Coelotes pickardi tirolensis</i>			1			1
	<i>Diplocephalus helleri</i>	1					1
	<i>Mughiphantes variabilis</i>	1					1
	<i>Pardosa nigra</i>			3		2	5
	<i>Pardosa oreophila</i>	9	3				12
	<i>Troglohyphantes lessinensis</i>				1	2	3
	<i>Xysticus desidiosus</i>					2	2
	N° specie	3	3	4	2	3	11
	TOTALE	11	5	6	2	6	30
5	<i>Agyneta cauta</i>		8				8
	<i>Alopecosa taeniata</i>	15	2				17
	<i>Centromerus pabulator</i>					2	2
	<i>Cybaeus minor</i>	1	1	2		1	5
	<i>Gnaphosa badia</i>	6	6				12
	<i>Gonatium rubens</i>			1			1
	<i>Haplodrassus signifer</i>	1					1
	<i>Micaria aenea</i>	1					1
	<i>Micaria pulicaria</i>	1					1
	<i>Mughiphantes variabilis</i>					1	1
	<i>Pardosa oreophila</i>	15	1	2		2	20
	<i>Robertus trucorum</i>					1	1
	N° specie	7	5	3	0	5	12
	TOTALE	40	18	5	0	7	70
6	<i>Agyneta cauta</i>	6					6
	<i>Centromerus pabulator</i>			4	2	2	8
	<i>Centromerus subalpinus</i>				1		1
	<i>Cybaeus minor</i>	2	2		1	2	7
	<i>Diplostyla concolor</i>		1	1	2		4
	<i>Lepthyphantes nadifer</i>	6			1		7
	<i>Pardosa ferruginea</i>	2					2

	<i>Robertus truncorum</i>			4	1		5
	<i>Tenuiphantes alacris</i>		3				3
	N° specie	4	3	3	6	2	9
	TOTALE	16	6	9	8	4	43

## 7.6 Monitoraggio temperature e umidità







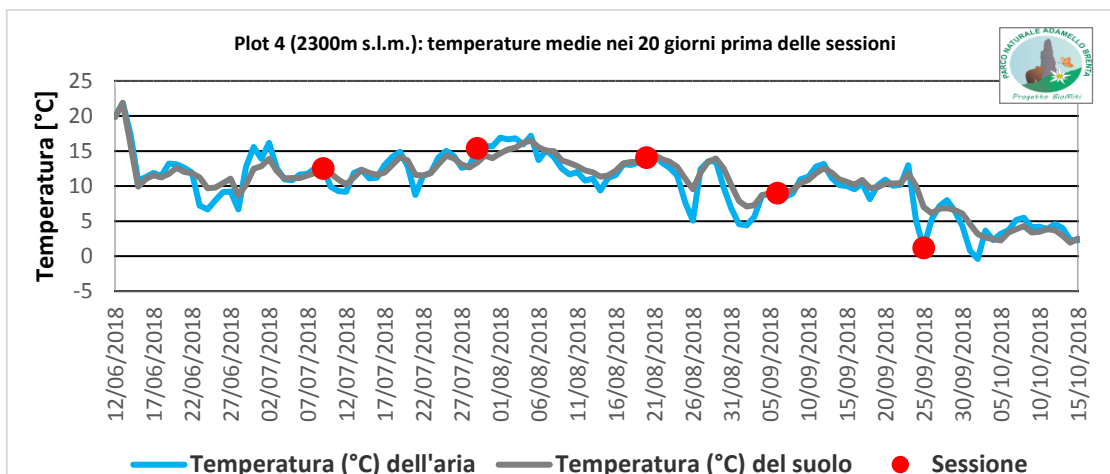


Figura 4.6.4.1: grafico delle temperature medie giornaliere del periodo di monitoraggio 2018

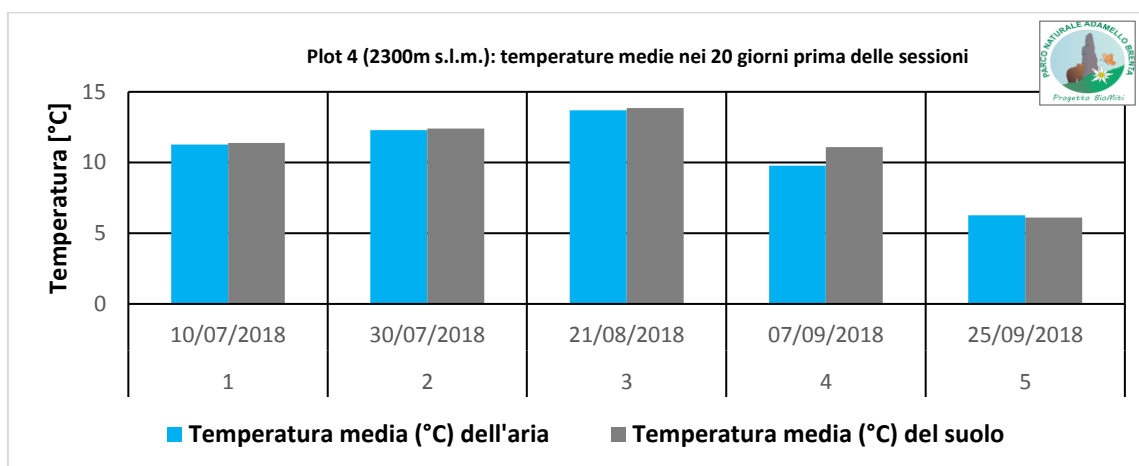
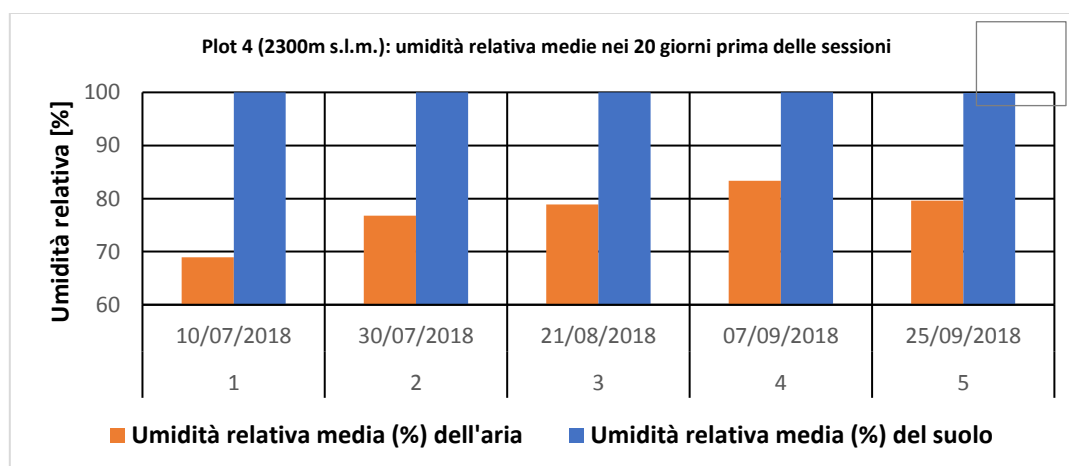
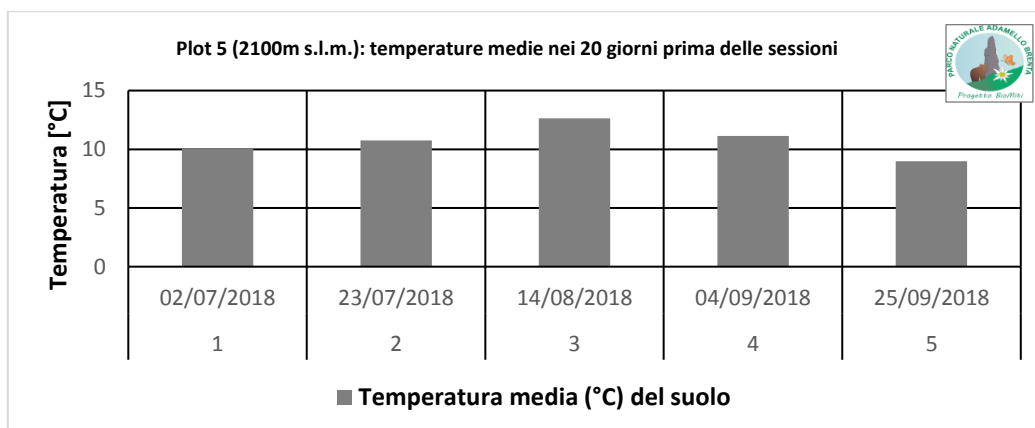
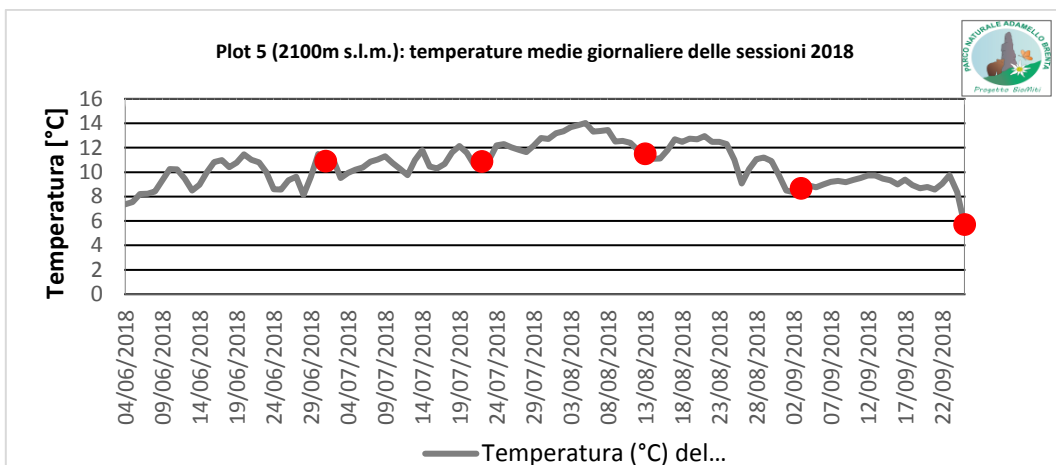


Figura 4.6.4.2: temperatura media dei 20 giorni precedenti la sessione di monitoraggio





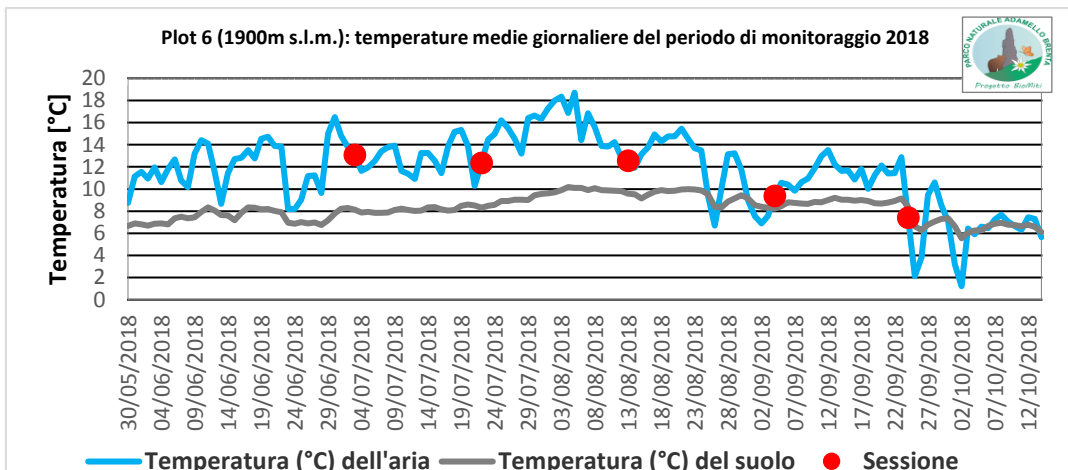
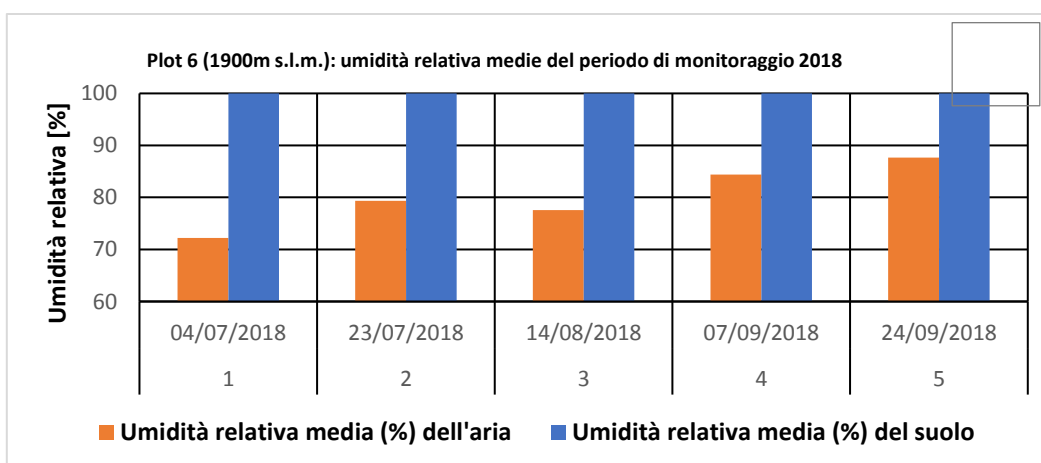
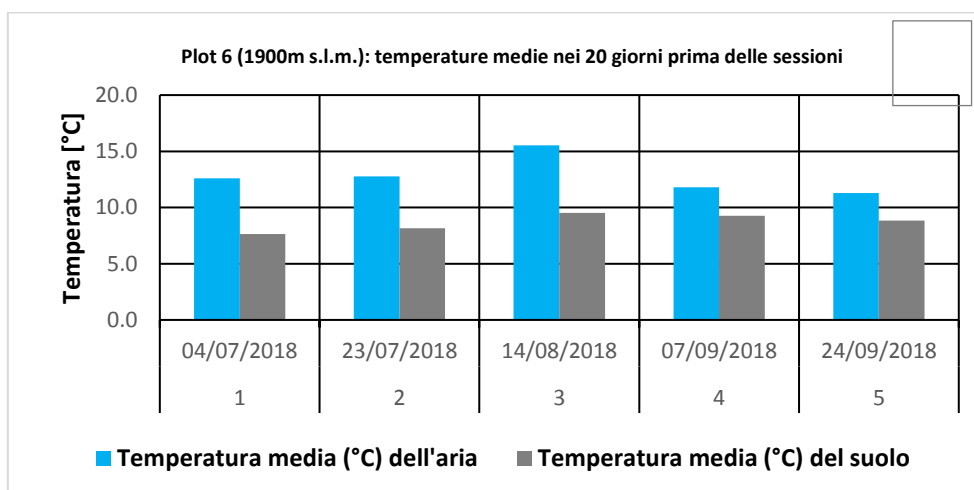


Figura 4.6.6.1: grafico delle temperature medie giornaliere del periodo di monitoraggio 2018



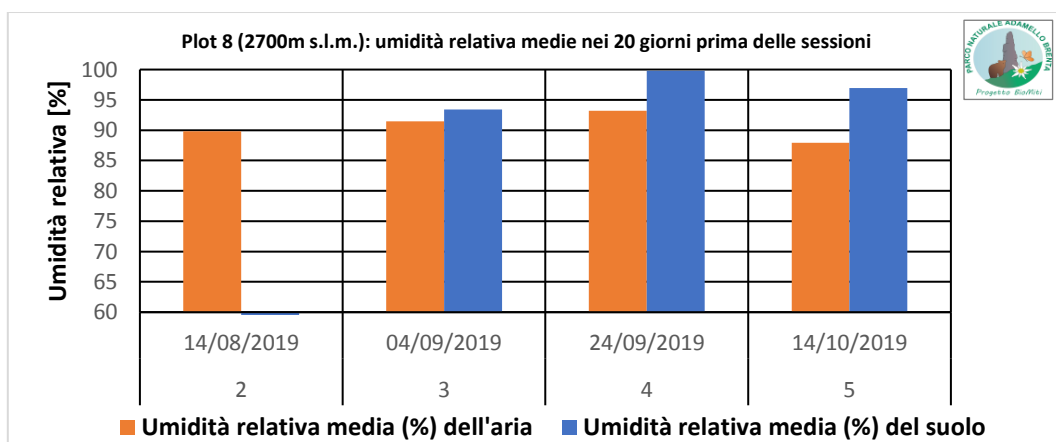
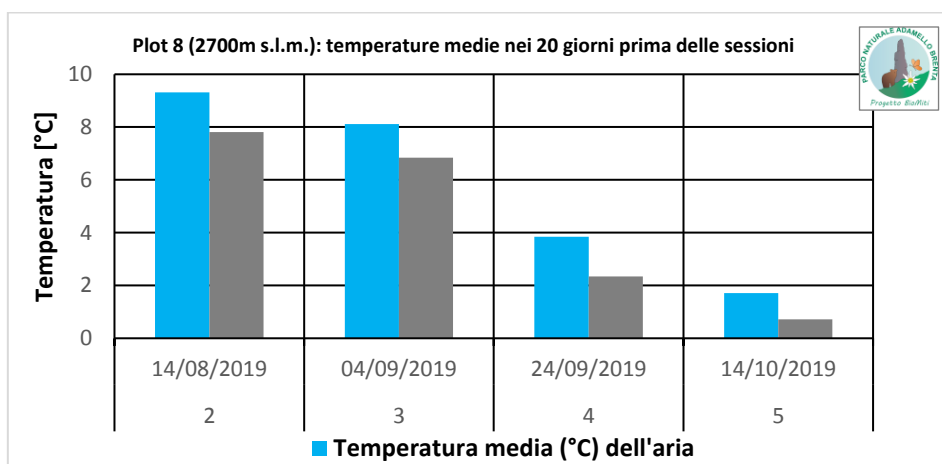
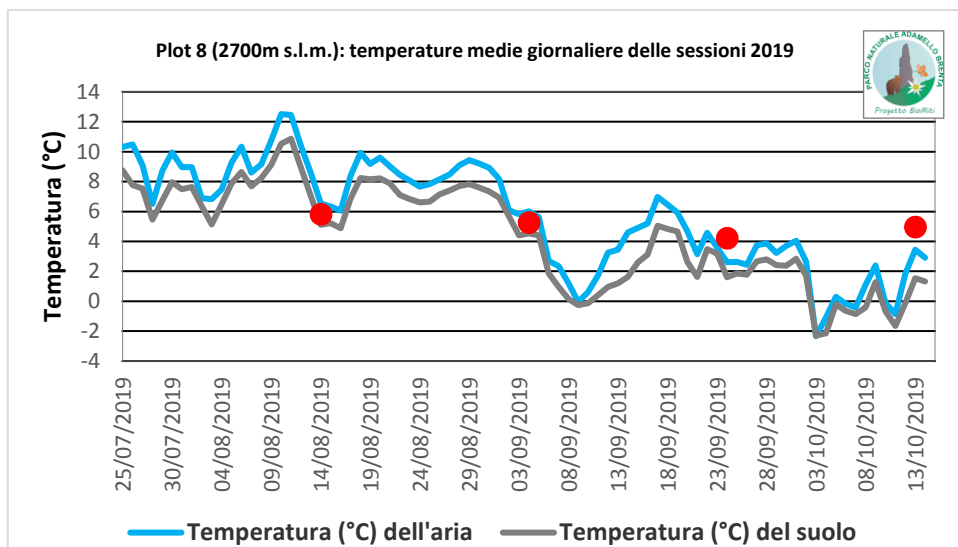
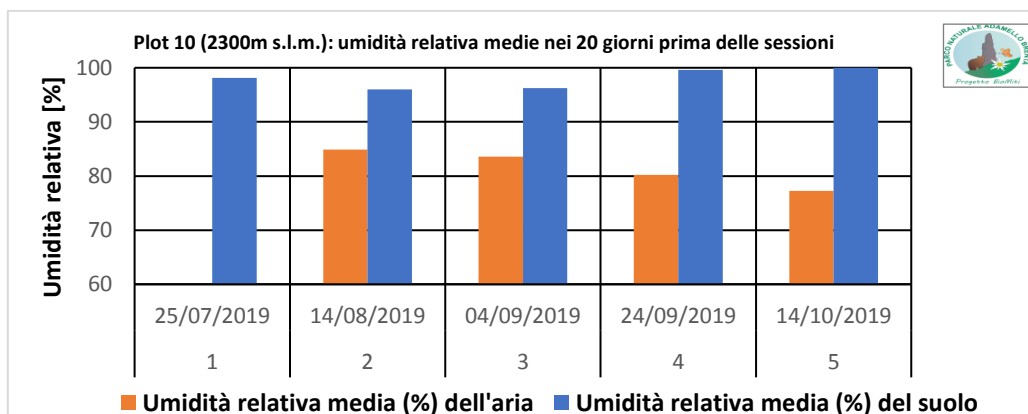
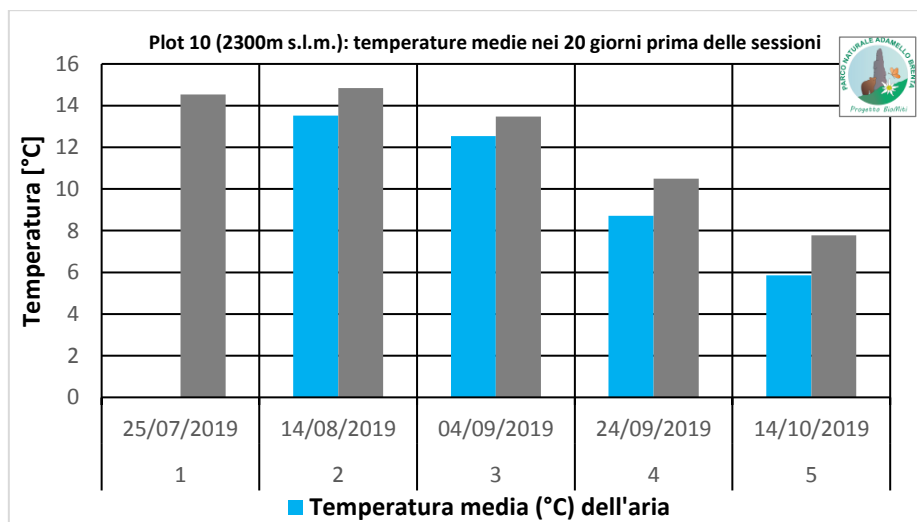
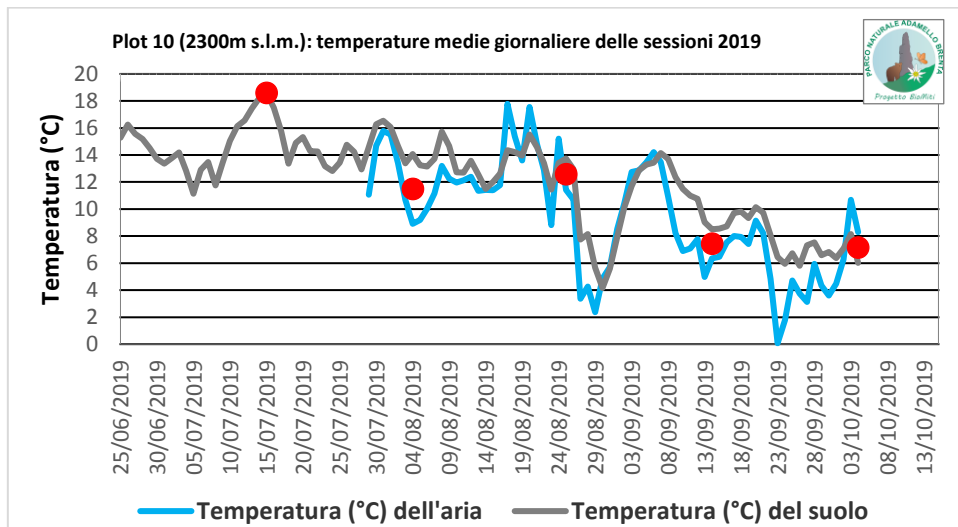


Figura 4.6.7.3: umidità media dei 20 giorni precedenti la sessione di monitoraggio



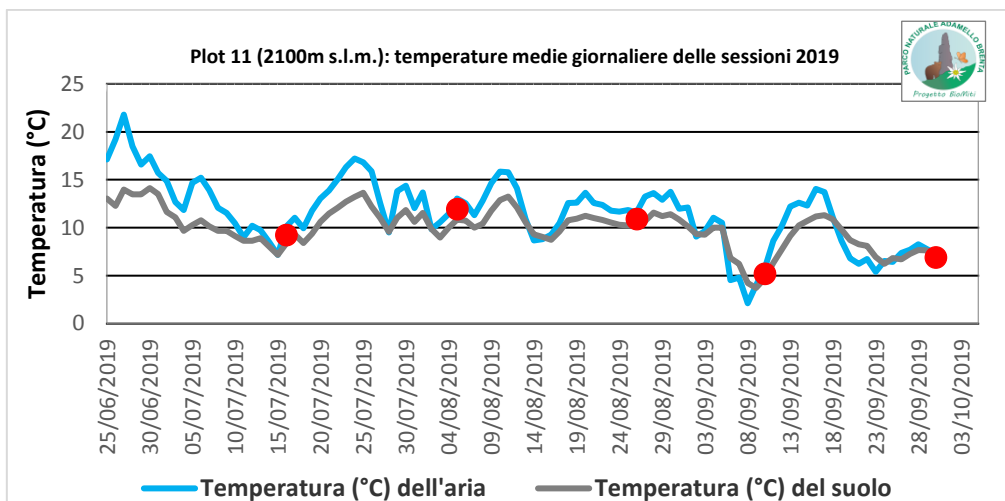
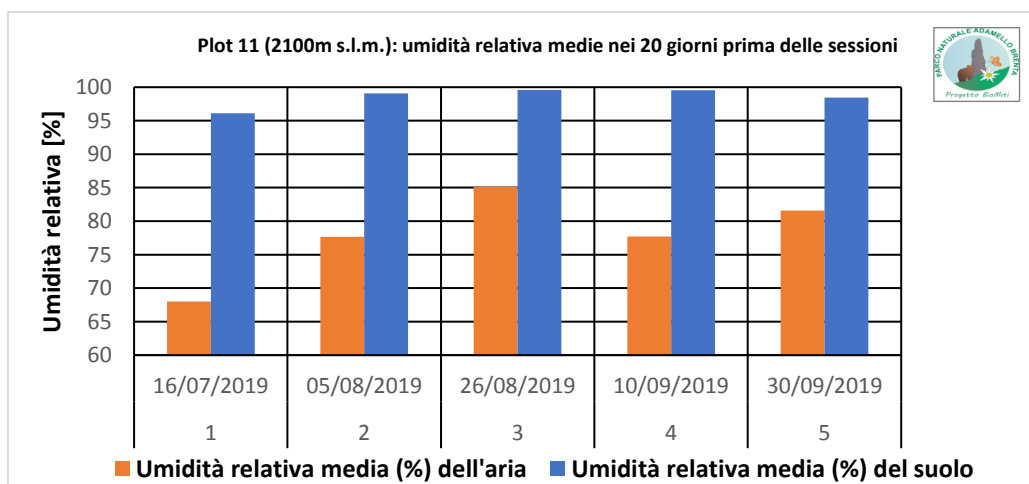
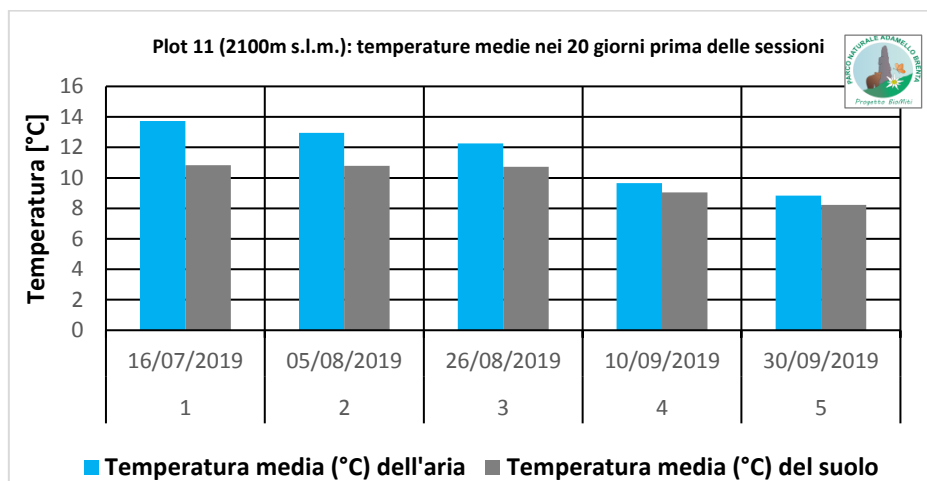
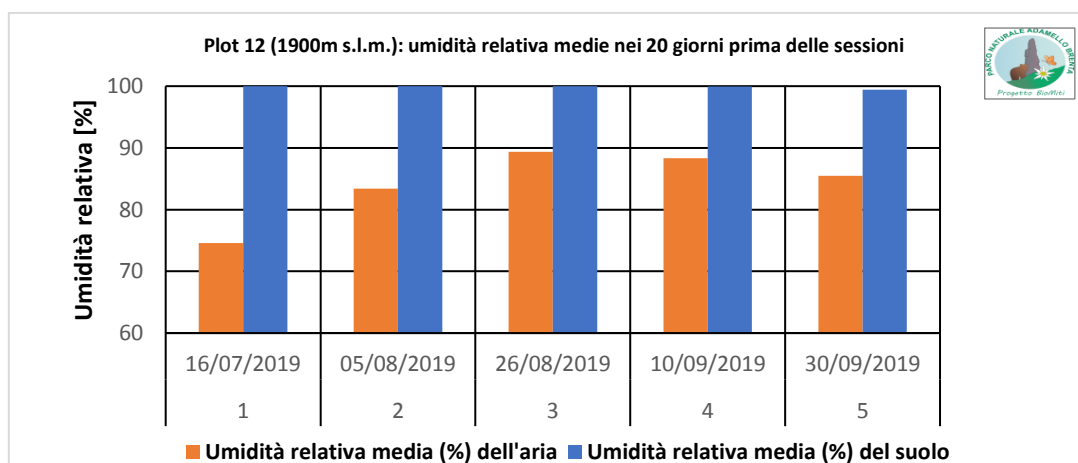
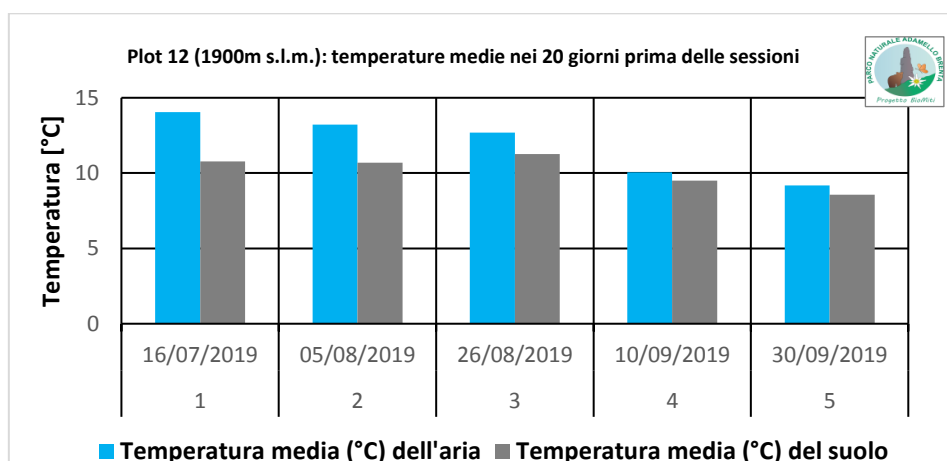
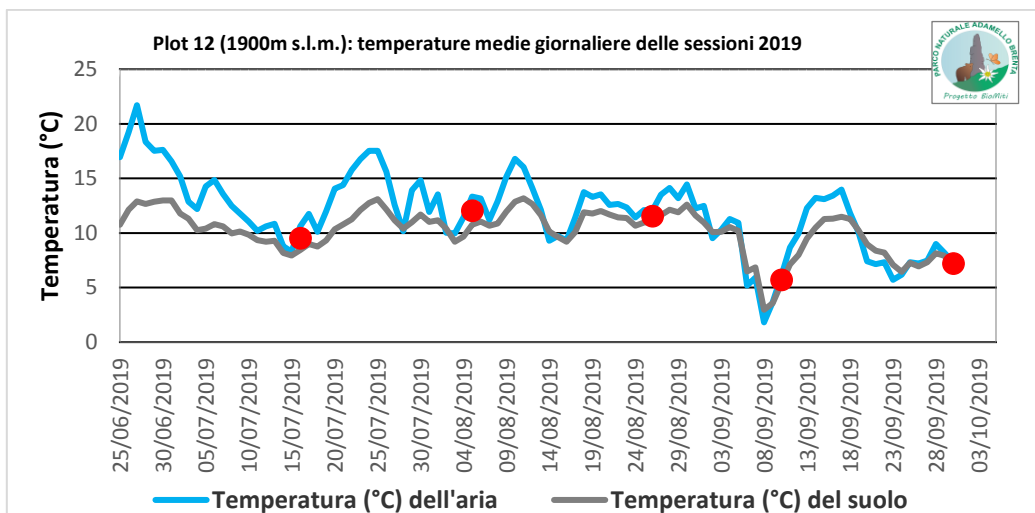


Figura 4.6.9.1: grafico delle temperature medie giornaliere del periodo di monitoraggio 2019





## 7.7 I cambiamenti climatici: gli effetti sul PNAB

All'interno del Parco sono stati fatti numerosi studi sugli effetti dei cambiamenti climatici e delle attività antropiche sulla fauna selvatica. Qui di seguito verranno esposti i risultati di alcuni studi condotti nell'area protetta e nelle zone ad essa circostanti.

### 7.7.1 I micromammiferi

In generale, i micromammiferi sono caratterizzati dall'aver un ciclo biologico breve e tassi di riproduzione elevati, inoltre sono attivi consumatori di vegetali e di insetti. Queste caratteristiche li rendono capaci di adattarsi abbastanza bene ai cambiamenti; tuttavia se da un lato vi sono specie con alte capacità di adattamento, dall'altro vi sono anche specie specialiste non in grado di fronteggiare alterazioni del loro habitat, e quindi vulnerabili e a rischio di estinzione (Locatelli e Paolucci, 1998).

Nel biennio 1996-1997, nel PNAB è stato effettuato uno studio nel quale sono stati monitorati i micromammiferi presenti nella stessa area con la tecnica CMR (cattura-marcatura-ricattura). Lo studio ha permesso di valutare *l'assemblage* di piccoli mammiferi alpini in 3 differenti ambienti (macereto puro, macereto consolidato, prateria alpina).

A distanza di vent'anni, nell'estate del 2016 è stato effettuato un nuovo monitoraggio dell'*assemblage* dei micromammiferi (sempre con la tecnica CMR) allo scopo di analizzare eventuali differenze.

Il monitoraggio ha evidenziato la presenza di quattro specie, arvicola rossastra (*Myodes glareolus*), tipica di ambienti forestali; arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*), specie protetta ben adattata alle zone di alta quota; arvicola campestre (*Microtus arvalis*) e toporagno comune (*Sorex araneus*), specie tipiche di prateria alpina.

Il confronto tra *l'assemblage* del 1996-97 e quello del 2016 ha evidenziato che nel 1996-97 l'arvicola rossastra e l'arvicola delle nevi erano associate in ambiente di macereto sia puro sia consolidato, mentre nel 2016 l'arvicola delle nevi è risultata essere dissociata completamente dalle altre specie, essendo presente solo in ambiente di macereto puro.

Il ritrovamento dell'arvicola rossastra a quote così alte suggerisce che questa specie abbia subito uno *shift* altitudinale, potenzialmente legato a modificazioni ambientali o climatiche, sebbene la diminuzione di peso osservata nel corso della stagione possa

indicare un minor adattamento di questa specie a tali quote rispetto all'arvicola delle nevi (Ferrari, 2016).

Queste considerazioni aprono scenari investigativi interessanti per fare maggior luce sulle dinamiche di popolazione delle specie oggetto di indagine, e per capire quali siano i maggiori determinanti dei processi osservati, aspetti di difficile valutazione con un semplice confronto tra due serie di dati a vent'anni di distanza (Ferrari, 2016).

### **7.7.2 La pernice bianca (*Lagopus muta*)**

Questo tetraonide può essere considerato un “relietto glaciale”, in quanto è una specie che ha raggiunto l'Europa nel corso delle glaciazioni del Quaternario, e ha trovato rifugio nelle zone di alta montagna durante il ritiro dei ghiacciai.

L'alta specializzazione che presenta questa specie la rende molto dipendente dal luogo in cui vive, e gli effetti dei cambiamenti climatici si esprimono con una riduzione della *fitness* e con un sempre più marcato spostamento altitudinale.

In Provincia di Trento la pernice bianca è monitorata tramite censimenti primaverili (pre-riproduttivi) e tardo estivi (post-riproduttivi) in 18 aree campione (Forti, 2014). Se si considerano i dati raccolti dal Piano Faunistico Provinciale dal 1998 e il 2008 si può riscontrare un netto calo della densità pre-riproduttiva. Pur considerando la difficoltà di ottenere stime della reale consistenza delle popolazioni e non disponendo sempre di serie storiche complete (Forti, 2014), anche per le popolazioni del PNAB è possibile confermare lo stesso *trend* esistente sull'intero territorio della Provincia di Trento.

Tabella 7.7.2: densità pre-riproduttive rilevate dai censimenti del Servizio Foreste e Fauna per alcune aree campione ricadenti nel territorio del PNAB (Dati SFF della PAT).

Area/anno	Densità pre-riproduttiva (capi tot/100ha)													
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Pian della Nana	10	12,5	5	7,5	7,5	2,5	5	7,5	5	1,3	0,3	0,3	0,3	1
Alpe Flavona	0	0	0	0	0	0	1	0	0,5	1	1,3	0,3	0,3	1
Daone-Val Bona	7,8	6,7	1,1	4,4	2,2	3,3	3,3	1,1	2,2	3,3	2,2	/	/	/
Spinale Grosté	4,6	3,1	3,9	5,4	3,8	3,1	3,8	2,3	3,8	4,6	4,6	3,8	0,8	/
Daone-Val di Fumo	/	/	/	/	2,2	0	/	2,8	3,6	0,8	1,2	/	/	0,8

Dalla tabella 7.7.2 si intuisce che, almeno nelle aree sottoposte a monitoraggio, la densità pre-riproduttiva sia in forte calo da più di 10 anni, tanto che la specie sembra non essere più presente in alcune zone storicamente popolate (Forti, 2014)

Negli anni successivi al 2011, il servizio Foreste e Fauna della PAT ha ritenuto necessario riorganizzare le aree censite, preferendo diminuire il numero delle aree di saggio a favore della superficie di ciascuna di esse. In conseguenza di ciò, le serie storiche non sono facilmente confrontabili.

### 7.7.3 Il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*)

In generale l'alterazione degli habitat ad opera delle attività umane è la causa principale della perdita di biodiversità in tutto il mondo (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Un chiaro esempio è relativo al declino del gallo cedrone a causa delle utilizzazioni forestali troppo intensive (Storch, 2000, 2007; Miettinen, 2008) o le formazioni forestali immature per fini produttivi (non c'è tuttavia una evidenza scientifica che confermi ciò detto) (Sirchia et al., 2010). Le cause più importanti del declino sono la riduzione numerica degli individui, la distruzione ed il degrado delle aree di accoppiamento e, a scala più ampia, la perdita e la frammentazione degli habitat considerati più idonei, dovuta a fattori antropici ma anche naturali (PNAB, 2013). A queste si aggiungono molto probabilmente

gli effetti dei cambiamenti climatici (Moss et al., 2001) ed una eccessiva pressione venatoria. Inoltre, le Alpi rappresentano la catena montuosa più sfruttata dalle attività turistiche, portando oltre 150 milioni di visitatori in ambienti fino a poco tempo fa lasciati indisturbati (Rotelli, 2006).

Come detto poc'anzi, questo tetraonide, oltre ai cambiamenti climatici, è molto sensibile anche a disturbi antropici: per cercare di quantificare questa relazione, l'Ufficio Faunistico del PNAB, nel biennio 2007/2008, ha studiato l'influenza del disturbo antropico sulla distribuzione effettiva della specie (PNAB, 2013).

La sovrapposizione operata tra la distribuzione reale della specie ed il modello di idoneità prodotto su scala provinciale (Figura 7.7.3) (Mustoni et al., 2008) mostra un marcato sottoutilizzo delle aree potenzialmente idonee, in quanto su un'area potenziale di 19102,7 ha, solo 3852,1 ha sono effettivamente occupati dalla specie (PNAB, 2013)

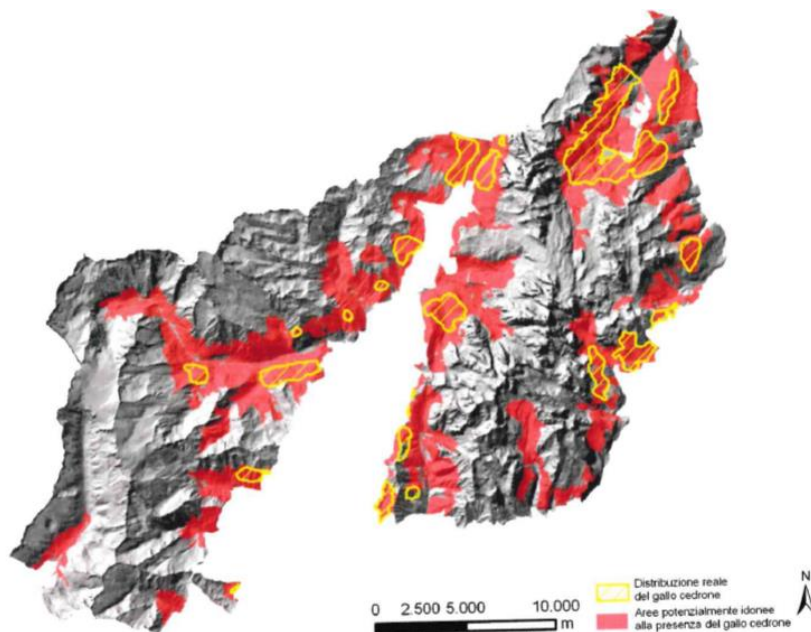


Figura 7.7.3: Sovrapposizione delle aree di presenza del gallo cedrone e quelle potenzialmente idonee alla specie all'interno del PNAB (PNAB, 2010)

Sulla base di queste considerazioni, si suppone che l'assenza di specie in almeno una parte delle zone descritte come idonee possa essere dovuta alla presenza dell'uomo e delle sue attività (non considerate nella creazione della carta di idoneità alla presenza della specie).

Dopo aver cartografato le potenziali fonti di disturbo di origine antropica, precedentemente ricercate in bibliografia, la loro distribuzione è stata confrontata con quella del gallo cedrone.

Le analisi condotte hanno confermato che il gallo cedrone tende ad occupare zone a basso disturbo antropico, soprattutto nel periodo dei canti e nel periodo riproduttivo in generale. Una significativa influenza sulla distribuzione della specie è risultata nelle aree dove sono praticati gli sport invernali, mentre in aree a basso disturbo il gallo cedrone ha mostrato una distribuzione compatibile con le idoneità del Modello di Valutazione ambientale.

#### **7.7.4 Il camoscio (*Rupicapra rupicapra*)**

Nell'area del Parco è stato condotto uno studio per monitorare la massa corporea di tre popolazioni di camoscio presenti nei tre principali distretti montuosi (Brenta: 263 km<sup>2</sup>, Presanella: 146 km<sup>2</sup>, Adamello: 373 km<sup>2</sup>)

Lo studio ha previsto l'analisi della massa eviscerata di 10.455 camosci di 1,5 anni di età cacciati durante il periodo autunnale (metà settembre-fine dicembre) dal 1979 al 2010.

I risultati hanno evidenziato che la massa corporea dei camosci di 1,5 anni è fortemente diminuita tra il 1979 e il 2010, in tutte e tre le popolazioni. L'entità della diminuzione varia in funzione del sesso e della popolazione considerata. Tuttavia in generale si può affermare che le riduzioni di massa sono state più accentuate negli individui di sesso maschile e il sito dove questo riscontro è stato minore è il massiccio del Brenta.

Per quanto riguarda la densità della popolazione, si è registrato un aumento a metà degli anni '90, in occasione di controlli e regolamentazioni più severe nella caccia, poi la densità è ricominciata a diminuire.

Per concludere, il declino della massa sembra essere collegato oltre alla densità locale delle popolazioni (cfr figura 4 e 5), fenomeno piuttosto comune tra gli ungulati (Skogland, 1985; Sinclair et al., 1985; Myrnerud et al., 2001; Toigo et al., 2006), anche all'aumento della temperatura (cfr figura 4 e 5), mentre non sono risultati significativi i cambiamenti relativi alla produttività e fenologia della vegetazione, misurata tramite il Normalized Difference Vegetation Index (NDVI; Mason et al., 2014).

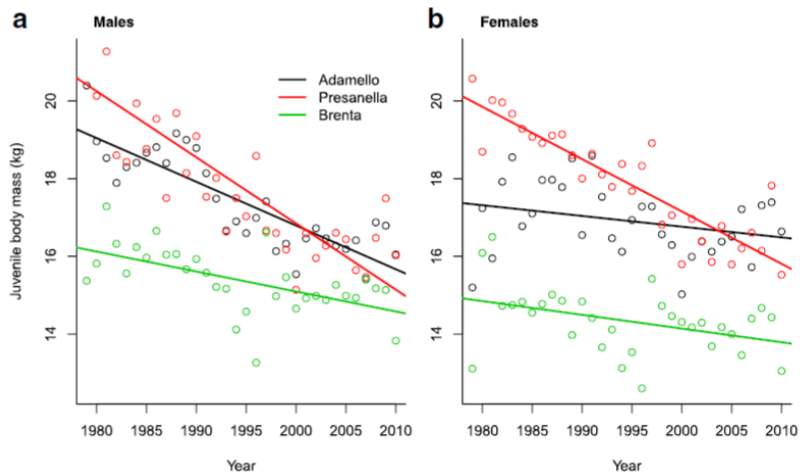


Figura 7.7.4: Trend della massa corporea dei camosci maschi (a) e femmine (b) di 1,5 anni. I punti corrispondono alla massa stimata standardizzata al giorno 300 dell'anno secondo il calendario Juliano (Mason et al., 2014)

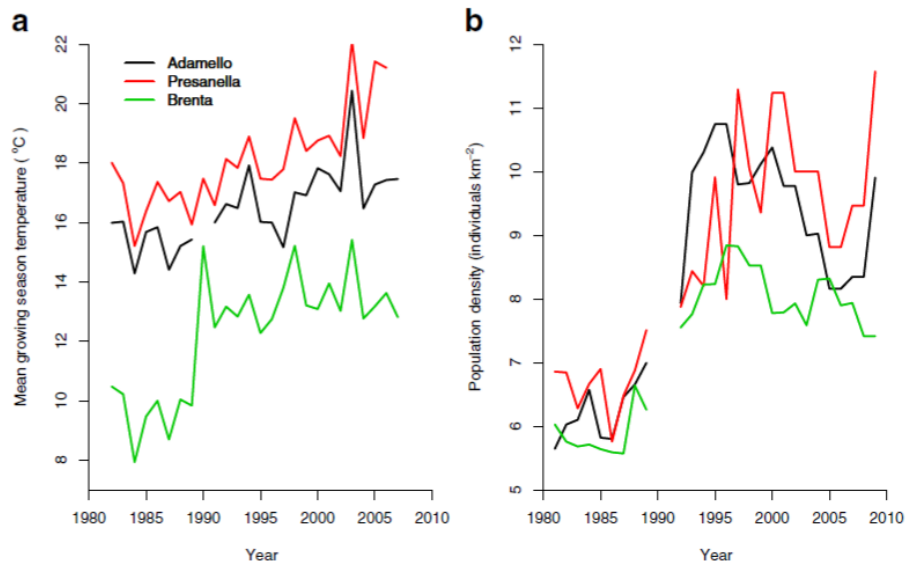


Figura 7.7.4.1: Trend delle temperature medie durante il periodo di crescita della vegetazione (a) e trend della densità di popolazione (b) (Mason et al., 2014)

### 7.7.5 Il cervo (*Cervus elaphus*) e il capriolo (*Capreolus capreolus*)

Queste due specie sono tra gli ungulati europei più comuni (Apollonio et al., 2010). In particolare, nella Provincia di Trento, il cervo sta vivendo un costante aumento, con la colonizzazione di nuove aree e l'aumento delle densità in diverse aree stabilmente occupate mentre il capriolo ha mostrato in diverse aree una riduzione delle densità. Tale riduzione non è localizzata solo in Provincia di Trento ma è stata registrata anche in altre

aree in Italia ed è stata associata ad una alta pressione venatoria, ai cambiamenti ambientali in atto e a fenomeni di competizione interspecifica (Carnevali et al., 2009; Pelliccioni et al., 2013).

Uno studio condotto su tutto il territorio del Parco e nelle aree circostanti per un raggio di 5 km ha descritto i cambiamenti d'uso del suolo verificatesi tra il 1973 e il 2011 mediante fotointerpretazione e i relativi effetti sull'andamento delle popolazioni di cervo e capriolo, la cui consistenza è stata stimata mediante indici cinegetici.

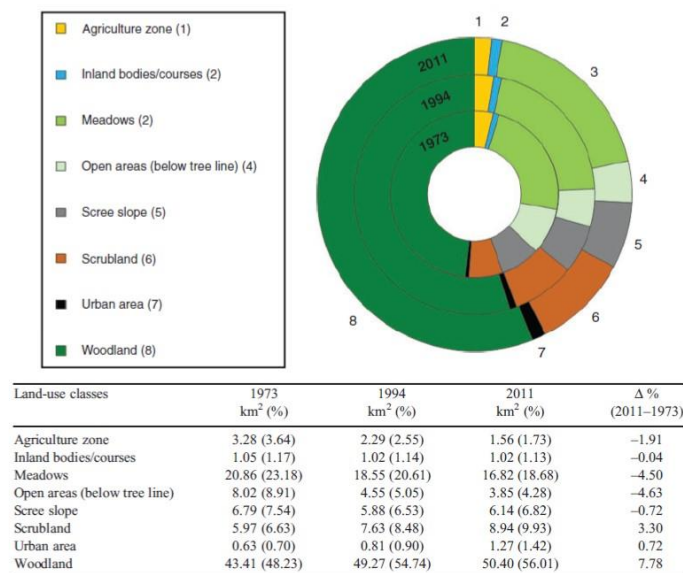


Figura 7.7.5: Ripartizione degli usi del suolo nei 10 siti campione. Tale elaborazione è stata realizzata mediante l'analisi di ortofoto in 3 anni diversi (1973, 1994, 2011) (Chirichella et al., 2017)

I risultati ottenuti sono coerenti con le dinamiche rilevate anche in Europa, soprattutto per le zone montuose, dove sono stati abbandonati molti terreni (Stoate et al., 2009; Lambin & Meyfroidt 2011; Melendez-Pastor et al., 2014).

Inizialmente l'abbandono dell'agricoltura ha effetti positivi per il capriolo, in quanto si creano ampie aree ecotonali, ambienti d'elezione per questo ungulato, tuttavia questo vantaggio non è destinato a durare a lungo, a causa della sostituzione delle aree aperte di media montagna con il bosco (Chirichella et al., 2017). L'espansione del cervo è risultata facilitata dall'espansione del bosco e, in aggiunta, sono emersi segnali di interazione

negativa tra le due specie (l'aumento del cervo risulta una concausa della riduzione dei caprioli; Chirichella et al., 2017)

## 7.8 Legenda codici Habitat Natura 2000

Tabella 7.8: legenda codici Habitat Natura 2000

CODICE	NOME HABITAT NATURA 2000
8120	Ghiaioni calcarei e scistocalcarei montani e alpini
8210	Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica
6170	Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine
8240	Pavimenti calcarei
4070	Boscaglie di <i>Pinus mugo</i> e di <i>Rhododendron hirsutum</i> ( <i>Mugo-Rhododendretum hirsuti</i> )
9410	Foreste acidofile montane e alpine di <i>Picea</i> ( <i>Vaccinio-Picetea</i> )
9422	Foreste di <i>Larix decidua</i> e/o <i>Pinus cembra</i>

# Ringraziamenti

In questi anni di studio ho conosciuto moltissime persone, che, in un modo o nell'altro, hanno contribuito a rendere la persona che sono ora. Non riuscirò mai a ringraziarle tutte, perchè sono davvero numerose.

In primis devo ringraziare i miei genitori, che mi hanno sempre sostenuto e dato la possibilità di intraprendere questa fantastica avventura, cito anche la mia fidanzata Annalisa, che, con i suoi incoraggiamenti, mi ha convinto a non mollare nonostante le varie insidie.

Un grande grazie va al personale del Parco Naturale Adamello Brenta, che mi ha ospitato durante questi due anni di tirocinio, in particolare Andrea Mustoni, Roberta Chirichella, Marco Armanini e tutti gli operatori del Settore Ricerca Educazione. Ognuno di loro ha contribuito nella stesura della tesi, nonché ad aumentare le mie conoscenze e a crescere a livello personale, facendomi sentire un loro collega. Ringrazio anche i miei coinquilini che, nonostante a volte ci siano state delle discussioni, hanno sempre tenuto un clima di allegria in casa.

Ringrazio di cuore anche Mauro Gobbi e Valeria Lencioni del Muse di Trento con tutti i loro colleghi, che mi hanno fatto scoprire l'entomofauna di incontaminati ecosistemi alpini, nonché hanno contribuito ad aiutarmi nella stesura della tesi, fornendomi numerosi articoli bibliografici.

Cito anche il mio relatore Augusto Zanella, senza il quale non avrei potuto fare qualche interessante considerazione sui suoli e sulla vegetazione.

Infine, ringrazio la meravigliosa Val Rendena che mi ha ospitato in questo lungo periodo, per i suoi incantevoli scorci e per le fantastiche persone che la abitano, in quanto mi hanno fatto sentire un loro compaesano.