

ALMA MATER STUDIORUM UNIVERSITA' DI BOLOGNA

SCUOLA DI AGRARIA E MEDICINA VETERINARIA

Corso di Laurea in Produzioni Animali e Controllo della Fauna Selvatica
curriculum in Controllo della Fauna Selvatica

**La marmotta alpina (*Marmota marmota*)
nel Parco Naturale Adamello Brenta: dai
rilievi di campo ai modelli predittivi**

Tesi di laurea di
Giulia Ferrari

Relatore:
Chiar.mo Prof. Dino Scaravelli

Correlatore
Dott. Andrea Mustoni

Anno Accademico 2012-2013

SESSIONE III

*Ai miei genitori,
a mia sorella,
a Federico*

INDICE

CAPITOLO 1: Introduzione.....	6
<i>Scopi della ricerca</i>	9
CAPITOLO 2: Area di Studio.....	10
<u>2.1 Il Parco Naturale Adamello Brenta</u>	10
2.1.1 Cenni storici.....	10
2.1.2 Geografia	11
2.1.3 Geologia.....	14
2.1.4 Vegetazione	16
2.1.4.1 Copertura vegetale.....	16
2.1.5 Fauna.....	22
2.1.5.1 Mammiferi.....	22
2.1.5.2 Uccelli.....	47
2.1.5.3 Altri vertebrati.....	54
<u>2.2 Il Brenta Nord Occidentale</u>	55
2.2.1 Valle del Vento e Prà Castron.....	58
2.2.2 Val Centonia	59
2.2.3 Val Gelada.....	59
2.2.4 Zona Malga Vagliana.....	60
2.2.5 Zona Monte Spinale	61
2.2.6 Passo Grostè, Pietra Grande e Orti della Regina.....	63
2.2.7 Vallesinella	64
2.2.8 Val di Brenta.....	66
2.2.9 Val Fracinglo: Val Larga e Val Stretta	67
2.2.10 Valàgola e Val di Nardis	68
2.2.11 Palon dei Mughì e Val di Sacco.....	69
CAPITOLO 3: La marmotta alpina (<i>Marmota marmota</i>)	71
<u>3.1 Inquadramento sistematico e filogenesi</u>	71
3.1.1 Famiglia <i>Sciuridae</i>	73
3.1.2 Tribù <i>Marmotini</i>	74

3.1.3 Genere <i>Marmota</i>	76
<u>3.2 Distribuzione e conservazione</u>	78
<u>3.3 Morfologia</u>	80
3.3.1 Dimensioni.....	80
3.3.2 Dentatura.....	80
3.3.3 Dimorfismo sessuale.....	81
3.3.4 Caratteristiche corporee.....	82
<u>3.4 Ecologia</u>	83
3.4.1 Habitat.....	83
3.4.2 Interazioni con l'ambiente.....	85
3.4.3 Regime alimentare.....	86
<u>3.5 Etologia</u>	88
3.5.1 Organizzazione sociale.....	88
3.5.1.1 Comportamenti sociali.....	90
3.5.1.2 Comportamenti riproduttivi.....	93
3.5.1.3 Nuovi nati e interazione con i genitori.....	94
3.5.1.4 Dispersione.....	95
3.5.1.5 Territorialità.....	96
3.5.2 Ciclo biologico annuale.....	98
3.5.2.1 Stagione attiva.....	99
3.5.2.2 Riproduzione.....	101
3.5.2.3 Letargo.....	102
3.5.3 Il sistema di tane.....	107
3.5.4 Strategie antipredatorie.....	111
CAPITOLO 4: Materiali e metodi	113
<u>4.1 Monitoraggio sul campo</u>	113
4.1.1 Il rilievo delle colonie di marmotta alpina.....	114
4.1.1.1 Generalità sui censimenti della marmotta alpina.....	114
4.1.1.2 Il censimento della marmotta alpina del 1997.....	116
4.1.1.3 Il metodo adottato nello studio: il conteggio a vista sulle colonie.....	118
4.1.1.4 Periodo e tempi di studio.....	120
4.1.1.5 Strumentazione.....	121
<u>4.2 L'archiviazione e l'analisi dei dati</u>	123
4.2.1 Il Software GIS (Geographic Information System).....	123

4.2.2 Caratterizzazione dei nuclei e confronto tra le colonie storiche e quelle recenti.....	128
4.3 Il Modello di Valutazione Ambientale.....	129
4.3.1 Modelli di Valutazione Ambientali Qualitativi nel Parco Naturale Adamello Brenta: Modello basato sulla Caratterizzazione per Unità Territoriali (CUT)	132
4.3.1.1 Individuazione dei dati di partenza	134
4.3.1.2 Delineazione di una superficie per la quale calcolare il modello.....	135
4.3.1.3 Individuazione delle Unità Territoriali.....	135
4.3.1.4 Scelta dei fattori ambientali e delle rispettive classi da considerare.....	135
4.3.1.5 Calcolo dell'indice di selezione per ogni classe dei rispettivi fattori ambientali	145
4.3.1.6 Ricavare i grafici dei dati contenuti all'interno delle classi definite per i fattori ambientali analizzati	147
4.3.1.7 Individuazione di valori di idoneità ambientale da attribuire alle unità territoriali e produzione di un tematismo GIS sulla distribuzione della marmotta alpina.....	147
CAPITOLO 5: Risultati	149
5.1 Censimento 2013 e confronto con i dati del 1997.....	149
5.1.1 Analisi generali	149
5.1.1.1 Diffusione della marmotta alpina all'interno del Brenta Nord - Occidentale	153
5.1.1.2 Griglia di distribuzione della marmotta alpina	159
5.1.2 Analisi sulla struttura della popolazione.....	161
5.1.3 Analisi sull'utilizzo dell'habitat	164
5.1.4 Il Modello di Valutazione Ambientale	173
5.1.4.1 Le scale di merito.....	173
5.1.4.2 La rappresentazione cartografica del modello	179
CAPITOLO 6: Discussioni e conclusioni.....	186
Allegati	206
Bibliografia.....	208
Ringraziamenti	219

CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

L'analisi delle popolazioni animali e vegetali è sempre stata al centro degli interessi umani: nella storia antica l'attenzione a questi temi era prettamente improntata alla sopravvivenza, con l'evoluzione nella società umana, a questo interesse "di base" si è andato ad aggiungere quello più marcatamente scientifico (Affini, 2006).

Se dapprima il concetto di analisi sulle densità di popolazioni poteva intendersi come uno studio effettuato solo su di un numero ristretto di specie ritenute importanti, nel tempo si è andato ad integrarsi con l'analisi di tematiche più ampie come le valutazioni sulla qualità ambientale o lo studio delle modificazioni climatiche, coinvolgendo conseguentemente specie ritenute, sino a poco tempo fa poco importanti (Affini, 2006).

All'interno di questo quadro generale, la marmotta alpina (*Marmota marmota* L., 1758) costituisce una specie di certo interesse naturalistico.

Essa è un animale dalle discrete dimensioni e una delle specie emblematiche del paesaggio alpino, sensibile indicatore dei cambiamenti climatici e dell'ambiente circostante che e la cui distribuzione può fornire informazioni utili per indirizzare le politiche di gestione del territorio.

Specie di grande valore ambientale per i complessi aspetti ecologici ed etologici che racchiude e che tuttavia non gode storicamente di particolari attenzioni in merito al monitoraggio e alla ricerca scientifica.

Le abitudini diurne, unitamente all'habitat di ambiente aperto e alla presenza di tane, ne rendono agevole l'individuazione e l'osservazione da parte dell'uomo. Di pari passo rappresenta quindi una grande attrazione per il pubblico generale, sia per la sua elevata visibilità, sia per l'essere correlata in modo diretto ad ambienti di grande effetto empatico. Questo si rispecchia in un grande interesse per la sua presenza e nella forte attenzione per la sua conservazione e mantenimento.

La marmotta è molto comune e diffusa su tutte le Alpi in modo continuo (Lapini, 1993), pur con diverse densità da zona a zona (in genere maggiori nelle Alpi Occidentali), pertanto il suo impatto quale consumatore primario nell'ecosistema in cui vive, la prateria alpina, è elevato.

Inoltre, pur non presentando particolari problemi di tipo conservazionistico, la

sua presenza si ripercuote positivamente su quella di altre specie minacciate o di maggior pregio: questo poiché è la preda principale dell'aquila reale (*Aquila chrysaetos*) (Borgo e Mattedi, 2003a) e occasionalmente di altre specie "pregiate", quali ad esempio il gipeto (*Gypaetus barbatus*). Questo fatto permette anche una minor pressione predatoria su gruppi tassonomici di maggior pregio conservazionistico (Borgo e Vettorazzo, 2008).

Le tane scavate dalla marmotta ospitano altresì una microfauna invertebrata caratteristica, che costituisce una risorsa di cibo per diversi uccelli insettivori.

Un apporto benefico è portato anche alla qualità floristica dei biotopi in cui vive: infatti, un foraggiamento moderato da parte delle marmotte riduce la dominanza delle specie più rappresentate, creando le condizioni per il rafforzamento di altre specie (Del Moral, 1984).

L'elevata importanza ecologica ne rende quindi prioritario uno studio costante, al fine di prevenirne eventuali futuri mutamenti nella *life history* o nella distribuzione, riconducibili ad esempio ai cambiamenti climatici.

Inoltre, una buona conoscenza della specie è sempre necessaria prima di eseguire operazioni di reintroduzione; operazioni che, nel caso della marmotta alpina, sono state frequenti sia sulle Alpi Orientali sia in altre catene montuose come gli Appennini o i Pirenei (Ferri *et al.*, 1988; Borgo e Mattedi, 2003b; Borgo *et al.*, 2008; Lopez *et al.*, 2008).

Finora la marmotta in Provincia di Trento è stata oggetto di pochi studi scientifici, in ambiti diversi da quello ecologico; nei suoi confronti sono state intraprese azioni di monitoraggio occasionale effettuate nelle diverse aree protette allo scopo di registrare la presenza generalizzata della specie.

Le uniche informazioni storiche di dettaglio sull'ecologia della marmotta, disponibili in ambito provinciale, sono riferite ad uno studio realizzato dal Parco Naturale Adamello Brenta (1997) sulla distribuzione della specie all'interno del territorio dell'area protetta e i risultati, peraltro frammentari, delle opere di reintroduzione e *restocking* effettuate dall'Associazione Cacciatori Trentini.

In tale situazione è emersa la necessità di dare inizio ad una raccolta sistematica di informazioni sulla distribuzione e sulla consistenza delle popolazioni presenti.

Per questo motivo il Parco Naturale Adamello Brenta ha intrapreso un

progetto pluriennale incentrato sulla marmotta, all'interno del quale si colloca il presente studio.

Più in particolare il presente studio si è concentrato nell'area situata nel Brenta nord - occidentale, dove la presenza della marmotta risulta essere storica e la popolazione sembra essersi espansa negli ultimi decenni colonizzando nuove porzioni di territorio.

La presente ricerca ha avuto come primo interesse, quello di poter verificare questa ipotesi e le modalità di colonizzazione delle aree, oltre a valutare i fattori ambientali posti alla base delle scelte ecologiche, territoriali e comportamentali.

Lo studio quindi ha avuto una lunga e complessa fase di campo, per poter valutare presenze e strutture dei diversi gruppi famigliari, a cui sono seguite le indagini e le elaborazioni delle informazioni.

Per comprendere meglio la situazione è stato inoltre elaborato un modello di valutazione ambientale (MVA), utile ad indagare le potenzialità delle diverse porzioni dell'area nei confronti nella presenza della specie.

SCOPI DELLA RICERCA

In sintesi il presente studio ha cercato di colmare alcune lacune sulle conoscenze scientifiche su di una specie, che a fronte di un'indiscutibile importanza ecologica e sociale, rimane ancora poco conosciuta.

Il presente studio si è posto diversi obiettivi, che interessano vari aspetti della biologia della marmotta alpina. In particolare i punti salienti dell'indagine sono stati riferiti ai seguenti punti:

- Sperimentazione delle metodologie di monitoraggio adatte per la marmotta alpina;
- Confronto tra i dati ottenuti durante il monitoraggio recente e i risultati derivati dal censimento risalente al 1997, in modo da evidenziare le differenze riscontrate e gli aspetti comuni;
- Approfondimento delle conoscenze sulla selezione dell'habitat da parte della marmotta, i parametri ambientali che ne influenzano la scelta e lo studio dell'*home - range* delle famiglie e degli individui;
- Applicazione di un Modello di Valutazione Ambientale esteso a tutta l'area del Parco, volto a confrontare la distribuzione potenziale della specie con quello reale, nell'obiettivo di evidenziare le eventuali incongruenze.

Attraverso le diverse componenti dello studio e le metodiche intraprese, si è cercato di avere un approccio il più possibile olistico nei confronti del tema della conservazione della marmotta alpina, con l'obiettivo di dare un contributo alla conservazione della specie a livello alpino.

CAPITOLO 2: AREA DI STUDIO

2.1 Il Parco Naturale Adamello Brenta

2.1.1 Cenni Storici

I due maggiori parchi naturali del Trentino, il Parco Adamello Brenta e il Parco di Paneveggio - Pale di San Martino, furono individuati nel primo Piano Urbanistico della Provincia Autonoma di Trento nel 1967 in un momento in cui alle problematiche di salvaguardia ambientale si anteponeva l'interesse per un forte sviluppo economico. Tali aree, delimitate in considerazione alla conformazione naturale del territorio, si vollero mantenere integre e incontaminate da opere dell'uomo: pertanto venne vietata l'edificazione e vennero dettati dei criteri ai quali doveva uniformarsi la pianificazione comprensoriale. In questo modo si provocò allarme fra le popolazioni locali perché questo venne interpretato come un'imposizione che comportava una serie di vincoli e divieti con un conseguente freno allo sviluppo economico. Solo negli anni successivi al piano, contraddistinti dai problemi dell'inquinamento, dell'urbanesimo e del degrado ambientale, si incominciò a comprendere l'importanza del territorio e l'esigenza diffusa della protezione dell'ambiente, inteso non solo come paesaggio, ma come un insieme di complessi equilibri e di rapporti tra flora, fauna, acqua, aria, suolo e uomo (Fig. 1).

Alla delimitazione dei confini non seguirono però politiche e normative specifiche per la gestione del Parco; servirono venti anni (Legge Provinciale n. 18 del 1988), prima che la gestione del territorio per la tutela e la valorizzazione delle caratteristiche ambientali, naturalistiche, storiche ed economiche venisse affidata all'Ente Parco Adamello Brenta (Flaim, 1992; Fronza *et al.*, 1997).



Figura 1: Logo Parco Naturale Adamello Brenta (foto da web)

2.1.2 Geografia

Il Parco Naturale Adamello Brenta è situato nelle Alpi Retiche, nella parte centro-orientale della catena alpina, nel territorio della Provincia Autonoma di Trento. Con una superficie di 61.864 ha, oltre ad essere l'area protetta di maggiore estensione del Trentino è anche una delle più vaste delle Alpi (Fig. 2).



Figura 2: Localizzazione Parco Naturale Adamello Brenta (foto da web)

I suoi confini comprendono due gruppi montuosi separati dal solco della Val Rendena - Madonna di Campiglio: ad occidente gran parte dei massicci

dell'Adamello - Presanella con il bacino idrografico del Sarca di Genova e del Sarca di Nambrone e ad oriente il Gruppo dolomitico del Brenta.

La continuità territoriale è assicurata da una fascia naturale all'altezza di Passo Campo Carlo Magno che individua un corridoio ecologico, consentendo interscambi biologici fra le due zone.

Si rileva che i confini del parco non comprendono un territorio a spiccata unità geografica, in quanto i due blocchi sono caratterizzati da una considerevole diversificazione ambientale: il Gruppo Adamello - Presanella, è costituito da rocce granitiche di origine vulcanica intrusiva ed ha confini coincidenti con quelli idrografici e nette barriere ecologiche rappresentate dai ghiacciai e dalle linee di cresta; il Gruppo di Brenta, ha confini orografici corrispondenti con le varie vallate che lo imbasano.

Tra le vette delle due catene spiccano per importanza alcune cime che superano i 3000 m s.l.m.: il Carè Alto (m 3.462), il Corno di Cavento (m

3.402), il Crozzon di Làres (m 3354), il Monte Fumo (m 3.418), il Monte Mandrone (m 3283) e la Presanella (m 3556).

Caratteristica è la presenza di alcuni ghiacciai che tuttavia da alcuni decenni si trovano in una fase di regresso più o meno accentuato: la vedretta di Làres, la vedretta della Lobbia, la vedretta del Mandrone, che fino a cinquanta anni fa era considerata la più grande colata di ghiaccio del versante italiano delle Alpi, ed infine il ghiacciaio della Presanella.

L'esistenza di un substrato geologico di tipo cristallino condiziona fortemente gli aspetti idrologici del Gruppo Adamello - Presanella, essendo alla base della sua ricchezza di acque superficiali. Numerosi corsi d'acqua perenni solcano le valli di questo settore del Parco. Numerosi sono anche i laghi alpini di origine glaciale, quasi tutti di modesta estensione.

Il settore occidentale dell'area protetta è delimitato a nord dalla Val di Sole, ed est dalle valli Meledrio, di Campiglio e Rendena; verso sud dal solco delle valli Giudicarie inferiori e dalla Val Daone. Le principali valli sono, da nord verso sud, la Val Nambrone, la Val di Genova, la Val Borzago, la Val di S. Valentino e la Val Breguzzo.

Degna di nota è la Val di Genova, delineata dall'ampio modellamento glaciale che si apre tra i massicci tonalitici della Cima Presanella, Monte Adamello (m 3554) e Carè Alto, snodandosi per 17 km dal paese di Carisolo (Val Rendena) fino alle lingue glaciali della Vedretta della Lobbia e del Mandrone.

Ad essa spetta il primato nell'ambito alpino per la portata idrica del suo corso principale, il Sarca, rapportata alle dimensioni del bacino imbrifero.

Nel settore orientale l'ambiente cambia completamente, e da un paesaggio granitico si passa ad una conformazione di tipo dolomitico: il Gruppo di Brenta.

Esso è composto in prevalenza da dolomie e calcari, a base di calcio e magnesio, originatesi in seguito alla sedimentazione di alghe e coralli sui fondali di antichi mari. Questa struttura geologica, particolarmente soggetta ai fenomeni di disgregazione, è responsabile della particolare morfologia del gruppo, caratterizzato da guglie, campanili e torrioni alla cui base si accumulano imponenti falde detritiche.

Le vette più elevate del gruppo montuoso sono la Cima Brenta (m 3.150) e la Cima Tosa (m 3.173).

A causa dell'elevata permeabilità delle rocce calcaree e dolomitiche il reticolo

idrografico è prevalentemente sotterraneo. I corsi d'acqua che solcano le valli sono per lo più attivi in concomitanza con il disgelo o con periodi piovosi.

I laghi sono rari e solitamente di ridotta estensione e profondità; eccezioni sono costituite dal Lago di Tovel, la cui origine è dovuta allo sbarramento della valle da parte di una frana.

Il settore orientale del gruppo montuoso è delimitato a nord dalla Val di Sole, ad est dalla Val di Non e dall'Altipiano Andalo-Molveno; verso sud dal solco delle Giudicarie superiori e verso ovest dalle Valli Meledrio, di Campiglio e Rendena. Tra le numerose valli che si addentrano nelle Dolomiti di Brenta le principali sono, da nord a sud e da est a ovest: la Val di Tovel, la Valle dello Sporeggio, la Valle delle Seghe, la Val d'Ambiez, la Val d'Algone, la Val Manèz, la Val d'Agola, la Val di Brenta e la Vallesinella.

Il clima riferibile all'area di studio è di transizione tra il prealpino e l'endoalpino, ed è caratterizzato da inverni freddi e secchi ed estati fresche e piovose.

Questo gruppo montuoso non presenta particolari difficoltà nella scelta di zone a protezione integrale, la cui inaccessibilità ha permesso una notevole preservazione dallo sfruttamento umano, come la Valle di S. Maria Flavona, che collega il Passo del Grostè (m . 2.443) alla celebre Valle di Tovel. Quest'ultima è caratterizzata da una ricchezza e un susseguirsi di forme vegetali, condizionate dalle diversità climatiche notevoli; fitti boschi accanto ad ambienti desertici come le "marocche", frane postglaciali, e grande varietà di manifestazioni naturali, biologiche e geografiche.

Questo quadro ambientale accoglie il Lago di Tovel, la cui particolare colorazione rossa durante la stagione estiva è dovuta a un'alga unicellulare microscopica appartenente alle Peridinee: il *Glenodium sanguineum* Marc., tutt'ora presente, ma in numero così ridotto da non suscitare più il meccanismo dell'arrossamento (Flaim, 1992; Fronza *et al.*, 1997).

2.1.3 Geologia

La depressione valliva rendenese, che separa morfologicamente il massiccio Adamello - Presanella dal Gruppo di Brenta corrisponde ad un fascio di fratture che sono conosciute con il termine di "Linea delle Giudicarie Sud" (Fig. 3). Questo lineamento che si sviluppa da Bagolino fino al Dos del Sabion e quindi fino a Dimaro costituisce l'elemento di separazione tra due domini marcati da una diversità geologica e geomorfologia: rocce intrusive, granitiche e granodioritiche ad ovest, corrispondenti al Gruppo dell'Adamello - Presanella, in cui la roccia madre di natura silicea genera suoli a reazione acida; formazioni dolomitiche di natura carbonatica ad est, coincidenti con le Dolomiti di Brenta, da cui si generano suoli a reazione basica. L'assetto geologico attuale è il risultato finale di una sequenza di

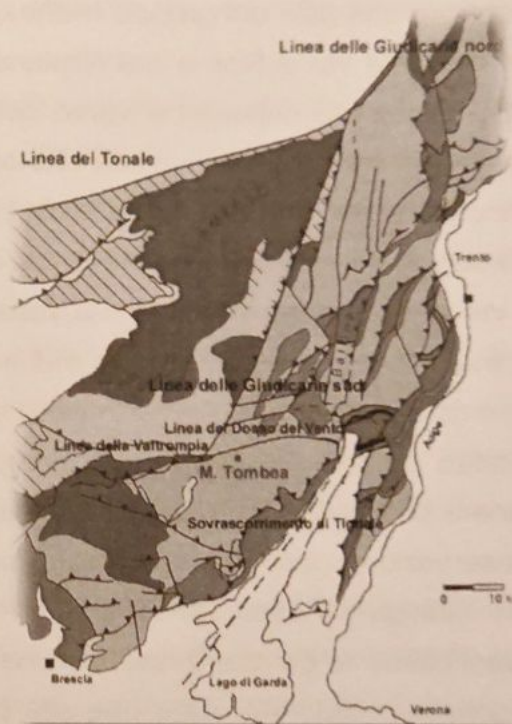


Figura 3: Geologia area delle Giudicarie (foto da web)



Figura 4: Crozzon di Brenta (foto di Ferrari G.)

eventi nei quali la Linea delle Giudicarie ha sempre avuto un ruolo decisamente importante.

La storia geologica del Gruppo di Brenta (Fig. 4) ebbe origine da due processi: il primo di essi fu la sedimentazione che si verificò tra 225 e 65

milioni di anni fa in un ambiente di tipo lagunare, caldo e tropicale, ricco di barriere coralline. Il processo comportò l'accumulo di materiali calcari, inglobanti fossili, conchiglie e scheletri di organismi marini (tra i quali spicca il Megalodon, fossile guida della Dolomia principale, formazione rocciosa che costituisce il cuore del gruppo montuoso) e di altri materiali di trasporto provenienti dalle acque correnti del continente. Inoltre si individuano stratificazioni più o meno orizzontali, originatesi grazie a intervalli nella deposizione di particelle sedimentarie sul fondo di questo antico mare.

Il secondo sviluppo di tettonogenesi si verificò tra i 100 e i 60 milioni di anni fa come conseguenza delle spinte e tensioni innestati dalla deriva dei continenti. Questo processo portò al corrugamento e alla deformazione della zona, provocando la formazione della Falda delle Giudicarie, una tra le grandi lacerazioni e linee di scorrimento che interessano la zona.

Più tardi, nel corso del Terziario (37-24 milioni di anni fa), ad est di questa frattura emerse la piattaforma sedimentaria del Brenta, che venne successivamente modellata da altri fattori fisici: agenti meteorologici, modellamento glaciale, carsismo, ecc.

La Dolomia del Brenta non appare dello stesso tipo di quella delle Dolomiti Occidentali (Gruppo del Sella, Sassolungo, Catinaccio, Marmolada, Sciliar, Latemar, Siusi, Pale d San Martino), in quanto il processo di decomposizione non avvenne su scogliere coralline, bensì sul fondo del mare.



Figura 5: Cima Presanella (foto di Ferrari G.)

La zona occidentale del Parco è caratterizzata da una prevalenza di rocce granitiche e tonalitiche. Queste rocce "giovani" si originarono dai 42 ai 29 milioni di anni fa grazie alla cristallizzazione di roccia fusa (magma) risalita dalle zone profonde della crosta terrestre. La risalita fu però rallentata da una forte viscosità del magma, che si è infine arrestato all'interno della crosta terrestre,

senza uscire in superficie come la lava di un vulcano. In questo modo il raffreddamento è stato rallentato e i singoli cristalli hanno avuto il tempo e la possibilità di organizzare gli atomi che li formano secondo ordinate impalcature, dando luogo ad una roccia completamente cristallina, in cui si possono facilmente riconoscere i singoli minerali che la compongono. Prima di innalzarsi ad ovest della falda giudicarense, il magma raffreddato diede origine alle formazioni di granito dei massicci dell'Adamello - Presanella (Fig. 5) e Tonale (tonalite la cui caratteristica è l'impermeabilità).

La forma a cupola dei Gruppi dell'Adamello - Presanella fu determinata dall'azione della massa sottostante ed intrusiva che premendo verso l'alto fece inarcare le rocce emergenti. Successivamente i fenomeni erosivi degli agenti atmosferici completarono, col passare del tempo, il modellamento delle rocce.

Fra i due gruppi montuosi affiorano le rocce più antiche della zona, che sono chiamate "Scisti di Rendena". Sono rocce metamorfiche, generatesi 300 milioni di anni fa per la trasformazione di rocce preesistenti (Flaim, 1992; Fronza *et al.*, 1997).

2.1.4 Vegetazione

La ricchezza vegetazionale del Parco Adamello Brenta è dovuta in gran parte alla varietà di aspetti morfologici, pedologici e microclimatici che caratterizzano il territorio. Tali diversificazioni determinano la presenza di ambienti e microclimi tra loro anche molto differenti e ciò determina la complessità floristica e vegetazionale.

2.1.4.1 Copertura vegetale

La copertura vegetale è una caratterizzazione strutturale dei diversi ambienti naturali, elencabili in numero di entità separate e relativamente omogenee al loro interno. E' opportuno cogliere l'aspetto dinamico del paesaggio naturale, incentrato sui fenomeni di successione ecologica: tale processo, lento ma incessante, di autocostruzione degli ecosistemi portò alla formazione di uno stadio ad elevato livello di complessità biologica e di equilibrio, a partire da sistemi costituiti da pochi esseri primitivi e da substrati rocciosi e detritici.

La progressione delle diverse specie vegetali presenti nell'area protetta è influenzata dall'azione contrastante di vari fattori climatici, dalle condizioni limitanti della geologia e quindi dalla tipologia di suolo; inoltre, contribuisce ad essa, la trasformazione esercitata dall'uomo con la modificazione dei modelli naturali (coltivazioni, trasformazioni, etc.) oppure con la determinazione di forme regressive (pascoli, steppificazione, utilizzazione irrazionale del bosco). Lo sfruttamento delle risorse naturali ai fini di sussistenza ha infatti condotto a profonde modificazioni dell'ambiente naturale; ad esempio, la composizione e la struttura dei boschi è stata influenzata da pratiche selvicolturali mirate alla produzione di legname di qualità e pezzatura necessarie a soddisfare le esigenze di ogni settore della vita economica e sociale. Dunque la distribuzione di alcune specie arboree è oggi molto diversa da quella originaria.

L'attività antropica ha anche creato alcuni ambienti, quali prati e pascoli, funzionali allo svolgimento di attività produttive di fondamentale importanza per le popolazioni alpine.

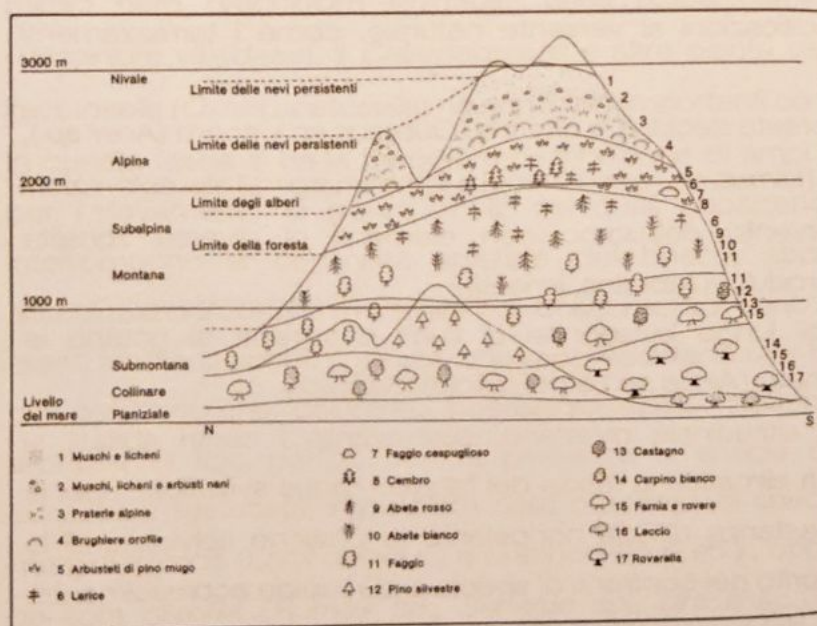


Figura 6: Fascia vegetazionale ambiente alpino (foto da Ferrari C.)

Una prima caratterizzazione è costituita dagli elementi boschivi a spiccata tendenza termofila delle pendici rocciose più basse, dove predominano le compagini submediterranee a carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), roverella

Riferendoci al Parco Naturale Adamello Brenta gli ambienti vegetazionali (Fig. 6) più rappresentativi possono essere delineati a partire dall'orizzonte basale e proseguendo verso le regioni d'alta quota.

(*Quercus pubescens*), rovere (*Quercus petraea*) e orniello (*Fraxinus ornus*) con una discreta partecipazione del castagno (*Castanea sativa*) e del pino silvestre (*Pinus sylvestris*), che presenta una capacità di crescita sui suoli poveri e rocciosi.

Frammiste ad esse si riscontrano spesso radure steppiche a ginestra stellata (*Genista radiata*), laserpizio sormontano (*Laserpitium siler*) e uva ursina (*Arctostaphylo uva ursi*). Queste entità sono diffuse in forma di boscaglia, spesso impervia, nelle localizzazioni più asciutte della cintura periferica basale, specialmente in presenza di matrici carbonatiche.

Una forma sostitutiva è rappresentata dai rimboscamenti artificiali di pino nero (*Pinus nigra*), pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e larice (*Larix decidua*), realizzati nel corso del secolo al fine di accelerare il processo ricostitutivo del suolo. Essi sono presenti sugli accumuli detrito-morenici di base o nelle zone di intensivo pascolamento circostanti agli abitati.

Degno di nota è il paesaggio storicamente determinato dall'uomo con le coltivazioni e le particolarità intercali o di contorno al medesimo. L'ambiente presenta un'illimitata varietà di aspetti biologici e strutturali, talora con rilevanti e caratteristiche modificazioni al versante naturale, come i terrazzamenti agricoli.

Le formazioni della foresta decidua a quercia (*Quercus sp.*), acero (*Acer sp.*), tiglio (*Tilia sp.*) e olmo (*Ulmus sp.*) sono limitati a lembi marginali alle coltivazioni o sostituite dall'intervento dell'uomo con elementi di diversa zonalità ecologica per scopi produttivi (abetine, lariceti).

Nella fascia di fondo, lungo le sponde di fiumi e torrenti, si notano le associazioni dell'ontaneto (*Alnus sp.*) e dei saliceti (*Salix sp.*).

Risalendo nel piano altitudinale montano, sovrastante i centri abitati, si riscontrano per affinità climatica la fascia del faggio (*Fagus sylvatica*), specie mesofila ancora abbastanza diffusa nonostante le pratiche selvicolturali lo abbiano sempre sfavorito nei confronti di specie a più rapido accrescimento. Inoltre si ha la fascia del bosco misto di latifoglie decidue e conifere: ne è esempio la combinazione tra abete bianco (*Abies alba*), acero montano (*Acer pseudoplatanus*) e tasso (*Taxus Baccata*).

Le specie arbustive di questa zona sono rappresentate dal biancospino (*Crataegus monogyna*), dal sambuco nero (*Sambucus nigra*), dal saliccone (*Salix caprea*), dalla madreseiva alpina (*Lonicera alpigena*) e dal caprifoglio nero (*Lonicera nigra*).

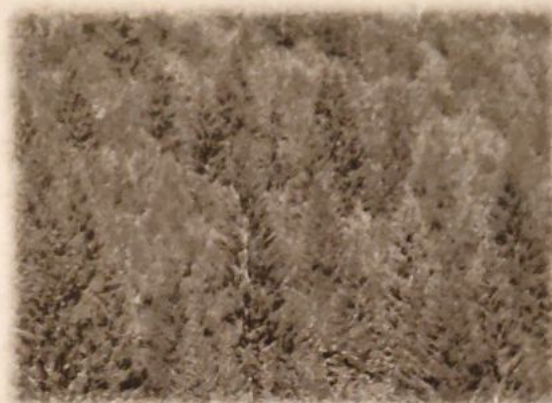


Figura 7: *Pecceta subalpina* (foto di Zibordi F.)

Lungo i versanti a 1400-1500 m d'altitudine si rileva l'ambito delle conifere, con abete rosso (*Picea abies*), larice (*Larix decidua*) e pino mugo (*Pinus mugo*). In questo ambiente si scorgono morfologie differenti a seconda della quota, per arrivare alle formazioni di pecceta subalpina (*Picea abies*), la specie più diffusa, che può formare boschi puri o, più spesso, dare vita ad associazioni miste con l'abete bianco (*Abies alba*) o il larice (*Larix decidua*) (Fig. 7). Tale associazione è spesso interrotta da radure di ericacee: mirtillo nero (*Vaccinium Myrtillus*), erica (*Erica carnea*) e mirtillo rosso (*Vaccinium vitisidaea*), il *Calamagrostis* e altre piante del sottobosco come l'acetosella (*Oxalis acetosella*) ne sono i più importanti componenti.

In questa fascia si ha la maggiore distribuzione di ampi spazi aperti utilizzati per l'allevamento di bovini, molti dei quali appartenenti a malghe, che interrompono la continuità spaziale del bosco, abbassandone il limite altitudinale di 200-300 m tramite il disboscamento. Sono stati in questo modo creati ambienti aperti, i pascoli, che rappresentano una tra le note ambientali più caratteristiche dell'intero paesaggio alpino. Solitamente sono distese erbacee di tipo polifita, con la presenza di specie dominanti (seslerieti, curvuleti e festuceti), intervallate dalla presenza di specie estranee, come i margini a larice (*Larix decidua*) e ontano (*Alnus sp.*), oppure zone composte da flora nitrofila (*Rumex sp.*, *Senecio sp.*, *Urtica sp.*) o a *Nardus stricta*. Quest'ultima è la più diffusa tipologia di pascolo poiché il nardo sopporta bene il calpestio; preferisce terreni cristallini ma è ben diffuso anche sui massicci carbonatici per via dell'acidificazione del suolo prodotta dal bestiame.

Queste "praterie artificiali" rimangono stabili solo se perdura il loro utilizzo. Se

invece questo cessa, il dinamismo vegetale porta ad un rapido cambiamento nella composizione floristica ed al progressivo affermarsi di specie arbustive o anche arboree.

Esistono anche formazioni erbacee primarie, non legate all'azione dell'uomo: sulle rocce dolomitiche prevale l'associazione a sesleria (*Sesleria albicans*) e carice sempreverde (*Carex sempervirens*); carattere più spiccatamente pioniero ha il *Caricetum firmae*, associazione a carice rigida (*Carex firma*), che si sviluppa alle quote più elevate e sui pendii detritici, formando una vegetazione discontinua a zolle costituite dalle gradinate. Negli spazi tra le zolle vi è il substrato minerale.

Nel settore cristallino le associazioni erbacee di quota più diffuse sono il festuceto a festuca (*Festucetum variae*) e, più in alto, il curvuleto a carice curva (*Carex curvula*).

La fascia sommitale delle vegetazione arborea è costituita da lariceti (*Larix decidua*), dai soprassuoli a cembro (*Pinus cembra*) e dalla mugheta (*Pinus mugo*); essi si distribuiscono in maniera specializzata a seconda della posizione e del substrato roccioso sottostante, con la presenza nel sottobosco di rosa alpina (*Rosa pendulina*) e caprifoglio (*Lonicera coerulea*).

A quote più elevate oltre il limite altitudinale della vegetazione scompaiono le forme arboree, gli alberi si diradano e prevalgono gli arbusti come ericacee, salici nani e *Dryas* (giunta dalle regioni polari). Si evidenzia così la fascia tundra artico-alpina, con gli arbusti



Figura 8: mugheta (foto da Archivio PNAB)

“contorti”, quali il pino mugo (*Pinus mugo*) (Fig. 8), il ginepro (*Juniperus communis*) e l'ontano verde (*Alnus viridis*), assieme alle due specie di rododendro, il *Rhododendron ferrugineum* su suoli acidi e il *Rhododendron hirsutum* su suoli basici.

Ad una quota leggermente maggiore si trovano invece gli “arbusti nani” quali

l'azalea delle Alpi (*Loiseleuria procumbens*), il camedrio alpino (*Dryas octopetala*) presente esclusivamente nel Gruppo del Brenta ed i salici striscianti aderenti al terreno: *Salix reticulata*, *Salix retusa* e *Salix herbacea*.

A quota superiore la vegetazione assume una distribuzione discontinua e tende ad occupare solo le posizioni più favorevoli e protette rispetto ai fattori avversi.

Nella zona rocciosa e delle nevi perenni le forme di vita possibile si riducono a microrganismi delle superfici bagnate (alghe e batteri), alle croste licheniche e agli esseri unicellulari presenti sui ghiacciai.

Nell'area protetta si individuano due settori con caratteristiche geologiche completamente differenti, i quali determinano di conseguenza la presenza di due popolamenti floristici diversi. In genere questa differenza non viene osservata nelle aree a vegetazione boschiva, anche se alcune volte dal sottobosco si può rilevare la natura del substrato.

Contrariamente, al di sopra del limite superiore della vegetazione arborea, la tipologia di suolo influenza e condiziona in modo preponderante la crescita delle varie specie vegetali.

Alcune specie sono esclusive della zona calcarea, altre della zona silicea: tra le prime si possono citare *Androsace helvetica*, *Daphne striata*, *Gentiana lutea*, *Papaver rhaeticum*, *Pederota bonarota*, *Physoplexis comosa* e *Thlaspi rotundifolium*; tra le seconde si annoverano *Arnica montana*, *Empetrum nigrum*, *Genziana punctata*, *Rhodiola rosea* e *Soldanella pusilla*.

Considerando i pascoli alpini si notano differenti associazioni vegetali, a causa della presenza di diverse specie: nel settore calcareo i pascoli sono rappresentati da firmeto (*Carex firma*) e dal seslerieto-sempervireto (*Carex sempervirens* e *Sesleria caerulea*); invece nel settore siliceo si evidenziano distese di curvuleto (*Carex curvula*) e nardeto (*Nardus stricta*).

Altri fattori che influenzano la crescita della vegetazione sono di natura climatica (temperatura, luce, precipitazioni, vento) e topografica (altitudine, esposizione).

Le avversità caratteristiche dell'ambiente d'alta quota hanno promosso lo sviluppo di accorgimenti idonei alla conservazione delle specie.

La brevità della stagione vegetativa non consente alle piante di sintetizzare amido necessario per edificare le parti a struttura legnosa, inoltre le minori

dimensioni garantiscono una miglior resistenza nei confronti della neve, del vento e di conseguenza del gelo in quanto grazie alla copertura nevosa rimangono protette. Questa tipologia di piante generalmente perenni sono in grado di fiorire e maturare semi in periodi brevi, per questo motivo l'impollinazione avviene per via vegetativa (asessuata) in quanto, altrimenti, ostacolata dalle particolari condizioni.

La sopravvivenza a climi aridi come quelli d'alta montagna è favorita da adattamenti atti a limitare la traspirazione delle parti aeree, come rivestimenti cerosi o strati isolanti di peli (Barbieri, 1997; Flaim, 1992; Fronza *et al.*, 1997).

2.1.5 Fauna

Il Parco Naturale Adamello Brenta gode di una ricchezza faunistica notevole, grazie all'integrità e alla varietà ambientale del suo territorio. All'interno dell'area protetta è presente la maggior parte delle specie appartenenti alla fauna delle Alpi, tra cui spicca la presenza dell'orso bruno.

Grazie alla molteplicità di progetti promossi dall'ente, molti dei quali tuttora in atto, è stato possibile mantenere intatto l'ambiente naturale ed i relativi ecosistemi al fine di preservare un territorio il meno antropizzato possibile.

2.1.5.1 Mammiferi

Ordine Artiodactyla

Famiglia Bovidae:

- Stambecco (*Capra ibex*): lo stambecco comparve in Europa e sulle Alpi durante la grande glaciazione di Riss (tra 250.000 e 150.000 anni fa), con un areale che comprendeva, oltre all'Italia, gli Stati dell'Europa centrale e occidentale. Dopo l'ultima glaciazione del Wurm (75.000 - 10.000 anni fa), in seguito al ritirarsi dei ghiacci e all'avanzare dei boschi, lo stambecco scomparve dalle Alpi, rimanendo presente solo sull'odierno territorio austriaco dal quale tornò successivamente ad espandere il proprio areale.

In epoca più recente, a partire dal XVI secolo le popolazioni di stambecco hanno subito una notevole e rapida contrazione numerica, dovuta all'azione di sterminio condotta da parte dell'uomo a scopo

venatorio per i trofei, la carne e le proprietà magico - farmaceutiche attribuite al bezoar, concrezioni che si formano nell'apparato digerente dei ruminanti. Verso la fine del XVIII secolo lo stambecco poteva considerarsi estinto in tutte le Alpi centro - orientali e all'inizio del XIX secolo anche su quelle occidentali, dove sopravvisse solo una colonia residua sul massiccio del Gran Paradiso. Grazie alle misure protettive emanate dal Re Vittorio Emanuele II di Savoia la popolazione superstite di stambecco incominciò ad aumentare di consistenza. Nel 1921 venne creata, sempre a partire da animali provenienti dal Gran Paradiso, la prima colonia italiana in quella che era la Riserva Reale di Caccia e che attualmente è il Parco Naturale delle Alpi Marittime. Nel periodo successivo fino ad oggi si sono formate nuove colonie di stambecco grazie ad operazioni di reintroduzione in varie aree dell'Arco Alpino.

Lo stambecco è una specie che si è adattata in modo eccezionale a vivere in alta quota, al di sopra del limite del bosco, nelle aree caratterizzate da pendii ripidi e rocciosi, praterie alpine d'alta quota e impervi canali. Durante l'estate e l'autunno, il fattore che sembra



Figura 9: Giovani maschi di stambecco in Val di Genova nel Parco Naturale Adamello Brenta (foto di Ferrari G.)

condizionare la distribuzione di questo Bovide è l'altitudine (Fig. 9). In queste stagioni, le fasce altitudinali più idonee alla sua presenza sono comprese tra i 2300 ed i 3200 m s.l.m., mentre in inverno lo stambecco si abbassa a quote inferiori, mediamente tra i 1600 e i 2800 m s.l.m. (Mustoni *et al.*, 2002).

Lo stambecco è un ungulato dalla forma robusta, principalmente a

causa delle notevoli masse muscolari che lo costituiscono. L'altezza al garrese degli individui adulti mostra valori compresi tra 69 e 97,5 cm nei maschi e tra 66 e 82 cm nelle femmine; la massa corporea nei maschi varia tra 65 e 130 kg, mentre nelle femmine oscilla tra i 40 e i 65 kg.

Il dimorfismo sessuale è evidente, oltre che per la mole corporea anche per le differenti dimensioni delle corna che sono comunque presenti in entrambi i sessi (Fig. 10). Come in tutti i Bovidi, le corna dello stambecco sono costituite da astucci cheratinici inseriti in cavicchi ossei (*os cornu*), che si dipartono in posizione frontale sul cranio. Nei maschi assumono una forma semicircolare raggiungendo una lunghezza tra 85 e 100 cm, nelle femmine invece hanno dimensioni meno imponenti, raggiungendo, in media, i 20 - 25 cm di lunghezza

(Tosi *et al.*, 2012).



Figura 10: Gruppo di femmine di stambecco con capretti nel Parco Naturale Adamello Brenta (foto di Ferrari G.)

Gli zoccoli hanno la solea e il fettone particolarmente morbidi in modo da permettere un'aderenza eccezionale nella progressione su roccia. Inoltre la notevole divaricazione delle due pinzette,

indipendenti tra di loro nel movimento, consente all'animale di sfruttare due appoggi differenti per arto durante la progressione. La mancanza di plica interdigitale e il bordo esterno delle pinzette poco taglienti, confermano la scarsa attitudine dello stambecco alla progressione su ambienti nevosi e ghiacciati, a differenza di quanto si riscontra nel camoscio (Mustoni *et al.*, 2002).

La reintroduzione dello stambecco nell'area dell'Adamello - Presanella è stata promossa dall'Ente a partire dal 1995. Il "Progetto Stambecco

Adamello" è stato caratterizzato da due fasi di rilascio di individui, dapprima sul Massiccio dell'Adamello e in seguito su quello della Presanella. I 43 individui rilasciati provenivano da due aree differenti, il Parco Naturale delle Alpi Marittime (CN) e il Massiccio dei Monzoni (Gruppo della Marmolada - TN). La scelta delle aree di immissione è avvenuta in seguito alle indicazioni emerse da valutazioni di idoneità ambientale e dell'elaborazione di un apposito studio di fattibilità.

Per quanto concerne la zona Adamello, in Val San Valentino sono stati reintrodotti 23 esemplari. Durante la seconda fase, riguardante il Massiccio della Presanella, nel 1998 è stata creata una neocolonia nell'area della Val di Genova, rilasciando 20 capi totali.

Ogni individuo introdotto nell'area di studio è stato provvisto di radiocollare, in modo da permetterne la localizzazione nell'area, e provvisto di marca auricolare, per favorire l'identificazione anche a distanza (AA.VV., 2006).

Il monitoraggio è tuttora in corso per garantire la gestione ottimale della popolazione presente, studiarne la variabilità genetica e stimarne la consistenza; i dati raccolti indicano che la presenza complessiva della specie all'interno dell'area protetta sia pari a oltre duecento individui.

- Camoscio settentrionale (*Rupicapra rupicapra*): secondo la recente sistematica esistono due specie di camoscio, il camoscio pirenaico (*Rupicapra pyrenaica*) e il camoscio settentrionale (*Rupicapra rupicapra*); tra le sottospecie di quest'ultima, quella alpina è la più numerosa. L'origine zoogeografica ed il centro di speciazione della tribù dei Rupicaprini viene localizzata in Asia sud - occidentale, sul massiccio dell'Himalaya. Da qui, nel corso del penultimo periodo glaciale di Riss (250.000 - 150.000 anni fa), giunsero in Europa i primi antenati degli attuali camosci pirenaici (*Rupicapra pyrenaica*), distribuendosi su tutto l'areale che tutt'oggi è occupato da entrambe le specie. Durante il periodo glaciale del Wurm, anche una seconda specie, antenata dell'attuale camoscio delle Alpi ed evolutasi in Asia centrale, raggiunse l'Europa. Si pensa che tra le due specie si sia instaurata una competizione diretta nella quale il camoscio alpino ha prevalso grazie ad una maggiore idoneità del corpo allo scontro fisico.

Il camoscio è il tipico abitante dell'ambiente alpino e frequenta la fascia altitudinale compresa tra i 1500 m e i 2500 m, al di sopra dei limiti della vegetazione



arborea (Fig. 11).

Figura 11: Camoscio alpino (foto da Archivio PNAB)

Occupa il margine dei boschi misti di conifere e latifoglie ricchi di sottobosco, intervallati da pareti rocciose scoscese, radure e canaloni, i cespuglietti ad ontano o rododendro con larici sparsi, le boscaglie a pino mugo, le praterie, le pietraie e le cenge erbose.

Durante il periodo estivo il camoscio predilige i versanti freschi a quote elevate; invece, con l'avanzare della stagione invernale, gli animali si spostano ad altitudini più modeste al di sotto del limite degli alberi.

La massa corporea varia dai 25 ai 30 kg nelle femmine, con un'altezza al garrese di 66 - 76 cm, mentre nei maschi la massa oscilla tra i 28 e i 45 kg con un'altezza al garrese pari a 76 - 86 cm.

E' caratteristica, in entrambi i sessi, la presenza di corna uncinata di colore nero ad accrescimento annuale. Il dimorfismo sessuale è poco accentuato, al di là di un aspetto più massiccio della corporatura dei maschi e differenze nelle corna, che sono più spesse alla base e maggiormente uncinata nei maschi.

I bordi taglienti dello zoccolo aumentano l'aderenza sui substrati duri come la roccia e il ghiaccio, mentre la soletta morbida ed elastica facilita l'aderenza sulla roccia più liscia. Tra le due dita è sottesa una plica cutanea che, grazie alla divaricazione delle dita, aumenta la superficie d'appoggio del piede e di conseguenza il peso viene distribuito su una superficie più estesa, consentendo all'animale di non sprofondare su substrati poco compatti come la neve fresca (Mustoni *et al.*, 2002).

In Provincia di Trento la gestione della specie viene effettuata in 28

aree faunistiche, di cui quattro all'interno dell'area del Parco (Brenta, Daone, Lares e Val di Genova) comprendenti il 40% del totale della popolazione dell'intera provincia, con densità e distribuzione ottimali rispetto alla superficie degli areali. Il monitoraggio viene eseguito con censimenti biennali o annuali. Le popolazioni sono soggette a controlli sanitari e a un prelievo venatorio selettivo che comporta l'accompagnamento obbligatorio da parte di guardiacaccia o cacciatore esperto. Durante il 2007 e il 2008 il Parco ha portato a termine il "progetto Camoscio", nel quale si descrivono le due metodologie di cattura della specie (reti a caduta e trappole a rete in punti di passaggio obbligato) allo scopo di munire gli individui di radiocollare (AA.VV., 2007).

- Muflone (*Ovis musimon*): questo Ungulato è stato importato in Occidente dall'uomo. Infatti il muflone arrivò in Sardegna intorno al 6000 a.C. proveniente dal Medio Oriente e trasportato da popoli orientali in migrazione verso occidente. Dopo aver trascorso molti secoli in Sardegna, dove ha costituito popolazioni selvatiche ben diffuse, e successivamente in Corsica, questa specie venne introdotta nel continente a partire dalla fine del XVIII secolo (Apollonio, 2007). Il muflone predilige terreni ripidi e rocciosi, e in rapporto alle sue origini "mediterranee" sembra essersi adattato ad ambienti collinari e di bassa montagna a partire dai 300 m s.l.m.. Occupa generalmente terreni aperti, con una significativa predilezione per gli altopiani caratterizzati da modesti rilievi ricoperti di vegetazione erbacea e boschiva e consistenti terreni rocciosi e scoscesi. In Europa continentale si è ben adattato ad ambienti molto diversificati, occupando zone boschive di latifolia sino a faggete termofile tra i 600 e i 1000 m (salendo in estate sino ai 2000 m), con terreni ricchi di sottobosco.

La massa e le dimensioni corporee del muflone, oltre ad essere significativamente differenti tra i due sessi (maschi: 35 - 50 kg e 70 - 85 cm al garrese; femmine: 25 - 35 kg e altezza 65 - 75 cm), sono anche notevolmente variabili nelle diverse aree delle Alpi e del centro Europa, a causa della varietà di ambienti in cui è stato introdotto. Il muflone presenta due grandi e robuste corna inserite su ossa frontali



Figura 12: Muflo (foto da Archivio PNAB)

di forma conica. Il trofeo, perenne e a crescita continua, ha un piano di sviluppo laterale a spirale che arriva a misurare anche 80 - 90 cm nei maschi (Fig. 12). Il dimorfismo sessuale è rilevante in quanto solo i maschi presentano le corna, anche se non sono rari i casi di femmine che sviluppano piccole corna poco arcuate e sottili. Particolarità del mantello è la "sella", una macchia bianca sulla fossa dei fianchi presente nei maschi (Mustoni *et al.*, 2002).

Nel territorio del Parco Adamello Brenta la specie è stata introdotta dagli anni '70 del secolo scorso nell'area della Val Nambrone, appartenente al Gruppo dell'Adamello - Presanella. A seguito di diverse immissioni si sono costituite tre colonie che si sono mantenute sino ad oggi: la maggiore è sita nel Brenta meridionale con oltre 150 capi, una nel massiccio della Presanella con una presenza minima di 50 - 60 capi (2012) e infine un piccolo nucleo è presente sui contrafforti della Val di Nardis (Apollonio, 2007). Considerando la costante evoluzione delle colonie il monitoraggio continua tuttora, con progetti di monitoraggio e cattura mediante reti a caduta e trappole di contenimento in legno.

Famiglia Cervidi:

- Cervo rosso (*Cervus elaphus*): la famiglia dei Cervidi si differenziò nell'era Terziaria da forme primitive di mammiferi, tuttavia fu nel primo Miocene (circa 20 milioni di anni fa) che comparve il primo vero Cervide. Fino all'era Quaternaria le dimensioni corporee continuarono ad aumentare, fino all'ultima glaciazione; in quest'epoca si assistette alla comparsa delle prime forme appartenenti al Genere *Cervus* che

presentavano un'ulteriore complessità delle forme dei palchi rispetto ai trofei degli antenati, più piccoli e costituiti dalle sole stanghe principali senza ramificazioni. Fu però solo dopo la glaciazione del Riss (0,7 milioni di anni fa) che il genere *Cervus* si affermò e si svilupparono trofei simili a quelli attuali.



Figura 13: Cervo rosso (foto da Archivio PNAB)

L'habitat naturale del cervo è costituito da zone boschive comprese tra il livello del mare e l'orizzonte alpino, caratterizzate da strati arbustivi modesti e frequenti radure. Date

le notevoli dimensioni, la conformazione

corporea e le rilevanti esigenze alimentari della specie, vengono di norma occupati vasti complessi forestali caratterizzati da boschi ben strutturati misti, con alte percentuali di latifoglie e scarso sottobosco; tuttavia anche i boschi di sole conifere delle aree montane più elevate rappresentano un ambiente ideale per la specie. Indispensabile è la presenza di ruscelli, stagni e in generale fonti d'acqua, necessarie in parte per l'abbeverata ed in particolare nel caso dei maschi per i bagni nelle pozze fangose durante la stagione estiva.

E' notevole in questa specie il dimorfismo sessuale (Fig. 13). A seconda delle zone nei maschi la massa corporea media varia dai 150 ai 250 kg con un'altezza al garrese di 105 - 140 cm. Le femmine adulte raggiungono masse corporee inferiori, dai 70 ai 130 kg, e un'altezza al garrese di 95 - 110 cm. Nel cervo i palchi sono strutture portate unicamente dai maschi, costituite da due stanghe ossee ramificate che vengono perse e riformate periodicamente, attraverso fasi stagionali di crescita, pulitura e caduta del trofeo. Il mantello del cervo subisce due mute annuali che ne modificano il colore adeguando il pelame alle condizioni climatiche. In estate la specie veste un mantello bruno rossastro con zone ventrali giallo - biancastre; durante la

stagione fredda il colore del mantello si trasforma in bruno - scuro, più folto e pesante. A differenza del capriolo, in cui lo specchio anale in inverno è criterio di riconoscimento tra i due sessi, nel cervo quest'ultimo rimane della stessa forma e dello stesso colore durante tutto l'anno. Durante il periodo degli amori (settembre - ottobre) il cervo difende il proprio *harem* di femmine da altri maschi lanciando richiami (bramiti) simili a duri muggiti (Mustoni *et al.*, 2002).

La presenza del cervo nel territorio del Parco è recente e tuttora in fase d'espansione; lo si trova in Val Rendena, in Val di Non attorno al Lago di Tovel e in maniera consistente in Val di Sole. Il cervo è caratterizzato da un elevato valore faunistico a livello provinciale, sia per le caratteristiche biologiche sia per l'importanza che riveste in ambito venatorio. Tale valore richiede di conseguenza adeguate conoscenze sullo *status*, sulle condizioni e sull'evoluzione delle popolazioni, in modo da porre le basi per una solida prassi gestionale al fine di orientare scelte ed obiettivi di fondo per la conservazione della specie. In questo contesto il Parco continua l'attività di promotore di studi volti ad approfondire le conoscenze sulle dinamiche di popolazione e sulla loro ecologia (AA. VV., 2010 a). Di recente (2012) è stato avviato dalla Fondazione Edmund Mach in collaborazione con il Parco un progetto di ricerca denominato "2C2T" (Capriolo e Cervo in Trentino e Tecnologia: movimento, interazioni intra ed interspecifiche e uso delle risorse) che mira allo studio delle interazioni intra ed interspecifiche in queste due specie di ungulato onde studiare fenomeni di competizione e modificazione dell'uso dell'habitat a causa della coesistenza nella stessa area.

- *Capriolo (Capreolus capreolus)*: la storia evolutiva del capriolo europeo relativa agli ultimi 2-3 milioni di anni non è nota. Probabilmente l'ultima glaciazione durante il Pleistocene ha avuto un notevole impatto sull'evoluzione di tale specie. L'analisi del DNA mitocondriale di 40 individui (Wiehler e Tiedemann, 1998) suggerisce che durante l'ultimo periodo glaciale il capriolo si fosse rifugiato in una singola area del Mediterraneo occidentale, e che da lì sia poi partita una nuova colonizzazione verso nord ed est. Vi sono evidenze che anche l'area

peninsulare dell'Italia abbia costituito un rifugio per questa specie, che ad oggi ha i suoi discendenti nella sottospecie *Capreolus capreolus italicus*. L'estrema capacità adattativa di questo ungulato ne ha reso possibile la colonizzazione di buona parte del continente europeo nel corso dei secoli, con le maggior consistenze che si registrano ad oggi nei Paesi centro orientali. In Italia l'antropizzazione crescente e la pressione venatoria esercitata su questa specie hanno portato ad una progressiva diminuzione dell'areale di distribuzione del capriolo negli ultimi secoli, fino al raggiungimento di una situazione critica nel XIX secolo, causandone l'estinzione in alcune aree (Sicilia). Sulle Alpi, il numero di caprioli è andato diminuendo nel corso della prima metà del '900, fino a toccare un minimo storico di 10.000 capi attorno al 1945. Dopo tale periodo, il progressivo abbandono delle aree montane e la notevole diminuzione del loro sfruttamento agricolo e zootecnico, hanno favorito il ritorno del capriolo sulle Alpi, con un vero e proprio boom demografico che portò nel 1975 a valutare la consistenza in 100.000 capi. Dal 1990 le consistenze sono aumentate anche in alcune porzioni dell'Italia Centrale. Ad oggi il capriolo è uno degli ungulati di maggior successo sul territorio italiano ed anche in Europa.

Il capriolo è un animale legato ad ambienti caratterizzati da una notevole variabilità vegetazionale, con presenza abbondante di sottobosco. Le zone maggiormente idonee alla presenza di popolazioni stabili sono quelle collocate a bassa quota, preferibilmente sotto i 1200 m s.l.m. con boschi disetanei intervallati da spazi aperti contornati da arbusti e piante giovani. Di particolare importanza è la presenza di idonei siti di svernamento che oltre a soddisfare le esigenze alimentari devono garantire condizioni di vita idonee al superamento del periodo invernale vista la scarsa adattabilità di questo ungulato alle severe condizioni



Figura 14: *Capriolo*
(foto da Archivio PNAB)

invernali dell'ambiente alpino (neve e scarsità di risorse alimentari).

Questo cervide è caratterizzato da modeste dimensioni: la massa corporea nei maschi varia dai 20 ai 28 kg e nelle femmine dai 18 ai 25 kg, con un'altezza al garrese di 60 – 70 cm che può arrivare fino ai 77 cm nei maschi. I maschi sono contraddistinti dalla presenza di palchi ossei che si dipartono dall'osso frontale (*Fig. 14*). I palchi possiedono un ruolo e un significato importante, oltre che nella biologia del capriolo anche nella sua gestione. Rinnovandosi ogni anno, essi rappresentano un ottimo indicatore della condizione fisica degli animali per la valutazione dello *status* delle popolazioni. Come gli altri ungulati, il mantello del capriolo è composto da peli cavi (pneumatici) adattati ad una facile rottura durante la predazione, ed è soggetto a due mute stagionali; caratteristica del mantello grigio invernale è lo specchio anale bianco a forma di rene nel maschio e di cuore nelle femmine (Mustoni *et al.*, 2002).

La sua presenza interessa la totalità dell'area protetta, con densità elevate nel fondovalle rispetto alle alte quote. In uno studio condotto dal Parco, è stato confrontato l'utilizzo relativo della risorsa "spazio" e delle diverse tipologie di habitat tra il cervo e il capriolo, al fine di analizzare le aree occupate e il loro livello di sovrapposizione (AA.VV., 2010). Dal 2011 il Parco ha collaborato insieme alla Provincia Autonoma di Trento e l'Associazione Cacciatori Trentini ad un progetto promosso dalla Fondazione Edmund Mach di S. Michele all'Adige. Il progetto, denominato "2C2T" (Capriolo e Cervo in Trentino e Tecnologia) è inerente allo studio dell'ecologia comportamentale del capriolo e del cervo in ambiente alpino e prevede la cattura di 35 individui adulti di capriolo e 15 cervi, con conseguente marcatura mediante collari multi – sensore di ultima generazione che permettono lo studio delle interazioni intra ed interspecifiche (AA.VV., 2012).

Ordine Carnivorae

Famiglia Ursidae:

- Orso Bruno (*Ursus arctos*): La famiglia degli Ursidi (*Ursidae*) ha avuto probabilmente origine in Eurasia da dove migrarono le varie forme che abitarono e abitano attualmente gli altri continenti esclusi Antartide ed Oceania (secondo G.B. Dal Piaz citato da Castelli, 1935). I progenitori più antichi, attualmente conosciuti, degli Ursidi, sono rappresentati da carnivori primitivi dell'Eocene (Creodonti). L'evoluzione della famiglia degli Ursidi porta, durante il Pleistocene, all'origine dell'Orso delle caverne (*Ursus spelaeus*) nel Paleolitico inferiore e ai primi rappresentanti del gruppo arctoide (*Ursus arctos*). Queste due forme convivono, in Europa, alla fine del Pleistocene quando prende il sopravvento l'*Ursus arctos* sull'Orso speleo che scompare durante gli stadi postglaciali del Paleolitico superiore. Gli orsi bruni attualmente viventi in Italia (Trentino ed Abruzzo) devono quindi considerarsi direttamente discendenti dell'*Ursus arctos* primitivo.

I più antichi resti fossili di *U. arctos* risalgono a circa 250.000 anni fa (Osti, 1999).

L'attività dell'orso in Trentino si svolge in ambienti individuabili su fasce altitudinali variabili con le diverse stagioni. Tali ambienti presentano zone a copertura forestale con abbondante sottobosco, intercalate ad



Figura 15: Orso bruno (foto da Archivio PNAB)

ampie radure (da 1500 a 2000 m s.l.m.) con zone rocciose costituite da ripidi pendii e coperte da vegetazione caducifoglie e arbusti contorti. Sopraggiunta la stagione fredda, la specie entra in uno stato di semiletargo indotto da fattori

ambientali e da processi nervosi ed endocrini. Durante questo periodo

l'orso sverna in ricoveri, identificati in piccole cavità nel terreno o nella roccia di origine naturale o scavate ad hoc.

La massa corporea varia dagli 70 ai 300 kg nel maschio, le femmine sono di massa inferiore (50 - 150 kg). Ad eccezione della mole corporea il dimorfismo sessuale non è accentuato e le femmine si riconoscono se accompagnate dai piccoli rispetto ai maschi solitari. Il mantello è molto folto di colore bruno più o meno scuro, talvolta bruno - grigiastro (Fig. 15).

L'orso possiede una dieta variegata e si ciba in minima parte (circa 10%) di alimenti di origine animale (se si escludono gli insetti i quali sono molto appetibili), ricavati da carogne, qualche preda selvatica e da animali domestici durante i periodi più difficili. Invece la quota prevalente di alimenti è costituita da alimenti di origine vegetale, come foraggio giovane, tuberi e bulbi, frutta fresca e secca, bacche e funghi

(Osti, 1999).



Figura 16: Orsi nel Parco Naturale Adamello Brenta
(foto da Archivio PNAB)

L'unica zona delle Alpi a poter vantare la continuità della presenza dell'orso bruno è il Trentino. Le modificazioni ambientali avvenute negli ultimi due secoli, e in maggior misura, la persecuzione diretta da parte

dell'uomo hanno ridotto drasticamente l'originaria popolazione, portandola alla fine degli anni '90 del secolo scorso a tre - quattro individui confinati nel Brenta nord - orientale, gli ultimi delle Alpi.

Nel 1996 grazie all'impulso fornito dal Parco Naturale Adamello Brenta, in collaborazione con la Provincia Autonoma di Trento e l'ISPRA (ex INFS) è stato avviato il progetto *Life Ursus*, cofinanziato dall'Unione Europea, il quale ha consentito il rilascio all'interno dell'area protetta di 10 orsi provenienti dalla Slovenia (Fig. 16). Dopo un attento studio di

fattibilità curato dall'ISPRA, si è accertato che il territorio fosse idoneo ad ospitare una popolazione vitale di plantigradi (40 - 60 orsi). Tale areale va oltre i confini provinciali interessando le Regioni e gli Stati limitrofi.

Conclusa la fase di rilascio, ha preso avvio quella di gestione della popolazione, individuando cinque programmi d'azione: monitoraggio, gestione dei danni, gestione delle emergenze, formazione del personale, comunicazione e raccordo sovraprovinciale.

Alle tradizionali tecniche di rilevamenti su campo si sono affiancate la radiotelemetria, il video controllo automatico da stazioni remote, il foto - trappolaggio e infine recentemente il monitoraggio genetico. Quest'ultima tecnica si basa sulla raccolta di campioni organici (peli ed escrementi) secondo tre

modalità: monitoraggio sistematico che comporta l'utilizzo di trappole con esche olfattive al fine di prelevare con filo spinato (Fig. 17) campioni di pelo e il monitoraggio



opportunistico, basato sulla raccolta di campioni organici rinvenuti sul territorio.

Figura 17: Filo spinato su grattatoio (foto di Zeni M.)

Il terzo metodo di monitoraggio ha preso avvio dal 2010 e consiste nel prelievo dei campioni tramite grattatoio, cioè delle piante utilizzate dagli orsi per marcare la loro presenza, sulla cui corteccia lasciano il proprio pelo. In seguito vengono eseguite analisi genetiche presso i laboratori di genetica di conservazione dell'ISPRA. L'elaborazione dei dati raccolti fornisce informazioni concernenti l'identificazione degli orsi campionati, la stima della dimensione minima della popolazione, la determinazione delle cucciolate presenti durante il 2012, i trend che caratterizzano lo sviluppo della popolazione, nonché l'utilizzo del territorio da parte degli animali.

Gli animali rilevati geneticamente nel corso del 2012 in Trentino, nelle

province e regioni adiacenti sono complessivamente 43, a cui vanno aggiunti almeno 7 cuccioli, appartenenti a quattro cucciolate diverse e inoltre sottratti 7 esemplari morti o in dispersione.

In materia di indennizzo e prevenzione dei danni provocati dall'orso bruno la Provincia Autonoma di Trento ha un'esperienza ormai ultratrentennale; i danni vengono indennizzati al 100% del valore dei beni ed è possibile acquisire strutture di prevenzione (Groff, 2013).

Famiglia Canidae:

- Volpe (*Vulpes vulpes*): i Canidi hanno un'età geologica non molto elevata e le forme più arcaiche presentano caratteri comuni con i Felidi più antichi, ad esempio nella struttura degli arti e della regione otica.



I Canidi sembrano essersi originati nel Nord America e, successivamente, essersi portati, durante diverse fasi migratorie, nel vecchio mondo e nel Sud America (Boitani *et al.*, 1988).

La volpe è descritta da forme snelle, muso appuntito e lungo, orecchie grandi appuntite e alte, emergenti dalla pelliccia, arti relativamente brevi e una lunga e folta coda utilizzata come timone nei salti. Le dimensioni, la massa corporea e l'aspetto morfologico variano notevolmente in base alle differenti regioni occupate dalla volpe: per quanto concerne l'Italia la massa corporea varia tra 4,5 e 12 kg con una media intorno a 7 – 8 kg e un'altezza alla spalla di 35 – 40 cm (Fig. 18). All'interno di questa variabilità la volpe italiana non si colloca a caso ma rispetta un tendenza ben marcata con esemplari più grandi e massicci nelle aree alpine e più leggeri e piccoli nelle aree di pianura e costiere.

La pelliccia si può presentare in diverse fasi cromatiche, come le volpi argentate e le "crucifere" dalle parti inferiori del corpo più scure e una

banda trasversale bruna sulle spalle, inoltre si hanno esemplari dal colore molto scuro considerati più o meno melanici. Tuttavia il colore dominante delle parti superiori del corpo rimane lo stesso: bruno fulvo tendente al rossastro; peculiarità della specie sono la mascherina facciale più chiara, l'estremità della coda e le parti ventrali del corpo bianche (Boitani *et al.*, 1988).

La sua dieta annovera piccoli mammiferi, invertebrati, frutta e uova ma



Figura 19: Volpe rossa (foto da Archivio PNAB)

anche carogne e rifiuti. Animale territoriale, scava una serie di tane costituite da una camera principale utilizzata nella stagione invernale per i parti e altre periferiche che usufruiscono come nascondigli.

Provvista di un altissimo grado di

adattabilità, la volpe può vivere negli ambienti più rari ed estremi. Sebbene la volpe rossa si trovi più spesso nelle regioni temperate con escursioni termiche piuttosto ridotte, essa può vivere anche al nord, fino ad altitudini di 3000 m s.l.m. o occasionalmente, in regioni desertiche (Fig. 19). A parte questa versatilità, le volpi mostrano preferenze per particolari tipi di ambienti. Secondo Lloyd (1975) le volpi sono numerose dove l'eterogeneità dell'ambiente assicura una varietà di risorse: rifugi, nascondigli e tane adatte ai comportamenti soliti della specie e, soprattutto fonti di cibo diverse, in modo da compensare l'alimento nelle diverse stagioni. Secondo Ables (1975) le zone boschive sono habitat favorevoli ma non necessari alla specie, la quale ricerca territori aventi particolari condizioni essenziali per la sua sopravvivenza. Sul fondovalle intorno ai paesi, i territori sono nettamente migliori e vengono conquistati dalle volpi più forti e mature; e allo stesso tempo le dimensioni dei territori non sono tanto grandi

poiché la disponibilità alimentare è alta (Boitani *et al.*, 1988).

La volpe ha un ruolo dominante nell'epizoozia rabica (rabbia silvestre), una malattia virale diffusa in tutto il mondo. In Europa, e all'interno del ciclo virale, la volpe rappresenta il principale serbatoio e vettore del virus.

Fin dagli anni '80 del secolo scorso il Triveneto (Trentino Alto - Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia) è stata una zona di diffusione della rabbia, dove si alternano periodi con numerosi casi e periodi "silenziosi".

In Trentino la volpe ha una distribuzione molto ampia che copre la totalità del territorio e per questa marcata diffusione, dal 2010 è ricomparsa la rabbia, registrandone diversi casi. La Giunta Provinciale di Trento ha deliberato un piano di vaccinazione orale delle volpi per l'anno 2011, in modo da contrastare la malattia. Le volpi sono state vaccinate per via orale con apposite esche contenenti il vaccino e distribuite sul territorio garantendo una densità al suolo di venticinque - trenta esche per km².

Ad oggi la situazione non è più critica e il Trentino è risultato indenne alla malattia.

Tuttavia si continua a tenere sotto controllo tutta la zona del Triveneto e ad attuare le adatte precauzioni in modo da eradicare totalmente il virus anche nelle altre regioni.

- Lupo (*Canis lupus*): è un tipico animale oloartico che, in passato, estendeva il suo areale originario con l'intero continente nordamericano ed euroasiatico. La distribuzione si è mantenuta consistente fino a metà del XIX secolo quando, a causa di fenomeni di persecuzione diretta e indiretta da parte dell'uomo, è iniziato il crollo vertiginoso della specie che nella seconda metà degli anni '90, risultava presente con popolazioni frammentate e numericamente ridotte; in altri territori risultava del tutto estinto. In Italia le prime politiche di conservazione della specie prendono piede nei primi anni '70, quando la densità della specie tocca i minimi storici: si stima ci fossero circa 100 esemplari. Attualmente vi sono diverse misure proposte per l'attenuazione di questi conflitti, ma il futuro della specie risulta ancora incerto (Bocedi, 2004).

Il lupo può vivere in una grande varietà di habitat nel quale il branco mantiene il proprio territorio, le cui dimensioni dipendono soprattutto dalle risorse alimentari. Le caratteristiche fisiche variano a seconda della sottospecie e del singolo individuo, tuttavia si possono riscontrare peculiarità proprie della specie selvatica (Fig. 20). Nella sottospecie

italica, di dimensioni minori, il peso varia dai 30 ai 35 kg con un'altezza al garrese di 50 - 70 cm. Il colore del pelo è misto marrone chiaro e antracite, ma anche nero, bianco o fulvo. Il pelo dorsale è beige con punte nere,



Figura 20: Lupo a Spormaggiore (foto da Archivio PNAB)

eretto in una sottile criniera. La fronte è

sfuggente e la coda corta tenuta orizzontalmente non supera il garretto (Zovi, 2012). Il lupo è un carnivoro generalista e opportunista specializzato nella predazione di grossi erbivori selvatici (provocando un aumento della *fitness*) e all'occorrenza anche di mammiferi di piccole dimensioni, invertebrati e animali domestici. Questa specie definisce una struttura sociale gerarchica, in cui l'ordine viene mantenuto da una serie di posizioni, incontri rituali e verifica dei ranghi. In Italia il branco è solitamente composto da una coppia di adulti, dai subadulti dell'anno precedente e i cuccioli dell'anno

Attraverso la documentazione territoriale sono stati almeno quattro i lupi che hanno gravitato in Trentino e nei territori limitrofi. In Trentino è stata confermata la presenza per il terzo anno consecutivo di un esemplare maschio di lupo, rilevato per la prima volta nel 2010 da personale di sorveglianza del Parco Naturale Adamello Brenta nell'area del Brenta nord - orientale, ed in seguito identificato geneticamente (Groff, 2012). Le testimonianze sono state documentate in modo oggettivo attraverso le analisi genetiche e le riprese provenienti da foto

- trappole sul versante trentino del suo *home range*.

Oltre a queste specie nel gennaio 2013 una foto - trappola posta sui versanti orientali del Monte Peller, in Val di Non all'interno dell'area protetta, ha immortalato un esemplare di sciacallo dorato (*Canis aureus*): il primo individuo in vita di sciacallo



dorato mai registrato in Trentino (Fig. 21).

Figura 21: Sciacallo dorato da fototrappola (foto da Montagna.TV)

Tuttavia la rilevazione di un unico individuo non può essere considerata un chiaro segno del ritorno della specie nel territorio.

Famiglia Felidae:

- Lince (*Linx linx*): all'inizio dell'Olocene, l'Europa è un'unica grande area di distribuzione della lince e recenti reperti ne dimostrano la presenza (Van Logchem, 1993) anche alla fine del Pleistocene.

In Italia la lince è presente in tutto l'Arco Alpino, ma per la regione appenninica e la Sicilia le prove oggettive della sua esistenza (Ragni *et al.*, 1993) non sono più recenti del Neolitico - Età del Bronzo. In seguito a progressive contrazioni e frammentazioni dell'areale, nel XIX secolo la popolazione di linci dell'Europa Centrale si isola. Tra la fine dell'Ottocento e i primi del Novecento si raggiunge il minimo storico; la lince è ormai scomparsa da tutta l'Europa Centrale (Francia, Svizzera, Germania e Austria) e le popolazioni isolate hanno ulteriormente ridotto il loro areale. Nell'Arco Alpino, in particolare, risulta totalmente estinta (Ragni, 1998).

Animale territoriale e solitario, vive prevalentemente nei boschi di conifere e latifoglie in ambienti montani, frequentando soprattutto gli ambienti forestali non omogenei e non troppo fitti dove si trovano le sue prede.



Figura 22: Lince a Spormaggiore (foto da Archivio PNAB)

La lince euro - asiatica è considerata un carnivoro medio - grande. La sua massa corporea media oscilla intorno ai 15 - 20 kg, con massimi di 30 kg. La coda è molto corta rispetto al corpo, le orecchie sono dritte con vistosi ciuffi di peli

sulle punte (Fig. 22). Queste, assieme al mantello maculato che può assumere diverse gradazioni in base all'habitat, provocano nell'animale un alto grado di mimetismo. Predatore notturno, la lince caccia furtivamente sul terreno o all'agguato, affidandosi soprattutto alla vista sebbene dotata di ottimo olfatto. La sua alimentazione è varia: principalmente lepri, ma anche roditori, giovani cervi e caprioli, tetraonidi e animali terricoli come le beccacce. Dopo la caccia la preda viene in parte consumata subito, in parte nascosta accuratamente come riserva di cibo. In generale, il prelievo del felide può essere considerato aggiuntivo alla mortalità per altre cause naturali nelle situazioni in cui la disponibilità e l'accessibilità delle popolazioni di specie prede non siano alterate dall'uomo (Ragni, 1998)

La lince sulle Alpi è presente solo grazie alle reintroduzioni effettuate negli anni '70 in Svizzera e in Slovenia, avendone l'uomo provocato l'estinzione all'inizio del XX secolo. L'unico esemplare di lince presente in Provincia di Trento proviene dal piccolo nucleo svizzero del Canton S. Gallo. Dal 2012 tramite l'applicazione di un radiocollare, è stato possibile seguire e registrare gli spostamenti dell'animale all'interno del territorio. La lince ha frequentato per gran parte dell'anno il Gruppo del Brenta nel quale ha di fatto stabilito il proprio *home range* ormai dal 2008 (Groff, 2013).

Famiglia Mustelidae:

- genere *Martes*: a questo genere appartengono la martora (*Martes martes*) e la faina (*Martes foina*). Entrambi territoriali, solitari, con ritmi correlati alla temperatura prediligono la vita notturna, durante la quale cacciano piccoli mammiferi, uccelli, raramente rettili e anfibi, in minor misura invertebrati. Avendo caratteristiche morfologiche molto simili, le due specie possono essere confuse, tuttavia la martora si riconosce per la peculiare macchia golare giallo-arancio, di cui la faina è sprovvista. Abitanti di foreste di conifere e latifoglie, possono avvicinarsi agli insediamenti umani, provocando stragi nei pollai in quanto istintivamente uccidono oltre il fabbisogno alimentare (*overkilling*) quando le prede sono numerose e non possono fuggire. Questa tipologia di predazione, denominata superpredazione (*overkilling*), è attuata da tutti i carnivori in particolari condizioni di stress e confusione, quando un numero elevato di prede si trova in spazi chiusi privi di vie di fuga.
- genere *Mustela*: rappresentato dall'ermellino (*Mustela erminea*) e dalla donnola (*Mustela nivalis*); entrambi si cibano di piccoli roditori, uccelli, uova, rettili ed invertebrati e occasionalmente di conigli e lepri. Adattati ad una vasta gamma di ambienti, cacciano sia di giorno che di notte, compiendo lunghi spostamenti. Presentano due fasi cromatiche: una estiva e una invernale, caratterizzata da una pelliccia bianca (nell'ermellino con peli scuri all'estremità della coda) (Fig. 23).



Figura 23: Fasi cromatiche dell'ermellino (foto da Archivio PNAB)

Dove donnola ed ermellino coesistono, l'ermellino è dominante quando le prede sono abbondanti, mentre la donnola è più efficace

nelle aree marginali. La disponibilità di roditori influisce fortemente sulla consistenza delle popolazioni di ermellino, in quanto esiste una stretta interdipendenza fra preda e predatore.

- Tasso (*Meles meles*): specie plantigrada - digitigrada predilige zone i cui si alternano boschi a radure, ma anche aree marginali incolte, fino ai 2000 m s.l.m. La dieta onnivora varia in base alla stagione, con



Figura 24: Tasso (foto da Archivio PNAB)

uno spettro alimentare molto ampio: insetti, vegetali, molluschi, anellidi, micro mammiferi, anfibi, rettili, giovani uccelli, uova, carogne. Possiede abitudini crepuscolari - notturne (Fig. 24), che attua in maniera solitaria, in coppia o in gruppi familiari (Abram, 2004).

Ordine Rodentia

Famiglia Sciuridae:

- Marmotta alpina (*Marmota marmota*): oggetto della presente ricerca sarà dettagliatamente trattata nel capitolo 3.

- Scoiattolo comune (*Sciurus vulgaris*): piccolo roditore diurno, vive in foreste di conifere e boschi cedui. La colorazione della pelliccia in questo animale è estremamente variabile, e



Figura 25: Scoiattolo comune nero (foto da Archivio PNAB)

può presentare tonalità dal grigio brunastro al rossiccio al nero, tutte con il ventre bianco. In Trentino sono presenti entrambi i fenotipi cromatici, cioè quello rosso e quello nero (Fig. 25). Lo scoiattolo si ciba principalmente di semi degli alberi (faggioline, semi d'abete, ghiande, noci e nocciole), la cui disponibilità influenza

notevolmente la dinamica delle popolazioni. Occasionalmente funghi, tuberi, uova e nidiacei rientrano nello spettro alimentare dello scoiattolo (Locatelli *et al.*, 1998).

Famiglia Gliridae:

- Ghiro (*Glis glis*): il ghiro è la specie più comune sul territorio trentino e preferisce colonizzare i boschi di latifoglie, soprattutto faggete montane ed è diffuso da



Figura 26: Ghiro (foto da Archivio PNAB)

fondovalle sino ai 1500 m.

Durante la buona stagione

però si spinge anche ai limiti del bosco e frequenta persino i macereti d'alta quota e le mughete fino quasi ai 2000 m (Fig. 26). Questo roditore svolge generalmente attività crepuscolare e notturna, alimentandosi di semi d'albero, uova, nidiacei, invertebrati e molluschi. Prima del periodo invernale si costruisce un nido imbottendolo di muschi ed erbe, accumulando provviste utilizzate durante il letargo.

Attualmente è tutelato dalla legge, che lo considera specie non cacciabile, ed è inoltre protetto dalla Convenzione di Berna (Locatelli *et al.*, 1998).



Figura 27: Dromio (foto da Archivio PNAB)

Altri roditori tra cui il topo selvatico alpino (*Apodemus alpicola*), il moscardino (*Muscardinus avellanarius*), il topo quercino (*Eliomys quercinus*) e il driomio (*Dryomys nitedula*) popolano il Trentino. Quest'ultima specie (Fig. 27) è presente in maniera

localizzata sulla Catena del Lagorai e sull'Altopiano dei Sette Comuni, inoltre storicamente è stato rinvenuto anche sul Gruppo di Brenta, nei

pressi di Madonna di Campiglio (Locatelli *et al.*, 1998). Alcune specie si spingono anche oltre il limite delle nevi perenni, scavando gallerie sotterranee sotto la copertura nevosa (Fig. 28), come l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*).



Figura 28: Arvicola delle nevi
(foto da Archivio PNAB)

Ordine Soricomorpha

Tra gli Insettivori del Parco Naturale Adamello Brenta si annoverano 6 specie appartenenti a 3 generi diversi: i toporagni appartenenti al genere *Sorex* (*Sorex minutus*, *Sorex araneus*, *Sorex alpinus*), i toporagni acquaioli del genere *Neomys* (*Neomys fodiens* e *Neomys anomalus*) e la talpa comune (*Talpa europaea*); le Crocidure, del genere *Crocidura* e il mustiolo (*Suncus etruscus*) si estendono in alcune di zone del Trentino, ma non all'interno del Parco (Locatelli *et al.*, 1998)

Ordine Lagomorpha

Famiglia Leporidae:

- genere *Lepus*: sul territorio alpino e all'interno del Parco si trovano la lepre comune (*Lepus europaeus*) e la lepre variabile (*Lepus timidus*). La folta pelliccia di quest'ultima è soggetta ad un notevole dimorfismo stagionale, tanto che si presenta grigio - bruna d'estate e completamente bianca (ad eccezione della punta delle orecchie nere) in inverno (Fig. 29).



Figura 29: Lepre alpina
(foto da Archivio PNAB)

Ordine Erinaceomorpha

All'interno dell'ordine *Erinaceomorpha* è importante citare il riccio orientale (*Erinaceus concolor*), limitato alle regioni dell'Europa orientale, ad est fino all'estrema Siberia e a sud fino all'Asia Minore. In Italia è presente solamente in Trentino Alto - Adige e in Friuli Venezia Giulia, dove sono state segnalate solo sporadiche segnalazioni. In Trentino il riccio orientale convive con il riccio europeo (*Erinaceus europaeus*), quest'ultimo diffuso invece in tutta la penisola e in Europa centrale. I dati relativi alla presenza del riccio orientale in Trentino derivano da resti osteologici rinvenuti in borre di gufo reale provenienti dalla Valle dell'Adige (Locatelli *et al.*, 1998). Nel Parco Naturale Adamello Brenta tuttavia la presenza del riccio orientale non è stata ancora dimostrata.

Ordine Chiroptera



Figura 30: *Pipistrello Orecchione*
(foto da Archivio PNAB)

Per quanto riguarda l'ordine cui appartengono i pipistrelli (Fig. 30) nell'area del Parco Adamello Brenta è stata segnalata la presenza di specie rare sull'intero territorio nazionale (Barbastello, Vespertilio di Natterer, Vespertilio smarginato, Rinolofo minore, Serotino di Nilsson, Pipistrello di Nathusius e Vespertilio murinus) che rappresentano importanti bioindicatori del loro habitat dal punto di vista ecologico e ambientale (Martinoli *et al.*, 2001).

2.1.5.2 Uccelli

All'interno dell'ornitofauna del Parco Naturale Adamello Brenta si annoverano la maggior parte delle specie alpine.

Ordine Galliformes

Famiglia Tetraoninae:

- Francolino di monte (*Bonasa bonasia*): in entrambi i sessi il piumaggio è bruno grigiastro con il maschio riconoscibile per una macchia nera alla gola. L'habitat ideale è rappresentato da boschi misti di conifere e latifoglie e l'alimentazione è composta da essenze vegetali e insetti. E' un animale stanziale che vive in coppia.
- Gallo cedrone (*Tetrao urogallus*): i reperti fossili più antichi, finora ritrovati, da ascrivere con certezza alla famiglia dei Tetraonidi, risalgono all'Oligocene inferiore, circa 40 milioni di anni fa. Si ritiene che nel



Figura 31: Gallo cedrone
(foto da Archivio PNAB)

Pliocene sia avvenuta la divisione tra le attuali specie di gallo cedrone, gallo forcello, appartenenti allo stesso genere. Il Gallo cedrone è un tipico abitatore di boschi misti, costituiti da conifere e latifoglie con prevalenza di sempreverdi e con sottobosco ricco di bacche, in cui trova rifugio e trae sostentamento.

Il maschio adulto è nettamente distinguibile, oltre che per la sua mole, anche per la colorazione grigioscuro - nera del piumaggio con riflessi verdastri e due evidenti macchie scapolari bianche di colore scuro (Fig. 31),

mentre la femmina, più piccola, presenta un colore mimetico bruno con sfumature rossicce sul petto

(Abram, 1988).

L'alimentazione varia da germogli, frutti di bosco, insetti d'estate ad aghi e gemme di conifere d'inverno. E' un animale stanziale che in estate vive quasi sempre sul terreno e in inverno diventa arboricolo. Caratteristico è il periodo degli amori, quando i maschi attirano le femmine in arene di canto (*lek*) con rituali parate dai suoni inconfondibili.

Nel corso del 2008 è stato attuato un progetto di ricerca sul gallo cedrone. Il tentativo dell'indagine è stato quello di realizzare una carta tematica relativa al disturbo antropico presente ne Parco, al fine di confrontarla con le aree di distribuzione reale e potenziale del gallo cedrone. Questo tipo di analisi fornisce infatti ulteriori elementi per valutare l'influenza del disturbo di origine antropica sulla distribuzione effettiva della specie (AA. VV., 2010 b)

- Fagiano di monte o Gallo forcello (*Tetrao tetrix*): deve il suo nome alle penne della coda che nei maschi adulti sono a forma di lira. Il piumaggio è scuro con riflessi bluastri mentre la femmina è bruno - grigia. L'habitat è posto su versanti in cui prevalgono pino mugo, rododendri, mirtilli, larici ed in questo ambiente trova un'alimentazione completa. Durante il periodo degli amori i maschi attirano le femmine con versi caratteristici dando inizio a parate nuziali (Fig. 32).

Il Parco nel 2013 ha avviato il progetto di ricerca sul gallo forcello, che proseguirà nel corso del 2014. Gli obiettivi dello studio sono la stima della distribuzione della specie

determinata dal ritrovamento di indici diretti ed indiretti (fatte, impronte, piste individuali, penne e piume, canti, buche di spolvero) di presenza del tetraonide. Il secondo obiettivo è la valutazione dell'effetto dell'impatto antropico sulla specie, confronto tra due aree di



Figura 32: Galli forcelli in parata
(foto da Archivio PNAB)

distribuzione con caratteristiche ambientali simili ma diverso livello di disturbo di origine antropica.

- Pernice bianca (*Lagopus mutus*): si presenta in estate con un colore grigio - bianco e d'inverno completamente bianca. L'ambiente ideale è quello delle pendici rocciose al di sopra dei 2000 m. Vive in coppia (Fig. 33) durante la primavera poi nel corso dell'anno in piccole brigate. In alcune zone dalla morfologia particolare marmotta e pernice bianca condividono i loro habitat, di conseguenza esiste la condizione che il roditore possa cibarsi delle uova provocando una selezione sulla popolazione di pernice.

Nel corso del 2012 l'Ufficio Faunistico del Parco ha proseguito per il secondo anno consecutivo l'indagine dedicata alla pernice bianca. Si tratta di un progetto di ricerca avviato nel 2011, volto a contribuire all'elaborazione di più efficaci strategie di conservazione per questo



Figura 33: Pernici bianche in amore
(foto da Archivio PNAB)

tetraonide. Lo scopo principale è stato quello di individuare un efficace protocollo di monitoraggio della specie che, a fronte di uno sforzo (in termini di personale) sostenibile nel medio lungo periodo, sia in grado di fornire risultati confrontabili e il meno possibili influenzati dalle condizioni meteorologiche (AA.VV., 2012).

All'interno della famiglia *Phasianidae* merita di essere ricordata anche la coturnice (*Alectoris graeca*) dalla colorazione grigia con barre nere sui fianchi; a coppie frequenta versanti rocciosi e si nutre di essenze vegetali e bacche (Flaim, 1992).

Ordine Accipitriformes

Famiglia Accipitridae:

- Aquila reale (*Aquila chrysaetos*): simbolo dei rapaci per antonomasia, l'aquila è il più grande rapace diurno nidificante sull'Arco Alpino, può pesare 5 - 6 kg con un'apertura alare che supera i 2 m. Preda con successo marmotte, lepri e in alcune occasioni piccoli di capriolo e camoscio. E' monogamo e sedentario; ogni coppia è strettamente legata al territorio di caccia e di nidificazione (fino 100 - 150 kmq) che occupa e difende. Qui a coppie dispone di più nidi che vengono occupati ad anni alterni. Come tutti i grandi rapaci è una specie a basso tasso riproduttivo, solitamente uno o due pulli per coppia, in quanto ogni coppia alterna due o tre anni di fertilità ad altri di apparente riposo. Questo è il motivo per cui le persecuzioni un tempo legalizzate hanno portato alla scomparsa del rapace considerato nocivo da vari settori alpini. Ormai assodato che l'aquila reale non è un animale nocivo alla selvaggina e alla fauna in genere come era creduto in passato, essa oggi è protetta in quanto specie ad elevato valore ecologico per il suo insostituibile ruolo di superpredatore che svolge nell'ecosistema montano. La conservazione dell'aquila reale deve fondarsi sulla tutela



Figura 34: Aquila in volo sul Gruppo della Presanella
(foto da Archivio PNAB)

dell'ambiente montano ed in particolare di quei luoghi vitali alla biologia della specie (Flaim, 1992).

L'areale è rappresentato da zone a vegetazione aperta, praterie, pascoli, versanti a vegetazione rada o cespugliosa, poco antropizzati e con una buona disponibilità alimentare.

Queste caratteristiche sull'Arco Alpino sono proprie dei territori posti a quote superiori i 1000 - 1500 m (Fig. 34).

Con una stima di 60 – 70 coppie, il Trentino ospita una percentuale significativa della popolazione nazionale, ricompresa tra il 12,6 e il 13,62% ed è tra le regioni italiane con maggiore superficie di territorio potenzialmente idoneo. Nel 2011 il numero di coppie territoriali nell'area del Parco è risultato pari a diciotto (Volcan, 2011 a). Di queste, quattordici hanno territorio ricadente per la maggior parte o totalmente entro i confini del Parco, le restanti quattro hanno areale solo parzialmente entro i confini del Parco. Delle coppie, otto gravitano nel Gruppo del Brenta, otto nella porzione trentina del massiccio dell'Adamello e della Presanella, mentre le restanti due hanno territori interposti tra i due gruppi montuosi. Gli ambienti di riproduzione che la specie frequenta nei due gruppi montuosi sono notevolmente diversi in relazione alla differente morfologia.

Nel Gruppo del Brenta l'aquila nidifica su ampie e strapiombanti pareti rocciose o su ripidi versanti parzialmente boscosi, collocati in una fascia altitudinale variabile tra i 1000 e 1700 m s.l.m. Nel Gruppo dell'Adamello – Presanella dove sono assenti rocce di grande estensione, occupa pareti di piccole dimensioni (50 – 100 m.) purché prive di disturbo antropico; inoltre la quota di nidificazione è più elevata ed è compresa tra i 1500 e i 2000 m (Volcan, 2011 a).

- Gipeto (*Gypaetus barbatus*): grande avvoltoio di montagna dalle proporzioni decisamente notevoli, lungo 110 – 150 cm, pesa solo 5 – 7 kg. La sua apertura alare può raggiungere i 265 – 290 cm (Fig. 35). La colorazione del piumaggio è contrastata, con parti inferiori chiare e parti superiori grigio – ardesia. Possiede lunghe appendici setolose nere e rigide che scendono ai lati del becco, inoltre l'iride degli occhi è gialla con un anello periculare rosso. Il gipeto è un necrofago pertanto si nutre di carcasse, tuttavia avendo artigli poco sviluppati e becco esile non ha la possibilità di cacciare attivamente. Per questo motivo presenta particolari adattamenti comportamentali e all'apparato digerente. Si ciba esclusivamente di midollo estratto dalle ossa. Queste ultime vengono prima spezzate facendole cadere in volo su rocce utilizzate come rompitoi, e in seguito ingerite intere; solo in seguito a livello stomacale verranno poi degradate dai potenti succhi gastrici.

In passato il gipeto era diffuso su tutta la catena alpina, successivamente scomparve per la persecuzione umana diretta finalizzata allo sterminio del presunto nocivo. Nel 1978 si concretizzò il progetto di reintroduzione, tutt'ora in



Figura 35: Gipeto in volo (foto da Archivio PNAB)

corso, con il rilascio di 168

esemplari in 25 anni, arrivando oggi ad una stima di 200 individui.

E' un rapace territoriale e longevo che vive in coppie, estremamente legato agli ambienti rupestri, strapiombi rocciosi, canyon, altipiani e complessi montuosi ideali per sfruttare al meglio le correnti ascensionali che si formano regolarmente.

In Trentino questo avvoltoio è presente in modo del tutto saltuario e irregolare con singoli esemplari che attraversano il territorio. La maggior parte delle osservazioni interessa il settore nord - occidentale della provincia ed in particolare il settore trentino del Parco Nazionale dello Stelvio.

L'insediamento di una coppia in Alto - Adige e la naturale crescita della popolazione indica buone prospettive future per l'affermazione della specie sul territorio trentino (Volcan, 2011b).

Altre specie appartenenti alla famiglia di *Accipitridae* presenti nel Parco sono: poiana (*Buteo buteo*), sparviere (*Accipiter nisus*), astore (*Accipiter gentilis*), albanella reale (*Circus cyaneus*), falco di palude (*Circus aeruginosus*), falco pecchiaiolo (*Pernis apivorus*), nibbio bruno (*Milvus migrans*), nibbio reale (*Milvus milvus*), biancone (*Circaetus gallicus*) ed esemplari erratici di grifone (*Gyps fulvus*).

Nel Parco si rilevano esemplari di gheppio (*Falco tinnunculus*), lodolaio (*Falco subbuteo*) e falco pellegrino (*Falco peregrinus*) classificati all'interno della famiglia *Falconidae*.



Figura 36: Gufo comune
(foto da Archivio PNAB)

comune (*Asio otus*) (Fig. 36), la civetta capogrosso (*Aegolius funereus*) e la civetta nana (*Glaucidium passerinum*), entrambe incluse nell'allegato II della Direttiva Habitat (Fig. 37).

L'avifauna dell'area protetta si compone di svariate specie; tra i *Piciformes* il



Figura 38: Picchio nero
(foto da Archivio PNAB)

corvo imperiale (*Corvus corax*).

Nel 2013 si sono osservati individui di falco pescatore (*Pandion haliaetus*) inserito nell'Allegato I della Direttiva Uccelli, tuttavia come osservazioni accidentali.

Nel 2012 è stata rilevata la presenza di una nuova specie, mai segnalata prima nel territorio del Parco. Si tratta del beccaccino (*Gallinago gallinago*), osservato sul Pian della Nana, durante una sosta della migrazione autunnale (Volcan, 2013).

All'interno dell'ordine degli *Strigiformes* troviamo l'assiolo (*Otus scopus*), l'allocco (*Strix aluco*), il gufo



Figura 37: Civetta nana (foto da Archivio PNAB)

picchio verde

(*Picus viridis*), il picchio nero (*Dryocopus martius*) (Fig. 38), il picchio cenerino (*Picus canus*) e il picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*); nei *Passeriformes* troviamo varie specie di cince, il picchio muratore (*Sitta europaea*), il picchio muraiolo (*Tichodroma muraria*), l'averla piccola (*Lanius collurio*), il crociere (*Loxia curvirostra*), la ghiandaia (*Garrulus glandarius*), la nocciolaia (*Nucifraga cyocatactes*), il gracchio alpino

(*Pyrrhocorax graculus*), la cornacchia nera (*Corvus corone*), la cornacchia grigia (*Corvus cornix*) e il

2.1.5.3 Altri vertebrati

Fra la fauna cosiddetta "minore" troviamo specie comuni con ruoli importanti nell'ecosistema alpino, le quali mostrano particolari adattamenti alle condizioni d'alta montagna.



Figura 39: Marasso (foto da Archivio PNAB)

Fra gli squamati si segnalano la vipera comune (*Vipera aspis*) e il marasso (*Vipera berus*); quest'ultima (Fig. 39) presenta uno stato di conservazione soddisfacente nelle Alpi centrali e orientali, mentre nelle Alpi occidentali la sua distribuzione è frammentaria. Di

conseguenza il Trentino Alto -

Adige è uno dei pochi territori alpini in cui le due specie convivono. Inoltre va citata la lucertola vivipara (*Zooroca vivipara*), comune solo nelle zone delle Alpi centro - orientali, contraddistinta per la sua viviparità.

I torrenti, i corsi d'acqua e i laghi alpini del Parco ospitano varie specie di anfibi, tra cui la rana temporaria (*Rana temporaria*), il rospo comune (*Bufo bufo*) (Fig. 40), la salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*) e il tritone alpestre (*Mesotriton alpestris*) molto sensibile alla temperatura dell'acqua durante la fase di sviluppo.



Figura 40: Rospo comune (foto da Archivio PNAB)

Per quanto concerne l'ittiofauna rilevanti sono la trota fario (*Salmo [trutta] trutta*), la trota marmorata (*Salmo [trutta] marmoratus*) e il salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*).

Il salmerino alpino, morfologicamente simile alla trota, è diffuso nella parte orientale dell'Arco Alpino. Riveste un'elevata valenza naturalistica, ecologica ed economica, tanto da essere stato inserito nella Lista rossa italiana dei Pesci d'acqua dolce, in quanto specie "in pericolo". Secondo questi presupposti il Parco ha avviato un progetto di ricerca pluriennale in modo da conoscere l'ecologia e la distribuzione della specie, immettendola in un lago idoneo d'alta quota nel Gruppo della Presanella (AA. VV., 2012).

2.2 Il Brenta Nord Occidentale

Prima ancora di cominciare ad esplorare il territorio è stato essenziale individuare un'area di studio adeguata.



Figura 41: Confini Parco Naturale Adamello Brenta e area di studio del Brenta Nord - Occidentale

Dolomiti di Brenta, nelle Alpi Retiche (Tab. 2.1); amministrativamente del comune di Ragoli; tuttavia è situato geograficamente vicino ai centri abitati di Pinzolo, Carisolo, Giustino, Sant'Antonio di Mavignola, Madonna di Campiglio e Campo Carlo Magno, nella Regione Autonoma Trentino – Alto Adige.

Il presente studio è stato svolto all'interno delle valli laterali appartenenti all'area del Brenta Nord Occidentale (Fig. 41), avente un'estensione di 8462,24 ha e situata sulla sinistra orografica della Val Rendena, Valle di Campiglio e Val Meledrio. Secondo la Suddivisione Orografica Internazionale Unificata del Sistema Alpino (S.O.I.U.S.A.), orograficamente il territorio fa parte della sottosezione delle

Dati SOIUSA	
Grande Parte	Alpi Orientali
Grande Settore	Alpi Sud - orientali
Sezione	Alpi Retiche meridionali
Sottosezione	Dolomiti di Brenta
Supergruppo	Gruppo di Brenta e della Paganella
Gruppo	Gruppo di Brenta

TABELLA 2.1: Classificazione S.O.I.U.S.A. del Gruppo di Brenta

La genesi delle rocce, dolomie triassiche e calcari magnesiaci, è dovuta ad una prima sedimentazione fondo marina durata tutta l'era mesozoica (iniziata 225 milioni di anni fa), seguita da un'emersione per spinte orogenetiche verificatesi massimamente da circa 40 milioni di anni fa in poi. Nei prodotti di accumulo, che costituiscono il rilievo, vi è una larga partecipazione organica di alghe marine e banchi corallini, alterati da fenomeni di cristallizzazione. Più frequenti invece sono le impronte e i positivi "fossili guida" della dolomia norica, quali i gasteropodi *Turbo solitarius* ed i tipici *Megalodon*.

Morfologicamente il Brenta Nord Occidentale, come il Gruppo nell'insieme, presenta una costituzione gigantesca e contrappuntata da torri e campanili,



Figura 42: Il Brenta dall'Altopiano dello Spinale (foto di Ferrari G.)

con la prevalenza, oltre ad una certa quota, della linea verticale su quella orizzontale nella composizione del profilo. Nella parte elevata sono tipiche le forme a torrione, con la base sovrastata dai detriti

di falda. Questi caratteri sono

condivisi con le Dolomiti di Gardena, Badia e Ampezzano.

Il Brenta assomiglia alle Pale di S. Martino per il fatto di essere formato da tre

piani diversi: il ladinico, il carnico ed il norico, che nei primi due piani è ben rappresentata la presenza di marne e tufi, in modo che le dolomie poggiano su strati teneri ed erodibili, che danno origine ai pianori e alle praterie d'alta quota (Fig. 42).

La tormentata morfologia di questo gruppo può, ben a ragione, essere chiamata a distruzione in quanto la scheletratura residuale, che costituisce la peculiarità del suo paesaggio, è accentuata da eventi sporadici di collassamento improvviso, frane e crolli, estranei alla lenta e continua azione dell'erosione superficiale: storica è la frana di Bocca di Brenta avvenuta nel 1882 e descritta da A. Richter.

La povertà di acque costituisce una netta differenziazione tra questo gruppo dolomitico in confronto all'ambiente naturale del Gruppo dell'Adamello; causa di ciò è il fenomeno carsico molto diffuso, in cui l'acqua confluisce in reticoli idrici profondi e oltre una certa quota la sua presenza è rara. Per questo motivo il numero di laghi alpini è ridotto.

Oltre ai due laghi maggiori di Molveno e Tovel, nel Brenta Nord Occidentale si trovano i laghi di Valàgola, nell'omonima valle e dello Spinale, nei pressi del Passo Grostè. (Flaim, 1992; Fronza *et al.*, 1997)

Le valli appartenenti al Brenta Nord Occidentale e oggetto del mio studio, partendo da nord sono:

- Valle del Vento,
- Val Centonia,
- Val Gelada,
- Vallesinella,
- Val Brenta,
- Val Fracinglo: Val Larga e Val Stretta,
- Valàgola,
- Val Nardis,
- Val di Sacco.

Inoltre sono state monitorate le zone:

- di Malga Vagliana,
- dell'Altopiano dello Spinale,
- del Passo del Grostè e Orti della Regina.

2.2.1 Valle del Vento e Prà Castron



Figura 43: Monte Sasso Rosso (foto di Ferrari G.)

Dalla ex Malga Scale si supera il limite della vegetazione arborea e i boschi di faggio e abete rosso lasciano il posto ad aree coperte da rodoreti e in misura minore da ghiaioni e aree vegetate a pino mugo e larice. In prossimità delle ripide pareti rocciose e dell'Acqua dei Tartari (m

1924), sulla sinistra orografica

si apre la Valle del Vento. Questa valle dalla stretta conformazione è delimitata dalla parete nord di Cima del Tov (m 2608), Cima Scale (m 2667), Cima delle Livezze (m 2779) e da Cima del Vento (m 2761) con la Bocchetta del Vento. Proseguendo verso il Passo Prà Castron (m 2503) e il Bivacco "Costanzi - Albasini" sono riscontrabili superfici a pascolo sormontate dal Sasso Rosso (m 2645) (Fig. 43), costituito da rocce calcareo - dolomitiche di origine tipicamente marina, sulle quali sono deposte rocce calcareo - marnose appartenenti alla formazione della "Scaglia Rossa". La Scaglia Rossa presenta una caratteristica colorazione rosata dovuta alle ammoniti fossili inglobate in essa e, al contrario delle rocce calcareo - dolomitiche compatte, si presenta molto degradabile e facilmente erodibile sotto l'azione degli agenti atmosferici (gelo-disgelo, precipitazioni, vento). Quest'area è composta da estese praterie montane, caratterizzate da una pendenza lieve e una buona esposizione al Sole; il che comporta la crescita di differenti specie floristiche di particolare interesse, come l'astro alpino (*Aster alpinus*).

2.2.2 Val Centonia

Valle montana descritta da terreni boschivi e prativi in forte pendenza tra i 1700 m e i 1800 m, con ripide pareti rocciose che si trasformano in falde detritiche a causa della natura della roccia molto sensibile ai fenomeni d'erosione che provocano questo accumulo ghiaioso (Fig. 44).

I declivi prativi sono spezzati da rocce affioranti e da rare conifere che localizzano l'area di separazione tra il bosco e i pascoli d'alta quota. La valle si estende a nord di Mondifrà Basso (m 2292) e della Cima Sasso Alto (m 2890).



Figura 44: Val Centonia (foto di Ferrari G.)

2.2.3 Val Gelada

Si distende da ovest ad est tra le Cime Vaglianella (m 2384) e Vagliana (m 2862) a sud, Corno di Denno (m 2873) e Corno di Flavona ad est, Sasso Alto



Figura 45: Val Gelada (foto di Ferrari G.)

(m 2890) e Cima Mondifrà Alto (m 2528) a nord. La Val Gelada di Campiglio si apre ampia nella faggeta e più in quota nei boschi di conifere dominati dall'abete rosso (*Picea excelsa*). Ad altezze superiori si fanno spazio i larici (*Larix decidua*), pionieri di aree interessate da

colonizzazione (ghiaioni) e oltre il limite altitudinale della vegetazione quando gli alberi si fanno radi si incontrano le forme cosiddette degli "arbusti contorti" come il rododendro (*Rhododendron hirsutum*),

specifico del Gruppo dolomitico e il pino mugo (*Pinus mugo*). La valle prosegue con una scarpata suddivisa in gradoni rocciosi delimitati da zone detritiche (Fig. 45), le quali alzandosi di quota prenderanno il posto delle ultime zone prative fino alla Bocchetta dei Tre Sassi (m 2613), nei pressi della quale si trova una stazione di *Papaver rhaeticum*. Sulla parte destra orografica si trova un pendio detritico che prosegue fino al Passo Val Gelada, altra stazione di interesse floristico per la presenza di *Androsace helvetica*. Nell'ultima fascia vegetazionale tundra-artico-alpina si diffondono invece le forme arbustive nane, come l'azalea della Alpi (*Loiseleuria procumbens*), il camedrio alpino (*Dryas octopetala*) e i salici striscianti, oltre che le forme floreali d'alta quota come la stella alpina (*Leontopodium alpinum*) e gli endemismi del Gruppo di Brenta, tra i quali una sottospecie di negritella (*Nigritella rubra* ssp. *Bushmanniae*) (Fig. 46).



Figura 46: *Nigritella rubra* ssp. *Bushmanniae*
(foto di Ferrari G.)

L'ampiezza della valle e la sua esposizione a nord induce un innevamento cospicuo durante il periodo invernale.

2.2.4 Zona Malga Vagliana



Figura 47: Zona Malga Vagliana dalla Cima Vaglianella
(foto di Ferrari G.)

A sud della Val Gelada di Campiglio si apre un'arena naturale costituita da fasce rocciose intervallate ad aree erbose disseminate di larici (*Larix decidua*) isolati e da arbusti "contorti". Questa zona a pascolo

utilizzata dal bestiame nel periodo estivo è dominata da Cima Vaglianella (m 2384), che la separa dalla Val Gelada, e da Cima Vagliana (m 2862). Scendendo di quota si incontra Malga Vagliana costruita nei pressi del limite vegetazionale (Fig. 47). L'ambiente circostante fino al Piano del Grostè, oltre il Dosson di Vagliana (m 2099), è caratterizzato da pascoli pianeggianti delimitati da boschi di conifere e versanti rocciosi. I pascoli sono costituiti da specie calcifile a *Carex firma*, *Carex sempervirens* e *Sesleria coerulea*.

2.2.5 Zona Monte Spinale



Figura 48: Altopiano dello Spinale (foto di Ferrari G.)

L'altopiano dello Spinale è un'area compresa tra Vallesinella, l'area della Malga Vagliana e Campo Carlo Magno. E' dominato dal Monte Spinale (m 2103) col Rifugio Spinale da cui partono alcuni fra gli impianti sciistici del comprensorio di Madonna di Campiglio. Verso sud a m 1958 sorgono Malga Fevri e a est di quest'ultima Malghe di Boch (Fig. 48).

Ancora oggi entrambe le malghe sono attive e caricano il bestiame da giugno a settembre, in quanto le tenere erbe estive, il movimento e l'aria di montagna hanno un effetto favorevole sulla qualità della produzione di latte e sull'accrescimento delle manze. L'incentivazione di queste attività trova riscontri positivi sia sull'ambiente sia sull'economia locale ed è compatibile con il sistema Parco e i suoi obiettivi di protezione. La tradizione dei caseifici in quota e dell'alpeggio è ormai quasi scomparsa e dalle centodieci malghe monticate nel Trentino negli anni '60 si è ora passati solo a quaranta, ma la consuetudine dell'alpeggio ha mantenuto un significato rilevante nell'economia alpina. Anche se realisticamente è impossibile pensare ad un



Figura 49: Lago dello Spinale (foto di Ferrari G.)

ritorno di una presenza zootecnica territorialmente diffusa e utilizzatrice di tutte le aree foraggicole e pascolive, tuttavia è ancora possibile bloccare l'ultima fase dell'abbandono totale di questa tradizione culturale propria delle popolazioni alpine.

Nei pressi di Malghe Boch ha avuto origine il Lago Spinale (Fig. 49), uno fra i pochi laghi del Gruppo del Brenta. Questo lago di origine carsica occupa la depressione calcarea formatasi per l'accumulo di sedimenti e per l'azione delle precipitazioni naturali; oggi è una fonte d'acqua per il bestiame al pascolo e la fauna selvatica che popola la zona (volpi, cervi, caprioli, camosci, roditori, ecc.) inoltre lungo le sue sponde si è creata una zona umida adatta alla sopravvivenza di diverse specie di anfibi e insetti.

Il territorio è costituito da una serie di dossi di diversa altezza, di doline sparse e di estesi pianori e praterie d'alta quota; l'ambiente presenta relativamente pochi elementi arborei che al contrario hanno occupato i pendii erbosi perimetrali, tra i quali larici (*Larix decidua*) e abeti rossi (*Picea abies*). Sono diffusi arbusti contorti e nani, come ginepro (*Juniperus communis*), rododendro (*Rhododendron hirsutum*), pino mugo (*Pinus mugo*), sorbo (*Sorbus camaemespilus*), mirtillo falso (*Vaccinium uliginosum/gaultherioides*), mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*), erica (*Erica carnea*).



Figura 50: Stelle alpine (foto di Ferrari G.)

Le distese erbose sono disseminate di specie floristiche ed erbacee che diversificano la vegetazione complessiva. Si notano differenti specie di cardi: cardo dentellato (*Cardus defloratus*), cardo asinino (*Cirsium vulgare*), cardo



Figura 51: *Gentiana a foglie brevi*
(foto di Ferrari G.)

giallastro (*Cirsium oleraceum*), cardo rosso (*Carduus nutans*), carlina bianca (*Carlina acaulis*) che si racchiude su se stessa quando aumenta l'umidità del suolo. Riguardo i fiori e le piante erbacee perenni troviamo il salice nano (*Salix herbacea*) e il lichene islandico (*Cetraria islandica*) con proprietà medicinali; il camenerio (*Epilobium angustifolium*), l'ortica (*Urtica dioica*), la cariofillata montana (*Geum montanum*), il ranuncolo selvatico (*Ranunculus bulbosus*), il senecione abrotanino (*Senecio abrotanifolius*) e montanino (*Senecio squalidus*), la felce (*Pteridophyta spp.*), la campanula (*Campanula alpestris*), l'anemone montano (*Pulsatilla alpina*) e a fiore di narciso (*Anemone narcissiflora*), il trifoglio (*Trifolium spp.*), la stella alpina (*Leontopodium alpinum*) (Fig. 50), la gentiana campestre (*Gentiana campestris*), la genzianella (*Gentiana acaulis*) e la gentiana a foglie brevi (*Gentiana brachyphylla*) (Fig. 51), la sassifraga alpina (*Saxifraga paniculata*) e muschiata (*Saxifraga moschata*) che si distribuiscono sulle rocce nude.

2.2.6 Passo Grostè, Pietra Grande e Orti della Regina

Seguendo la strada provinciale forestale che da Madonna di Campiglio porta al Rifugio Graffer, si attraversa la faggeta e la pecceta fino ai pascoli d'alta



Figura 52: Orti della Regina (foto di Ferrari G.)

quota. Il paesaggio circostante è descritto dal circo glaciale, ghiaioni laterali, guglie e torrioni di pietra calcarea bianca, oltre che pareti rossastre che precipitano verticalmente verso Vallesinella, denominate

"Corna Rossa". Il Rifugio Graffer è un punto di confluenza tra la parte centrale e settentrionale del Gruppo di Brenta ed è sommontato da Passo Grostè (m 2442) che storicamente rappresenta la comunicazione tra il versante orientale ed occidentale del Brenta. Sulla destra orografica a sud - est di Cima Vagliana (m 2862) si erge una dorsale rocciosa, denominata Pietra Grande e costituita da ripidi costoni e pendii detritici. Quest'ultima viene costeggiata dalla grande conca erbosa degli "Orti della Regina" (Fig. 52), stazione floristica del Parco con molte specie di interesse botanico: *Papaver rhaeticum*, *Leontopodium alpinum*, *Valeriana supina*, *Artemisia nitida*, *Potentilla nitida*, *Daphne striata*, *Nigritella nigra*, *Nigritella rubra*, *Trollius euripaeus*, *Soldanella alpina*, *Gentiana spp.*, *Armeria alpina*, *Silene acaulis*, *Aster alpinus*, *Senecio doronicum*, *Saxifraga oppositifolia*, *Geum montanum*, *Clematis alpina*, *Achillea clavinae*, *Pulsatilla alpina*, *Delarbre ssp.*, *Doronicum sp.*, *Vaccinium uliginosum*.

2.2.7 Vallesinella

La Vallesinella si sviluppa da ovest verso est ed è circondata dal Croz dei Casinei (m 2024), dalla cima Fridolin (m 2223), dal Torrione di Vallesinella (m 2461) e dal Castelletto Inferiore (m 2601). Costituisce la via di accesso ai Rifugi Casinei e Tuckett: è collegata con la Val Brenta attraverso la Sella del Fridolin - Passo dei Casinei (m 2143) (Fig. 53).



Figura 53: Vallesinella (foto di Ferrari G.)

E' percorsa da un ramo del Sarca, denominato di Vallesinella e grazie al fenomeno carsico che determina la circolazione sotterranea delle acque di sgrondo del Torrione di Vallesinella, causa il sistema delle Cascate di Vallesinella (Alte, di Mezzo, di Sotto) (Fig. 54). La parte bassa della valle fino ai 2000 m è ricoperta da un fitto bosco, dominato da faggi e abeti bianchi.



Figura 54: Cascate di sotto di Vallesinella (foto di Ferrari G.)

A quote superiori sono riconoscibili chiare tracce dell'antica conformazione glaciale di cui le vedrette sono testimonianza: si distinguono le due Vedrette di Vallesinella inferiore e superiore, la Vedretta del Tuckett e quella di Brenta Superiore. La presenza di numerose grotte scavate nella Dolomia e di alcuni fenomeni carsici (sorgenti, marmitte, ponti naturali) caratterizza la morfologia carsica della valle. Superati i salti d'acqua si raggiunge l'ex Malga Vallesinella di Sopra, ora abbandonata; per poi arrivare al Rifugio Casinei, inserito in una foresta di abeti bianchi e in posizione intermedia tra

Vallesinella, i Rifugi Tuckett e Sella in alta Vallesinella e il Rifugio Rifugio Brentei in Val Brenta alta.

Il Rifugio "Tuckett" e il Rifugio "Quintino Sella", costruiti tra il 1904 ed il 1906, si trovano ai piedi della Vedretta di Tuckett o di Brenta Inferiore su uno sperone roccioso alla base del Castelletto Inferiore (m 2601) e di fronte alla Punta Massari (m 2846). Dal rifugio ha inizio una stretta gola che termina con la Bocca di Tuckett (m 2647) (Fig. 55), compresa tra la Vedretta di Brenta Superiore, la Vedretta di Vallesinella Superiore e circoscritta da Cima Sella (m 2946), Cima Vallesinella (m 3114), Cima Brenta (m 3150) e Cima Mandròn (m 3040). In questa parte della valle ritrovano tutte le fenomenologie proprie dei grandi ghiacciai alpini: il circo collettore principale con i nevai laterali, le valli laterali pensili, i seracchi.

2.2.8 Val di Brenta

Il Rifugio "Alberto e Maria ai Brentei" si trova nella parte alta della Val Brenta su di un ampio terrazzo erboso proprio di fronte alla imponente parete nord del Crozzon di Brenta.

Il Rifugio "Alimonta" è situato su di un pianoro roccioso, in posizione centrale rispetto alla via delle Bocchette, ai piedi

della Vedretta degli Sfulmini e a poca distanza dalla Bocca d'Armi (Fig. 56). E' il rifugio più alto in quota tra i rifugi delle Dolomiti di Brenta, collocato a 2580 m d'altezza.

La Val Brenta (Fig. 57) racchiude uno dei più suggestivi scenari alpini del Parco Naturale Adamello Brenta, aprendosi in un

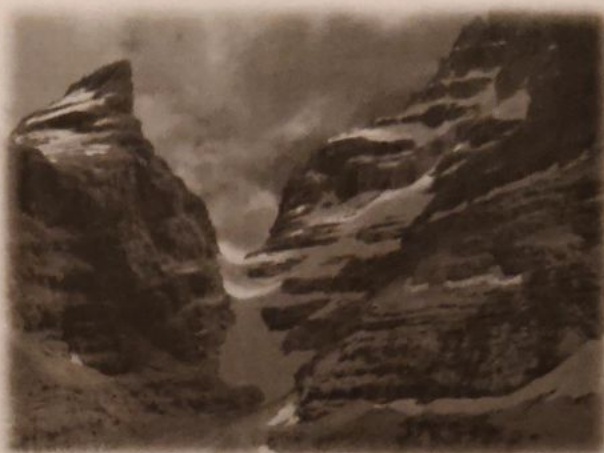


Figura 55: Bocca di Tuckett (foto di Ferrari G.)



Figura 56: Sentiero verso Alimonta (foto di Ferrari G.)

anfiteatro dolomitico costituito da: le cime dei Fracingli del Crozzon di Brenta

(m 3135), di Cima Tosa (m 3173) e di Cima Margherita (m 2845), la Cima Brenta Bassa (m 2809), l'intaglio della Bocca di Brenta, la Cima Brenta Alta (m 2960), il Campanil Basso (m 2883) ed il Campanil Alto (m 2936), gli Sfulmini (m 2910), la Cima Armi (m



Figura 57: Val Brenta e Crozzon di Brenta (foto di Ferrari G.)

2951), la Torre di Brenta (m 3014),

Cima Molveno (m 2917) e Cima Mandròn (m 3040) che si elevano sopra i ghiaioni, i dirupi ed il fitto bosco che ricopre la parte inferiore e mediana della valle.

Un evidente gradino (detto la "Scala di Brenta") di origine glaciale divide la valle in bassa e alta Val Brenta. La vegetazione della bassa e media valle è costituita da aghifoglie, sostitutivi delle faggete che ricoprivano i versanti fino alla fine del 1800. L'ambiente circostante conserva ancora i tratti della vita pastorale di un tempo, che si incentrava sulle malghe Brenta Bassa e Brenta Alta, quest'ultima da anni oramai abbandonata e in rovina.

Nella parte alta della valle, alla base delle pareti rocciose si trovano cinque ghiacciai: la Vedretta della Bocca di Brenta, la Vedretta del Brentei e quella degli Sfulmeni, oggi divisa in settentrionale e meridionale. Sul versante orografico sinistro, la Vedretta del Crozzòn e il Canalone Neri (Fig. 58),



Figura 58: Rif. Brentei e Canalone Neri (foto da Archivio PNAB)

che scende dalla Cima Tosa lungo il canalone nord tra la Tosa e il Crozzòn di Brenta; per ultima la Vedretta dei Camosci, un tempo unita attraverso la Bocca dei Camosci alla Vedretta d'Agola in Val Nardis. Dalla Vedretta dei Camosci nasce il Sarca di Brenta che percorre l'omonima valle confluendo nel Sarca di Campiglio.

2.2.9 Val Fracingo: Val Larga e Val Stretta

Valle laterale della Valàgola, la Val Fracingo si introduce nel bosco prima di latifoglie e poi di conifere, fino ad aprirsi in un ambiente arido costituito da macereti e ghiaioni detritici, preannunciati da densi cespugli di pini mughi. A questo punto la valle si suddivide in due valli minori, la Val Larga sulla destra orografica e la Val Stretta sulla sinistra orografica (Fig. 59).

La Val Stretta si mostra come una serie di salti rocciosi, aree ricoperte da massi ingenti e residui rocciosi, fino al Passo Nardis che si apre a m 2625, compreso tra Cima Nardis (m 2613) e Cima Fraciglo II (m 2879) oltre il quale



Figura 59: Val Stretta e Val Larga (foto di Ferrari G.)

si estende la Vedretta dei Camosci, collegandosi poi con la Val Nardis e il Rifugio XII Apostoli.

A m 2709 la dorsale Dosson di Fracigli si erge come elemento separatore tra la Val Stretta e la Val Larga.

Quest'ultima dal proprio nome è caratterizzata da

un'ampiezza e dall'esposizione a sud. Grazie a questi parametri ambientali e alla sua conformazione morfologica meno scoscesa, presenta alcune tracce prative in cui si notano presenze floristiche rilevanti come la stella alpina (*Leontopodium alpinum*). La valle è contornata dal Crozzon di Val d'Agola (m 2673) il quale prosegue verso est fino alla Bocchetta di Val Larga (m 2500) che si apre sulla Val Brenta.

2.2.10 Valàgola e Val di Nardis

La Valàgola, il cui nome deriva probabilmente da aquila quindi "Valle dell'Aquila", è caratterizzata da



Figura 60: Val Stretta di Nardis (foto di Ferrari G.)

una fascia costituita da una fitta vegetazione e dai pascoli del fondovalle che si spingono nella Busa di Nardis fino ai piedi del Palon dei Mughì (m 2323), collegato da una dorsale al Doss del Sabion (m 2100) che divide la Valàgola dalla Val d'Algone, collegate solamente dal Passo Bregn de l'Ors (m 1848).

La parte inferiore della valle è descritta da boschi allo stato vergine e foreste di abeti e larici che circondano il piccolo lago di Valàgola, la cui formazione è

stata favorita dalle morene di sbarramento. Nei dintorni sorge la Malga di valle, ancora oggi adibita all'alpeggio e al pascolo del bestiame durante il periodo estivo. Al bordo del campivolo della malga, esposti a sud, si segnalano dieci monumentali faggi secolari con fusti molto ramificati e concresciuti.

Sulla destra orografica, all'estremità meridionale della valle, si apre la Val di Nardis (Fig. 60), contraddistinta da un'ampia conca lacustre oramai colma di detriti e dal circo glaciale di Valàgola, ai piedi della Bocchetta dei Camosci (m 2784) e la Vedretta di Prà Fiori, con la sovrastante Cima d'Agola (m 2959) e Cima Prà Fiori (m 2902). Superati i detriti ghiaiosi si inerpica uno sbarramento roccioso, denominato "Scala Santa", oltre il quale a 2489 m di quota sopra un contrafforte roccioso che sovrasta la Val di Nardis, si erige il Rifugio "Fratelli Garbari" ai XII



Figura 61: *Dianthus sternbengii*
(foto di Armanini M.)

Apostoli, costruito nel 1907. Lungo questi pendii ghiaiosi si possono incontrare forme vegetali adattate a questo ambiente secco, come *Dianthus sternbengii* (Fig. 61). I XII Apostoli sono altrettante piccole formazioni rocciose in successione situate in prossimità del passo omonimo tra la Val Nardis e la Val di Sacco. Nella parete della Cima XII Apostoli (m 2699), di fronte al rifugio, è stata scavata una chiesetta dedicata alla Regina Apostolorum dove si celebra la messa a ricordo di tutti i caduti in montagna.

In questa zona del Parco è recentemente ricomparso il gipeto (*Gypetus barbatus*) e nidificano alcune coppie di aquile reali (*Aquila crysaetos*).

2.2.11 Palon dei Mughì e Val di Sacco

La Val di Sacco, laterale della Val d'Algone, scorre da ovest ad est; a nord è contornata dal Palon dei Mughì (m 2323) (Fig. 62), da Cima Colm Alta (m 2467) e da Cima XII Apostoli (m 2699), ad est è chiusa dal Passo dei XII Apostoli (m 2578), oltre il quale si estende la Vedretta dei XII Apostoli. A sud si stagliano i contrafforti di Cima delle Ortighe (m 2093), di Cima della Finestra

(m 2620), Cima Androna (m 2611), Cima di Vallon (m 2969), Cima Padaiola Bassa (m 2840) e Cima Camerotti (m 2711), i quali delimitano la Vedretta di Sacco.



Figura 62: Palon dei Mughì e Val di Sacco
(foto da Archivio PNAB)

La parte superiore della valle è costituita da pendii detritici, accessibili solamente ai camosci alpini (*Rupicapra rupicapra*); diminuendo di quota invece si incontra una vegetazione di tipo arbustivo descritta da rododendri (*Rhododendron hirsutum*), pini mughì (*Pinus mugo*),

cespugli di mirtillo (*Vaccinium spp.*) alternati ad ampi pascoli e pendii erbosi.

Una zona peculiare è un'altura, denominata Palon dei Mughì, caratterizzata da una pendio scosceso a manto erboso rivolto a ovest e la restante parte contraddistinta da scarpate rocciose coperte da una distesa di pini mughì (*Pinus mugo*). Quest'area è prediletta da cervi rossi (*Cervus Elaphus*) e camosci (*Rupicapra rupicapra*), dove possono trovare spazi aperti adatti al pascolo.

CAPITOLO 3: LA MARMOTTA

ALPINA (*Marmota marmota*)

3.1 Inquadramento sistematico e filogenesi

La marmotta alpina *Marmota marmota* (Linnaeus, 1758) è un mammifero appartenente all'ordine dei Roditori (*Rodentia*) (Tab 3.1), il più numeroso tra i Mammiferi (il 43% delle specie di mammiferi appartiene a quest'Ordine) (Hutchins *et al.*, 2003).

Regno	Animalia
Phylum	Chordata
Classe	Mammalia
Sottoclasse	Theria
Infraclasse	Eutheria
(clade)	Glires
Ordine	Rodentia
Sottordine	Sciuromorpha
Famiglia	Sciuridae
Sottofamiglia	Xerinae
Tribù	Marmotini
Genere	Marmota
Sottogenere	Marmota
Specie	<i>M. marmota</i>

TABELLA 3.1: Classificazione della specie Marmotta alpina (*Marmota marmota*)

Esso è comparso nel paleocene, fra i 57 e i 60 milioni di anni fa. La prima famiglia conosciuta è quella dei *Paramydae* (Wood, 1962), che includeva specie simili a sciuridi. Il picco di diversificazione si ha fra i 38 e i 45 milioni di anni fa (eocene), contemporaneamente all'estinzione dei *Multituberculata*.

Oggi, secondo la IUCN, fra specie di roditori 669 sono da considerarsi minacciate, e 32 estinte.

Le specie appartenenti a quest'Ordine sono plantigradi, con carpali e tarsali ben sviluppati, e generalmente di piccole-medie dimensioni si va dai 4,5 cm di lunghezza del Jerboa pigmeo (*Salpingotulus michaelis*) ai 135 cm del

Capibara (*Hydrochoeris hydrochaeris*). La caratteristica distintiva sono i due lunghi incisivi, risultanti dalla perdita dei canini e dalla formazione di un diastema fra gli incisivi e la restante dentatura (premolari e molari). I muscoli funzionali alla masticazione (in particolare il massetere e il temporale) sono

molto potenti. Altre caratteristiche comuni a tutto l'ordine riguardano il cranio, lo scheletro e la dentatura. Per quanto riguarda la dieta, la maggior parte si nutre di semi, ma alcuni sono erbivori e altri hanno un'alimentazione varia che include gemme, insetti o semi in base alle disponibilità stagionali.

La classificazione dei Roditori è abbastanza controversa; le suddivisioni maggiormente accettate



Figura 63: Filogenesi di alcune specie appartenenti alla famiglia Sciuridae con stile di vita che ne evidenzia l'origine arboricola (foto da Steppan et al., 2004)

fanno riferimento alla struttura del muscolo masseterico e dell'arcata zigomatica (considerando tre sottordini: *Sciuromorpha* (sciuridi e ghiri), *Myomorpha* (topi e ratti) e *Hystricomorpha* (cavie e isticri) o della mandibola (si hanno due sottordini: *Sciurognathi*, considerata la condizione più primitiva, e *Hystricognathi*, che comprendono solo una parte degli isticromorfi). Gli studi molecolari, ancora lontani da una soluzione definitiva, hanno per ora isolato tre cladi, coincidenti in buona parte con la prima classificazione esposta.

3.1.1 Famiglia Sciuridae

Gli sciuromorfi (Fig. 63), a loro volta, sono classificabili in sei famiglie, di cui tre estinte; le specie viventi si dividono in *Aplodontiidae* (con l'unica specie



Figura 65: Castoro di montagna (foto da web)

Aplodontia rufa, il castoro di montagna) (Fig. 65), *Gliridae* (fra cui il ghiro, il moscardino e il quercino) (Fig. 64) e *Sciuridae*.

Queste ultime, caratterizzate dalla formula dentale 1.0.1.3, sono rappresentate da 280 specie viventi, divise in 50 generi e 5 sottofamiglie.

Il più antico sciuride fossile conosciuto, *Douglassciurus*, e di età priaboniana (Emry e Korth, 1996), evolutosi quindi nella fascia temporale in cui si è avuta la massima radiazione dei roditori.

La classificazione sistematica è stata modificata recentemente; secondo la nuova classificazione (Thorington e Hoffmann, 2005), gli sciuridi sono divisi in cinque sottofamiglie:

- *Ratufinae*, scoiattoli giganti orientali, comprendenti cinque specie;
- *Sciurillinae*, con l'unica specie vivente, *Sciurillus pusillus*, lo scoiattolo nano sudamericano;
- *Sciurinae*, scoiattoli volanti e alcuni arboricoli;
- *Callosciurinae*, scoiattoli asiatici;
- *Xerinae*, comprende invece specie prevalentemente terricole, a loro volta raggruppate in tre tribù: *Xerini* e *Protoxerini* sono scoiattoli africani, i primi terricoli e i secondi in buona parte arboricoli; *Marmotini* comprende la maggior parte degli sciuridi terricoli.



Figura 64: Topo quercino (foto da web)

3.1.2 Tribù Marmotini

Gli sciuridi terricoli (*Xerinae*) sono comparsi in Africa nell'oligocene superiore, durante una fase di riscaldamento climatico che ha favorito l'espansione della prateria. Da qui, essi si sono espansi negli altri continenti fra i 18 e i 20 milioni di anni fa in seguito ai movimenti tettonici che hanno unito l'Africa all'Asia (Hutchins et al., 2003), con un'unica colonizzazione (Mercer e Roth, 2003); in



Figura 66: *Sciottolo striato* (foto da web)

Eurasia sarebbe comparsa la prima specie della tribù *Marmotini*, *Palaeosciurus*, vissuta fino a 15 milioni di anni fa, e che poi avrebbe colonizzato il Nord America.

La loro distribuzione attuale interessa questi due continenti

(ad eccezione del Sudest asiatico); in particolare, il 70%

delle specie è endemico americano.

Le dimensioni corporee variano da uno scoiattolo striato (*Tamias sibiricus*, dalla massa corporea compresa fra i 50 e i 150 grammi) (Fig. 66), alla marmotta alpina (la specie che raggiunge le dimensioni maggiori).

Tutti i marmotini sono diurni, e l'attività giornaliera estiva è tipicamente bimodale nelle specie di ambienti temperati. La morfologia degli individui suggerisce una dieta erbivora, tuttavia questa è spesso, in misura diversa da specie a specie, onnivora.

Per quanto riguarda la riproduzione, bisogna fare una distinzione fra le specie ibernanti, che producono una cucciolata l'anno, e quelle non ibernanti, nelle quali si possono avere anche più cucciolate. I piccoli nascono inetti in camere sotterranee, dove rimangono per un periodo che varia a seconda della specie fra le 3 e le 5 settimane.

Ai fini della conservazione, si segnala la presenza di dieci specie minacciate, di cui quattro in pericolo tutte nordamericane: la marmotta delle isole Vancouver (*Marmota vancouverensis*), in pericolo critico, oltre allo scoiattolo antilope di San Joaquin (*Ammospermophilus nelsoni*), al cane della prateria

messicano (*Cynomys mexicanus*) (Fig. 67) e allo scoiattolo dell'Idaho (*Spermophilus brunneus*); delle restanti sei, si ricorda l'unica europea, il citello (*Spermophilus citellus*), che vive nelle steppe dell'est (Fig. 68). In generale, la causa principale riscontrata è la frammentazione dell'habitat (Ranghetti, 2009).



Figura 67: Cane della prateria messicano (foto da web)

Per quanto riguarda la tassonomia, all'interno della tribù sono inseriti sei generi viventi:

- *Sciurotamias*, lo scoiattolo cinese delle rocce (2 specie);
- *Tamias*, gli scoiattoli striati (25 specie);
- *Amмосpermophilus*, gli scoiattoli antilope (5 specie);
- *Cynomys*, i cani della prateria (5 specie);
- *Spermophilus*, i citelli (41 specie);
- *Marmota*, le marmotte (14 specie).

La separazione di *Marmota* (genere monofiletico, come confermato da Steppan *et al.* (1999) sarebbe dunque avvenuta in Nordamerica 6 milioni di anni fa, durante l'esplosione radiativa di tale linea che ha dato origine a molti



Figura 68: Famiglia di Citelli (foto da web)

altri generi adattatisi a diversi ambienti: boschi di conifere (*Callospermophilus*), praterie (*Poliocitellus*), steppe calde (*Ictydomys*, *Otospermophilus*) e fredde (il genere vivente *Spermophilus*), deserti caldi (*Xerospermophilus* e il genere

vivente *Cynomys*). Il genere *Marmota* si è invece adattato ad

ambienti periglaciali (Bibikov e Rumiantsev, 1993; Bibikov, 1996a).

3.1.3 Genere *Marmota*

E' possibile raggruppare le specie viventi di *Marmota* in due sottogeneri, *Petromarmota* e *Marmota*, separatisi precocemente (Steppan *et al.*, 1999). Le quattro specie evolutesi da *Petromarmota* si trovano tuttora in ambiente neartico; delle dieci evolutesi da *Marmota*, invece, due sono in Nord America (*monax* e *broweri*), mentre le altre sono migrate in ambienti paleartici nel pleistocene inferiore, durante una fase di raffreddamento che ha consentito loro l'attraversamento dello stretto di Bering (Bibikov, 1996b).

L'esplosione radiativa del genere si è avuto invece intorno al milione di anni fa (Giboulet *et al.*, 1997); il primo fossile di specie tuttora vivente e di quest'epoca, in particolare del pleistocene medio, ed appartiene a un *monax* (Kurten e Anderson 1980). La sua comparsa precoce ne confermerebbe l'origine neartica, contemporanea a quella del progenitore di tutte le altre marmotte del sottogenere *Marmota* che sarebbero poi migrate in Eurasia (Bibikov, 1996a). Attualmente le specie viventi riconosciute sono 14 (Corbet, 1978; Thorington e Hoffmann, 2005).

Sottogenere *Marmota*

- *Woodchuck* (*Marmota monax*, Linnaeus, 1758) si trova in Canada e negli Stati Uniti orientali. Vive ai margini dei boschi o anche nei terreni coltivati, e le sue abitudini, al contrario di quanto avviene generalmente fra le marmotte, sono perlopiù solitarie (Fig. 69).



Figura 69: *Marmotta olimpica* (foto da web)

- Marmotta alpina (*Marmota marmota*, Linnaeus, 1758), diffusa su Alpi, Pirenei, Carpazi e in ristrette zone dell'Appennino toscano-emiliano.
- Marmotta di Menzbier (*Marmota menzbieri*, Kashkarov, 1925), si trova in Kazakhstan, Kirgizstan, Tajikistan, Turkmenistan e Uzbekistan, nelle steppe temperate. E' classificata come vulnerabile dalla IUCN a causa della riduzione dell'habitat.

- Marmotta dalla coda lunga (*Marmota caudata*, Jacquemont, 1844), diffusa sulle montagne dell'Asia centrale. Pur essendo molto diversa morfologicamente dalla marmotta di Menzbier forma con essa un gruppo monofiletico (Steppan *et al.*, 1999).
- Marmotta artica (*Marmota broweri*, Hall & Gillmore, 1934), diffusa nelle zone più settentrionali dell'Alaska, e adattata all'ambiente di tundra e si può nutrire anche di licheni.
- Marmotta grigia (*Marmota baibacina*, Kastschenko, 1899), vive sui monti della Siberia orientale, sull'Altai e sul Tien Shan ed è caratterizzata dal colore grigio del pelo.
- Bobak (*Marmota bobak*, Muller, 1776), diffusa nelle steppe dall'Europa Orientale agli altipiani del Tibet dove vive anche a quote superiori ai 5000 metri. E' presente in due sottospecie, *M. bobak bobak* e *M. bobak tschaganensis*, la prima residente a ovest del Volga e la seconda a est, che differiscono per la durata di ibernazione (Nikol'skii, 2008). Forma un gruppo monofiletico con la marmotta grigia (Steppan *et al.* 1999).
- Marmotta dal cappello nero (*Marmota camtschatica*, Pallas, 1811) è presente in Siberia e nella penisola del Kamchatka; è caratterizzata dal colore nero della parte superiore del capo.
- Tarbagan (*Marmota sibirica*, Radde, 1862), tipico delle zone montuose della Siberia orientale; sull'Altai occupa le stesse aree della marmotta grigia. E' inserito nelle liste rosse IUCN quale specie minacciata, soprattutto a causa del bracconaggio (Zahler *et al.*, 2004) oltre che perchè ritenute causa di un'epidemia di peste scoppiata nel 1939 (Pil'nikov, 2008).
- Marmotta himalayana (Hodgson, 1841), esclusiva della zona himalayana e caratterizzata da un colore chiaro. Forma un gruppo monofiletico con *M. camtschatica* e *M. sibirica* (Steppan *et al.*, 1999) (Fig. 70).



Figura 70: Marmotta himalayana (foto da web)

3.2 Distribuzione e conservazione

Oggetto di studio del presente lavoro è la marmotta alpina per la quale si riconoscono due sottospecie: *Marmota marmota marmota* (forma tipica, autoctona dell'Arco Alpino) e *Marmota marmota latirostris* (presente sui monti Tatra).

Dal punto di vista corologico può essere definita un'entità alpino-centroeuropea: l'areale distributivo comprende le Alpi, i Carpazi e i Tatra, oltreché i Pirenei, dove però è stata introdotta. Anche il nucleo isolato presente nella Foresta Nera ha avuto origine da interventi di immissione, tuttavia questo settore geografico rientra nell'areale storico della specie.

In Italia essa è diffusa anche se in modo piuttosto discontinuo, sulle porzioni centrali ed occidentali dell'Arco Alpino, mentre la sua presenza nelle porzioni orientali è dovuta essenzialmente a interventi di reintroduzione.

La distribuzione attuale della marmotta alpina è strettamente legata alla successione di numerosi periodi glaciali e interglaciali succedutisi nel pleistocene (Zimina e Gerasimov, 1973). Il suo habitat ideale, infatti, era quello delle piane periglaciali; tale habitat ha subito una progressiva riduzione nel postglaciale olocenico, a partire da 10000-9000 anni fa. A partire da tale data la specie si è progressivamente spostata in senso altitudinale, rifugiandosi sulle catene montuose europee, poiché al di sotto di esse si registrava l'avanzata delle foreste di conifere, ambiente inadatto alla sopravvivenza delle marmotte ((Zimina e Gerasimov, 1973); la sua distribuzione si è perciò ristretta in tempi storici agli ambienti di orizzonte alpino sopra il limite della vegetazione arborea delle principali catene montuose. La frammentazione dell'habitat e la pressione venatoria non regolamentata hanno contribuito a un ulteriore restringimento delle aree occupate, limitate, all'inizio del '900, alle sole catene dei Carpazi, dei Tatra e delle Alpi centro-occidentali (sulle Alpi Orientali si era estinta in tempi preistorici, probabilmente a causa dei cambiamenti climatici e della caccia da parte dell'uomo, testimoniata dai resti ossei e di pelli (Dal Piaz, 1929; Bressan, 1988; Tonon, 1989; Bon *et al.*, 1995; Cappato *et al.*, 2006; Gurioli *et al.*, 2006)).

Ad oggi la situazione è migliorata, a causa del divieto assoluto di caccia (legge 157/92) e delle numerose reintroduzioni, in seguito alle quali la marmotta è ormai presente su tutto l'Arco Alpino e



Figura 71: Distribuzione europea Marmotta alpina (foto da sito IUCN)

alcune porzioni degli Appennini. Sui Pirenei è stata reintrodotta sul versante francese fra il 1954 e il 1988, e in seguito si è naturalizzata anche sul versante sud; dove si stima una presenza di 10000 individui (Lopez *et al.*, 2008).

Per quanto riguarda gli Appennini, le reintroduzioni sono iniziate nel 1946 ad opera del Corpo Forestale dello Stato ed hanno riguardato l'Appennino tosco-emiliano (Ferri *et al.*, 1988).

Sono state effettuate delle reintroduzioni anche sulle Alpi Orientali, ad esempio nel Parco Nazionale delle Dolomiti Bellunesi a partire dal 2006, dove erano presenti solo poche popolazioni sulla Schiara (Borgo e Vettorazzo, 2008).

Per questi motivi e per l'assenza di fattori di minaccia naturali o antropici la specie è classificata come a rischio minimo (*least concern*) nella Lista Rossa IUCN (Fig. 71).

In particolare, per quanto riguarda i fattori antropici va sottolineato un generale apprezzamento di tale animale da parte dell'opinione pubblica, a fronte di uno scarso bracconaggio nei suoi confronti. L'unico campo in cui la marmotta può essere malvista è quello dell'agricoltura, in quanto da un lato le pietre mosse e le buche delle tane intralciano e in alcuni casi rendono pericoloso lo sfalcio dei prati coltivati; dall'altro gli animali calpestano e consumano il foraggio (Ramousse *et al.*, 1992). Ciò non provoca di fatto un danno pratico all'animale, in quanto gli atti vandalici nei suoi confronti sono rari, e l'unica minaccia legale (l'apertura della caccia alla marmotta autorizzata dalla Provincia Autonoma di Bolzano nel 2008) è stata sospesa con

procedura urgente dal TAR di Bolzano nel settembre dello stesso anno (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).

3.3 Morfologia

3.3.1 Dimensioni

La marmotta è il più grande roditore alpino: ha un corpo compatto con testa larga, orecchie piccole interamente ricoperte di pelo, zampe corte e forti e coda corta che misura da 14 a 20 cm; può raggiungere una lunghezza di 50-60 cm a cui si sommano i 15 cm della coda, l'altezza al garrese è pari a circa 15-20 cm (Fig. 72). La sua massa corporea varia enormemente in funzione della stagione e dell'approssimarsi del periodo di ibernazione. All'uscita dalle tane invernali, le marmotte adulte pesano intorno ai 2,5 kg; la stagione estivo - primaverile consente loro di ricostituire una massa corporea adeguata per affrontare il nuovo letargo raggiungendo dai 5 fino ai 7 kg di peso (Colturi, 2002).

I cuccioli pesano alla nascita circa 40 g e si considera in media che arrivino al primo letargo con un peso di 1,5 kg (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).



Figura 72: *Marmotta alpina*
(foto di Ferrari G.)

3.3.2 Dentatura

Il cranio è convesso nella parte anteriore e appiattito in quella posteriore, la sua capacità è di circa 15 cc. La mandibola è più larga posteriormente e le due emimandibole sono congiunte da una sinfisi elastica che permette movimenti complessi. Le branche hanno forma squadrata e sono molto robuste per sostenere il continuo movimento masticatorio.

La dentatura conta 22 denti, con la seguente formula dentaria:

$\frac{1023}{1013}$	4 incisivi, due superiori e due inferiori 6 premolari, quattro superiori e due inferiori 12 molari, sei per arcata; mancano i canini
---------------------	--

Nei cuccioli la dentatura da latte viene sostituita dai denti permanenti dopo il primo letargo. Gli incisivi sono a crescita continua, sagomati a scalpello e molto taglienti (Fig. 73). Hanno una faccia posteriore ricoperta da uno strato di avorio e una faccia anteriore composta di smalto durissimo (così da consumarsi più velocemente sulla parte posteriore, e da mantenere la forma a scalpello) che ingiallisce con l'età fino a divenire arancione.



I canini sono assenti e il diastema evidente come in tutti i Roditori (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).

Figura 73: Incisivi Marmotta alpina imbalsamata (foto di Ferrari G. presso Muse di Trento)

3.3.3 Dimorfismo sessuale

Non esiste alcuna differenza morfologica che consenta di riconoscere il sesso di un individuo da un'osservazione in lontananza. Il metodo su cui ci si basa per l'identificazione consiste nella valutazione della distanza ano-"papilla genitale", più ampia di 30 mm nel maschio e minore di 30 mm nella femmina. Durante l'allattamento, che avviene tra metà maggio e metà luglio, la femmina è riconoscibile dalle mammelle, ben visibili quando si alza sulle zampe posteriori.

I piccoli possono essere riconosciuti invece per la testa grossa rispetto al resto del corpo, la fronte alta, gli arti corti, la pelliccia più morbida; per quanto riguarda i subadulti, la loro distinzione dagli adulti si basa sulle dimensioni corporee, ed è più difficoltosa col progredire della stagione.

I giovani dell'anno sono naturalmente di minori dimensioni e in proporzione hanno la testa più corta, la fronte più tonda, il naso più appuntito e il collo

risalta perfettamente rispetto al corpo. Testa e zampe sembrano più grandi in rapporto alla corporatura (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).

3.3.4. Caratteristiche corporee



Figura 74: Dimensioni Marmotta alpina (foto di Ferrari G.)

La forma generale della marmotta, complessivamente tozza, è espressione dello stile di vita fossorio (Fig. 74). È un animale plantigrado. Le zampe sono particolarmente sviluppate; quelle anteriori, più corte, misurano 6-7 cm e mancando il pollice, hanno 4 dita. Le zampe sono inoltre

provviste di unghie robuste atte allo scavo e le soles sono nude con 5 cuscinetti plantari.

Gli arti posteriori misurano 9 - 9,5 cm e possiedono 5 dita con unghie meno robuste e con 4 cuscinetti plantari.

I sensi sono ben sviluppati. Il campo visivo, grazie alla lateralizzazione degli occhi, è molto ampio, di circa 300°; tuttavia la nitidezza dell'immagine è scarsa a causa della mancanza della fovea, e la visione è solo diurna in quanto sono assenti i bastoncelli.

Mancando i bastoncelli e la fovea (sostituita da una zona estesa ricca di cellule gangliari) la retina è molto vascolarizzata. La sola presenza di coni conferisce all'animale acuità visiva e consente inoltre di percepire anche lievi movimenti. Per quanto riguarda l'udito, la marmotta può avvertire la presenza di un estraneo anche quando questo non sia né visibile né sottovento. L'udito è molto importante per le comunicazioni intraspecifiche così come l'odorato. L'olfatto ben sviluppato inoltre permette all'animale di avvertire la presenza di un potenziale predatore fino a 100 metri di distanza. Per muoversi nella tana, in cui la luce è assente, vengono utilizzate delle vibrisse, poste in posizione naso - labiale e lunghe 4-7 cm.

Il pelo dell'animale, folto e fitto, è caratterizzato da una corta lana mista a setole più lunghe. La pelliccia delle marmotte muta una volta all'anno tra giugno e agosto e, come in tutti i mammiferi, ha come funzione principale l'isolamento termico. La colorazione è ocre, grigia o marrone chiaro, con la punta della coda nera. Questa caratteristica rende ben visibili i loro movimenti e incrementa la visibilità della coda che viene largamente utilizzata nella comunicazione tra i membri del gruppo. Il dorso appare più scuro del ventre e una macchia biancastra si estende tra il naso e gli occhi; tuttavia, le differenze individuali sono notevoli.

La longevità di questo animale secondo molti autori è stimata intorno ai 15-20 anni, seppur la reale durata di vita nei selvatici non è ancora conosciuta per la mancanza di marcature a lungo termine e osservazioni protratte nel tempo (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).

3.4 Ecologia

3.4.1 Habitat

Essendo la marmotta, un animale strettamente diurno e amante del sole, è solita frequentare i pendii soleggiati di alta quota.

L'habitat selezionato è la prateria alpina posta ad un'altezza compresa in genere fra i 1400 e i 2700 m, come il nardeto, il curvuleto o il festuceto; possono essere tuttavia occupate anche brughiere non troppo fitte, come i saliceti nani o i gineprai, mentre vengono sistematicamente evitate le zone boschive (Fig. 75).



Figura 75: Nucleo di marmotta alpina in ambiente standard
(foto di Ferrari G.)

Vi sono diverse segnalazioni di colonie di marmotte al di sopra dei 3000 m di quota: 3100 in Val d'Aosta (Grimod *et al.*, 1991); 3200-3300 m in Francia (Couturier, 1964).

In generale vengono scelte le aree che consentono di avere sia una buona disponibilità di cibo, sia la possibilità di avvistare i predatori e di poter fuggire nelle tane. La vegetazione non deve essere quindi né troppo fitta né troppo scarsa, e i versanti migliori sono quelli ben esposti a sud - sudovest (dove la luce permane per più tempo e l'incidenza dei raggi è maggiore); mentre quelli esposti a Nord e quindi scarsamente irradiati vengono di norma evitati (Grimod *et al.*, 1991).

La motivazione di tale preferenza è riconducibile al grande beneficio che questi territori con queste esposizioni traggono in primavera: su essi infatti si verifica un più rapido scioglimento della neve, che comporta una maggiore disponibilità trofica, riducendo la necessità di spostamento degli animali per la ricerca del cibo e con essa l'incidenza della predazione (Colturi, 2002).

La pendenza è un altro importante fattore per la distribuzione di questo roditore; essa infatti deve garantire un maggior dilavamento dell'acqua, diminuendone pertanto il ristagno e l'eventuale filtrazione nelle tane, una maggiore insolazione e un veloce scioglimento delle nevi.

Al contrario una pendenza poco accentuata non sembra favorire l'insediamento della marmotta; essa infatti può rallentare lo scorrimento dell'acqua e lo scioglimento della neve o anche ridurre la velocità di fuga da un predatore. Pendenze troppo accentuate possono invece aumentare i costi degli spostamenti e i rischi di dissesti (Rodrigue *et al.*, 1992).

La marmotta alpina sembra prediligere ambienti di tipo misto in cui si alternano zone d'erba a massi o pietraie; offrendo oltre ad una buona disponibilità alimentare anche punti d'osservazione per la difesa del territorio (Colturi, 2002).

Comunque da altri studi di diversi autori emerge che l'elemento più ricercato è senz'altro lo spazio aperto della prateria alpina, con maggiore o minore presenza di massi sparsi, fino alla prateria quasi pura (Grimod *et al.*, 1991).

La presenza di massi o rupi è altresì un elemento positivo, dato che esse possono essere utilizzate per la vigilanza e la termoregolazione (Mann e

Janeau, 1988), come luoghi per lo scavo delle tane e come punti di osservazione e insolazione (Fig. 76).



Figura 76: Tana provvista di terrazzino (foto di Ferrari G.)

Anche la pietraia pura viene indicata come localizzazione di numerosi sistemi di tane. Inoltre è stato riscontrato che il bosco e il suo limite sono scarsamente utilizzati (Huber, 1978).

In ambienti boschivi si ritrovano talvolta i soggetti cosiddetti "fluttuanti", cioè gli animali allontanati dalla

famiglia di origine che sono alla ricerca di un nuovo territorio da colonizzare (Carcano, 1997-1998).

Altri importanti fattori ambientali come: la granulometria del suolo, la pressione predatoria e le associazioni vegetali, influiscono sulla distribuzione territoriale della specie.

Alcune delle più importanti specie che possono condividere l'habitat della marmotta sono: l'ermellino (*Mustela erminea*), la volpe (*Vulpes vulpes*), il camoscio (*Rupicapra rupicapra*), la pernice bianca (*Lagopus mutus*), la coturnice (*Alectoris graeca*), l'aquila (*Aquila chrysaetos*), la lepre variabile (*Lepus timidus*), l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*) e il gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*).

3.4.2 Interazioni con l'ambiente

Le marmotte interagiscono con l'ambiente in cui vivono in maniera estremamente attiva, tanto da poter creare delle vere e proprie modificazioni del paesaggio.

Queste alterazioni sono particolarmente visibili e riguardano la costruzione delle tane operate dal roditore con l'ausilio delle zampe anteriori, preposte a questa fondamentale funzione escavatrice che, si concretizza nella

realizzazione di una fitta rete di cunicoli. Il materiale rimosso non è completamente trasportato al di fuori delle tane, infatti in parte esso viene compattato sulle pareti interne e negli interstizi del terreno.



Figura 77: Esemplare mentre raccoglie il fieno per la stagione invernale (foto di Ferrari G.)

Anche la raccolta e il trasporto del fieno connesso all'attività trofica possono incidere sul paesaggio con l'asportazione di biomassa dall'ambiente esterno alla tana (Fig. 77). Questo avviene in due distinti periodi dell'anno, in primavera per la preparazione della tana al parto (1-3 kg erba/tana), e in autunno per la

realizzazione della tana per il letargo (4,5-6 kg erba/tana) (Colturi, 2002).

Anche la marcatura del territorio sulla terra nuda o sulle rocce può essere considerata un'interazione ambientale, importante anche a fini sociali (Stringari, 2009).

3.4.3 Regime alimentare

La marmotta alpina è un erbivoro pascolatore molto selettivo; ciò le è possibile grazie all'ampia varietà floristica degli ambienti che occupa, ricchi di specie vegetali erbacee.

In generale vengono preferite le dicotiledoni (leguminose, asteracee, scrophulariacee, cistacee, campanulacee e cariofillacee) alle monocotiledoni (liliacee e graminacee) (Ramousse *et al.*, 1992; Massemin *et al.*, 1996; Bassano *et al.*, 1996).

I fiori più appetiti sono quelli ricchi di nettare (trifoglio alpino *Trifolium*



Figura 78: Individui durante il foraggiamento (foto di Ferrari G.)

alpinum, Ginestrino *Lotus corniculatus*, Lupinella *Onobrychis viciifolia*, Erba medica *Medicago sativa*, acetosella *Oxalis acetosella*) e le famiglie favorite sono: Poacee, Labiate, Fabacee, Poligonacee, Ranunculacee e Composite (Colturi, 2002).

Il foraggiamento è una delle attività alle quali la marmotta dedica percentualmente più tempo, infatti può arrivare ad investire in questa attività il 37% del totale trascorso fuori tana (Perrin *et al.*, 1993) (Fig. 78). Nel foraggiamento intervengono anche gli arti anteriori, utilizzati per selezionare le parti più digeribili della pianta, come i germogli, le infiorescenze e le foglie, tralasciando i gambi.

L'alimentazione può comunque talvolta includere dei cibi di origine animale, quali larve, insetti adulti (Ortotteri, Coleotteri e alcuni *taxa* di coprofagi) e occasionalmente anche uova di uccelli che nidificano a terra (Fig. 79).

Essa è comunque massima ad agosto, mentre diminuisce successivamente in settembre: avvicinandosi al letargo infatti la marmotta riduce la quantità di



Figura 79: Residui di uovo di pernice bianca mangiati da marmotta (foto di Ferrari G.)

alimento assunto, fino ad abituare completamente il proprio organismo all'utilizzo dei grassi di riserva.

Nei periodi dell'anno in cui il foraggio è più scarso, come subito dopo l'uscita dalle tane quando il manto nevoso è ancora molto esteso, la dieta è composta da bulbi e radici, e può essere integrata con invertebrati

(Bassano *et al.*, 1996).

Durante l'ibernazione il lume intestinale, si riduce ad uno spazio virtuale e, tranne alcuni atti di defecazione nei primi periodi, l'apparato digerente è inattivo. Solo i piccoli dell'anno continuano ad alimentarsi fino all'ultimo momento prima di entrare in letargo: da quanto riescono ad immagazzinare in questo periodo dipende infatti la loro sopravvivenza (Carcano, 1997-1998).

Nel periodo successivo al letargo invece, nella dieta è richiesta l'assunzione di buone quantità di sali minerali che vengono ottenuti leccando le rocce o sfruttando anche saline artificiali.

All'inizio della primavera le marmotte sono costrette a scavare i rizomi sotterranei, le radici e i bulbi; poi preferiscono le giovani foglie, e successivamente anche i fiori e i frutti (Carcano, 1997-1998).

Secondo un punto di vista quantitativo, nel periodo estivo di massima attività trofica, assumono 1-1,5 kg di massa vegetale al giorno, incrementando il proprio peso di 25 g/giorno.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento idrico, esso viene soddisfatto con la rugiada mattutina, l'acqua contenuta nelle piante o la pioggia accumulata su di esse; non è pertanto necessario che gli individui risiedano vicino a un corso d'acqua (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).

3.5 Etologia

3.5.1 Organizzazione sociale

La marmotta è caratterizzato da una forte socialità, la famiglia costituisce l'unità strutturale e spaziale delle popolazioni di questo roditore.

La socialità delle marmotte è rappresentata dal bisogno di interagire



Figura 80: Individui nei pressi di una tana
(foto di Ferrari G.)

fisicamente, questo si realizza in contatti veri e propri tra individui e nella necessità di sostare, per lunghi periodi, l'una accanto all'altra in prossimità dei luoghi di riposo prediletti (Fig. 80).

All'interno del genere *Marmota* si possono trovare forme di organizzazione sociale completamente diverse tra loro: sono presenti specie solitarie, in cui la dispersione avviene in età giovanile, quali *M. monax* (Barash, 1989; Maher, 2004-2006); specie con gruppi familiari

composti da un maschio adulto e due femmine che si riproducono ad anni alterni, quali *M. olympus* e *M. caligata* (Barash 1973-1974); specie con un'organizzazione ad *harem*, con molte femmine adulte ed un maschio, quali *M. flaviventris* (Armitage, 1991). La marmotta alpina forma famiglie monogame, composte da un maschio dominante, un'unica femmina riproduttiva ed eventualmente i piccoli, i subadulti e altri adulti che svolgono il ruolo di *helpers* (Arnold, 1990; Mahler, 2004); il numero dei componenti è perciò molto variabile, da due (maschio dominante e femmina riproduttiva), a una decina (Mann *et al.*, 1993).

Attraverso un'attenta osservazione è possibile definire abbastanza precisamente i limiti del territorio familiare in base alla distribuzione dei segni di presenza.

La famiglia ha un territorio costituito da aree aperte facilmente controllabili e per delimitarne il confine sono utilizzati riferimenti topografici. Il territorio di ogni famiglia ha una superficie variabile da 1,4 - 2 a 3,6 ha secondo diversi autori (Zelenka, 1965 e Lenti, 1988).

Gli individui di ogni famiglia occupano un *home - range* condiviso, differente da quello degli individui delle altre famiglie; la coesione familiare è mantenuta anche grazie ad alcuni comportamenti sociali, quali la pulizia



Figura 81: Nucleo caratterizzato da diverse entrate con più individui che svolgono diverse mansioni (foto di Ferrari G.)

reciproca, il gioco e il contatto tra i musci degli individui, comportamenti che si manifestano soprattutto al mattino.

Famiglie limitrofe (da 3 a 100 o più famiglie) che occupano un'area contigua ma che rimangono connesse acusticamente e visivamente, formano una colonia: le interazioni fra gli individui di una colonia, afferenti a famiglie diverse,

sono generalmente assenti o di tipo territoriale (Fig. 81). Queste possono entrare in contatto grazie alla dispersione dei giovani.

La grandezza di una colonia vede come fattore determinante l'eterogeneità del paesaggio (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).

Il vantaggio di una struttura del genere è legato a molte attività svolte in collaborazione fra gli individui di una famiglia o, addirittura, di una colonia: sono attività comuni la vigilanza (infatti in un gruppo familiare il tempo dedicato a questa attività diminuisce al crescere degli individui che lo compongono (Blumstein, 1996), la costruzione delle tane e il riscaldamento durante l'ibernazione. Ciò nonostante, è possibile anche trovare individui solitari. Maggiore è il numero degli animali che si possono alternare nei "turni di vigilanza", più tempo ogni membro della famiglia ha a disposizione per alimentarsi.

Un altro sicuro beneficio derivante dalla vita familiare è la termoregolazione sociale.

È stato dimostrato infatti che la mortalità invernale è più bassa nei gruppi contenenti un maggior numero di adulti. In particolare i parenti stretti si adoperano, attraverso risvegli periodici con ritorno alla normotermia, a riscaldare i piccoli dell'anno, aumentandone la probabilità di sopravvivenza durante il letargo.

Importante è dire come i subordinati non parenti durante il letargo, apparentemente non partecipino o addirittura approfittino delle cure del gruppo nei confronti dei giovani (Arnold, 1991).

3.5.1.1 *Comportamenti sociali*

Nell'arco della giornata la marmotta assume posizioni e comportamenti molto curiosi all'occhio dell'osservatore.

Il riconoscimento tra i componenti della famiglia si svolge tramite stimoli olfattivi: le marmotte si avvicinano con la coda ad arco, si sfregano e annusano le guance, a volte anche il collo e le spalle e poi si toccano il naso. I movimenti della coda sono particolarmente utili nella comunicazione. Ad esempio se è posta ad arco rivela l'avvicinamento di un conspecifico e precede il "greeting" (riconoscimento) o il gioco; mentre se viene mossa velocemente indica uno stato di inquietudine.

Il gioco è molto importante e lo si può osservare soprattutto negli individui subadulti così come nei cuccioli (*Fig. 82*), ma non manca negli adulti. L'attività di gioco dei giovani animali si esprime nella sua massima intensità durante il periodo che va dalla metà di giugno alla metà di luglio.

Nei giochi si può vedere come due animali si dispongono l'uno di fronte all'altro e assumono la posizione eretta, senza mostrare denti o mordere,



Figura 82: Piccoli durante il gioco all'imboccatura della tana (foto di Ferrari G.)

e successivamente si rincorrono, si avvinghiano e ruzzolano giù per i pendii. Tra i giovani il gioco può essere una simulazione del combattimento con lievi morsi e colpi dati con le zampe anteriori. Il gioco, che viene praticato fino ai due anni di età, rappresenta sicuramente un aspetto fondamentale per quanto riguarda i moduli comportamentali in esso esplicitati che ricordano



Figura 83: Esemplari "sentinella" (foto di Ferrari G.)

quelli esibiti dagli adulti in contesti di rivalità con individui estranei al gruppo familiare (Colturi, 2002).

Per la marmotta l'attività ludica riveste quindi grande importanza per la successiva vita sociale "adulta".

La sorveglianza nei confronti dei predatori in un gruppo di marmotte è sempre molto attenta. L'individuo "sentinella" assume la posizione a

candela, caratterizzata dall'animale completamente eretto con gli arti anteriori lasciati pendere ai lati del corpo o appoggiati al ventre, e la coda che funge da punto di appoggio (*Fig. 83*). Questa postura può interrompere le normali attività della marmotta nel caso in cui l'animale percepisca la presenza di predatori o in risposta al grido d'allarme di un attaccato (Colturi, 2002).

Il grido viene impropriamente detto "fischio", infatti si tratta di un vero e proprio grido provocato dal passaggio dell'aria tra le corde vocali (Fig. 84). Grazie a questo avvertimento gli altri individui assumono una posizione di allerta: prima sollevano la testa, poi si alzano sulle zampe posteriori tenendo le zampe anteriori lungo il corpo irrigidito. A questo punto decidono se è il caso di mettersi al sicuro.



Figura 84: Individuo adulto in allarme (foto di Ferrari G.)

Il "fischio" della marmotta è un segnale intraspecifico, un suono molto acuto e stridulo, con frequenza media di circa 2700

Hz, che può essere emesso anche in rapida successione.

Esistono quattro modalità di emissioni diverse:

- *grido singolo*: molto intenso e di lunga durata, avverte della presenza di un predatore aereo, come un'aquila reale;
- *grido multiplo*: emesso in rapida successione con brevi pause; viene emesso in diverse situazioni tra cui per avvertire della presenza di un pericolo proveniente da terra (volpe o uomo);
- *grugniti*: suoni rauchi emessi durante il gioco;
- *guaiti*: sono simili a quelli di un cane e vengono prodotti durante il gioco o per comunicare dolore.



Figura 85: Individuo con fieno (foto da web)

Il pascolo è facilmente osservabile visto che il foraggiamento costituisce una delle attività predominanti del roditore (Fig. 85). La marmotta si può alimentare in posizione orizzontale sul terreno, oppure in posizione verticale usando gli arti anteriori per la presa del cibo. Non è raro vedere individui

leccare il suolo o i massi in corrispondenza di aree in cui era presente orina di

altre specie, tale comportamento è legato al soddisfacimento del fabbisogno di sodio nel periodo primaverile.

Nelle prossimità della tana o sul terrazzino della stessa avvengono le cure corporali, in particolare si riconoscono l'autotoelettatura (attività di pulizia della cute e della pelliccia) (Fig. 86) e i bagni di sole (distensione di capo, arti e ventre su terreno o roccia regolandola in base alla quantità di calore ricevuto).



Figura 86: Autotoelettatura (foto da web)

3.5.1.2 Comportamenti riproduttivi

All'interno di ogni famiglia, l'unica femmina riproduttiva è la dominante, in quanto provoca un continuo stress alle subordinate sopprimendone l'ovulazione (Hacklander *et al.*, 2003). Tuttavia, i suoi piccoli non sono tutti figli del maschio dominante, ma è presente una percentuale significativa (circa $\frac{1}{3}$) di figli "illegittimi" (Goossens *et al.*, 1998).



Figura 87: Marmotte che socializzano (foto da web)

Evolutivamente, questa strategia permette di accrescere la variabilità genetica, migliorando così l'eterozigosi del patrimonio genetico dei figli. Ciò nonostante, il maschio dominante cerca di impedire agli altri maschi di accoppiarsi con la propria femmina attraverso comportamenti aggressivi

(Arnold e Dittami, 1997). Alcuni Autori sostengono tuttavia, che, individui maschi subordinati possono essere padri di prole che non viene allontanata dal maschio dominante (Arnold, 1991). Tra i maschi subordinati solo i figli dei maschi territoriali sembrano essere fertili. L'inibizione della funzione

riproduttiva dei non-figli, dimostrabile attraverso elevati tassi di corticosteroidi ematici, che sono correlati negativamente con la concentrazione degli androgeni, è imputabile alle frequenti aggressioni ed agli atteggiamenti di dominanza che questi animali subiscono da parte del territoriale (Arnold, 1991) (Fig. 87).

Sia la difesa della propria femmina da parte del maschio, sia la soppressione sessuale operata da questa femmina verso le altre hanno un costo elevato: infatti, da un lato l'insuccesso dei tentativi di difesa maschili cresce col crescere di maschi subordinati nei gruppi familiari (Cohas *et al.*, 2006), dall'altro la produttività della femmina riproduttiva diminuisce col crescere delle femmine subordinate.

3.5.1.3 Nuovi nati e interazione con i genitori



Figura 88: Piccoli dell'anno (foto di Ferrari G.)

I piccoli, appena usciti dalla tana, possiedono una pelliccia con una colorazione grigio scura abbastanza uniforme, poco più scura in corrispondenza dell'attaccatura della coda che è quasi nera. Non vi è proporzione tra il tronco e il muso sul quale non è visibile la striscia chiara sita tra gli occhi e il naso. Questo carattere

somatico è invece ben evidente negli adulti, come peraltro lo è la colorazione bruna che può assumere diverse tonalità (Fig. 88). Le variazioni individuali nei nuovi nati sono pressoché inesistenti. Dopo circa una settimana dall'emersione compare la chiazza bianca ed inizia a differenziarsi la colorazione del manto, anche se resta impossibile distinguere i vari individui (Ventura Luini, 1988).

Per quanto riguarda l'attività giornaliera dei piccoli va premesso che ogni attività è vissuta da essi come una nuova esperienza. Nei giorni seguenti l'uscita dalla tana, il pascolo, il gioco e l'esplorazione dei dintorni, caratterizzano l'attività dei cuccioli (Fig. 89). Il gioco all'inizio viene vissuto come esperienza solitaria, successivamente comincia a coinvolgere più

individui, esso è composto da zuffe improvvise seguite da guaiti e lamenti (Stringari, 2009).

Le interazioni con la femmina sono molto frequenti, soprattutto nel periodo seguente l'emersione. Spesso i cuccioli "attaccano" la femmina arrampicandosi sulla sua pelliccia, insinuandosi tra le sue zampe masticando la sua coda o il suo pelo, e essa generalmente

ricambia queste attenzioni leccando, spulciando e giocando con i cuccioli. Tuttavia in caso di pericolo la femmina non svolge alcun ruolo difensivo nei loro confronti, infatti questi non corrono da lei ma verso la tana, dove la



Figura 90: Madre con piccoli (foto di Ferrari G.)

femmina si rifugia senza curarsi di loro (Ventura Luini, 1988). Le interazioni con il padre all'inizio sono rare, esso si manifesta inizialmente indifferente o contrariato da questi contatti. Solitamente i cuccioli si avvicinano al padre con cautela, e non d'impeto come alla madre. La sorveglianza dei piccoli diminuisce progressivamente con il loro sviluppo e, quando i genitori si allontanano per lunghi periodi sono gli immaturi a vigilare su di essi (Ventura Luini, 1988) (Fig. 90).

3.5.1.4 Dispersione

La permanenza dei subadulti o di altri maschi all'interno della famiglia è legata al vantaggio che essi ne conseguono in termini di *fitness* della popolazione: essendo imparentati con i dominanti della famiglia, e quindi anche con i piccoli dei dominanti, comportandosi da *helpers* ne accrescono la probabilità di



Figura 89: Piccoli con adulto (foto di Ferrari G.)

femmina si rifugia senza curarsi di loro (Ventura Luini, 1988).

Le interazioni con il padre all'inizio sono rare, esso si manifesta inizialmente indifferente o contrariato da questi contatti. Solitamente i cuccioli si avvicinano al padre con cautela, e non d'impeto come alla madre. La sorveglianza dei piccoli diminuisce

sopravvivenza, aumentando quindi la probabilità di diffusione dei loro geni e migliorando la diffusione indiretta dei propri tramite *kin selection* (Smith, 1964;



Figura 91: Individui in dispersione (foto da web)

Mumme, 1992). Per questo motivo, la dispersione nelle specie sociali come la marmotta alpina avviene più tardi rispetto a quelle solitarie come il *woodchuck*. Nel caso della marmotta alpina, avviene generalmente a partire dal terzo anno di età, ovvero quando l'avvenuto accrescimento rinforza le

probabilità di sopravvivenza, rendendo più vantaggioso tentare di formare una famiglia autonoma (accrescendo quindi la propria *fitness* per via diretta) rispetto a rimanere nella famiglia d'origine (accrescendola per via indiretta). Dopo l'abbandono della famiglia, la marmotta in dispersione ha davanti a sé diverse possibilità: se trova un sito non occupato può scavarsi una tana propria o appropriarsi di tane abbandonate; oppure può tentare di cacciare il maschio dominante di un'altra famiglia (Fig. 91). In caso di riuscita, il nuovo dominante può uccidere i figli del maschio precedente (Coulon *et al.*, 1995).

3.5.1.5 Territorialità

La marmotta è una specie territoriale, infatti il territorio utilizzato dai componenti del nucleo familiare viene difeso attivamente, in particolare dal maschio e la femmina dominanti.



Figura 92: Individui in lotta (foto da web)

All'interno dei territori viene tollerata solo la presenza di soggetti subordinati (Fig. 92), più o meno imparentati con gli animali dominanti: questo succede quando i maschi territoriali tollerano prole di soggetti abitanti in precedenza il territorio, quando si inseriscono

piccoli di gruppi vicini, o dopo che il maschio territoriale è stato "tradito" (Arnold, 1991).

Gli animali in passato territoriali allontanati dal gruppo, ed i giovani che hanno lasciato il proprio sito natale (fenomeno della dispersione giovanile), costituiscono la porzione "fluttuante" delle popolazioni di marmotta alpina. Questi individui ritorneranno ad una vita residente solo quando si insedieranno come territoriali.

Si possono notare anche ulteriori evidenze della territorialità: il basso valore di sovrapposizione (*overlap*) fra le diverse famiglie (di circa 8-10%), la natura antagonista delle interazioni interfamiliari e l'elevata presenza di latrine nelle aree di *overlap* (Perrin *et al.*, 1993).

La marcatura avviene essenzialmente per opera degli adulti territoriali, gli individui subordinati invece attuano questo comportamento solo occasionalmente.

Il fatto di possedere un'area ben definita può indurre l'attuazione di una strategia di difesa del territorio:

essa si esplica nella determinazione dei propri confini mediante la marcatura olfattiva effettuata con apposite ghiandole e in atteggiamenti aggressivi verso individui appartenenti ad altri gruppi. Le ghiandole che secernono particolari essudati, sono poste sulle guance, intorno alle orbite, sull'ano e nei cuscinetti plantari delle zampe anteriori.

I moduli esibiti durante la marcatura sono essenzialmente tre (Lenti Boero, 1992):

- **strofinamento del muso contro il suolo:** la marcatura è possibile grazie all'emissione di segnali olfattivi dalle ghiandole della porzione anteriore del muso, strofinando alternativamente la porzione anteriore del muso
- **breve e rapida escavazione del terreno:** in questo caso agiscono le ghiandole degli arti anteriori, attraverso il raschiamento velocemente il terreno (*Fig. 93*);



Figura 93: Esemplare in escavazione(foto da web)

- *postura a coda rigida*: la marmotta seduta sulle zampe posteriori e con le anteriori estese, tiene la coda rigida, rivolta verso l'alto e parallela al dorso, e la fa ondeggiare lentamente avanti e indietro o a destra e sinistra, utilizzando le ghiandole anali (Bopp,1955);
- *sbandieramento della coda rigida*: eseguito durante una postura in cui la marmotta è seduta sugli arti posteriori: agiscono le ghiandole anali. Femmina e maschio si occupano entrambi della marcatura del territorio ma la camminata con sbandieramento è esibita unicamente dal maschio che si espone così per un lungo periodo ai possibili predatori, visto che deve spingersi ai confini del proprio territorio.

Solitamente, i tre moduli si osservano uniti: la marmotta si sposta sbandierando la coda, si ferma, escava velocemente il terreno e sfrega la guancia.

Gli animali territoriali tollerano gli individui subordinati sia che aiutino o che non aiutino il gruppo perché la loro presenza risulta essere vantaggiosa termoregolazione. A tale proposito si può dire come le coppie territoriali che ibernano solo con giovani sono spesso incapaci di fronteggiare il costo energetico delle cure parentali durante l'inverno.

Per ciò che riguarda la territorialità, le famiglie si insediano in ambiti territoriali distanziati, talvolta però vi può essere una parziale sovrapposizione dell'occupazione.

Gli sconfinamenti territoriali avvengono principalmente nel periodo della riproduzione; all'infuori di questo momento, in genere, ogni gruppo rispetta i propri confini e cerca di evitare l'incontro di estranei alla propria colonia (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009).

3.5.2. Ciclo biologico annuale

La marmotta alpina, come tutte le marmotte, è una specie ibernante: per questa ragione si può suddividere il suo ciclo annuale di vita in due fasi principali della durata di circa sei mesi ciascuna, la stagione attiva nei mesi estivi (aprile - settembre) e il periodo letargico, utile per superare il lungo inverno (ottobre - marzo) (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009).

3.5.2.1 Stagione attiva

La durata della stagione attiva di una marmotta non è fissa, e dipende principalmente dai parametri climatici: con la pioggia gli animali rimangono in tana, mentre la nebbia pare non influisca la permanenza all'esterno (Grimod *et al.*, 1991). Inoltre si è osservato, ad esempio, che nella marmotta dalla coda lunga l'altitudine influisce sulle date di risveglio e di ibernazione (Barash, 1989), mentre nel *woodchuck*, a causa della sua distribuzione lungo buona parte della costa orientale degli Stati Uniti, il fattore che influisce maggiormente è la latitudine (Zervanos *et al.*, 2008).

Durante la stagione di attività si possono riconoscere tre fasi principali: il periodo post - ibernazione, la fase centrale della stagione e il breve periodo pre - ibernazione.

All'inizio della fase attiva del ciclo biologico, che inizia dal risveglio in aprile, le marmotte sono impegnate nel corteggiamento e quindi nel successivo accoppiamento che avviene generalmente all'interno delle tane di svernamento.

Nei mesi più caldi (luglio e agosto) le uscite si concentrano soprattutto in mattinata e verso il tramonto, con un numero minimo di presenze nelle ore centrali.

Il foraggiamento non costituisce l'attività principale: in questa fase prevalgono le attività sociali, ovvero il riconoscimento, la pulizia (a causa dei numerosi parassiti presenti nelle tane invernali) e soprattutto i combattimenti e le marcature, in quanto vi è la necessità di ridefinire i confini dei territori e le gerarchie di dominanza. Solitamente le marmotte vivono pacificamente tra loro sebbene siano possibili contrasti dove i contendenti si spingono tenacemente a colpi di zampe anteriori e digrignano i denti come messaggio minaccioso. Le lotte avvengono solitamente tra maschi di famiglie diverse che difendono il proprio territorio familiare (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).

Solo ai cuccioli è permesso di inoltrarsi nei territori di famiglie circostanti per giocare con i coetanei.

Con il procedere della stagione e la definizione delle gerarchie e dei territori, il foraggiamento gradualmente aumenta e diventa l'attività predominante (Barash, 1976; Perrin *et al.*, 1993).

Sia i piccoli che gli adulti, accumulano attraverso l'alimentazione, la maggior quantità di riserve possibili per superare la critica fase letargica in maniera ottimale.

Per la restante parte del tempo la marmotta si dedica alle attività sociali e territoriali o all'immobilità nei pressi della tana, attività questa che possiede una duplice valenza: termoregolazione e vigilanza. La funzione termoregolatoria è svolta

soprattutto nella prima fase della giornata, quando il riposo al sole è l'attività principale (Barash, 1989) (Fig. 94).

Nella fase di pre - ibernazione, il foraggiamento si riduce di nuovo: la ragione è da ricercarsi nella diminuita esigenza di accumulare riserve di cibo, nella scarsa qualità vegetazionale e nella marcata riduzione della durata del giorno. In questa fase si riduce anche la distanza media degli individui dalle tane, in quanto non vi sono più esigenze né di procacciarsi cibo né di competere per i territori.

Nelle settimane precedenti l'entrata in letargo la presenza in superficie si riduce progressivamente ed è più probabile avvistare gli animali nelle ore centrali della giornata. Le attività di spostamento vengono ridotte e l'animale trascorre il tempo per lo più in prossimità della tana (Carcano, 1997-1998).



Figura 94: Esemplare durante riposo al sole
(foto di Ferrari G. e da web)

La riduzione in autunno dell'energia coinvolta nel mantenimento metabolico, senza aumentare il foraggiamento, sembra permettere l'aumento della massa corporea ed il deposito di grasso (Perrin *et al.*, 1993).

Due attività che aumentano sono l'escavazione, per creare le tane invernali, e il trasporto di foraggio in queste tane per l'esigenza di crearvi una lettiera (Bonesi *et al.*, 1996).

3.5.2.2 Riproduzione

La marmotta alpina può essere sessualmente matura dopo il secondo letargo ma di solito non si riproduce mai prima del terzo inverno (Arnold, 1991).

È quindi possibile affermare come al superamento di due estati e due inverni, le marmotte raggiungano normalmente la maturità sessuale, e almeno fino all'età di due anni, la prole rimane nell'ambito del territorio familiare; solo dopo la terza estate è pronta a fondare un proprio nucleo, separato da quello di origine.

In natura una coppia si riproduce ogni due anni o, una - due volte ogni tre anni (Perrin *et al.*, 1993).

Gli accoppiamenti avvengono durante le prime due settimane dopo il risveglio dal letargo, tra la metà di aprile e la fine di maggio, ma le femmine sono recettive al massimo per un giorno. Generalmente si svolgono all'interno delle tane, tuttavia è possibile che ne avvengano sporadicamente alcuni anche fuori.

La copula è preceduta da inseguimenti e ispezioni delle ghiandole, sia genitali che guanciali (Colturi, 2002). Nel corso del breve accoppiamento il maschio trattiene in bocca il pelo del dorso della femmina.

La gestazione dura circa 32-34 giorni. I piccoli, al momento della nascita, pesano 30-40 grammi e sono ciechi e inetti, quindi dovranno trascorrere diversi giorni nella tana prima di poter uscire. Una cucciolata è composta da 2-4 piccoli (Exner *et al.*, 2003), e il rapporto tra i sessi è bilanciato.

Dopo circa 20 giorni acquisiscono la vista e successivamente crescono gli incisivi. La madre li allatta per 40 giorni, in seguito, nel mese di luglio, escono dalla tana e ha inizio lo svezzamento, dopo poche settimane riescono a

seguire gli adulti in tutti i loro spostamenti, integrando la loro dieta con erbe. I cuccioli non escono mai da soli dalla tana, raggiungeranno una piena dimestichezza con l'intero territorio familiare dopo altre tre settimane circa. A questo stadio i cuccioli hanno una pelliccia soffice di colore grigio uniforme e nera sulla coda.

I figli rimangono con i genitori per due estati e due inverni. Solo durante la terza estate si allontanano per cercare un nuovo territorio coprendo a volte distanze di alcuni km ed attraversando anche habitat in cui la specie non vive, come ad esempio boschi fitti. Una volta trovato il territorio daranno vita ad un nuovo nucleo familiare. Queste migrazioni sono molto importanti perché permettono un ripopolamento naturale delle zone in cui le marmotte sono meno presenti. Le probabilità che si verifichino questi fenomeni migratori sono direttamente proporzionali alla densità delle colonie (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009; Priori, 2010).

3.5.2.3 Letargo

Le severe condizioni ambientali e il breve periodo vegetativo caratterizzano



Figura 95: Raccolta fieno per letargo (foto da web)

l'ambiente in cui vive la marmotta. La sopravvivenza durante i lunghi e freddi inverni è quindi il problema maggiore che deve affrontare. Dopo un periodo di intensa alimentazione estiva, durante il quale le riserve necessarie sono state accumulate sotto forma di grasso corporeo, questo roditore si prepara ad affrontare l'inverno (Colturi, 2002). L'ingresso definitivo in letargo avviene in tempi diversi in base alle condizioni climatiche stagionali: la data può variare tra la fine di settembre e la metà di ottobre a seconda dell'altitudine e dell'esposizione (Grimod *et al.*, 1991).

Verso la prima metà di settembre ha inizio una fase definita di "pre ibernazione", in cui gli animali preparano il proprio organismo al letargo. I ritmi delle attività giornaliere subiscono una modificazione: gli animali tendono a

contenere le uscite nelle ore centrali della giornata, gli adulti limitano progressivamente i momenti dedicati al pascolo e sostano più spesso davanti alla tana. Nei giorni che precedono il letargo, gli adulti raccolgono il fieno, dai 2 ai 12 Kg per foderare la tana di ibernazione con una lettiera, in modo da creare un rifugio confortevole (Fig. 95).

Alcune delle cause che spingono una marmotta a ibernare sono la diminuzione del fotoperiodo, il calo delle temperature che si mantengono inferiori ai 12°C (Carcano, 1997-1998) e la progressiva riduzione del cibo a disposizione.

Prima di entrare definitivamente nelle tane invernali gli individui di una famiglia chiudono l'ingresso con l'ausilio di materiali diversi (pietre, terriccio e fieno) per evitare il più possibile la dispersione di calore.

Un'altra strategia indispensabile per evitare tale dispersione è il letargo in gruppo: maggiore è la dimensione della famiglia ibernante, minore è la probabilità di morte per assideramento (Arnold, 1990). Alcuni dati dimostrano che, con temperature inferiori ai 5°C, nei gruppi ibernanti aventi anche piccoli, solo gli adulti imparentati tornano alla normotermia, mentre gli altri, rimanendo in torpore profondo, si riscaldano passivamente al contatto con gli animali normotermici (Arnold, 1991) (Fig. 96). A questo gravoso compito partecipano anche i subadulti e questo spiegherebbe il motivo della dispersione ritardata di questi



soggetti. Inoltre i genitori ed i discendenti più vecchi

Figura 96: Riproduzione di un individuo in letargo (foto di Ferrari G. presso Muse di Trento)

mantengono, durante i periodi di torpore, una temperatura costantemente più alta dei piccoli e, ponendosi in posizione periferica al gruppo, ne limitano notevolmente la dispersione termica (Carcano, 1997-1998).

Quando invece nella tana mancano il padre e la madre, oppure è scomparso un genitore, nel 70% dei casi la prole non supera i rigori della stagione fredda.

Quella della marmotta è quindi una "termoregolazione sociale": maggiore è il numero di componenti della famiglia all'interno della tana, maggiori sono le possibilità di sopravvivere, soprattutto per i cuccioli, aventi dimensioni che non permettono loro di accumulare un sufficiente strato di grasso prima dell'arrivo del freddo.

Oltre alla numerosità del gruppo ibernante e alle condizioni climatiche esterne la ricchezza delle precipitazioni induce una maggiore probabilità di sopravvivenza, in quanto una maggior dimensione dello strato nevoso migliora l'isolamento delle tane.

In definitiva il letargo rappresenta l'insieme delle modificazioni fisiologiche e comportamentali che consentono all'animale di mantenere la temperatura corporea poco al di sopra di quella ambientale e inibire il metabolismo (Arnold, 1991).

Si è potuto verificare come un minor consumo di ossigeno è associato ad una diminuzione di consumo alimentare ma anche a un aumento di massa corporea. Questa relazione suggerisce che un minor metabolismo riduce l'energia di mantenimento e aumenta l'energia disponibile per aumentare i depositi di grasso. Infatti per spostare la via energetica dal mantenimento allo stoccaggio sotto forma di tessuto adiposo un animale deve ottenere energia in eccesso rispetto a quella richiesta per il mantenimento.

Questo "eccesso" energetico può essere ottenuto aumentando l'ingestione di energia (alimento), o diminuendo i costi di mantenimento metabolici (Carcano, 1997-1998).

Durante il letargo, le funzioni fisiologiche vengono rallentate il più possibile: la frequenza respiratoria, normalmente di 30 ventilazioni al minuto, scende a 5; la temperatura dai consueti 37,7°C raggiunge valori prossimi a quelli ambientali della tana (5°C); il battito cardiaco passa da 180 - 120 pulsazioni al minuto a 15, fino a valori minimi di 1-2.

Lo stimolo della termoregolazione è rappresentato dal raffreddamento dei neuroni termosensibili della regione periotica - ipotalamica inferiore. La temperatura corporea comunque rimane sempre sotto il controllo del sistema nervoso centrale che mantiene costantemente un differenziale di circa un grado rispetto alla temperatura ambientale. Il raggiungimento di un primo livello soglia mette in moto cicli di produzione metabolica di calore: questo livello è responsabile dei valori di temperatura corporea che l'animale

può raggiungere in letargo. Nella marmotta esso scende progressivamente



Figura 97: Entrata tana con la neve
(foto da Archivio PNAB)

fissandosi intorno ai 5°C. Esiste inoltre una seconda e più bassa soglia termoregolatrice, detta risveglio di emergenza, sotto la quale l'animale, interrompendo automaticamente il letargo, torna all'eutermia; fase in cui peraltro consuma il 90% in più dell'energia necessaria al letargo (Arnold, 1991). Al momento dell'uscita dalle tane (Fig. 97), gli individui possono aver perso fino al 55% del proprio peso corporeo.

Questi adattamenti delle funzioni vitali consentono la sopravvivenza per circa sei mesi con le sole riserve corporee e senza

alcuna assunzione di cibo; il peso dell'animale può anche dimezzarsi rispetto a quello di inizio letargo.

Dato che, se la temperatura della tana dovesse diminuire fino ai 0°C l'animale non sopravviverebbe, la scelta del sito di ubicazione della tana principale e la conformazione delle camere e dei tunnel, nonché l'isolamento con il fieno, divengono fattori fondamentali per la sopravvivenza.

Il periodo di ibernazione può essere suddiviso in tre fasi diverse:

1. fase iniziale
2. fase di ibernazione profonda
3. fase di risveglio

Queste fasi prevedono un'alternanza di periodi di torpore e di risveglio di differente durata. Tale sequenza è controllata da una complessa combinazione di fattori endogeni ed esogeni.

I più importanti fattori esogeni, per entrare in ibernazione, sono probabilmente la diminuzione del numero di ore del giorno nel corso dell'estate, che induce una modificazione delle ghiandole endocrine, e la diminuzione della temperatura e della disponibilità delle risorse alimentari in autunno (Colturi, 2002).

Il letargo della marmotta viene interrotto ad intervalli regolari; generalmente la durata dei periodi di torpore aumenta durante l'autunno, raggiunge i massimi valori durante l'inverno e diminuisce con l'avvicinarsi della primavera (Colturi, 2002).

Gli animali si svegliano circa una volta al mese per evacuare l'urina pur non assumendo cibo per tutta la durata del letargo (Carcano, 1997-1998).



Figura 98: Marmotta al risveglio dal letargo
(foto da web)

I periodici risvegli dal letargo rappresentano solo uno dei fattori responsabili dell'incremento del consumo energetico durante questo periodo (Fig. 98). Infatti, nel caso in cui specifici neuroni termosensibili si raffreddino

eccessivamente, si scatenano cicli di produzione metabolica di calore che inducono un ulteriore dispendio di energia.

Considerando nuovamente il metabolismo si può affermare come esso sia più basso in settembre che in agosto, questo porta a dedurre che il metabolismo del tessuto adiposo è più espressione del metabolismo corporeo che dell'ingestione di cibo.

Tale condizione non è però continua durante tutta la stagione fredda: si verificano spesso delle brevi fasi di risveglio, della durata di 12-30 ore, più frequenti in autunno e primavera e meno in inverno, quando avvengono ogni 20-25 giorni (Malan, 1992).

Le marmotte utilizzano un meccanismo endogeno per ridurre la frequenza dei risvegli (che consumano energia): la concentrazione di acido linoleico e α -linoleico nel tessuto adiposo. Inoltre, questi risvegli sono sincronizzati tra gli animali ibernanti nella stessa camera per ridurre la dispersione termica (Arnold, 1988).

Inoltre risulta importante dire come, oltre alla predazione, la principale causa di mortalità nella marmotta è imputabile al difficile periodo di ibernazione.

Durante il lungo letargo, protratto nei mesi più freddi dell'anno, gli animali possono incorrere in un deficit alimentare, causato da uno scarso accumulo

di riserve o da un consumo troppo rapido delle stesse. Questa causa di mortalità colpisce prevalentemente gli animali più giovani (Colturi, 2002).

Il risveglio definitivo avviene nei primi giorni di aprile, dopo un graduale aumento della frequenza dei periodi di risveglio e della temperatura corporea minima toccata durante gli interperiodi.

Al risveglio la marmotta esce dalla tana scavando il tappo di terra che blocca l'entrata alla camera del letargo.

Le condizioni climatiche ed ambientali al momento del risveglio non sono assolutamente favorevoli. Il



territorio è ancora molto spesso coperto di neve: l'animale non si può nutrire o per lo meno dovrebbe percorrere distanze notevoli alla ricerca del cibo; inoltre il manto nevoso rende la marmotta ancora più visibile all'occhio dei predatori (Fig. 99). Pertanto nelle prime settimane dopo l'uscita dal letargo la marmotta continua ad utilizzare le riserve di grasso. Comunque l'ipotermia consente il mantenimento di un metabolismo di base pari a circa 1/30 di quello relativo a una attività "a pieno regime" in normotermia (Carcano, 1997-1998).

Figura 99: Uscita dopo l'inverno (foto da Archivio PNAB)

3.5.3 Il sistema di tane

Sarebbe sbagliato descrivere la marmotta alpina senza far riferimento alle tane, infatti essa impiega tempo, ed energie preziose, per creare e mantenere funzionali queste strutture di vitale importanza, nelle quali trascorre gran parte della propria esistenza in queste dimore (Fig. 100).



Figura 100: Marmotta nei pressi della tana (foto di Ferrari G.)

All'interno di un territorio familiare sono riscontrabili un numero elevato di aperture, distribuite in modo più o meno uniforme in aree comprese tra i 14.000 e i 20.000 m² (Colturi, 2002). Solitamente più famiglie di marmotte



Figura 101: Nucleo di marmotta alpina
(foto di Ferrari G.)

vivono molto vicine tra loro, nascono così vere e proprie colonie le cui numerose tane disseminate su interi pendii.

Ogni sistema di tana è caratterizzato dalla presenza di postazioni di osservazione, in genere situate su rocce o in punti panoramici.

La tana rappresenta il luogo, dove gli individui trascorrono la maggior parte

del loro tempo: sei mesi di ibernazione, le notti, le ore calde dei mesi estivi e gli istanti successivi a una situazione di pericolo (Fig. 101).

Le marmotte possono avere tane così dette invernali o principali e tane estive o secondarie oppure possono utilizzare lo stesso sistema di tane per tutto l'anno.

La struttura delle tane è molto complessa, presenta tunnel e cavità di diverso tipo e di notevole sviluppo (Barash, 1976; Durio *et al.*, 1987). In generale, si possono distinguere le seguenti tipologie:

- **TANA PRINCIPALE:** La tana principale (Fig. 102) è il sito dove le marmotte trascorrono le ore notturne e dove avviene il parto. Le grandi tane principali sono perenni e arrivano fino a 3 metri di profondità nel terreno. Il corridoio ha un'andatura a sifone per impedire eventuali allagamenti improvvisi. L'entrata è larga circa 30 centimetri (Ventura Luini, 1993) e, se possibile, è sovrastata da una roccia per evitare che il terreno frani e porti "a giorno" l'apertura o che l'acqua di



Figura 102: Tana principale
(foto di Ferrari G.)

disgelo percoli all'interno.

Nel punto più basso si trova una "sacca" imbottita di uno spesso strato di fieno: nella tarda estate, infatti, le marmotte raccolgono grosse quantità di erba e la lasciano asciugare al sole. Il fieno pronto viene poi pigiato all'interno delle borse guanciali fino ad avere la



bocca straripante e trasportato nella tana. In questo modo vengono anche fatte le provviste per la primavera quando l'erba è ancora scarsa. Inoltre è presente un terrazzino di terra o ghiaia davanti all'apertura: esso è formato dal materiale esportato dopo l'escavazione, e le sue funzioni sono il miglioramento della visibilità per poter avvistare meglio i pericoli (eliminando la vegetazione) e la termoregolazione mattutina. Sono collocate nella posizione centrale dell'*home - range* (Fig. 103).

Figura 103: Sentieri delle marmotte
(foto di Ferrari G.)

- TANE AUSILIARIE: Dall'entrata si accede ad una galleria, dalla quale si possono aprire più camere o diramare tunnel secondari, alcuni dei quali emergono in superficie (Fig. 104).



Sono più piccole e collegate alla principale mediante tunnel, nei quali si possono trovare delle latrine.

Figura 104: Tane ausiliarie
(foto di Ferrari G.)

- RIFUGI: Le tane secondarie ricoprono una posizione marginale sia dal punto di vista fisico che funzionale; esse, infatti, non sono finalizzate a particolari attività biologiche, ma costituiscono esclusivamente un rifugio

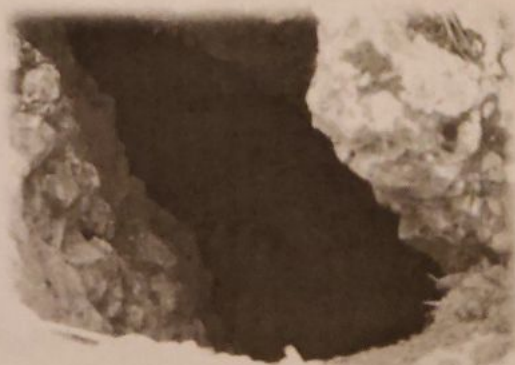


Figura 105: Marmotta in rifugio (foto di Ferrari G.)

temporaneo nel caso in cui un animale avverta un imminente pericolo e si trovi ad una eccessiva distanza dalla tana principale; pertanto si collocano nelle zone periferiche dell'*home - range* (Fig. 105).

La struttura di queste tane appare molto semplice, in genere sono costituite da una singola galleria priva di sbocchi con terrazzo assente o ridotto, e scarsa profondità (un metro).

- LATRINE: Gli escrementi sono di colore scuro con un odore acuto e sgradevole. Sono depositati entro buche a fondo cieco profonde fino a 60 cm, nelle gallerie collegate alla tana principale, oppure all'aperto in cavità ben delimitate (Fig. 106).



Figura 106: Latrina (foto di Ferrari G.)

- SCAVI INTERROTTI: Sono presenti in diverse posizioni dell'*home - range*; la loro funzione non è chiara, sembra che alcuni di essi siano stati eseguiti dai piccoli come apprendimento delle tecniche di scavo (Ferroglio e Durio, 1992) (Fig. 107).



Figura 107: Scavo interrotto
(foto di Ferrari G.)

- TANA INVERNALE: E' la tana utilizzata per il letargo. La sua profondità è superiore ai 2-3 metri per evitare la dispersione del calore, e può essere sovrastata da pietre per la stessa funzione e per ridurre l'umidità (Durio *et al.*, 1987). Viene riempita con dell'erba secca (da 4,5 a 15 kg).



Figura 108: Tana invernale (foto di Ferrari G.)

Non è chiaro se per l'ibernazione possa essere utilizzata anche la camera estiva o se le due siano sempre differenziate (Zelenka, 1965) (Fig. 108).

3.5.4 Strategie antipredatorie

La predazione è la seconda causa di morte della marmotta, dopo il mancato superamento dell'inverno.

Essa avviene principalmente ad opera dell'aquila reale, la cui dieta può essere costituita per l'80-90% da questo roditore. Essa preda soprattutto giovani e piccoli, e fra gli adulti i più soggetti a predazione sono gli individui in dispersione, in quanto non dispongono di tane adeguate. La caccia avviene per agguato da posatoio o in coppia, durante la



Figura 109: Resti di marmotta per predazione da aquila reale (foto di Ferrari G.)

quale un individuo distrae la marmotta e l'altro, in volo radente, la sorprende (Ranghetti, 2009) (Fig. 109).

Fra gli uccelli, anche l'astore (*Accipiter gentilis*) e il gipeto (*Gypaetus barbatus*) possono saltuariamente nutrirsi (Heredia e Herrero, 1992).

Il principale cacciatore terreno è invece la volpe (*Vulpes vulpes*), che caccia per lo più da sola (Fig. 110).



Figura 110: Resti di marmotta predata da canide (foto da Archivio PNAB)

L'aggressione può infine provenire anche da parte di cani, vaganti o da compagnia. Per difendersi da questi predatori la marmotta attua una strategia preventiva, ovvero intervalla continuamente il foraggiamento (o le altre attività) alla vigilanza. La durata di questi momenti, durante i quali l'individuo

smette di foraggiare e si guarda attorno, è indipendente dall'habitat, mentre la frequenza è maggiore nelle zone dove la visibilità è più scarsa (Ferrari,

2006): questo poiché la vigilanza ha un costo in termini di *fitness*, dovuto alla perdita di tempo utilizzabile per foraggiarsi (Carey e Moore, 1986). Il costo diminuisce nelle colonie più numerose, in quanto in questo caso esso viene diluito su più individui.

Addirittura, sembra che nella marmotta dal ventre giallo vi sia un riconoscimento dell'individuo che vigila: se viene considerato attendibile gli altri foraggiano più frequentemente, altrimenti vigilano indipendentemente da esso (Blumstein e Daniel, 2004).

CAPITOLO 4: MATERIALI E METODI

Avviato nel 2013 il "Progetto Marmotta" può essere suddiviso in due diverse fasi di indagine: una prima fase di raccolta dati direttamente sul campo ed una seconda di elaborazione attraverso le analisi statistiche.

La prima fase di studio è stata avviata dapprima con un'analisi del censimento della marmotta alpina (*Marmota marmota*) nel Parco Naturale Adamello Brenta risalente al 1997, in modo da convertire i dati cartacei in punti digitali georeferenziati.

In seguito sono state programmate le uscite su campo ed l'esplorazione il territorio al fine di rilevare il maggior numero di colonie e nuclei di marmotta, ponendo particolare attenzione alla posizione dei nuclei storici evidenziati nello studio precedente.

La seconda fase di indagine si compone di una prima parte comprendente le analisi statistiche dei singoli elementi, associate ad un confronto tra i due censimenti e secondariamente della progettazione di un modello di valutazione ambientale estendibile a tutta l'area protetta.

4.1 Monitoraggio sul campo

Prima di acquisire i dati su campo si sono considerati tutti i nuclei e le colonie storiche descritte nel precedente censimento del 1997, in modo da selezionare i luoghi in cui sarebbe stato necessario prestare più attenzione per la considerevole popolazione registrata in passato.

Durante i mesi di luglio, agosto e settembre del 2013 è stato eseguito il rilievo e la mappatura dei nuclei e delle colonie, percorrendo interamente le valli che compongono l'area di studio del Brenta nord - occidentale.

4.1.1 Il rilievo delle colonie di marmotta alpina

4.1.1.1 Generalità sui censimenti della marmotta alpina

Di seguito vengono sinteticamente descritti i principali metodi di censimento per la marmotta adottati in ambiente alpino:

- CONTEGGIO A VISTA DELLE TANE ATTIVE SU AREA
- CONTEGGIO A VISTA SULLE COLONIE
- CONTEGGIO MEDIANTE CATTURA, MARCATURA E RICATTURA

CONTEGGIO A VISTA DELLE TANE ATTIVE SU AREA

Il metodo consiste nell'osservazione e conteggio delle tane invernali riaperte alla fine del letargo, principalmente per valutare la presenza/assenza della specie in un territorio; tale numero moltiplicato per il numero medio di individui presenti in ogni tana, consente una stima globale. Se si vuole applicare il metodo per effettuare una stima della popolazione, occorre tenere in considerazione la difficoltà di riconoscere con certezza una tana invernale.

Esiste, inoltre, una grande variabilità nella sopravvivenza invernale, sia in funzione della composizione dei gruppi (Arnold, 1992), sia nelle diverse stagioni invernali, per cui il numero medio di individui per tana andrebbe rilevato anno per anno, quantomeno su aree campione.

Effettuando rilievi al momento del risveglio dal letargo è possibile osservare i soggetti in attività al di fuori delle tane, con la possibilità di distinguere i giovani nati nell'anno precedente. Ciò è vero soprattutto per quei gruppi residenti in aree ancora innevate, dove le marmotte devono compiere anche tragitti di una decina di metri per alimentarsi.

Il periodo migliore sarebbe durante la primavera, nei mesi di aprile - maggio.

L'osservazione delle tane riaperte può essere realizzata tramite binocolo in qualsiasi ora della giornata.

Solitamente i conteggi si realizzano durante le ore di massima attività delle marmotte, da tre ore dopo l'alba sino a tre ore prima del tramonto, evitando di conseguenza le ore più calde della giornata (12 - 15). Le marmotte trascorrono in tana una percentuale elevata del loro tempo, è quindi possibile massimizzare la possibilità di osservazione di individui al di fuori delle tane.

La frequenza di questo censimento dovrebbe avvenire annualmente, tuttavia quest'ultima considerazione deve essere rapportata all'area di studio in cui si compie il monitoraggio (Gagliardi *et al.*, 2012).

CONTEGGIO A VISTA SULLE COLONIE

Durante il monitoraggio su campo eseguito per questo studio, il metodo del conteggio a vista sulle colonie si è rivelato il migliore, considerando la conformazione ambientale delle zone comprese nell'area di studio, e volendo cogliere la stima della popolazione presente.

Questa metodologia consiste in osservazioni dirette dei soggetti in attività al di fuori delle tane (Fig. 111).



Figura 111: Scavi appartenenti ad un nucleo con individui esterni (foto di Ferrari G.)

Il conteggio viene realizzato nei mesi estivi (dal 15 luglio al 10 agosto), nel periodo del ciclo annuale in cui l'attività della marmotta al di fuori della tana è massima; in questo modo è possibile rilevare, con precisione il numero dei piccoli, ormai in avanzata fase di svezzamento e

di, riflesso, la natalità.

Il presente censimento stima in primo luogo la popolazione presente e di conseguenza la natalità annuale.

Come nel metodo precedente le osservazioni vengono condotte durante il periodo estivo, da tre ore dopo l'alba sino a tre ore prima del tramonto, utilizzando le giornate con tempo buono.

La frequenza dovrebbe essere annuale e se possibile con due repliche, ripetendo il secondo conteggio entro tre giorni dal primo (Gagliardi *et al.*, 2012).

Nel mio caso si sono susseguite diverse repliche circoscritte al territorio dell'altopiano dello Spinale in cui si concentrano la maggior parte delle colonie. Nelle restanti zone è stata effettuata una sola rilevazione in quanto veniva ricavata, non il numero preciso di individui ma la presenza o meno di una colonia attiva in quell'area.

CONTEGGIO MEDIANTE CATTURA, MARCATURA E RICATTURA

Questo tipo di censimento prevede che gli individui vengano catturati, marcati con marche individuali e rilasciati, supponendo che una parte degli animali marcati venga successivamente ricatturata. In questo modo si ottiene la quantificazione della densità della popolazione nell'area indagata (essendo possibile ricondurre ad una superficie di campionamento la griglia di trappole posizionate e il numero di individui catturati, il quale viene rapportato all'area di cattura e fornisce una stima della densità di popolazione).

Il periodo più indicato per una campagna di trappolaggio è maggio - settembre, in cui si effettuano controlli delle trappole in tarda mattinata e uno nel pomeriggio, per non lasciare l'animale troppe ore all'interno delle gabbie.

Con frequenza annuale, per ogni sessione di monitoraggio devono essere attuate almeno 5 notti di cattura consecutive, dopo un periodo di *prebaiting* di 2 giorni.



Figura 119: Cattura di marmotta nel Parco del Gran Paradiso (foto di Ranghetti A.)

Gli strumenti impiegati sono trappole in rete metallica con dimensioni minime di 66X23X23, da posizionarsi all'imbocco delle tane nel periodo del risveglio dall'ibernazione (Fig. 112). I lacci invece vengono collocati alle entrate delle tane e lungo le aree di maggior passaggio.

Come esca possono essere utilizzati fiocchi d'avena e burro di arachidi.

Per la marcatura si utilizzano marche auricolari metalliche, *microchip* e radiocollari per *radiotracking* con peso non superiore al 5% della massa corporea media dell'animale (Gagliardi *et al.*, 2012).

4.1.1.2 Il censimento della marmotta alpina del 1997

Nel dicembre del 1997 è stata consegnata all'Ente Parco Adamello Brenta la relazione finale relativa all'indagine sulla distribuzione della marmotta nel territorio dell'area protetta, curato da Barbieri (1997).

Nel presente studio si sono perseguiti i seguenti obiettivi:

- definire il quadro della distribuzione storica della specie nell'area di studio,
- ricostruire la dinamica e la cronologia degli interventi di immissione recenti,
- definire con sufficiente grado di dettaglio la distribuzione attuale nell'area del Parco,
- individuare le tipologie ambientali utilizzate dalla specie ed i territori di potenziale espansione.

La prima parte dell'indagine distributiva è stata consistita nella definizione del quadro storico della presenza della marmotta nell'area di studio. La ricostruzione storica si è concretizzata attraverso la consultazione di tutte le fonti bibliografiche disponibili; non solo testi specifici sulla fauna più o meno recenti ma anche di antiche descrizioni geografiche e rappresentazioni cartografiche (Barbieri, 1997).

Per quanto riguarda la definizione degli aspetti distributivi attuali, l'indagine si è articolata in una fase indiretta, basata sulla raccolta di informazioni da terzi, e in una fase diretta, consistente in uscite su campo in tutte le aree ritenute potenzialmente idonee, in settori geografici per i quali le informazioni indirette non risultavano sufficienti a definire il quadro distributivo (Barbieri, 1997).

Tutti i nuclei di marmotta individuati nel corso delle fasi diretta e indiretta della raccolta dei dati, sono stati oggetto di un dettagliato rilevamento dei dati di campo, principalmente in relazione agli aspetti morfologici del territorio. Per questo motivo è stata approntata un'apposita scheda di campo (Barbieri, 1997).

Il totale di nuclei di marmotta censiti nel corso dell'indagine ammonta a 222; di questi, 108 sono stati segnalati tramite la fase indiretta di raccolta dei dati, mentre 114 sono i nuclei rinvenuti dai rilevatori nel corso delle uscite su campo (fase diretta).

Considerando i parametri monitoraggio su campo è stata svolta una caratterizzazione dei nuclei, raggruppati in colonie, al fine di delineare gli aspetti ambientali più utilizzati dalla specie (Barbieri, 1997).

Il complesso dei dati relativi alle tipologie ambientali occupate dalla marmotta nell'area di studio, e più in particolare quelli riferiti agli aspetti vegetazionali, ha costituito una base conoscitiva utile a comprendere e prevedere le tendenze evolutive della specie. Le rapide dinamiche che caratterizzano l'ambiente di montagna nello trascorrere dei decenni sembrano poter condizionare in misura rilevante le possibilità di sopravvivenza della marmotta (Barbieri, 1997).

4.1.1.3 Il metodo adottato nello studio; il conteggio a vista sulle colonie

Avendo come obiettivo la stima dei nuclei familiari e delle colonie di marmotta alpina, la tipologia di censimento del conteggio diretto sulle colonie risulta la più adatta.

La presente tipologia di monitoraggio offre la possibilità di raccogliere informazioni non solo riguardanti il numero di individui, ma anche sul successo riproduttivo delle coppie e sulla scelta dell'habitat per il sito riproduttivo.

L'aggregazione della marmotta alpina in colonie e siti riproduttivi, consente di effettuare il conteggio degli individui con un grosso vantaggio in termini di rapporto sforzo/risultato.

Tuttavia questa metodologia permette di monitorare solo la porzione riproduttiva della popolazione, non tenendo conto della frazione non riproduttiva. Essendo la marmotta, una specie monogama costituisce tane composte da due soli individui riproduttivi e, di conseguenza, ogni sistema di tane corrisponde ad un nucleo familiare riproduttivo. Per questo motivo, ad eccezione di alcuni esemplari erratici, la porzione non riproduttiva della popolazione (giovani e *helpers*) è inserita all'interno di ogni nucleo riproduttivo e non costituisce un problema per la riuscita del censimento.



Figura 1110: Metodologia di campionamento (foto di Armanini M.)

L'unità di campionamento per il conteggio di una colonia di marmotta viene valutata a partire dal numero di coppie di adulti e dal numero di individui presenti nella colonia.

La metodologia di lavoro adottata (*Fig. 113*) è caratterizzata dall'acquisizione dei dati percorrendo a piedi le parcelle definite in base ai confini di tipo naturale (crinali, pareti rocciose, corsi d'acqua, differenze altitudinali) e antropico (centri abitati, strade, fabbricati).

In questo modo è stato possibile coprire in maniera sistematica la totalità dell'area di studio, ponendo particolare attenzione ai territori dove le caratteristiche ambientali rendono possibile la colonizzazione delle zone da parte della specie.

Molto importante è la scelta del punto di osservazione in cui si deve localizzare l'osservatore per procedere con il conteggio degli individui. La scelta di punti di vantaggio adeguati permette di realizzare un conteggio corretto, limitando le sottostime dovute alla copertura parziale dell'area da censire. Per questo motivo man mano che si procedeva lungo la valle considerata, si è cercato di fare numerose soste in punti esposti e con maggiore visibilità al fine di controllare, grazie all'uso del binocolo, l'ambiente circostante e notare i possibili segni di presenza.

Inoltre è stato opportuno prestare maggiore attenzione al disturbo apportato alla colonia, poiché questa specie coloniale è spesso sensibile al disturbo interno al sito e si agita repentinamente.

Successivamente all'individuazione di tane, individui o fischi d'allarme, è stata presa in considerazione o meno la possibilità di un raggiungimento diretto del punto identificato, in modo da marcare con il GPS il punto preciso e ottenere il rilievo in questione.

La posizione GPS deve essere caratterizzata da una maggior precisione possibile, per favorire un'associazione realistica tra il sito marcato e i parametri ambientali circostanti.

Poiché il monitoraggio effettuato si basa sul numero di nuclei integrati in una colonia, durante le operazioni di rilevamento ogni nucleo è stato registrato una sola volta indipendentemente dal numero di fori secondari che lo compongono.

Secondo studi condotti da Hampton *et al.* (1968) riguardanti la dispersione degli esemplari residenti e degli individui giovani, i risultati ottenuti hanno evidenziato una differenza tra le due tipologie: nei giovani dell'anno la distanza media tra i siti di dispersione erano 84,2 m invece nei residenti la media espressa era di 50,3 m. Secondo questi risultati, nel mio studio ho considerato tane appartenenti a nuclei famigliari distinti se poste a distanza uguale o superiore di 100 m, valutando anche l'orografia circostante e i confini naturali.

Inoltre attraverso l'interazione osservata fra gli individui appartenenti a nuclei differenti, è stato possibile identificare quali famiglie facessero parte di un'unica colonia. Tuttavia nella maggior parte dei casi oltre al comportamento degli animali anche la conformazione ambientale e i confini naturali pongono i limiti all'areale della specie.

Una volta localizzata la colonia, si procede con la pianificazione e la realizzazione del conteggio, attraverso l'utilizzo di una strumentazione specifica.

4.1.1.4 Periodo e tempi di studio

La scelta del periodo in cui effettuare il conteggio risulta di importanza fondamentale per l'ottenimento di risultati attendibili.

Il rilevamento su campo quindi si è svolto tra inizio luglio e fine settembre 2013, escludendo i giorni di pioggia e di vento, durante i quali le marmotte, essendo molto sensibili a questo tipo di condizioni atmosferiche, si rifugiano all'interno delle proprie tane.

E' inoltre rilevante scegliere il momento della giornata più adatto per svolgere il conteggio: solitamente questo corrisponde al momento di maggiore presenza degli adulti nel sito riproduttivo, fattore che permette di riconoscere le colonie effettivamente occupate.

Studi precedenti portati avanti nell'area del Parco Nazionale del Gran Paradiso in Valle d'Aosta hanno mostrato come dalle 8:30 alle 12:00 e dalle 14:30 alle 17:00 le marmotte siano operative e si concentrino su varie attività: di foraggiamento, di esplorazione, interazioni sociali, ecc (Ranghetti, 2009).

Attraverso le mie osservazioni si sono confrontate le fasce orarie di attività della specie, le quali discostano di poco da quelle del Parco valdostano. Ho ritenuto corretto di conseguenza eseguire i monitoraggi giornalieri dalle 8:00 fino al pomeriggio tardo, poiché durante queste ore la specie è attiva e visibile fuori dalle tane.

Sono state impiegate 25 giornate di lavoro per un impegno orario complessivo di 200 ore di attività di campo finalizzata alla sola mappatura della tane, percorrendo 245,448 km a piedi (vedi Tab. 4.1).

GIORNATE DI LAVORO	ORE IMPIEGATE	KM PERCORSI
25	200	245,45

TABELLA 4.1: Tabella riassuntiva rilevamenti GPS estate 2013

4.1.1.5 Strumentazione

Il monitoraggio delle tane è stato effettuato con l'utilizzo di un GPS *Garmin 60CSx*, un binocolo *Nikon Sporter I 8X36 DCF* (Fig. 114), la scheda di campo creata appositamente, cartografie 1 : 10.000 della zona in cui sono segnati i sentieri e le strade forestali e una macchina fotografica digitale.

Attraverso l'utilizzo del GPS (Fig. 115) è stato possibile rilevare e cartografare su mappa il

percorso effettuato durante tutto l'arco della giornata.

Con la sovrapposizione delle tracce registrate alle ortofotocarte presenti nel database informatico del Parco, si sono messi a confronto i le zone perlustrate e quelle non monitorati, così da valutare a posteriori l'effettiva copertura di tutti i settori dell'area in cui è compresa la colonia e programmare le uscite successive.



Figura 114: Binocolo Nikon Sporter I
(foto da web)

Un metodo efficace per la revisione di alcuni siti posti in condizioni più ostili è fotografare la colonia. Questa tecnica è particolarmente utile nel caso in cui il conteggio sia, per qualche motivo, disagiata o limitato per una minor



Figura 1111: GPS Garmin
60CSx

visibilità causata dalla fitta vegetazione o dalla conformazione ambientale.

L'uso di fotocamere digitali ad alta risoluzione permette di effettuare ingrandimenti notevoli senza la perdita di definizione e, quindi, di compiere in seguito controlli molto accurati.

Per ogni colonia esaminata è stata compilata la scheda di rilievo (vedi *Appendice A*), sulla quale sono state descritte le condizioni meteo e le caratteristiche ambientali e strutturali della colonia.

La scheda di rilevamento è composta da una parte iniziale in cui si esprimono le indicazioni generali della giornata di monitoraggio (ID_SCHEDA, DATA, RILEVATORE) e le condizioni meteo riscontrate (INNEVAMENTO DELL'AREA, VENTO, NEBBIA, PRECIPITAZIONI), classificate in base ad una scala di gradazione (assente, debole, medio, forte).

La seconda parte della scheda si concentra sulla descrizione specifica del nucleo familiare osservato:

- COORDINATE GPS o NOME DEL PUNTO IN CARTA: sigla del nucleo esaminato decisa dall'osservatore;
- ORA DI AVVISTAMENTO;
- DITANZA DI AVVISTAMENTO;
- TIPO DI INDICE RILEVATO: l'indice di presenza della specie può essere emissioni sonore, osservazione diretta di individui, tane utilizzate quindi con la presenza di esemplari nelle vicinanze, tane recenti per il loro buono stato esterno ma prive di individui in prossimità, infine tane in disuso per il loro stato di abbandono e per la mancanza di individui;
- MOTIVO CHE CAUSA L'ALLARME NELLE MARMOTTE: la presenza dei rilevatori, altri fattori (predatori, persone estranee allo studio, disturbi o rumori esterni), gli individui non si sono allarmati;

- STRUTTURA DEL NUCLO FAMILIARE INDIVIDUATO: numero di individui adulti, subadulti, piccoli o indeterminati;
- PERCENTUALE DI CLASTI: la percentuale di pietrisco e massi presenti fino a 100 m² dalla tana;
- QUOTA RILEVATA: quota ottenuta dal GPS precedentemente calibrato;
- DESCRIZIONE DELLA TIPOLOGIA AMBIENTALE NELL'INTORNO DI 100 M² DALLA TANA;
- NOTE: note riguardanti l'habitat, la struttura del nucleo o il comportamento degli individui, descrizione di eventuali osservazioni di altri animali o cause di disturbo.

4.2 L'archiviazione e l'analisi dei dati

In seguito al monitoraggio su campo, tutti i dati raccolti hanno composto una banca dati ordinata su cui sono state eseguite alcune analisi statistiche.

Tenuto conto degli obiettivi dell'indagine, l'analisi statistica è avvenuta in due fasi: una relativa alla caratterizzazione dei siti rilevati e al confronto numerico tra le tane storiche (risalenti al 1997) e recenti; l'altra inerente la produzione di un modello di valutazione ambientale.

4.2.1 Il Software GIS (*Geographic Information System*)

Nel contesto del presente studio il *software* GIS è stato alla base delle indagini condotte per l'archiviazione, la rappresentazione grafica dei dati e la loro prima elaborazione.

La denominazione Sistema Informativo Geografico costituisce la traduzione italiana della corrispondente anglosassone *Geographic Information System* (GIS), coniata negli anni '60 per indicare un sistema di archivio computerizzato atto a processare e analizzare i dati concernenti l'inventario delle risorse naturali presenti sul territorio nazionale in supporto a decisioni operative.

Negli anni seguenti, l'espressione GIS si diffuse in ambito del settore dell'*Information Technology* per indicare essenzialmente strumenti e procedure per l'archiviazione e l'elaborazione di dati di varia natura riferiti ad una realtà geografica.

In definitiva un GIS può definirsi come un insieme di strumentazioni *hardware* e *software* che consente di integrare informazioni grafiche ed alfa numeriche riferite ad una precisa realtà geografica, rendendo possibili una serie di operazioni quali: l'acquisizione, la strutturazione, la memorizzazione, l'analisi, l'elaborazione e la rappresentazione di dati.

Le molteplici possibilità operative fornite dai GIS, unitamente alla progressiva diminuzione dei costi delle attrezzature informatiche, hanno contribuito in maniera determinante alla diffusione di questi sistemi in diversi settori scientifici, istituzionali e perfino commerciali (Parente *et al.*, 2004).

Da qualche anno ormai i Sistemi Informativi Geografici sono entrati a pieno diritto nelle ricerche e nelle applicazioni della geografia, in particolare di quel settore che si interessa specificatamente delle analisi e della pianificazione del territorio, che da tempo non è più solo una pertinenza di altre discipline affini.

L'uso di queste tecniche di investigazione ha permesso ai geografi di fare quel salto qualitativo che supera il modello descrittivo e si propone per la discussione e la messa in pratica di quei principi una volta solo enunciati teoricamente. Infatti nei GIS possono essere accumulate e organizzate tutte le informazioni che i geografi da sempre raccolgono per le loro ricerche, perché su una carta elettronica a più strati informativi si ricollegano tutti i dati utili a fornire una visione integrata e integrale del territorio e a preparare gli strumenti idonei per la programmazione e la pianificazione territoriali (VAS, VIA, Piani di bacino, Piani territoriali, Reti ecologiche, Distretti industriali, ecc.) calibrate alle diverse scale territoriali (Palagiano *et al.*, 2008)

Un Sistema Informativo Geografico comprende quattro elementi fondamentali: la parte *hardware*, la parte *software*, la banca dati e gli operatori.

Per quanto concerne l'*hardware* e il *software*, entrambi devono soddisfare una serie di requisiti fondamentali imposti dalle esigenze operative (Parente *et al.*, 2004).

Riguardo i dati di un GIS essi si distinguono in: dati geografici e attributi.

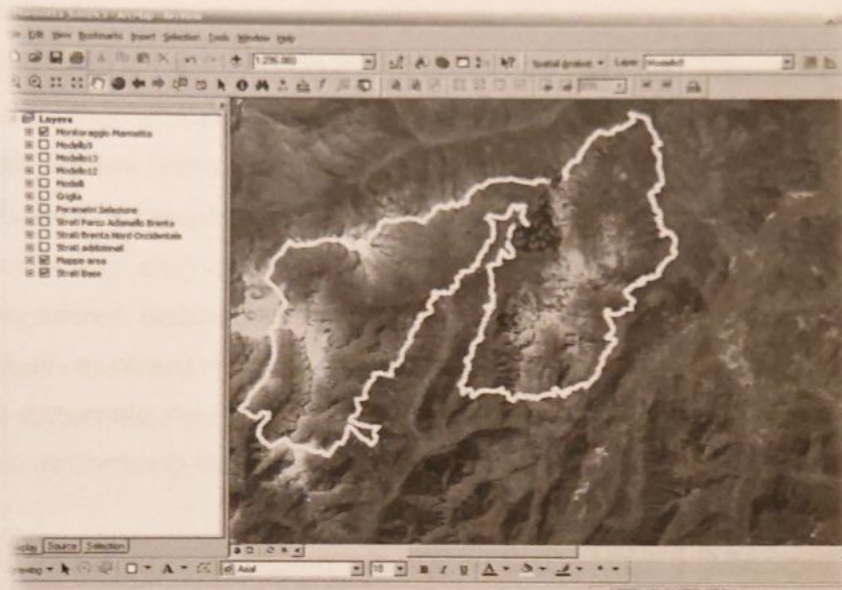


FIGURA 116: *Interfaccia GIS*

I dati geografici riguardano direttamente la configurazione dei luoghi e permettono di realizzare una modello rappresentativo (bidimensionale o tridimensionale) della realtà.

Essi possono essere di diversa provenienza, ottenuti già in formato digitale (file di cartografia numerica, immagini tele rilevate, dati GPS, ecc.) oppure attraverso la numerizzazione (scansione o digitalizzazione) di documenti cartacei (Fig. 116).

Tali dati vengono strutturati secondo schemi di cartografia numerica, ovvero in formato *raster* o in formato vettoriale.

Nel primo caso, la mappa viene descritta sottoforma di immagine, ovvero tramite una matrice di m righe e n colonne, dove ciascun elemento puntiforme (*pixel*) contribuisce alla costruzione della rappresentazione iconografica, recando un duplice informazione: l'una di carattere geometrico relativa alla posizione, l'altra di tipo radiometrico concernente la tonalità di colore associato.

Il formato *raster*, attraverso la ripetizione del pixel consente di riprodurre fedelmente qualsiasi documento e quindi assicura un output delle mappe visivamente coincidente col prodotto cartografico di partenza.

Tuttavia il modello presenta delle forti limitazioni per la realizzazione dell'analisi spaziale: gli oggetti presenti in una immagine *raster* non sono interpretati dal calcolatore come tali, ma vengono considerati come insieme di cellette della matrice complessiva, a meno che non si adoperino programmi molto complessi. Inoltre i file *raster* risultano di difficile gestione a causa della loro consistenza, ovvero per il considerevole spazio richiesto per l'archiviazione.

Nel caso del formato vettoriale, la rappresentazione grafica è resa possibile attraverso l'impiego di primitive geometriche, quali il punto e la linea. In definitiva il formato in questione si basa sull'utilizzo di un elemento base, il vettore, attraverso il quale è possibile costruire qualsiasi geometria, anche la più complessa.

Il formato vettoriale è quello che si presta meglio a descrivere le entità geografiche così come presentate nella tradizionale cartografia al tratto. Per quanto arricchita graficamente mediante simboli e colori, l'informazione rimane relativamente più scarna e sintetica; tuttavia essa assicura ampie possibilità di elaborazione dei dati, non solo geometrici, soprattutto perché consente di effettuare associazioni anche molto complesse ed articolate con gli elementi dell'archivio alfanumerico.

Gli attributi, invece, sono costituiti da dati alfanumerici o anche iconografici (con funzione diversa da quella utilizzati per l'archivio geometrico) che vengono associati agli elementi dell'archivio spaziale (Parente et al., 2004).

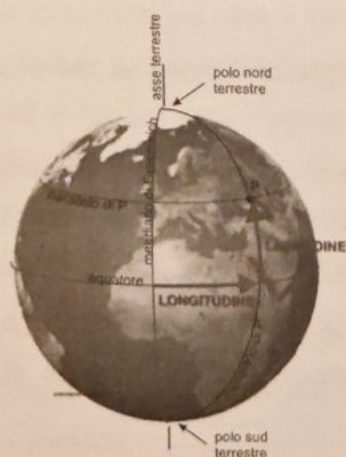


Figura 117: Sistema di coordinate terrestri (foto da web)

I Sistemi Informativi Geografici introducono inoltre il concetto di sistema di riferimento e di conseguenza l'uso delle proiezioni cartografiche. Attraverso le proiezioni è possibile rappresentare la superficie approssimativamente sferica della Terra su di un piano, pur mantenendo alcune proprietà geometriche (isogonia, equivalenza ed equidistanza). Tra le proiezioni cartografiche più utilizzate, oltre alla rappresentazione geografica, la conica, la polare, la stereografica, vi sono l'U.T.M.

(*Universal Transverse Mercator*), la *Gauss - Boaga* e la *Lambert*.

Le carte geografiche sulla loro superficie piana rappresentano la tridimensionalità della Terra, quindi il concetto di proiezione è richiesto per rappresentare su una carta a due dimensioni uno spazio tridimensionale.

Ad ogni proiezione viene definito anche un sistema di riferimento, utilizzato per il calcolo delle coordinate. Un sistema di coordinate è un sistema di misurazione degli elementi su una superficie (Fig. 117).

Ad esempio nel *Gauss - Boaga*, il riferimento è il meridiano passante per Monte Mario (Roma), invece nel sistema U.T.M. si utilizzano spicchi aventi 6° in latitudine detti fusi con un sistema di coordinate ortogonali all'interno di ogni fuso.

Nel contesto del presente studio, grazie ai dati storici del 1997 e quelli raccolti su campo nel 2013, è stato creato un nuovo progetto, il "Progetto Marmotta", elaborato con il software ArcGIS 9.3.

Innanzitutto all'interno del progetto vuoto sono state inserite:

- ortofoto del Parco Naturale Adamello Brenta e dell'intero territorio trentino risalenti al 2006 e 2008;
- carta topografica digitalizzata 1 : 10.000 dell'area del Parco.

In questo modo è stato possibile sovrapporre le immagini satellitari del territorio ai sentieri escursionistici del Parco e della SAT e visualizzare con differenti modalità l'orografia e la conformazione ambientale, oltre che i centri abitati, le strade forestali e gli elementi di natura antropica.

Il sistema di riferimento delle coordinate utilizzato per questo progetto è quello U.T.M (EPSG 32632).

Sui livelli (*layers*) di base sono stati aggiunti i nuclei raccolti nel precedente censimento e quelli registrati nel 2013, in aggiunta ai percorsi registrati tramite GPS.

In questo modo ad ogni nucleo rilevato corrisponde un punto georeferenziato sovrapposto alle immagini satellitari tramite l'intersezione delle coordinate GPS.

In seguito è stato creato un database dei dati alfanumerici contenenti tutte le caratteristiche dei siti rilevati; questa banca dati veniva aggiornata dopo ogni uscita su campo.

All'interno di questo progetto sono stati inseriti altri strati provenienti da precedenti ricerche dell'Ufficio Faunistico:

- monitoraggio faunistico mirato 2005 – 2012 dei rapaci;
- monitoraggio faunistico occasionale 2005 – 2012 dei rapaci;
- monitoraggio faunistico occasionale complessivo delle specie 2005 – 2012;
- monitoraggio faunistico mirato complessivo delle specie 2005 – 2012;
- monitoraggio faunistico standardizzato della pernice bianca;
- punti di ascolto – richiamo della pernice bianca 2012;
- monitoraggio faunistico occasionale della marmotta 2012;
- monitoraggio faunistico occasionale della marmotta 2013;
- monitoraggio faunistico mirato della marmotta 2012.

I livelli sopra elencati hanno reso possibile un confronto tra i nuclei recenti di marmotta e le osservazioni storiche dei predatori di questo animale (aquila reale, gheppio, volpe rossa); inoltre è stato possibile studiare la sovrapposizione tra i rilevamenti della pernice bianca e le tane di marmotta che sia alimenta anche con uova del galliforme.

A partire dall'insieme di questi dati è stato possibile condurre le analisi statistiche di base e in seguito produrre un modello di valutazione ambientale.

4.2.2 Caratterizzazione dei nuclei e confronto tra le colonie storiche e quelle recenti

Il *database* su GIS contenente tutti i dati raccolti su campo è stato esportato e trasferito su un foglio di lavoro *Microsoft Office Excel* (2007), dove sono state compiute la totalità delle analisi statistiche descrittive.

Il primo passo nell'elaborazione statistica dei dati ha previsto il calcolo per la maggior parte delle variabili considerate dei parametri statistici di base:

- $media[m]$, è la misura di tendenza centrale in base a tutte le osservazioni;
- deviazione standard $[\sigma]$, è una misura della dispersione della variabile casuale intorno alla media,
- valore massimo e minimo per le variabili numeriche,

- frequenza per le variabili nominali.

Le variabili citate sono state ricavate attraverso le formule prefissate dal *software Excel* (2007), corrispondenti a: MEDIA, DEVIAZIONE STANDARD, VALORE MASSIMO E MINIMO, CONTA SE per le frequenze nominali.

Questi parametri sono stati calcolati per analizzare la distribuzione degli indici di presenza della marmotta. In particolare per quanto concerne il numero di individui, il numero di nuclei e il numero di colonie, tali parametri sono stati calcolati sia per i dati del 2013 che per i dati storici del 1997 modo da confrontare in seguito i due censimenti della popolazione di marmotta alpina (*Marmota marmota*) nell'area del Brenta nord - occidentale.

Il confronto tra i due censimenti è avvenuto tramite l'elaborazione su GIS dei livelli che contengono tutti i nuclei e le colonie, sia storiche che recenti. Sovrapponendo i due strati è stato possibile ottenere le differenze in ordine di numero di nuclei e/o colonie, oltre che di individui, e di conseguenza giungere a specifiche considerazioni di carattere ambientale e di stima della popolazione.

Tramite l'uso di GIS, sono state create due griglie con superficie uguale all'area di studio e aventi parcelle con lato 100 e 200 m. Intersecando i dati dei due censimenti e le griglie costruite è stato possibile ricavare il numero di nuclei presenti in ogni parcella delle griglie. In questo modo si descrive la distribuzione della specie sulla medesima area di studio su due periodi distanziati sedici anni.

4.3 Il Modello di Valutazione Ambientale

L'individuazione delle aree idonee alla presenza di una specie animale è uno degli obiettivi più importanti nell'ambito dei programmi di gestione faunistica. Comprendere "quanti individui" possono vivere in un'area naturale ("capacità portante") è infatti una delle basi sulle quali costruire un buon sistema gestionale che porti a massimizzare i benefici che possono derivare dalla presenza di una popolazione animale.

A partire dagli anni '70 del secolo scorso sono stati proposti approcci sempre più oggettivi, basati sulla misurazione dei fattori ambientali importanti per l'ecologia delle specie.

Sono nati in questo modo numerosi Modelli di Valutazione Ambientale (MVA) che hanno cercato, attraverso un progressivo perfezionamento, di fornire risposte sempre più precise alle esigenze di conservazione o gestionali (Mustoni *et al.*, 2008).

I modelli di valutazione ambientale (MVA), nella loro accezione più ampia si collocano quindi quale strumento di supporto estremamente importante nella pianificazione faunistica, sia per individuare gli scopi ed effettuare le scelte gestionali più consce e corrette, che per la realizzazione di inventari, programmi di reintroduzione, valutazioni e mitigazioni d'impatto ambientale.

La disponibilità di modelli che effettuano una valutazione comparata dei fattori ambientali importanti per la biologia delle specie di interesse gestionale, permette di stimare la capacità faunistica di un territorio per le specie stesse.

I risultati possono quindi andare dalla semplice individuazione di un areale di presenza potenziale alla discriminazione di zone caratterizzate da differenti gradi di idoneità potenziale per la specie considerata, sino a stime di densità potenziali delle quali poi, in riferimento al territorio indagato, risulta semplice ricavare le consistenze potenziali, in primissima approssimazione assimilabili alla capacità portante dell'ambiente (Preatoni *et al.*, 1997).

I MVA nascono con lo scopo di classificare il territorio in funzione della sua idoneità ambientale per quanto concerne una data specie, ovvero mantenere vitali popolazioni di una specie a determinati livelli di densità.

Partendo dall'analisi di un definito insieme di variabili iniziali, definite variabili ambientali, su di una definita porzione di territorio, un MVA permette di ottenere delle valutazioni in termini di "potenzialità", "vocazionalità", "idoneità", "punteggi", "densità", "probabilità di presenza" ecc, a livello quantitativo o su scala relativa. Sostanzialmente, a livello applicativo, un MVA consiste di una o più funzioni di classificazioni che permettono di tradurre la complessa realtà del territorio, riassunta da differenti variabili (*input*), in una semplice scala di punteggi (*output*) (Preatoni *et al.*, 1997). Tali funzioni vengono elaborate per mezzo di tecniche statistiche e in seguito, con *software* GIS (*Geographic*

Information System), è possibile integrarle con dati ambientali georeferenziati e caratterizzare il territorio in base ad esse.

Il fondamento della tecnica su cui si basa la realizzazione di un MVA è il seguente: partendo dall'ipotesi che la presenza di una specie rilevata in una o più aree campione sia da mettere in relazione con le caratteristiche ambientali di quella porzione di territorio, è possibile indagare e soprattutto quantificare la natura di tale relazione e utilizzare le informazioni desunte per predire la potenziale presenza della specie in tutto il resto del territorio. In questo lavoro si è cercato di individuare quale sia la relazione esistente tra il dato presenza-assenza delle tane di marmotta alpina e le caratteristiche ambientali ad esse associate. È stato quindi possibile costruire un MVA capace di individuare per tutto il territorio del Parco quali siano le aree idonee alla presenza del roditore (Cavedon, 2013).

In base allo schema relativo, ai processi logici necessari alla realizzazione di un MVA ed alle possibili alternative progettuali, è stato effettuato un tentativo di classificazione dei diversi MVA disponibili.

Le scelte vengono fondamentalmente su due livelli:

1. la natura dei dati rilevati come indicatori di qualità,
2. la formulazione della relazione tra i dati rilevati e le variabili ambientali.

Gli indicatori possono essere di natura:

- a. soggettiva: esperienza, raccolta e sintesi di materiale bibliografico, pareri di esperti,
- b. oggettiva: consistenze, distribuzione ed occupazione dello spazio, necessità metaboliche.

Le relazioni quantitative tra variabili e indicatori possono essere:

- a. implicite e ricavate ancora una volta come sintesi dell'esperienza soggettiva dell'autore,
- b. esplicite e formalmente ricavate attraverso metodi matematici e statistici.

Partendo dai dati qualitativi legati all'esperienza, è quindi possibile ricavare le relazioni quantitative con le variabili ambientali in maniera soggettiva, oppure

rigorosa: avremo rispettivamente MVA QUALITATIVI e MVA QUASI - QUANTITATIVI. Per converso a partire da dati oggettivi, misurati su campo, è possibile ottenere MVA QUASI - QUALITATIVI utilizzando una formalizzazione soggettiva della funzione di classificazione, e MVA QUANTITATIVI propriamente detti utilizzando invece una formulazione rigorosa (Preatoni *et al.*, 1997).

4.3.1 *Modelli di Valutazione Ambientali Qualitativi nel Parco Naturale Adamello Brenta: Modello basato sulla Caratterizzazione per Unità Territoriali (CUT)*

Nel presente studio sulla distribuzione della marmotta ho adottato un modello di tipo quasi - qualitativo in quanto, i dati di base sono oggettivi e descrivono uso dello spazio da parte della specie considerata; inoltre la relazione tra le variabili e gli indicatori ha forma implicita con un uso limitato dei metodi statistici.

In particolare, nel mio caso, si è scelto di implementare un modello di valutazione ambientale basato sulla Caratterizzazione per Unità Territoriali (CUT) (Mustoni *et al.*, 2008).

MODELLO BASATO SULLA CARATTERIZZAZIONE PER UNITA' TERRITORIALI (CUT)

Il CUT è un modello di valutazione ambientale costruito sulla caratterizzazione di Unità Territoriali (UT) che possono essere di dimensioni e forma standard o scelte in base a considerazioni di tipo geografico/ambientale (confini naturali, linee di cresta, fiumi, parcellizzazione preesistente ecc.)

Secondo la classificazione proposta da Pedrotti e Preatoni nel 1997 il CUT può essere considerato un MVA "quasi - qualitativo".

Il principio base del CUT è quello di attribuire ad ogni Unità Territoriale (UT) un valore rappresentativo del grado di idoneità ambientale alla presenza di una specie (o come per la biodiversità di più specie) indagate.

Tale valore è individuato in modo oggettivo grazie ad una sommatoria di punteggi rappresentativi del grado di idoneità di diversi parametri ambientali

(biotiche e abiotiche) che caratterizzano l'area (quota, esposizione, copertura vegetazionale ecc.), in base al grado di influenza che questi possono avere sulla presenza della specie considerata.

Il solo vero passaggio soggettivo del modello è rappresentato dalla scelta di quali condizioni ambientali (fattori) considerare. Tale scelta è peraltro guidata dalle caratteristiche ecologiche della specie e, inevitabilmente come tutti i MVA, dai livelli di dati territoriali a disposizione per l'area sulla quale si deve lavorare (Preatoni *et al.*, 1997).

In pratica alle unità territoriali viene dato un valore basato sulla selezione dell'habitat da parte della specie, dato dal confronto di quanto una risorsa viene utilizzata rispetto a quanto è disponibile.

Le motivazioni per cui è stata scelta questa tipologia di modello di valutazione ambientale si possono ripartire in vantaggi e svantaggi; ovviamente questi ultimi hanno avuto una significatività inferiore rispetto agli aspetti positivi, consentendo di preferire questo metodo rispetto ad altri.

Tra i vantaggi possiamo annoverare:

- la buona conoscenza delle esigenze ecologiche della marmotta alpina, condizione necessaria per l'analisi,
- i risultati facilmente utilizzabili nella gestione della specie,
- la possibilità di successive implementazioni con nuovi *layers* di dati, consentendo un proseguimento dello studio in altre aree di studio e di conseguenza ottenere dati più precisi che rispecchiano i diversi ambiti ambientali,
- un ottimo confronto tra le potenzialità delle diverse aree indagate.

In contrapposizione sono stati considerati gli svantaggi che potrebbero verificarsi durante lo studio:

- la necessità di dati uniformi per l'area di studio, non essendo sempre possibile ottenere gli elementi ricercati a causa della conformazione ambientale,
- l'esistenza all'interno dell'area protetta di territori completamente differenti da vari punti di vista (ambientale, geologico, botanico) e quindi di difficile confronto, avendo i risultati solo rispetto all'area del Brenta.

Secondo queste considerazioni e le finalità del lavoro proposto si è deciso di applicare questo tipo di modello al territorio d'indagine, notando consapevolmente che si potrebbero riscontare punti di forza, ma anche problematiche, utili per modificare e migliorare in futuro l'approccio metodologico utilizzato (Mustoni *et al.*, 2008).

Tutte le operazioni necessarie per implementare un modello di questo tipo sono state condotte in *Microsoft Office Excel* (2007) e in *ArcGIS 9.3*.

Di seguito si distinguono i punti salienti della progettazione del modello di valutazione ambientale:

- Individuare quali sono i dati di partenza e quindi prima di tutto la specie oggetto di studio per la quale determinare i valori di selezione dell'habitat e conseguentemente l'area di territorio su cui basare le risorse utilizzate;
- Delineare una superficie per il calcolo del modello;
- Individuare quali sono le unità territoriali per le quali calcolare un indice di idoneità ambientale;
- Decidere quali sono i fattori ambientali che possono influenzare la biodiversità e dividerli in opportune categorie (o classi) per le quali calcolare gli indici di selezione;
- Calcolare l'indice di selezione per tutte le classi delle risorse (fattori ambientali);
- Ricavare i grafici che rappresentano la distribuzione dei dati all'interno delle classi precedentemente selezionate;
- Individuare i valori di idoneità ambientali da attribuire alle unità territoriali;
- Produrre un tematismo GIS con i risultati ottenuti;
- Delineare una colonia standard caratterizzata da valori precisi per le risorse più adatte alla specie.

4.3.1.1 Individuazione dei dati di partenza

Per il calcolo del modello di valutazione ambientale riferito alla marmotta alpina si è deciso di utilizzare tutti i dati raccolti durante la stagione estiva del 2013, nell'area studiata de Brenta nord - occidentale. In questo modo la costruzione del modello menzionato si basa su elementi prelevati su campo provenienti quindi dall'esperienza personale degli operatori (Cavedon, 2013).

4.3.1.2 Delineazione di una superficie per la quale calcolare il modello

I dati sulla distribuzione sono stati raccolti entro il confine del Parco Naturale Adamello Brenta (nella zona del Brenta nord - occidentale), quindi questa è stata l'area per la quale sono stati calcolati gli indici di selezione dei fattori ambientali considerati. Dalle analisi sono stati tralasciati 7 nuclei rilevati nella zona del Passo Prà Castron, siccome la loro posizione si trova al di fuori dei confini del Parco.

Di conseguenza è stato creato un *layer* (AREA DI STUDIO - BRENTA NORD OCCIDENTALE) che delimita l'area di studio dove è avvenuto il monitoraggio reale (comprendente anche i 7 nuclei di Prà Castron) e inoltre un livello comprendente esclusivamente l'area effettiva utilizzata durante la progettazione del modello.

Nell'insieme di questi strati di base caratterizzanti il territorio d'indagine, è stato inserito il confine definitivo del Parco Naturale Adamello Brenta (CONFINI PNAB) prelevato dall'archivio informatico dell'Ufficio Faunistico.

4.3.1.3 Individuazione delle Unità Territoriali

In questo lavoro le unità territoriali sono rappresentate dai pixel aventi una superficie di 10 m degli strati *raster* utilizzati per descrivere l'area di studio.

In altri modelli creati dal Parco le unità territoriali erano costituite dalle particelle del Piano Economico Forestale. La scelta dei pixel, a differenza delle particelle forestali, è stata discriminata dalla successiva produzione di strati *raster* delineanti i differenti parametri ambientali presi in considerazione (Cavedon, 2013).

4.3.1.4 Scelta dei fattori ambientali e delle rispettive classi da considerare

In generale va considerato che il numero dei fattori da utilizzare nell'ambito di un MVA può variare, oltre che in rapporto alla specie cui ci si riferisce, anche in base al grado di dettaglio che viene richiesto dagli obiettivi che il lavoro si prefigge.

Un numero eccessivamente basso di fattori potrebbe essere la causa di un MVA di "scarso contrasto" tra le zone a differente idoneità ambientale. Al contrario, la scelta di un numero eccessivo di fattori potrebbe introdurre

variabili ambientali scarsamente significative e "allontanare" l'esito del MVA dalla realtà territoriale (Mustoni *et al.*, 2008).

Non è semplice capire a quali fattori sia legata la biodiversità. Essendo la marmotta alpina una specie che seleziona in maniera approfondita l'habitat in cui vivere, la scelta è stata quella di impiegare fattori ambientali in grado di descrivere il territorio in generale, inoltre sono stati presi in considerazione parametri che influenzano l'ecologia della marmotta e di conseguenza necessari per la sua sopravvivenza:

- Quota (Fig. 118);
- Pendenza (Fig. 119);
- Esposizione (Fig. 120);
- Geologia (Fig. 121);
- Irraggiamento (Fig. 122);
- Carta dell'utilizzo del suolo (Corine Land Cover) (Fig. 123);
- Carta della Vegetazione di F. Pedrotti (vedi Appendice B) (Fig. 124).

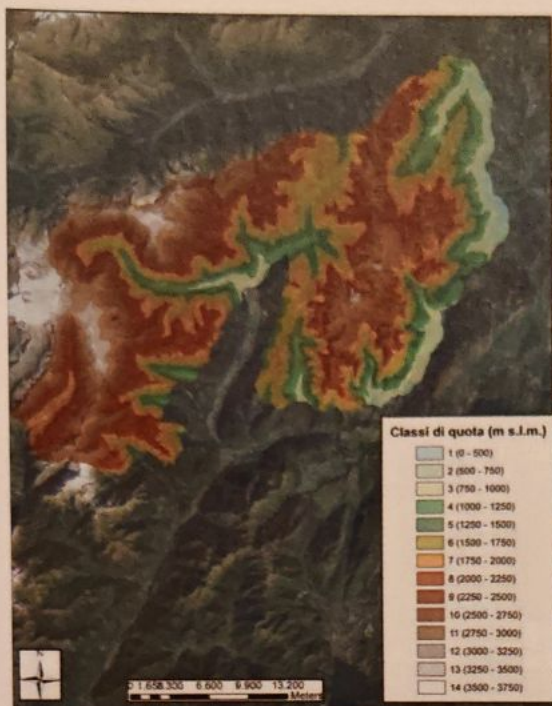


FIGURA 11812: *Classi di quota*

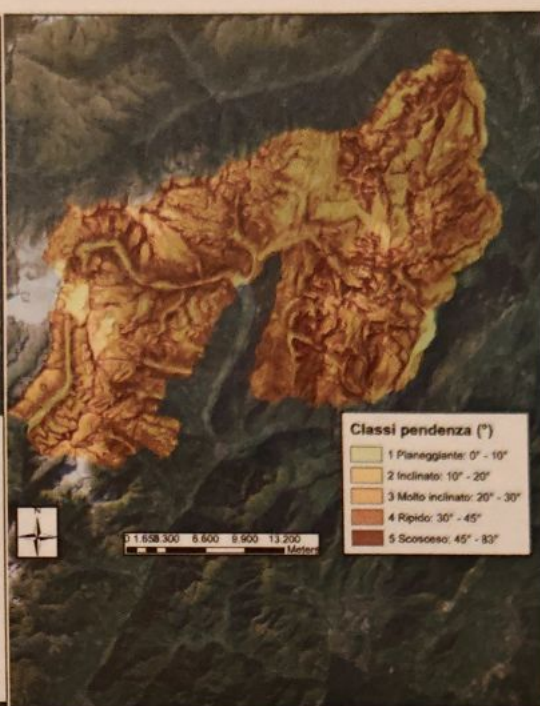


FIGURA 119: *Classi di pendenza*

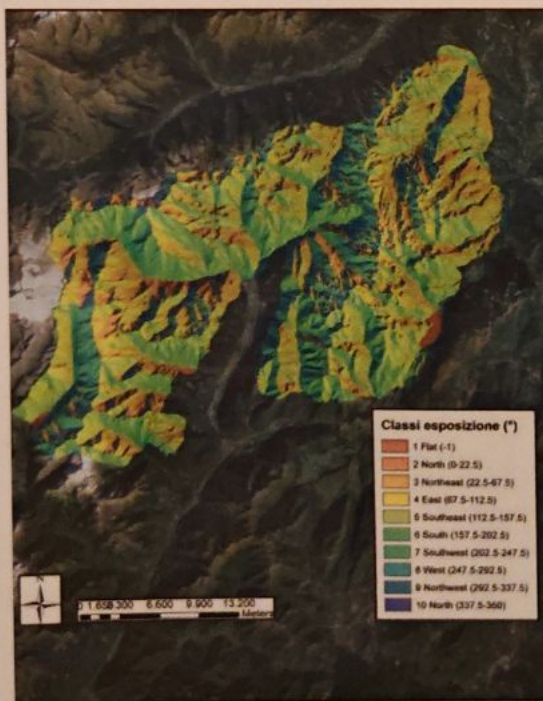


FIGURA 120: *Classi di esposizione*



FIGURA 121: *Classi di geologia*

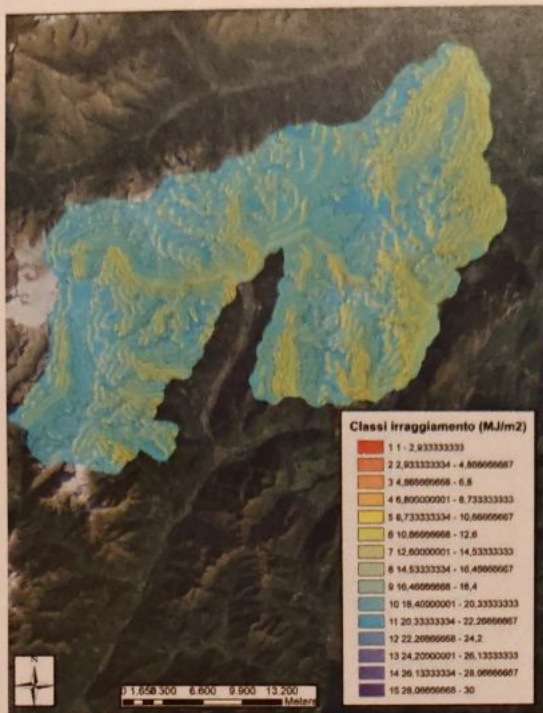


FIGURA 122: Classi di irraggiamento

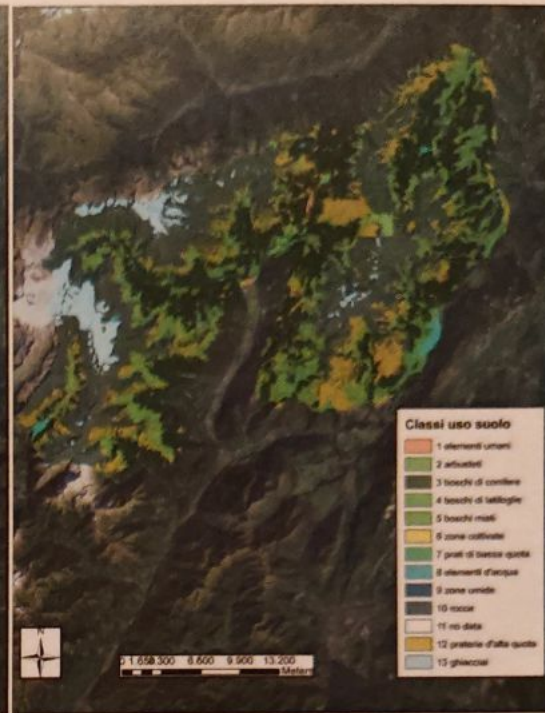


FIGURA 123: Classi di uso suolo

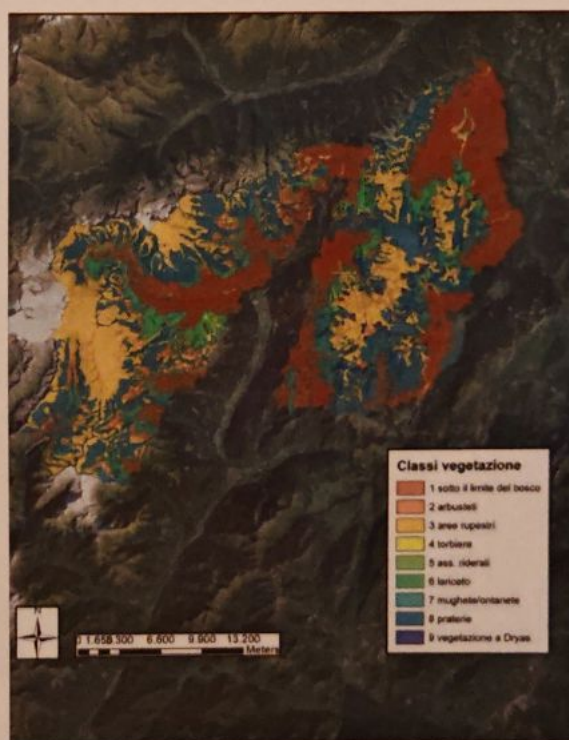


FIGURA 124: Classi di vegetazione

L'individuazione dei fattori è stato un "passaggio soggettivo", per affrontare il quale è stato necessario attingere all'esperienza diretta e alle conoscenze bibliografiche a disposizione in merito alle necessità ecologiche delle specie animali.

In tal senso, vengono a priori esclusi tutti i fattori che, nonostante sia ipotizzabile possano condizionare la distribuzione degli animali, non sono valutabili a causa della mancanza dei dati o, più semplicemente, per una loro non omogeneità per l'intera zona di studio (Mustoni *et al.*, 2008).

I fattori ambientali per l'area di studio sono stati ottenuti con l'utilizzo del software ArcGIS 9.3 e si riferiscono esclusivamente ai nuclei utilizzati o di costruzione recente, escludendo i nuclei in disuso.

In principio è stato essenziale l'uso del Modello Digitale di Elevazione DTM (*Digital Elevation Model*), una rappresentazione in formato *raster* della distribuzione delle quote di un territorio, associando a ciascun *pixel* l'attributo relativo alla quota assoluta.

Per capire quali siano le preferenze della marmotta alpina è stato necessario dividere i valori continui dei *raster* in opportune categorie. Quindi con l'estensione *SPATIAL ANALYST* e la funzione *RECLASSIFY*, gli strati *raster* sono stati riclassificati in base a classi oggettive precedentemente individuate (Cavedon, 2013).

QUOTA (DTM), ESPOSIZIONE (ASPECT) E PENDENZA (SLOPE)

A partire dal DTM (risoluzione spaziale 10 m) sono stati ricavati gli strati *raster* della quota (*Tab. 4.2*), pendenza del versante (*Tab. 4.3*), esposizione (*Tab. 4.4*) ed irraggiamento (*Tab. 6*) per l'area esaminata.

Per ottenere un modello di valutazione ambientale che rispecchiasse in più possibile la distribuzione reale della specie, sono state apportate delle modifiche ai parametri ambientali:

1. QUOTA BASE: quota ricavata direttamente dal modello di elevazione digitale,
2. QUOTA2: quota a cui sono stati assegnati dei valori molto negativi (-500) ai dati esclusi dall'intervallo altitudinale di presenza della marmotta (1500 - 3000 m) (Pelliccioli, 2011)
3. QUOTA3: quota compresa nell'intervallo altitudinale rilevato attraverso i

conteggi di campo, cioè tra i 1750 e i 2750 m, quindi con valori negativi (-500) agli elementi esclusi dal *range* considerato.

1. ESPOSIZIONE BASE: esposizione ricavata dal DTM, La direzione viene espressa in gradi dove 0 coincide con il nord, la direzione è quella oraria (un angolo di 360° coincide nuovamente con il nord). Le parti pianeggianti (FLAT) hanno pendenza nulla per cui alle corrispondenti celle viene assegnato un valore convenzionale pari a -1 (Graci, 2008).
 2. ESPOSIZIONE2: esposizione priva dei nuclei che comparivano con esposizione FLAT quindi con dati non classificabili, ai quali è stato successivamente associato un valore reale ottenuto tramite bussola durante un'apposita uscita su campo.
1. PENDENZA BASE: pendenza ricavata dal DTM,
 2. PENDENZA2: pendenza riclassificata in base ad un nuova classe compresa tra 0° e 1,02°. Questa classe denominata "pianeggiante" deriva dal confronto tra la superficie avente esposizione FLAT dove sono presenti 2 nuclei, e le superfici aventi esposizione da 0° a 10°. L'esposizione FLAT descrive le superfici che non possiedono dei dati classificabili ma che di conseguenza dovranno avere una pendenza pianeggiante compresa tra 0° e il valore massimo di esposizione attribuito alle zone FLAT, cioè 1,02°. In questo modo si descrive una nuova classe "pianeggiante" avente gli estremi caratteristici delle zone FLAT (Tab. 4.5).
1. IRRAGGIAMENTO BASE: irraggiamento ottenuto grazie alla funzione AREASOL del software GIS (Tab. 4.6).

indice classi	Quota [m s.l.m.]
1	0 - 500
2	500 - 750
3	750 - 1000
4	1000 - 1250
5	1250 - 1500
6	1500 - 1750
7	1750 - 2000
8	2000 - 2250
9	2250 - 2500
10	2500 - 2750
11	2750 - 3000
12	3000 - 3250
13	3250 - 3500
14	3500 - 3750

TABELLA 4.2: Classi di quota base

indice classi	Esposizione [°]
1	Flat (-1)
2	North (0-22.5)
3	Northeast (22.5-67.5)
4	East (67.5-112.5)
5	Southeast (112.5-157.5)
6	South (157.5-202.5)
7	Southwest (202.5-247.5)
8	West (247.5-292.5)
9	Northwest (292.5-337.5)
10	North (337.5-360)

TABELLA 4.4: Classi di esposizione base

indice classi	Pendenza del versante [°]
1	Pianeggiante: 0° - 10°
2	Inclinato: 10° - 20°
3	Molto inclinato: 20° - 30°
4	Ripido: 30° - 45°
5	Scosceso: 45° - 83°

TABELLA 4.3: Classi di pendenza base

indice classi	Pendenza del versante [°]
1	Pianeggiante: 0° - 1,01275
2	Leggermente inclinato: 1,01275° - 10°
3	Inclinato: 10° - 20°
4	Molto inclinato: 20° - 30°
5	Ripido: 30° - 45°
6	Scosceso: 45° - 83°

TABELLA 4.5: Classi di pendenza2

indice classi	Irraggiamento [MJ/m ²]
1	1 - 2,933333333
2	2,933333334 - 4,866666667
3	4,866666668 - 6,8
4	6,800000001 - 8,733333333
5	8,733333334 - 10,66666667
6	10,66666668 - 12,6
7	12,60000001 - 14,53333333
8	14,53333334 - 16,46666667
9	16,46666668 - 18,4
10	18,40000001 - 20,33333333
11	20,33333334 - 22,26666667
12	22,26666668 - 24,2
13	24,20000001 - 26,13333333
14	26,13333334 - 28,06666667
15	28,06666668 - 30

TABELLA 4.6: Classi di irraggiamento

GEOLOGIA, USO SUOLO E CARTA DELLA VEGETAZIONE

Per definire il territorio in base a precise categorie ambientali sono stati utilizzati gli *shapefiles* (formato vettoriale per i *software* GIS) della geologia (Tab. 4.7), dell'uso suolo (Tab. 4.8) e della Carta della vegetazione di F. Pedrotti (Tab. 4.9), ricavate dal sistema *WebGIS* della Provincia Autonoma di Trento. I tematismi ricavati sono stati riclassificati in categorie differenziate in base all'obbiettivo di studio e successivamente convertiti in *raster* con risoluzione spaziale di 10 m.

Anche in questo caso sono stati dedotte diverse stratificazioni *raster* per ogni valore ambientale, allo scopo di dedurre il modello di valutazione più appropriato:

1. GEOLOGIA BASE: geologia desunta direttamente dal *database* GIS dell'Ufficio Faunistico del Parco,
 2. GEOLOGIA2: geologia avente l'estensione della superficie del DTM,
-
1. USO SUOLO BASE: uso suolo di base su cui non sono state effettuate modifiche,
 2. USO SUOLO2: uso suolo con estensione in base alla superficie del DTM,
 3. USO SUOLO3: uso suolo avente valori negativi (-500) associati agli elementi umani (centri abitati, strade, rifugi, ecc.) e a quelli d'acqua (laghi, fiumi, torrenti, ecc.), in modo che non vengano considerati nella proiezione finale del modello,
 4. USO SUOLO4: uso suolo a cui sono stati associati valori negativi (-500) agli elementi umani, d'acqua e ai ghiacciai, siccome possiedono una valenza contrapposta rispetto al territorio occupato dalla marmotta,
-
1. VEGETAZIONE: carta della vegetazione redatta da F. Pedrotti, la quale è stata suddivisa in 9 classi ambientali generali,
 2. VEGETAZIONE2: carta della vegetazione in cui ogni tipologia vegetazionale contraddistingue una classe, esclusa la fascia che si trova sotto il limite altitudinale degli alberi (Tab. 4.10),
 3. VEGETAZIONE3: carta della vegetazione descritta da una categoria

unica comprendente la vegetazione sotto il limite altitudinale arboreo, e da altre classi suddivise in base alla posizione geografica (zona dell'Adamello e zona del Brenta) (Tab. 4.11),

4. VEGETAZIONE4: carta della vegetazione in cui le fasce vegetazionali che si estendono al di sotto del limite degli alberi assumono valori negativi (-500), a causa di una contrapposizione tra questa conformazione ambientale e l'habitat della marmotta.

indice classi	Geologia
1	Depositi detritici, alluvionali e glaciali indistinti
4	Intervallo clastico e carbonatico incompetente: torbiditi del Flysch Cretacico, Scaglia Rossa, marne, argille marnose, calcari lastriformi ecc.
5	Terza unita' carbonatica stratificata incompetente (in prevalenza carbonatica): Calcari bacinali con selce (Formazione del Tofino), Radiolariti, Maiolica; Rosso Ammonitico, Biancone; Scaglia rossa; ecc.
6	Terza unita' carbonatica competente: Calcari Grigi, Calcare del Misone, Corna, ecc.
7	Successione indistinta calcareo-dolomitica a carattere in prevalenza incompetente: Dolomia a Conchodon, Dolomia Superiore, Dolomia del Picchea, Calcari di Piattaforma ("Retico superiore" rec. TREVISAN 1939), ecc.
8	Seconda unita' carbonatica incompetente: Calcari e argilliti stratificati: Calcare di Zorzino, Argillite di Riva di Solto, Calcare di Zu, ecc.
9	Seconda unita' carbonatica competente: Dolomie in prevalenza massicce: Dolomia Principale
18	Prima unita' carbonatica competente: Formazione di Contrin, Dolomia dello Scillar, Calcare di Esino, Formazione di Breno
27	Granitoidi
28	Miscascisti e Filladi
29	Paragneiss

TABELLA 4.7: *Classi di geologia base*

indice classi	Uso suolo
1	elementi umani
2	arbusteti
3	boschi di conifere
4	boschi di latifoglie
5	boschi misti
6	zone coltivate
7	prati di bassa quota
8	elementi d'acqua
9	zone umide
10	rocce
11	no data
12	praterie d'alta quota
13	ghiacciai

TABELLA 4.8: *Classi di uso suolo*

indice classi	Vegetazione
1	Sotto limite del bosco
2	Arbusteti
3	Aree rupestri
4	Torbiere
5	Ass. Riderali
5	Lariceto
6	Mughete/Ontaneti
7	Praterie
8	Vegetazione a Dryas

TABELLA 4.9: *Classi di vegetazione base*

indice classi	Vegetazione
1	Sotto limite del bosco
2	Arbusteti Ginepro e Rh ferr
3	Arbusteto a Rh. Hirs e igrofilo
4	Aree rupestri
5	Torbiere
6	Ass. Riderali
7	Lariceto mesofilo
8	Lariceto xerofilo
9	Mugheta acidofila
10	Mugheta basofila
11	Ontaneta bianca
12	Prateria Carex curvula
13	Prateria Festuca
14	Prateria Sesleria
15	Prateria a Nardo
16	Prateria Poa alpina
17	Prateria Avena maggiore
18	Prateria Scorzonera
19	Prateria xerica
20	Vegetazione a Dryas

TABELLA 4.10: *Classi di vegetazione2*

indice classi	Vegetazione
1	Sotto limite del bosco
2	Arbusteti
3	Arbusteto a Rh. Ferr
4	Arbusteto a Rh. Hirs
5	Arbusteto igrofilo
6	Aree rupestri
7	Torbiere
8	Ass. Riderali
9	Lariceto mesofilo
10	Lariceto xerofilo
11	Mugheta Rh ferr su sub carbonatici
12	Mugheta Rh ferr su sub silicatici
13	Mugheta basofila
14	Mugheta neutrofila
15	Mugheta submontana
16	Ontaneta bianca
17	Prateria Carex curvula
18	Prateria Festuca
19	Prateria Sesleria
20	Prateria a Nardo
21	Prateria Poa alpina
22	Prateria Avena maggiore
23	Prateria Scorzonera
24	Prateria xerica
25	Vegetazione a Dryas

TABELLA 4.11: *Classi di vegetazione3*

4.3.1.5 *Calcolo dell'indice di selezione per ogni classe dei rispettivi fattori ambientali*

Per individuare i valori da attribuire alle singole tipologie di fattore ambientale è stato realizzato un semplice calcolo proporzionale tra "disponibile" e "utilizzato" dalle specie oggetto dello studio.

In altre parole si è cercato di interpretare il "livello di gradimento" di una singola tipologia di fattore da parte di una specie, in base al grado di utilizzo della stessa rispetto alla sua disponibilità nell'ambiente.

Un procedimento di questo tipo è chiaramente legato alla convinzione che i valori più alti debbano essere attribuiti alle tipologie di fattore utilizzate proporzionalmente di più rispetto alla loro disponibilità.

In estrema sintesi il principio utilizzato dal modello è quello di comprendere le esigenze ecologiche di una specie in ambito locale e verificare la presenza delle stesse su di una scala più ampia.

Per fare questo è sufficiente "pesare" le caratteristiche di habitat ricercate dalla specie nel contesto locale, utilizzando statistiche di base su porzioni limitate di terreno (aree campione) rappresentative dell'intero territorio sottoposto a indagine per attribuire valori crescenti alle tipologie di fattore selezionate positivamente.

Per comprendere quanto ogni classe appartenente al rispettivo fattore ambientale contribuisca alla scelta territoriale da parte della marmotta alpina, è stato calcolato un indice di selezione, basato sul confronto tra la disponibilità in termini ambientali e l'utilizzato da parte della specie per ogni categoria di risorsa (fattore ambientale).

I valori di utilizzato sono i dati puntiformi del monitoraggio eseguito durante i mesi di luglio - settembre 2013.

Con la funzione INTERSECT presente in HAWTH'S TOOLS (ArcGIS 9.3) ad ogni localizzazione è stato associato un preciso valore categorico di quota, pendenza, esposizione, irraggiamento, geologia, uso suolo e vegetazione.

Per ogni risorsa, al fine di dedurre quale categoria fosse più utilizzata da parte della marmotta, è stata calcolata una percentuale in base alla seguente formula:

$$\% \text{ UCR} = (\text{ncr}/\text{ntr}) * 100$$

Dove:

- UCR è l'utilizzato della classe c appartenente alla risorsa r
- ncr è il numero di localizzazioni comprese nella classe c della risorsa r
- ntr è il numero di localizzazioni totali della risorsa r

I valori di disponibilità per ogni classe di risorsa invece sono stati calcolati nel modo seguente:

$$\%DCR = (HAcr/HATR)*100$$

Dove:

- DCR è la disponibilità della classe c appartenente alla risorsa r
- HAcr sono gli ettari dell'area di studio considerata relativi alla classe c della risorsa r
- HATR sono gli ettari totali dell'area di studio considerata, cioè del Brenta nord - occidentale

In particolare per calcolare gli ettari di una determinata classe di risorsa si è fatto riferimento alla seguente formula:

$$HAcr = (n^{\circ} \text{ pixel } cr * A) / 10.000$$

Dove:

- HAcr sono gli ettari della classe c della risorsa r
- n° pixel cr è il numero di pixel relativo alla classe c del raster corrispondente alla risorsa r
- A è l'area standard di un pixel, quindi 100 m²
- 10.000 è il valore di conversione da m² a ettari

I valori di selezione per ogni classe di una determinata risorsa sono stati calcolati dedotti in questo modo:

$$SCR = (UCR/DCR)*100$$

Dove:

- SCR è il valore di selezione della classe c della risorsa r
- UCR è l'utilizzato della classe c appartenente alla risorsa r
- DCR è la disponibilità della classe c appartenente alla risorsa r

Ai fini di semplificare i dati ottenuti, ogni indice di selezione è stato convertito in ventesimi:

$$SCR_{20} = (SCR * 20) / SCR_{max}$$

Dove:

- SCR_{20} è il valore in ventesimi della selezione per la classe c della risorsa r
- SCR è il valore di selezione della categoria c della risorsa r
- SCR_{max} è il valore massimo di selezione individuato tra tutti i valori di selezione di tutte le classi della risorsa r

In questo modo per tutte le categorie di tutti i fattori ambientali presi in considerazione si ha un preciso indice di selezione in ventesimi, confrontabile (Cavedon, 2013).

4.3.1.6 Ricavare i grafici dai dati contenuti all'interno delle classi definite per i fattori ambientali analizzati

Ottenuto il confronto tra le diverse classi che compongono ogni risorsa ambientale e il numero di nuclei associati alle categorie, è stato possibile ricavare diversi tipologie di grafici. Questa operazione è stata resa possibile grazie all'utilizzo del software Microsoft Office Excel (2007). Tramite la funzione INSERISCI GRAFICO i dati contenuti in semplici tabelle hanno espresso, attraverso i grafici, i fattori ambientali maggiormente preferiti dalla marmotta per la costituzione di un nucleo e di conseguenza di una colonia (Cavedon, 2013).

4.3.1.7 Individuazione di valori di idoneità ambientale da attribuire alle unità territoriali e produzione di un tematismo GIS sulla distribuzione della marmotta alpina

Per attribuire alle unità territoriali un valore di idoneità ambientale ogni *raster* è stato riclassificato in base agli indici di selezione ottenuti per le classi che descrivono ogni fattore ambientale.

Il valore di selezione finale attribuito ad ogni unità territoriale è dato dalla sommatoria dei valori di selezione in ventesimi di ogni risorsa per quel preciso pixel. Questo calcolo è stato effettuato tramite la funzione *RASTER CALCULATOR* in *SPATIAL ANAYST* (ArcGIS 9.3), strumento che permette di svolgere operazioni sui *raster*.

I valori dei *pixel*, valore centrale, di ogni *raster* sono stati sommati, e il risultato finale è stato un valore unico di idoneità ambientale per quel *pixel*, prendendo in considerazione tutti i fattori ambientali.

In seguito è stato designato un *raster* unico per il territorio dell'area di studio (Brenta nord - occidentale) in cui ogni *pixel* ha un preciso valore di idoneità ambientale che influenza la distribuzione della marmotta alpina nei diversi ambienti.

Il modello risultante è stato poi applicato ed esteso anche agli altri territori del Parco, comprendendone tutta la superficie dell'area protetta (Cavedon, 2013).

Questo metodo è stato applicato per la produzione di più modelli di valutazione ambientale, prendendo in considerazione i differenti fattori ambientali e le relative modifiche apportate.

L'intento è stato quello di conseguire un modello le cui caratteristiche ambientali esprimesse totalmente le scelte ambientali effettuate dalla marmotta e che ogni territorio analizzato potesse avere o meno le caratteristiche ottimali per lo sviluppo della specie.

Inoltre è stato effettuato un confronto tra i nuclei di marmotta storici (monitoraggio faunistico mirato e occasionale e censimento del 1997) e il modello di valutazione ambientale. In questo modo è stato possibile descrivere la correttezza del modello prodotto in base alla percentuale di nuclei storici compresi in esso.

CAPITOLO 5: RISULTATI

I risultati ottenuti nel presente studio sulla marmotta alpina (*Marmota marmota*) si possono distinguere in informazioni riguardanti la caratterizzazione dei nuclei e delle colonie censiti durante il monitoraggio su campo e la progettazione del modello di valutazione ambientale.

5.1 Censimento 2013 e confronto con i dati del 1997

Nel corso dei rilevamenti di campo sono state raccolte numerose informazioni relative al tipo di ambiente occupato dalla marmotta. Una prima parte di esse consistono in misure (clasti, altitudine, esposizione, pendenza, ecc.) che permettono di descrivere in modo quantitativo le variabili rilevate. Un'altra parte di esse riguardano aspetti non misurabili in modo quantitativo, come ad esempio la descrizione ambientale del sito. Queste informazioni, raccolte sul campo in modo descrittivo, consentono di integrare il quadro sugli ambienti occupati dalla specie (Barbieri, 1997).

5.1.1 Analisi generali

Durante il censimento realizzato nell'estate del 2013, nell'area di studio del Brenta nord - occidentale, sono stati censiti 197 nuclei di marmotta alpina, suddivisi in 25 unità coloniali.

La visione generale offerta dalla Figura 125, riporta la localizzazione di singoli nuclei all'interno dell'area di studio e permette di formulare alcune considerazioni di carattere generale sulla distribuzione della specie.

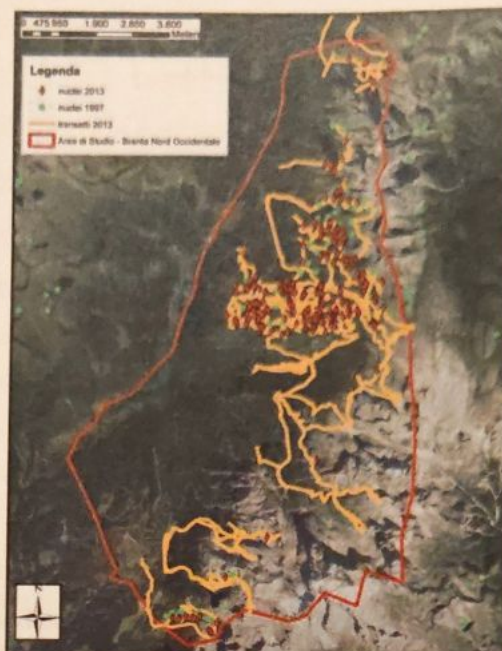


FIGURA 125: Censimento del 2013

Se si rapporta il numero di colonie alla superficie corrispondente dell'area calcarea, si trova un valore di densità aspecifica pari a 0,003 colonie/ha.

$$\text{Colonie/ha} = \text{nc/S}$$

Dove:

- nc è il numero di colonie rilevate
- S è la superficie dell'area di studio del Brenta nord - occidentale

In contrapposizione, il raffronto tra il numero di colonie monitorate nel 1997 (11 unità) correlato alla medesima superficie dell'area di studio risulta come 0,001 colonie/ha.

Tale valore pur essendo di grande utilità per evidenziare l'evoluzione quantitativa della popolazione nel tempo, mediante periodici censimenti, è poco significativo ai fini dell'analisi qualitativa, in quanto solo particolari biotopi alpini sono colonizzabili dalla marmotta e solo in pochi ritroviamo un habitat ideale, che soddisfi le esigenze di un organismo.

Nell'ambito del censimento 2013, tra i 197 nuclei totali rilevati 36 sono stati considerati storici e risalenti di conseguenza al precedente censimento, invece 161 si sono rivelati di recente costruzione. Questo procedimento è stato eseguito grazie ad un raffronto a livello geocartografico su GIS tra i recenti nuclei censiti e i dati storici. In questo modo attraverso le

sovrapposizioni tra i due monitoraggi, si sono evidenziati gli elementi aventi la medesima posizione, mostrando conseguentemente i siti già presenti sul territorio nel 1997.

Inoltre, su 36 tane identificate come storiche, 15 sono risultate attualmente utilizzate dalla specie, avendo osservato indici di presenza certi nei pressi del sito. Riguardo le rimanenti 21 non si ha la certezza se siano state abbandonate o meno, in quanto prive di evidenti segni di esistenza della specie.

Rispetto alle colonie, 11 sono state accertate come appartenenti al precedente monitoraggio, poiché coinvolgono nel loro areale nuclei storici; tra queste, due, appartenenti al settore del Brenta meridionale, sono state rilevate per la vicinanza ai confini dell'area di studio. Inoltre si sono riconosciute 15 colonie considerate attuali e di nuova scoperta. Le colonie storiche e recenti occupano aree confinanti tra loro e in alcune situazioni anche zone in comune, dove i nuclei periferici di ciascuna colonia interagiscono maggiormente.

Considerando il complesso di nuclei censiti, si sono osservate 140 tane identificate come utilizzate da una famiglia e di cui è stata accertata la presenza, 47 rappresentate da tane recenti, tuttavia privi di individui e 10 invece considerate in disuso e abbandonate (*Grafico 5.1*).

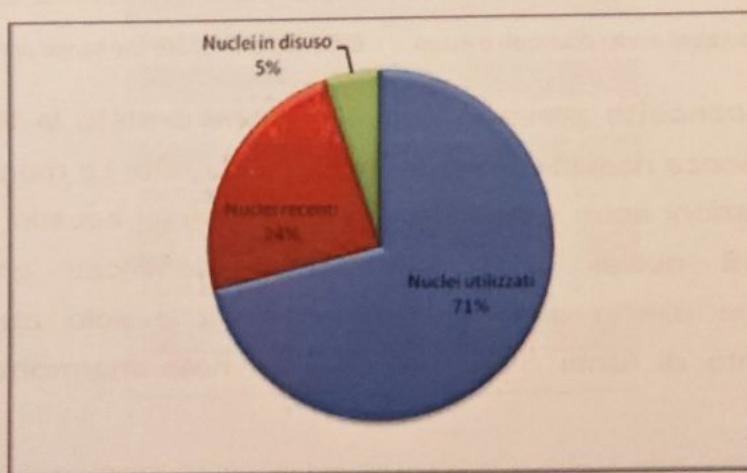


GRAFICO 5.1: *Tipologie dei nuclei identificati nel 2013*

In base ai campi della scheda di monitoraggio, è stato possibile distinguere i dati descrittivi la tipologia di allerta utilizzata dagli individui presenti nei vari nuclei monitorati.

Gli esemplari appartenenti a 59 (30%) nuclei si sono allarmati, al contrario in 93 (47%) nuclei le marmotte non hanno manifestato agitazione. Altri nuclei (45 tane, 23%), invece sono sprovvisti di informazioni concernenti l'allarme da parte della specie, a causa di una mancanza di dati certi (*Grafico 5.2*).

All'interno dei nuclei allarmati, 52 (88%) sono stati presi da inquietudine a causa della presenza del rilevatore, il quale avvicinandosi direttamente ha provocano timore negli animali che stanziavano esternamente alla tana; in 7 nuclei (12%) invece sono stati intimoriti da cause estranee di natura antropica (lavori, passaggio di turisti) o da elementi a loro pericolosi (predatori, altri animali) (*Grafico 5.3*).

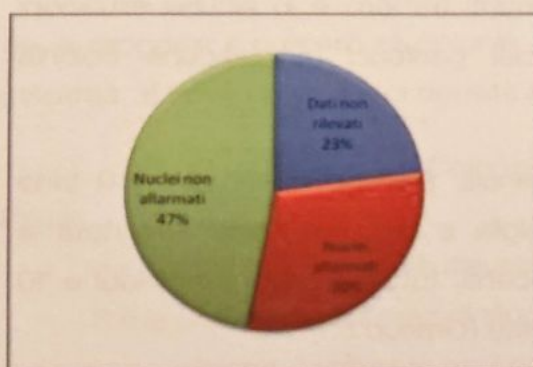


GRAFICO 5.2: proporzioni nuclei allarmati o meno

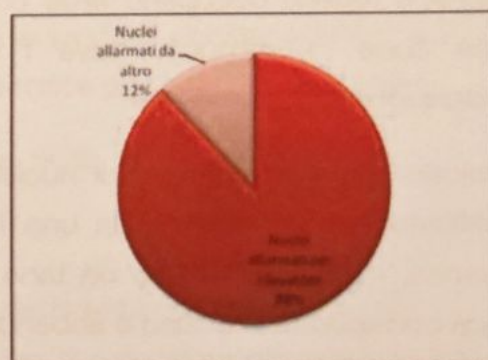


GRAFICO 5.3: Cause che hanno provocato l'allarme

Un ulteriore concetto preso in considerazione è stato la tipologia di indice di presenza ricavato per ogni nucleo indagato. La maggior parte delle osservazioni sono caratterizzate sia da indici acustici che visivi (68,52%), 48 nuclei (36%) sono stati identificati grazie una visualizzazione diretta degli animali e 16 (12%) solo attraverso il riconoscimento di fischi d'allarme, distintivi nella marmotta (*Grafico 5.4*).

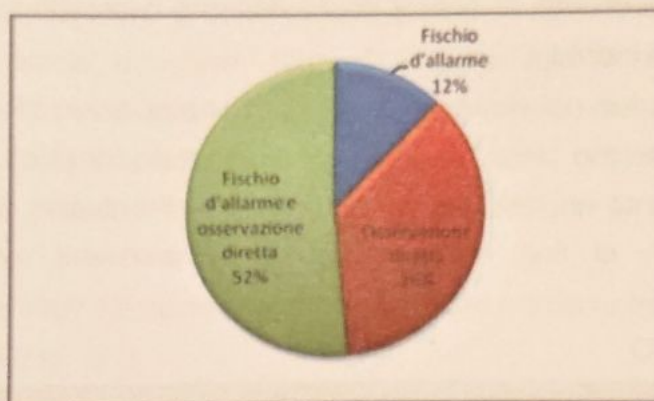


GRAFICO 5.4: Tipologie indici di presenza rilevati nel 2013

5.1.1.1 Diffusione della marmotta alpina all'interno del Brenta Nord - Occidentale

I nuclei non sono distribuiti omogeneamente sul territorio, bensì si presentano in maniera aggregata a seconda della conformazione ambientale, come mostra la Tabella 5.1 sottostante.

Valle	Nuclei
Valle del Vento	10
Val Centonia	5
Val Gelada	10
Zona Malga Vagliana	38
Zona Monte Spinale	105
Passo del Grostè	16
Vallesinella	0
Val Brenta	1
Val Francingo: Val Stretta e Val Larga	1
Val di Nardis	1
Palon dei Mughì e Val di Sacco	10
Totale	197

TABELLA 5.1: Frequenza della numerosità dei nuclei nelle diverse zone dell'area di studio

Si nota come la maggior parte dei nuclei siano distribuiti nella zona dell'altopiano dello Spinale e della Malga Vagliana; invece in aree come la

Vallesinella o la Val Brenta, la specie risulta assente o caratterizzata da una presenza esigua di individui.

Di seguito si descrive nel dettaglio la distribuzione spaziale di ogni singolo avvistamento all'interno delle svariate vallate oggetto di studio. In questo contesto si presenta un raffronto puramente descrittivo con il censimento risalente al 1997, al fine di esaminare i cambiamenti avvenuti nella popolazione.

VALLE DEL VENTO



FIGURA 126: Nuclei del 2013 e del 1997 in Val del Vento

Nell'area comprendente la Valle del Vento, il Passo Prà Castron e il Monte Sasso Rosso tra i due censimenti si nota un'elevata discrepanza di dati. Nel 2013 sono stati rilevati 10 nuclei utilizzati, invece nello studio precedente non è stata descritta la presenza della specie in nessun sito (Fig. 126).

VAL CENTONIA



FIGURA 127: Nuclei del 2013 e del 1997 in Val Centonia

In Val Centonia nel 2013 si sono contati 5 nuclei presenti su pendii erbosi e lontani dalla fascia boschiva, tuttavia le tane identificate sono avvolte esternamente da uno strato di muschio con il foro d'entrata occluso da pietrisco. Questo porta ad una presunta esclusione dell'uso da parte della mamotta dei presenti siti, oramai abbandonati per cause ambientali o antropiche.

A riscontro nel 1997 i 2 nuclei esistenti nella valle erano entrambi occupati da alcuni individui (Fig. 127).

VAL GELADA



FIGURA 128: Nuclei del 2013 e del 1997 in Val Gelada

In entrambi i censimenti nell'area della Val Gelada si sono monitorati un numero consistente di nuclei, la maggior parte occupati da svariati individui. Questo induce a pensare che la colonia del 1997 presente in quest'area si sia mantenuta costante, spostandosi leggermente nei versanti più soleggiati e adatti al sostentamento (Fig. 128).

ZONA MALGA VAGLIANA



FIGURA 129: Nuclei del 2013 e del 1997 in zona Malga Vagliana

L'area circostante Malga Vagliana, caratterizzata da pascoli erbosi e delimitata da pendii ghiaiosi e da ultimi elementi arborei della fascia boschiva, appare come un ambiente ideale alla specie. Sia nel 2013 che nel 1997, gli studi hanno portato ad un riscontro sulla distribuzione territoriale della marmotta, la quale si è stabilizzata sui versanti più idonei (Fig. 129).

ZONA MONTE SPINALE



FIGURA 130: Nuclei del 2013 e del 1997 in zona Monte Spinale

L'altipiano dello Spinale è una distesa composta da dossi erbosi e praterie d'alta quota, con una pendenza poco accentuata e ideale per la sopravvivenza della marmotta, in cui può trovare una variegata tipologia di alimenti adeguati al sostentamento di un numero elevato di individui. Per questi motivi all'interno del monitoraggio eseguito nel 2013 sono stati censiti un numero elevato di nuclei riproduttivi, costituiti da una cifra notevole di esemplari appartenenti a diverse classi d'età. Similmente nel 1997 l'areale

della specie era estesa a causa le condizioni ottime della zona, tuttavia si nota ugualmente un'espansione consistente della popolazione (Fig. 130).

PASSO GROSTE', PIETRA GRANDE ED ORTI DELLA REGINA



FIGURA 131: Nuclei del 2013 e del 1997 sul Passo del Grostè

Dai dati storici si riscontra una presenza buona della marmotta sui versanti di Pietra Grande, descritti da pietrisco e ghiaioni, in cui la specie può scavare gallerie sotterranee, tenendosi a distanza dalle zone più antropizzate, come gli impianti di risalita e i rifugi.

Ad oggi la popolazione si è espansa anche nelle aree adiacenti il Rifugio Graffer e le funivie colonizzando maggiormente la zona, probabilmente per un atteggiamento etologico più conciliante nei riguardi dei fattori antropici (Fig. 131).

VALLESINELLA



FIGURA 132: Nuclei del 2013 e del 1997 in Vallesinella

Come si evince dalla Figura 132 la specie è assente nell'area di Vallesinella in entrambi i periodi temporali. Questo territorio potrebbe essere considerato

non idoneo alla presenza della marmotta dal punto di vista ambientale, in quanto è caratterizzato da ampie aree boschive molto fitte. Ugualmente ad altitudini maggiori, l'ambiente è descritto da versanti rocciosi impervi, a lungo innevati anche in estate e disagiati per lo sviluppo della specie.

VAL BRENTA



FIGURA 133: Nuclei del 2013 e del 1997 in Val Brenta

La Val Brenta è un'area "scoperta", dove l'assenza della specie non sembra poter essere imputata all'idoneità ambientale, in quanto sono presenti pendii erbosi adatti alla marmotta. In questo caso entra probabilmente in gioco come elemento decisivo il rapporto che la specie ha avuto in passato con le attività umane sul territorio che tuttora persistono cospicuamente (Fig. 133).

VAL STRETTA E VAL LARGA, VAL DI NARDIS E PALON DEI MUGHÌ – VAL DI SACCO



FIGURA 134: Nuclei del 2013 e del 1997 in Val Stretta e Val Larga, Val di Nardis e Palon dei Mughì

Dal precedente censimento del 1997 al presente studio, la situazione della marmotta alpina sembra essere rimasta immutata nelle aree meridionali del Brenta nord - occidentale.

In Val Larga son stati identificati alcuni nuclei riproduttivi oramai abbandonati, i quali non erano stati descritti all'interno dello studio storico. Questa divergenza può essere stata causata da una prima colonizzazione della valle, seguita da un allontanamento dalla stesso per cause ambientali, come la minor esposizione o la temperatura rigida che caratterizza quest'area.

Nel 2013 è stato osservato un unico nucleo familiare presente alla base della "Scala Santa" che porta al Rifugio "XII Apostoli", il quale non era stato descritto precedentemente.

Al contrario nella zona del Palon dei Mughì e della Val di Sacco è stata verificata la presenza di tutti i nuclei storici, presumibilmente per una questione legata alla staticità del territorio e al minor cambiamento ambientale avvenuto nell'area in questione, contraddistinta ancora oggi da ampi pascoli e versanti erbosi ed arbustivi (Fig. 134).

5.1.1.2 Griglia di distribuzione della marmotta alpina

Mediante la sovrapposizione degli elementi raccolti durante i due censimenti e una griglia creata mediante *software* GIS, avente lato di 200 m, è stato possibile elaborare un confronto puramente descrittivo fra le due ricerche.

Tra le due griglie di distribuzione prodotte (con lato 100 m e 200 m), è stata scelta quella costituita da parcelle aventi una superficie più estesa, poiché appaiono con maggior chiarezza le zone contraddistinte, in modo più o meno consistente, dalla presenza della specie.

Le figure 135 e 136 mostrano la localizzazione dei nuclei all'interno dell'area di ciascuna parcella rispetto al 1997 e all'estate 2013.

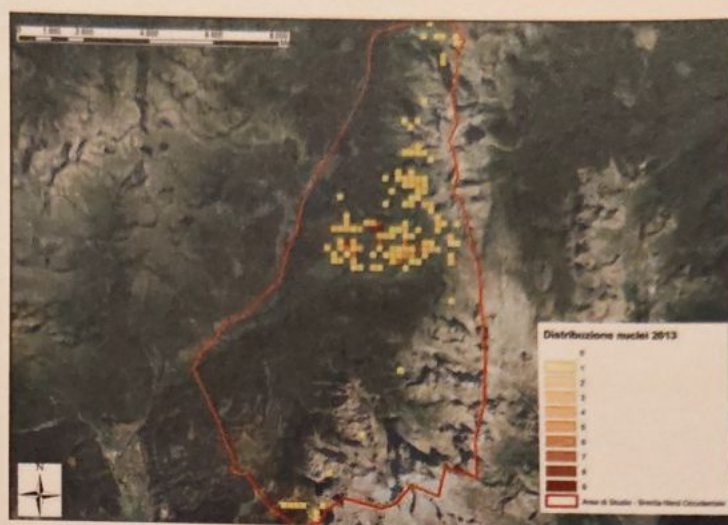


FIGURA 135: Localizzazione dei nuclei avvistati nel 2013 rispetto alla griglia di distribuzione

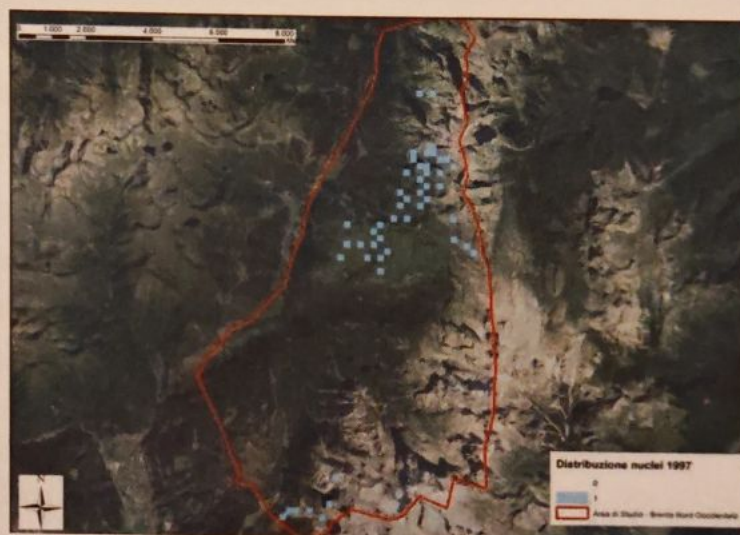


FIGURA 136: Localizzazione dei nuclei risalenti al 1997 rispetto alla griglia di distribuzione

Come si evince dalle rappresentazioni cartografiche, nel 1997 i nuclei osservati si suddividono su una superficie di 4 ha (area particella) in maniera costante, cioè 1 nucleo ogni 4 ha.

Contrariamente durante il 2013, la collocazione dei siti riproduttivi entro le parcelle di distribuzione varia notevolmente in base alla zona analizzata. Rispetto alla totalità delle aree campionate, il numero di nuclei rientra in un intervallo tra 1 e 9 nuclei per particella e di conseguenza la popolazione è descritta da una media di 2 nuclei per cella considerata. Il numero dei nuclei si rivela maggiore nell'area dell'altopiano dello Spinale e nelle vicinanze del Passo del Grostè fino a un massimo di 9 nuclei/4 ha (2,25 nuclei/ha). Nelle

restanti zone il numero di elementi identificati diminuisce gradualmente, accostandosi ai risultati storici.

5.1.2 Analisi sulla struttura della popolazione

Grazie al censimento eseguito nel 2013, sono stati raccolti i riferimenti riguardanti il numero di individui osservati durante le uscite su campo, la percentuale di clasti nell'intorno di 100 m² dalla tana e la quota del per il sito osservato.

Rispetto ai dati ottenuti sono state eseguite alcune analisi di statistica descrittiva, al fine di conseguire una rappresentazione della popolazione la più accurata possibile.

La Tabella 5.2 riassume i risultati complessivi dell'attività di censimento, dividendo l'avvistato tra soggetti adulti, subadulti, piccoli dell'anno e indeterminati. Inoltre esamina i campi caratteristici della scheda di monitoraggio (quota, clasti e distanza d'avvicinamento) sui quali si sono potute eseguire alcune analisi statistiche di base.

Censimento 2013										
	Nuclei	Colonie	Individui	Adulti	Subadulti	Piccoli	Indeterminati	Quota	Clasti	Distanza avvicinamento
Conteggio	197	25	/	/	/	/	/	/	/	/
Media	/	/	3	3	1	1	2	2127	13	19
Deviazione Standard	/	/	2	2	0,62	0,78	1,66	125	20,05	50,78
Valore massimo	/	/	14	8	3	5	11	2471	95	0
Valore minimo	/	/	0	0	0	0	0	1778	0	300

TABELLA 5.2: Risultati statistici riscontrati nel censimento del 2013

Il grafico 5.5 mostra la struttura della popolazione in base agli avvistamenti effettuati. La componente adulta costituisce il 43% dell'intero campione avvistato, i subadulti e i piccoli dell'anno oscillano intorno al 14% e gli indeterminati comprendono il 23% della famiglia. In complesso si ottiene una media di 3 individui osservati, i quali possono essere 3 adulti, 1 subadulto, 1 piccolo o 2 appartenenti alla classe indeterminati.

La numerosità degli individui appartenenti ad un nucleo familiare varia da 0 a 14 esemplari totali, con valori massimi suddivisi in base alle classi d'età: 8 adulti, 3 subadulti, 5 piccoli e 11 indeterminati.

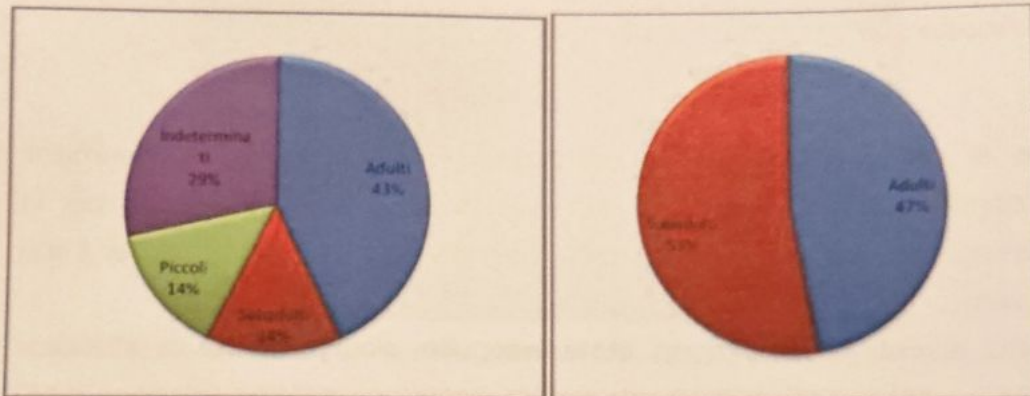


GRAFICO 5.5: Struttura di un nucleo familiare di marmotta alpina (2013)

GRAFICO 5.6: Struttura di un nucleo familiare di marmotta alpina (1997)

Considerando la deviazione standard, cioè lo scostamento dalla media dei campioni esaminati, risulta che abbiamo una deviazione standard massima di 2 individui negli adulti e 1,66 negli indeterminati, invece riguardo i piccoli e i subadulti lo scarto dalla media è rispettivamente 0,78 e 0,62.

Confrontando i risultati conseguiti durante il 2013 e i dati risalenti al 1997 (Grafico 5.6) si nota come nel 1997 i subadulti descrivano il 53% della popolazione, rispetto al 47% rappresentato dagli adulti.

Nel censimento del 1997 il numero medio di individui, divisi in base alle classi d'età adulta e subadulta, è leggermente minore rispetto al monitoraggio attuale.

Tuttavia non avendo campi d'indagine uguali nei due studi, è possibile solo un confronto di tipo descrittivo, al fine di comprendere come sia mutata la popolazione di marmotta in sedici anni (Tab. 5.3).

I dati ricavati dalla quota rilevati nel 2013, manifestano una media di 2127 m s.l.m., con valori che oscillano tra i 1778 m s.l.m. e i 2471 m s.l.m. La relativa deviazione standard si allontana dalla media di 125 m.

Dalla tabella 3, riferita al censimento del 1997, si evince che la quota varia da 1820 m s.l.m. a 2520 m s.l.m., con una media di 2091 m e uno scarto da quest'ultima di 171,68 m (Tab. 5.3).

Dal raffronto si evidenzia che, durante gli anni intercorsi, la popolazione di marmotta alpina presente nell'area del Brenta nord - occidentale ha aumentato la quota di costruzione dei nuclei. Di fatto pur avendo un *range* di valori di quota più ampio rispetto al 1997, la media del 2013 è superiore a quella del censimento precedente, il che significa uno spostamento da parte della specie ad altitudini maggiori.

La percentuale di pietre, massi o rocce affioranti in superficie è assai diversificata ed è compresa tra 0 e 95%, con una media di 13%. Questo esito è verosimile in quanto la marmotta seleziona ambienti dove è presente un terreno particolarmente soffice e adatto allo scavo di cunicoli e gallerie anche in profondità. Il pietrisco è una tipologia di suolo adeguato a questo scopo e la presenza consistente di ghiaioni sulle Dolomiti induce la marmotta a selezionarlo maggiormente. I nuclei situati in aree del tutto prive di clasti affioranti, quindi coincidenti con formazioni vegetali compatte e continue, sono 32 (corrispondente al 16,24% del totale). I nuclei situati in aree in cui la copertura del terreno da parte di sassi e/o pietre è superiore al 70% ammontano a 8.

Un ultimo campo esaminato è stato la distanza di avvicinamento, cioè l'intervallo intercorso tra il punto di riconoscimento della tana da parte del rilevatore e la tana stessa. I dati prelevati sono compresi tra 0 e 300 m s.l.m. e sono caratterizzati da una media di 19 m con una deviazione standard di 50,78 m.

Censimento 1997								
	Nuclei	Colonie	Individui	Adulti	Subadulti	Quota [m s.l.m.]	Esposizione [°]	Pendenza [°]
Conteggio	49	11	/	/	/	/	/	/
Media	/	/	2,1	2,5	2,8	2091,57	216,66	29,94
Deviazione Standard	/	/	2,13	0,55	1,94	171,68	66,60	13,56
Valore massimo	/	/	0	0	0	2520	55	0*
Valore minimo	/	/	9	3	6	1820	340	52*

TABELLA 5.3: Risultati statistici riscontrati nel censimento del 1997

Nella scheda di campo utilizzata nel 1997 è stato possibile ricavare ed indagare gli esiti statistici riferiti a esposizione e pendenza; i quali possono essere elaborati in confronto ai dati risultanti dai fattori ambientali presi in considerazione per la costruzione del modello di valutazione ambientale. Attraverso la statistica descrittiva, l'esposizione oscilla tra i 55° e i 340° con una media di 216,66°; invece la pendenza ottenuta varia nell'intervallo compreso tra 0° e 52°, per una media di 29,94° (Tab. 3).

5.1.3 Analisi sull'utilizzo dell'habitat

La marmotta è in grado di insediarsi in una gamma relativamente ampia di tipologie ambientali del piano subalpino e alpino, evidenziando sotto questo profilo una discreta plasticità ecologica (Barbieri, 1997).

La distribuzione della marmotta alpina varia in funzione di alcuni parametri: altitudine, esposizione, pendenza, irraggiamento, manifestazioni geomorfologiche, copertura vegetale e uso suolo.

ALTITUDINE

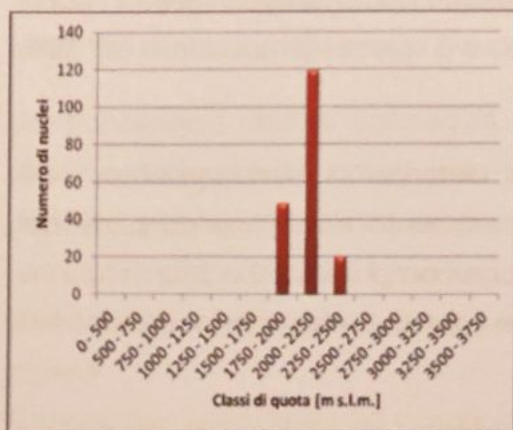


GRAFICO 5.7: Distribuzione delle frequenze in classi altitudinali nel 2013

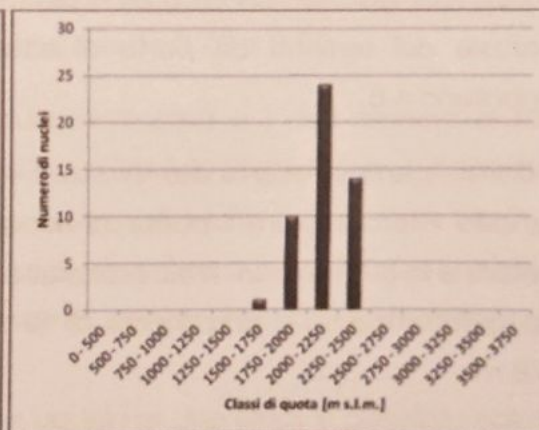


GRAFICO 5.8: Distribuzione delle frequenze in classi altitudinali nel 1997

Sia dall'elaborazione grafica (Grafico 5.7) che da quella statistica dei dati relativi alle quote, si nota come la maggior parte dei nuclei sia concentrata in una fascia altimetrica ben definita. Nell'area calcarea il 61% delle unità colonia è situata tra i 2000 e i 2250 m, sebbene poi le famiglie si spingano fino a oltre

i 2500 m. Non sono stati rilevati insediamenti sotto i 1750 m. Similmente nel 1997 la classe di quota più utilizzata è la medesima, compresa tra i 2000 e i 2250 m. La causa della massima concentrazione nella fascia intermedia è da ricercarsi in tre fattori relativi alle esigenze biologiche: alimentari, microclimatiche, di difesa, che probabilmente, in questa fascia interagiscono in modo ottimale tra loro.

Inoltre i grafici 5.7 e 5.8 mostrano una propensione buona verso la classe tra i 1750 - 2000 m, al contrario nel 1997, regolarmente, la specie si avvale un'altitudine maggiore, compresa tra i 2250 e i 2500 m.

ESPOSIZIONE

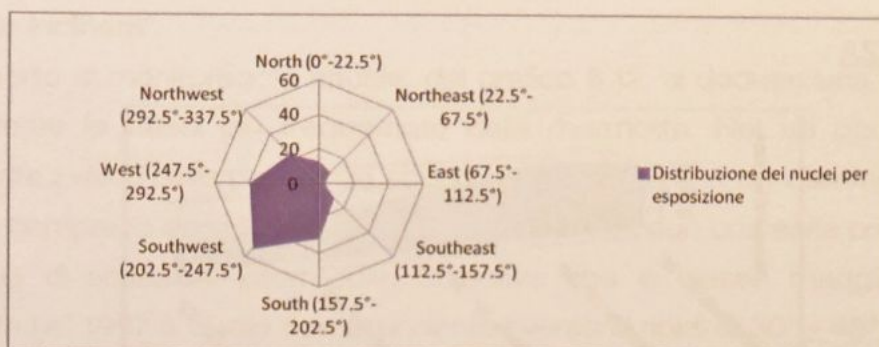


GRAFICO 5.9: Distribuzione delle frequenze in classi d'esposizione nel 2013

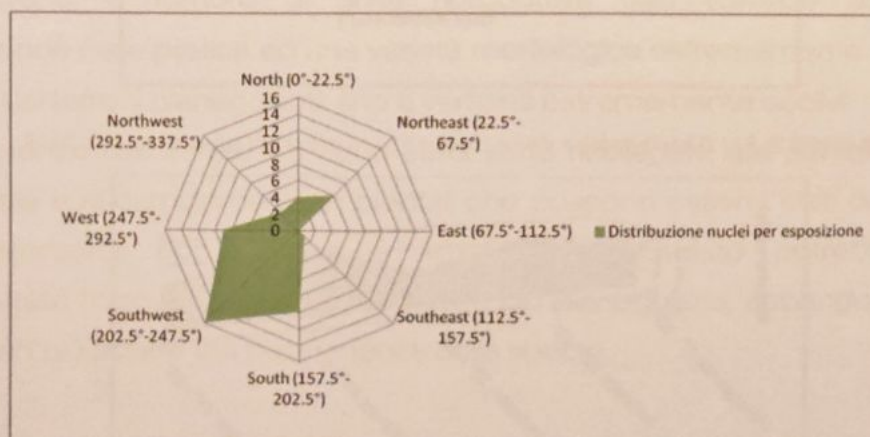


GRAFICO 5.10: Distribuzione delle frequenze in classi d'esposizione nel 1997

Le esposizioni prevalenti del terreno misurate in gradi rispetto al nord presso la tana principale dei 197 nuclei di marmotta sono state ripartite in 8 settori che compongono l'angolo giro.

La marmotta è un animale che necessita di un elevato periodo di insolazione; questa esigenza è quindi maggiormente soddisfatta con esposizioni

meridionali. Inoltre in primavera sui versanti assolati la neve depositata si scioglie più velocemente, facendo emergere il terreno sottostante e di conseguenza inducendo le marmotta ad uscire precedentemente dalla tana. I grafici 5.9 e 5.10 relativi all'esposizione, sembrano evidenziare una propensione a selezionare, in entrambi gli studi, le esposizioni meridionali, più calde. L'orientamento delle aperture delle tane è concentrato verso i settori a sud e sud - ovest. Questo esito è confermato ulteriormente dai dati provenienti dalle analisi statistiche relative alla media di esposizione monitorata durante il censimento del 1997.

Tuttavia in entrambi i lavori, osservando l'esposizione dei nuclei, si nota un'ulteriore leggera selezione dei versanti esposti ad ovest.

PENDENZA

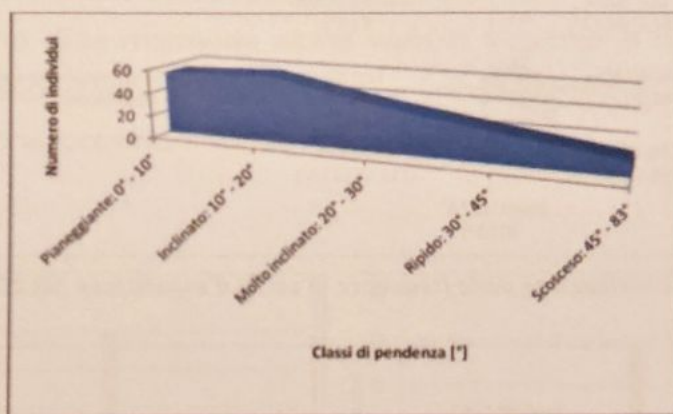


GRAFICO 5.11: Distribuzione delle frequenze in classi di pendenza nel 2013

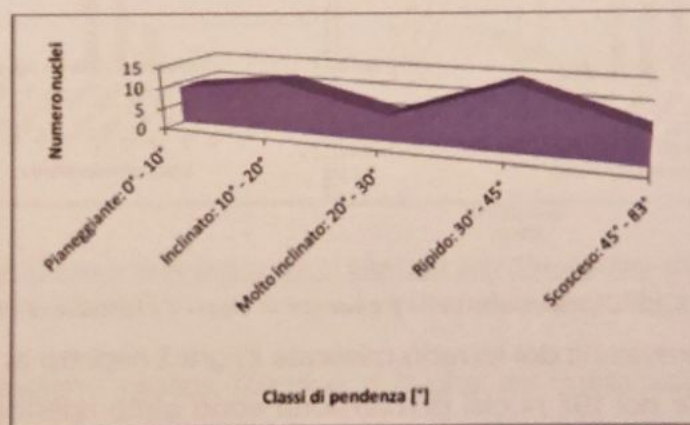


GRAFICO 5.12: Distribuzione delle frequenze in classi di pendenza nel 1997

La valutazione dei grafici 5.11 e 5.12, relativi alle pendenze caratterizzanti i siti di presenza della marmotta, individuati nel 1997 (in viola) e quelli calcolati in occasione della presente indagine (in blu), dà spunto per l'analisi del fattore ambientale in considerazione.

Dal censimento del 2013 si nota una predilezione per le aree pianeggianti (0° - 10°), i pendii inclinati da 10° a poco più di 20° e, meno frequentemente, i versanti più acclivi fino a 30° . Aumentando progressivamente la pendenza, il numero di nuclei presenti diminuisce costantemente fino ad un numero minimo riscontrato a 83° , oltre il quale non sono stati rilevati nuclei di marmotta. Il complesso dei dati suggerisce una preferenza da parte della marmotta nei confronti delle categorie di pendenza "pianeggiante", "inclinata" e "molto inclinata".

In rapporto al monitoraggio attuale, dal grafico 5.12, si deduce una diversità riguardante le classi più frequentate dalla marmotta. Nei siti occupati di marmotta i valori della pendenza sono risultati ricadere in un intervallo molto ampio, compreso da valori prossimi allo 0 fino a 50° , con una serie pressoché continua di situazioni intermedie. Si ricava che la classe maggiormente utilizzata nel 1997 è quella comprendente i versanti ripidi di 30° - 45° , seguita dalla classe con pendenza "inclinata". Invece per i pendii scoscesi e le zone pianeggianti, il numero di unità riproduttive cala (*Grafico 5.12*). Ciò corrisponde nella pratica ad una varietà morfologica estremamente spiccata, che va dai terreni pianeggianti fino a versanti estremamente acclivi.

Le differenze riscontrate tra i due studi sono ricollegate alla conformazione territoriale e ai cambiamenti ambientali che possono esserci stati durante gli anni intercorsi, come frane e smottamenti. Questo potrebbe aver comportato l'occupazione di nuove aree più pianeggianti, abbandonando le zone non più adatte alla permanenza della specie.

IRRAGGIAMENTO



GRAFICO 5.13: Distribuzione delle frequenze in classi di irraggiamento nel 2013

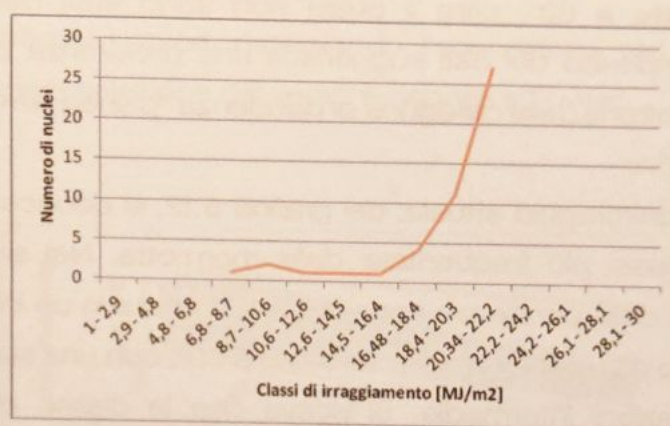


GRAFICO 5.14: Distribuzione delle frequenze in classi di irraggiamento nel 1997

Il fattore ambientale dell'intensità di radiazione solare recepita sul terreno non condiziona in modo preponderante la distribuzione della marmotta alpina in un determinato territorio, in quanto è un parametro che deve essere associato alla pendenza per risultare idoneo o meno.

Di fatto tra il 2013 e il 1997 si riscontra una continuità nei nuclei suddivisi in base alle classi determinate per l'irraggiamento. Si osserva un picco presente in entrambi i grafici 5.13 e 5.14 il cui vertice coincide con la categoria favorita dalla specie, compresa tra 20,34 – 22,20 MJ/m². Rispetto alle restanti classi invece la distribuzione territoriale inizia con un minor numeri di nuclei appartenenti alle classi tra 8,7 e 16,4 MJ/m²; successivamente l'andamento dei siti cresce fino all'apice, percepito a 22,2 e in seguito decresce repentinamente fino allo zero identificato a 24,2 MJ/m².

MANIFESTAZIONI GEOMORFOLOGICHE

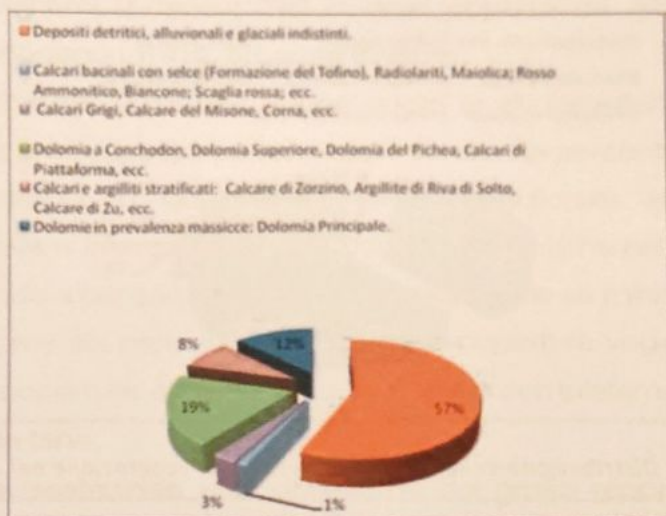


GRAFICO 5.15: Distribuzione delle frequenze in classi di geologia nel 2013

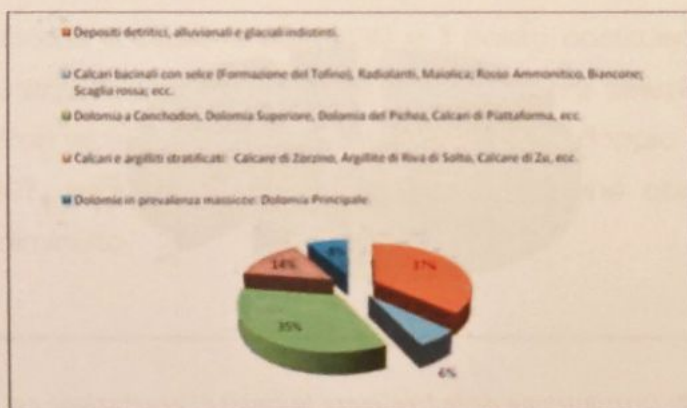


GRAFICO 5.16: Distribuzione delle frequenze in classi di geologia nel 1997

Tra le esigenze della marmotta si pone anche la necessità di avere un substrato sciolto che permetta lo scavo del sistema di tana. La presenza di questa situazione è legata a particolari manifestazioni geomorfologiche. In entrambi i censimenti, nell'area di studio calcarea, prevale l'ambiente detritico, con falde di versante ampie e attive, dove è presente la maggior parte dei nuclei (57% nel 2013 e 37% nel 1997). Come seconda categoria più utilizzata si riscontra la classe comprendente i territori composti da dolomia superiore e calcari di piattaforma. I grafici 5.15 e 5.16 mostrano che le classi composte da calcari stratificati e da dolomia massiccia sono idonee ad una minor percentuale di nuclei, dall'8 al 12%.

COPERTURA VEGETALE

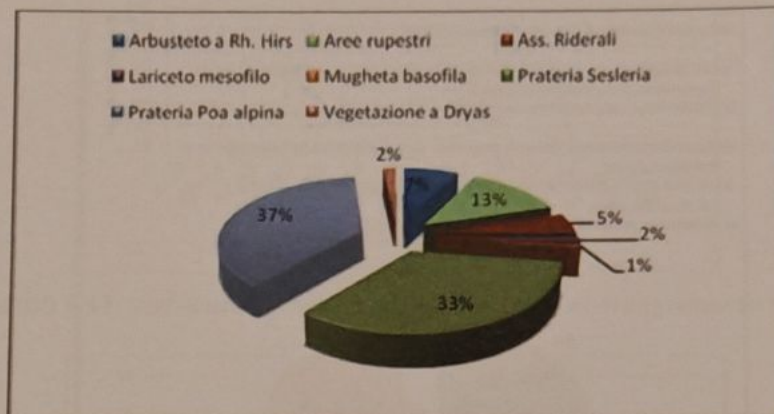


GRAFICO 5.17: Distribuzione delle frequenze in classi di vegetazione nel 2013

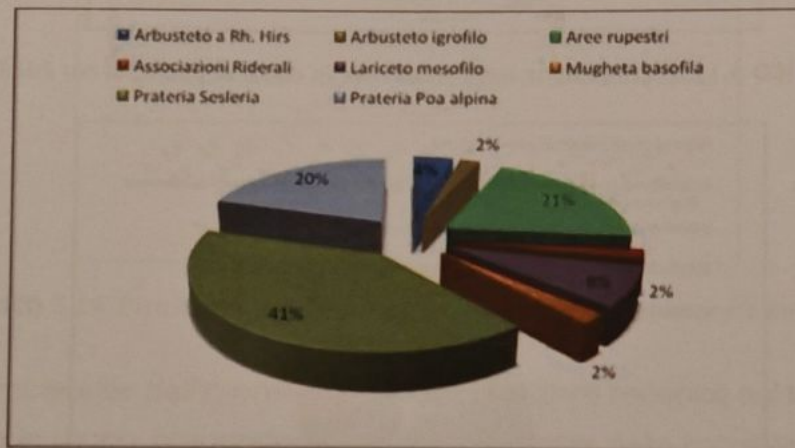


GRAFICO 5.18: Distribuzione delle frequenze in classi di vegetazione nel 1997

La copertura vegetale è fortemente correlata sia qualitativamente che quantitativamente alla geologia, all'esposizione e alla quota. Tale parametro influisce sulla distribuzione in due modi, come fonte alimentare e per l'effetto di barriera visiva, espletato soprattutto in presenza di essenze arboree e arbustive.

L'attribuzione a ciascun nucleo rilevato della corrispondente unità vegetazionale, così come indicata sulla Carta della vegetazione di F. Pedrotti, ha permesso di delineare un quadro piuttosto dettagliato riguardo gli ambienti vegetali presenti nei siti occupati dalla marmotta nel Parco.

Dai grafici 5.17 e 5.18 si osserva che in alcuni casi, sono state ritrovate aperture dei sistemi di tana (10%) in aree coperte da arbusti di piccole dimensioni, rododendri, mirtili, erbacee limitrofe.

Sia nel 1997 che nel 2013 una buona quota di siti famigliari rientrano nella categoria delle aree rupestri, caratterizzate da un'alta percentuale di pietrisco e ghiaioni; tuttavia in questa tipologia vegetazionale si osserva una diminuzione della numerosità di siti riproduttivi rilevati (21% nel 1997 e 13% nel 2013), inducendo a pensare ad un abbandono, anche se minimo, delle zone. E' evidente come sia preferita una zona con copertura vegetale erbacea o aree dove la copertura è discontinua e a volte completamente assente in prossimità delle tane.

Una differenza sostanziale che si desume dai grafici rappresentanti i due monitoraggi è la diversità di composizione delle praterie d'alta quota maggiormente occupate dalla mamotta. Nel 1997 la classe più scelta è quella della prateria a *Sesleria sp.* (41%) e il poeto costituisce il 20% della vegetazione utilizzata. Invece nel 2013 la prateria più selezionata è quella costituita da *Poa alpina* (37%), aumentata quasi del doppio rispetto ai dati risalenti al 1997, seguita poi dal seslerieto (33%) che contrariamente è leggermente diminuito.

USO SUOLO

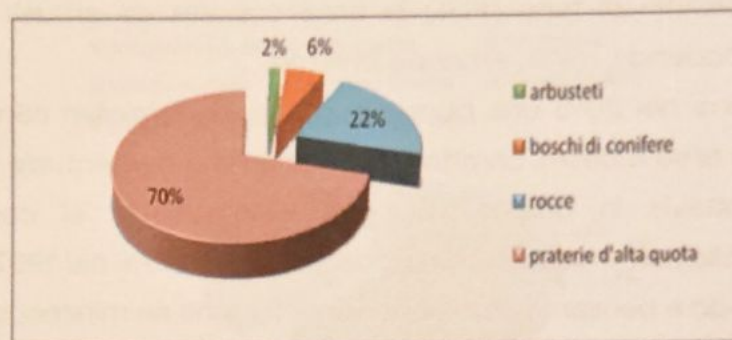


GRAFICO 5.19: Distribuzione delle frequenze in classi di uso suolo nel 2013

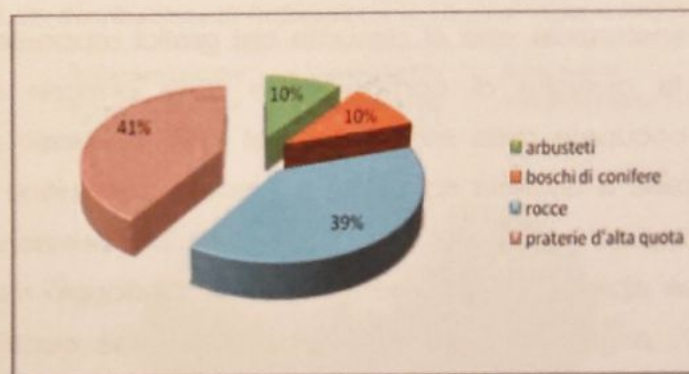


GRAFICO 5.20: Distribuzione delle frequenze in classi di uso suolo nel 1997

La carta dell'uso suolo esprime i valori presenti nella carta della vegetazione, raggruppando gli elementi in classi più estese. L'utilizzo di questo parametro ambientale individua gli habitat di maggior frequentazione da parte della marmotta.

Osservando i grafici 5.19 e 5.20 si apprende quanto le praterie d'alta quota risultino idonee alla sopravvivenza e allo sviluppo della specie. La disponibilità alimentare e la conformazione del territorio caratterizzata da aspetti ambientali (pendenza, quota, esposizione, ecc.) adatti rendono le zone di prateria alpina la scelta più indicativa per la marmotta.

In presenza di disturbo o in condizioni ambientali particolari l'animale esercita una predilizione verso ambienti rocciosi e acclivi, i quali presentano un grado di sicurezza maggiore. Va considerato che raramente si tratta di aree completamente senza vegetazione, quanto piuttosto ambienti con scarsa vegetazione pioniera, oppure di pietraie confinanti con arbusteti e/o pietraie intervallate da lembi di pascolo. La collocazione delle tane può talvolta

coincidere con aree nude, ma nei pressi sono sempre presenti gli ambienti vegetali indispensabili per soddisfare le esigenze alimentari (Barbieri, 1997).

Nel 1997 questo ambiente naturale aveva una notevole prevalenza (39%), pari quasi alle praterie d'alta quota (41%), nel 2013 invece si è riscontrata una selezione minore nei confronti dei pendii rocciosi, i quali sono descritti da una percentuale di nuclei buona ma non discriminante (22%).

Le aree coperte da una vegetazione boschiva e arbustiva rappresentano invece frazione esigua sulla totalità del territorio (nel 1997 il 20% e nel 2013 l'8%).

5.1.4 Il Modello di Valutazione Ambientale

5.1.4.1 Le scale di merito

Facendo riferimento a quanto esposto relativamente alla definizione del grado di idoneità da attribuire alle diverse tipologie dei fattori ambientali, è stato calcolato il contributo percentuale apportato da ogni tipologia di fattore considerata all'interno dell'area di studio campionata per ogni nucleo indagato (utilizzato) (Tab. 5.4).

Classe	Esposizione	Pendenza	Quota	Vegetazione	Vegetazione4	Uso suolo
1	1,07	1,07	0	0	0	0
2	6,95	27,81	0	7,26	0	1,61
3	4,81	30,48	0,05	12,85	0	5,91
4	1,60	21,39	3,07	0	7,26	0
5	6,42	12,83	9,91	5,03	0	0
6	17,11	6,42	17,81	1,68	12,85	0
7	27,81	-	21,69	0,56	0	0
8	21,39	-	19,77	70,95	5,03	0
9	12,83	-	13,14	1,68	1,68	0
10	-	-	9,91	-	0	22,04
11	-	-	3,68	-	0	0
12	-	-	0,97	-	0	70,59
13	-	-	0	-	0,56	0
14	-	-	0	-	0	-
15	-	-	-	-	0	-
16	-	-	-	-	0	-
17	-	-	-	-	0	-
18	-	-	-	-	0	-

19	-	-	-	-	33,52	-
20	-	-	-	-	0	-
21	-	-	-	-	37,43	-
22	-	-	-	-	0	-
23	-	-	-	-	0	-
24	-	-	-	-	0	-
25	-	-	-	-	1,68	-

TABELLA 5.4: Percentuale di ogni tipologia di fattore rilevata nelle aree campione dei nuclei famigliari (utilizzata)

Tali valori, sono successivamente confrontati con i contributi percentuali riferiti alla superficie, caratterizzata da ogni tipologia di fattore per l'intera area di studio, riportati in tabella 5.5 (disponibile).

Classe	Esposizione	Pendenza	Quota	Vegetazione	Vegetazione4	Uso suolo
1	0,27	7,72	0	25,63	25,72	0,17
2	12,98	1,55	0	2,87	0	9,30
3	9,36	20,25	0,05	26,70	0	34,20
4	5,95	24,61	3,07	0,08	2,37	0,10
5	4,16	28,32	9,91	0,81	0,50	3,45
6	9,02	17,54	17,81	5,55	26,70	0
7	15,39	-	21,69	6,44	0,08	1,07
8	22,76	-	19,77	30,59	0,81	0,24
9	20,12	-	13,14	1,33	5,55	0,01
10	-	-	9,91	-	0	34,94
11	-	-	3,68	-	1,19	0
12	-	-	0,97	-	0	14,20
13	-	-	0	-	2,63	2,32
14	-	-	0	-	2,50	-
15	-	-	-	-	0	-
16	-	-	-	-	0,03	-
17	-	-	-	-	0	-
18	-	-	-	-	0	-
19	-	-	-	-	22,35	-
20	-	-	-	-	1,84	-
21	-	-	-	-	5,78	-
22	-	-	-	-	0	-
23	-	-	-	-	0	-
24	-	-	-	-	0,63	-
25	-	-	-	-	1,33	-

TABELLA 5.5: Percentuale di ogni tipologia di fattore presente nell'area si studio (disponibile)

Il confronto è stato fatto con la seguente formula, che mette in relazione il contributo percentuale di utilizzato con quello disponibile:

$$\text{selezione} = (\% \text{utilizzato}) / (\% \text{disponibile}) * 100$$

A titolo di esempio si riportano i valori riferiti all'esposizione (Tab. 5.6).

Fattore	Tipologie	Classe	Selezione
Esposizione	Flat (-1)	1	392,02
	Nord (0-22.5, 337.5 - 360)	2	53,57
	Nord - est (22.5-67.5)	3	51,43
	Est (67.5-112.5)	4	26,95
	Sud - est (112.5-157.5)	5	154,27
	Sud (157.5-202.5)	6	189,81
	Sud - ovest (202.5-247.5)	7	180,72
	Ovest (247.5-292.5)	8	93,97
	Nord - ovest(292.5-337.5)	9	63,80

TABELLA 5.6: Esempio: tipologie di esposizione

In tabella 5.7 le percentuali di utilizzo sul disponibile (selezione) sono state trasformate in valori espressi in ventesimi rispetto alla percentuale massima, secondo le modalità esposte per la definizione del grado di idoneità da attribuire alle tipologie di fattore.

Tipologie	Selezione	Ventesimi
Flat (-1)	392,02	20
Nord (0-22.5, 337.5 - 360)	53,57	3
Nord - est (22.5-67.5)	51,43	3
Est (67.5-112.5)	26,95	1
Sud - est (112.5-157.5)	154,27	8
Sud (157.5-202.5)	189,81	10
Sud - ovest (202.5-247.5)	180,72	9
Ovest (247.5-292.5)	93,97	5
Nord - ovest(292.5-337.5)	63,80	3

TABELLA 5.7: Esempio: tipologie di esposizione

I valori espressi in ventesimi per una semplice convenzione numerica di comodo, rappresentano l'indice di gradimento di ogni tipologia di fattore. E' stata così costruita una scala di merito riportata in tabella 5.8.

Fattore	Classi	Tipologie	Numero nuclei	Area [ha]	% disponibile	% utilizzabile	Selezioni	Ventesimi
Quota	1	0 - 500	0	0	0	0	0	0
	2	500 - 750	0	0	0	0	0	0
	3	750 - 1000	0	3,91	0,05	0	0	0
	4	1000 - 1250	0	254,68	3,07	0	0	0
	5	1250 - 1500	0	822,05	9,91	0	0	0
	6	1500 - 1750	0	1477,23	17,81	0	0	0
	7	1750 - 2000	48	1799,31	21,69	25,67	118,33	7
	8	2000 - 2250	119	1639,65	19,77	63,64	321,93	20
	9	2250 - 2500	20	1090,08	13,14	10,70	81,38	5
	10	2500 - 2750	0	822,09	9,91	0	0	0
	11	2750 - 3000	0	305,53	3,68	0	0	0
	12	3000 - 3250	0	80,28	0,97	0	0	0
	13	3250 - 3500	0	0	0	0	0	0
	14	3500 - 3750	0	0	0	0	0	0
Pendenza	1	Pianeggiante: 0° - 1,01275	2	640,72	7,72	1,07	13,85	0
	2	Leggermente inclinato: 1,01275° - 10°	52	128,5	1,55	27,81	1795,00	20
	3	Inclinato: 10° - 20°	57	1679,81	20,25	30,48	150,51	2
	4	Molto inclinato: 20° - 30°	40	2041,52	24,61	21,39	86,91	1
	5	Ripido: 30° - 45°	24	2349,32	28,32	12,83	45,31	1
	6	Scosceso: 45° - 83°	12	1454,94	17,54	6,42	36,58	0
Esposizione	1	Flat (-1)	2	22,63	0,27	1,07	392,02	20
	2	Nord (0-22.5, 337.5 - 360)	13	1076,35	12,98	6,95	53,57	3
	3	Nord - est (22.5-67.5)	9	776,17	9,36	4,81	51,43	3

	4	Est (67.5-112.5)	3	493,75	5,95	1,60	26,95	1
	5	Sud - est (112.5-157.5)	12	345,03	4,16	6,42	154,27	8
	6	Sud (157.5-202.5)	32	747,82	9,02	17,11	189,81	10
	7	Sud - ovest (202.5-247.5)	52	1276,33	15,39	27,81	180,72	9
	8	Ovest (247.5-292.5)	40	1888,2	22,76	21,39	93,97	5
	9	Nord - ovest(292.5-337.5)	24	1668,53	20,12	12,83	63,80	3
Uso suolo	1	elementi umani	0	14,68	0,17697813 5	0	0	-500 *
	2	arbusteti	3	770,81	9,29267819 3	1,61	17,36	1
	3	boschi di conifere	11	2840,79	34,2478007 3	5,91	17,27	1
	4	boschi di latifoglie	0	8,44	0,10175037 2	0	0	0
	5	boschi misti	0	285,54	3,44239349 7	0	0	0
	6	zone coltivate	0	0	0	0	0	0
	7	prati di bassa quota	0	89,43	1,07814404 4	0	0	0
	8	elementi d'acqua	0	19,98	0,24087351	0	0	-500 *
	9	zone umide	0	0,86	0,01036792 9	0	0	0
	10	rocce	41	2893,91	34,8882011 8	22,04	63,18	3
	11	no data	0	0	0	0	0	0
	12	praterie d'alta quota	132	1177,89	14,2003252 6	70,59	497,10	20
	13	ghiacciai	0	192,48	2,32048714 8	0	0	-500 *
Vegetazione	1	Sotto limite del bosco	0	1816,59	25,63	0	0	0
	2	Arbusteti	13	203,19	2,87	7,26	253,32	8
	3	Aree rupestri	23	1892,55	26,70	12,85	48,12	2
	4	Torbiere	0	5,47	0,08	0	0	0
	5	Ass. Riderali	9	57,65	0,81	5,03	618,11	20
	6	Lariceto	3	393,06	5,55	1,68	30,22	1

	7	Mughete/Ontane ti	1	456,5	6,44	0,56	8,67	0
	8	Praterie	127	2168,24	30,59	70,95	231,91	8
	9	Vegetazione a Dryas	3	93,93	1,33	1,68	126,46	4
Vegetazione 4	1	Sotto limite del bosco	0	1823,05	25,72	0	0	-500 *
	2	Arbusteti	0	0	0	0	0	0
	3	Arbusteto a Rh. Ferr	0	0	0	0	0	0
	4	Arbusteto a Rh. Hirs	13	167,82	2,37	7,26	306,70	9
	5	Arbusteto igrofilo	0	35,37	0,50	0	0	0
	6	Aree rupestri	23	1892,55	26,70	12,85	48,12	1
	7	Torbiere	0	5,47	0,08	0	0	0
	8	Ass. Riderali	9	57,65	0,81	5,03	618,11	19
	9	Lariceto mesofilo	3	393,06	5,55	1,68	30,22	1
	10	Lariceto xerofilo	0	0	0	0	0	0
	11	Mugheta Rh ferr su sub carbonatici	0	84,41	1,19	0	0	0
	12	Mugheta Rh ferr su sub silicatici	0	0	0	0	0	0
	13	Mugheta basofila	1	186,06	2,63	0,56	21,28	1
	14	Mugheta neutrofila	0	177,36	2,50	0	0	0
	15	Mugheta submontana	0	0	0	0	0	0
	16	Ontaneta bianca	0	2,21	0,03	0	0	0
	17	Prateria Carex curvula	0	0	0	0	0	0
	18	Prateria Festuca	0	0	0	0	0	0
	19	Prateria Sesleria	60	1583,93	22,35	33,52	149,98	5

20	Prateria a Nardo	0	130,56	1,84	0	0	0
21	Prateria Poa alpina	67	409,38	5,78	37,43	647,99	20
22	Prateria Avena maggiore	0	0	0	0	0	0
23	Prateria Scorzonera	0	0	0	0	0	0
24	Prateria xerica	0	44,37	0,63	0	0	0
25	Vegetazione a Dryas	3	93,93	1,33	1,68	126,46	4

TABELLA 5.8: Scala di merito dei parametri ambientali (* valore artificioso imposto per escludere definitivamente alcune particelle aventi caratteristiche ambientali ritenute, in base alla biologia della specie, inadatte)

A questo punto in base alla scala di merito così individuata, è stato possibile associare ad ogni unità territoriale un indice di idoneità pari alla sommatoria dei valori assunti dalle diverse tipologie di fattore. I valori assunti dagli indici di ogni unità territoriale, sono stati raggruppati in tre gruppi di idoneità/potenzialità rispettivamente: bassa, media, alta e riportati in un'apposita cartografia.

5.1.4.2 La rappresentazione cartografica del modello

Facendo riferimento agli intervalli indicativi del grado di idoneità/potenzialità, è stato possibile, utilizzando l'applicazione GIS ArcView 3.2, associare un colore diverso per ad ogni intervallo. In questo modo si è passati ad una rappresentazione cartografica del grado di idoneità attribuito ad ogni unità territoriale.

In base ai risultati dell'analisi statistica si è visto che l'associazione delle varie modificazioni apportate ai fattori ambientali considerati, poteva influire sull'esito del modello.

Pertanto è stato deciso di calcolare 3 modelli diversi al fine di individuare quello migliore:

- **MODELLO 1:** Sono state considerate le seguenti variabili: esposizione, pendenza² (riclassificata in base alla classe di esposizione flat), quota compresa tra 1750 m e 2750 m e vegetazione base, classificata in base alla Carta della Vegetazione di F. Pedrotti.
- **MODELLO 2:** I fattori ambientali presi in esame sono i medesimi del modello 1, ad eccezione della vegetazione alla quale è stato assegnato valore - 500 alla classe del sottobosco.
- **MODELLO 3:** E' stato sostituito il fattore ambientale della vegetazione, con la variabile dell'uso suolo, alla quale sono stati associati valori molto negativi agli elementi d'origine antropica, elementi d'acqua e ai ghiacciai.

MODELLO 1

All'interno dell'area di studio, la superficie classificata come scarsamente idonea comprende un totale di 9719 ha che corrisponde al 15,67% della superficie complessiva. L'estensione delle zone considerate mediamente idonee alla permanenza della specie corrisponde a 7167 ha, cioè 11,55%. Infine le aree ottimali per la presenza della marmotta misurano 805 ha, quindi 1,29% dell'intera area protetta (*Fig. 137*).

Questo modello è stato implementato suddividendo la Carta della Vegetazione di F. Pedrotti secondo 9 classi, raggruppanti differenti tipologie ambientali. Questa generalizzazione porta ad un ampliamento delle zone idonee alla marmotta, comprendendo aree probabilmente poco adatte. Di fatto attraverso la rappresentazione cartografica del modello si nota che la maggior parte dei territori selezionati come idonei sono caratterizzati da una potenzialità media, di conseguenza non si evidenziano le categorie di bassa e alta potenzialità.

L'estensione dei territori aventi valori altitudinali considerevolmente alti è ampia e coinvolge luoghi dove è improbabile trovare la specie, per esempio parti di ghiacciaio (Massiccio Adamello - Presanella). Inoltre i risultati evidenziano una discrepanza tra la zona granitica dell'Adamello - Presanella e il Gruppo di Brenta. Le aree considerate ottimali per la stabilità della specie

sono l'altopiano dello Spinale, il Pian della Nana e Campo Flavona (Gruppo di Brenta); al contrario nel Gruppo dell'Adamello - Presanella la potenzialità è generalmente medio - bassa, ad eccezione delle praterie nella zona dei Cinque Laghi e lungo i versanti sulla sinistra orografica della Val di Fumo. Di conseguenza la tipologia vegetazionale di prateria d'alta quota non può essere l'unica discriminante per identificare le aree potenzialmente adatte alla marmotta.

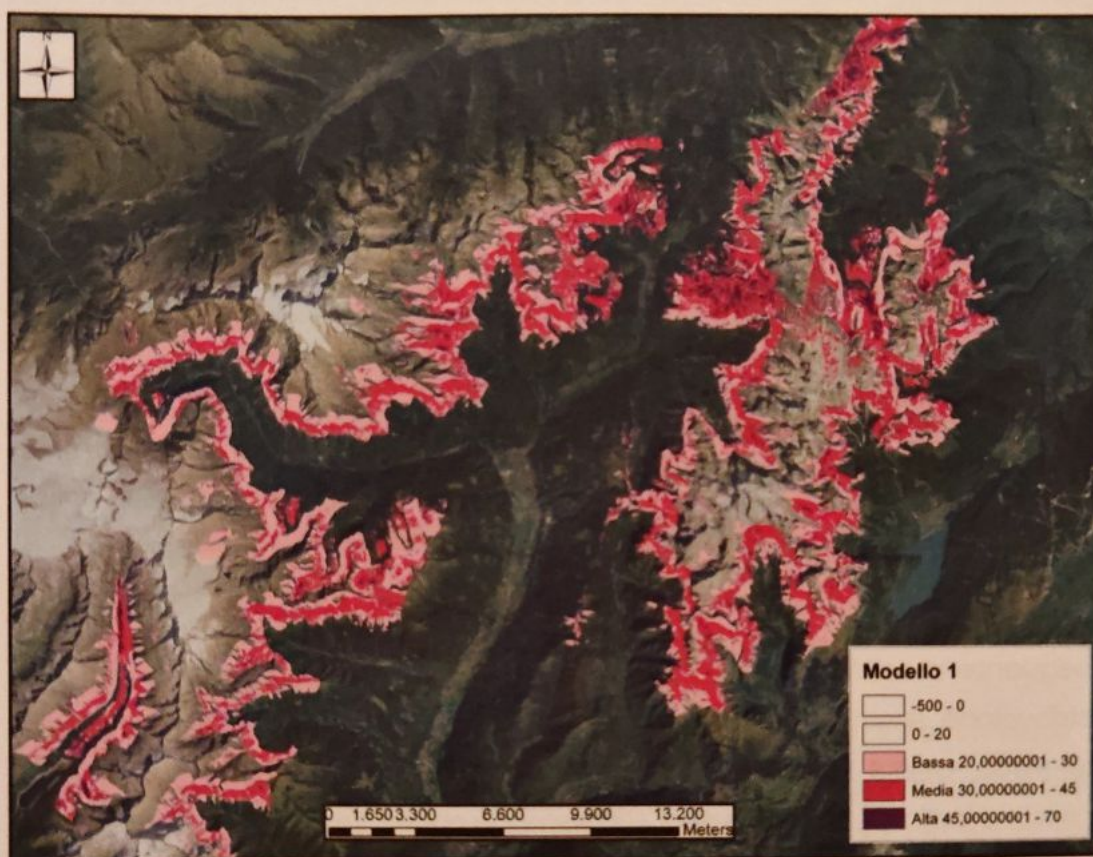


FIGURA 137: Carta della distribuzione potenziale 1

MODELLO 2

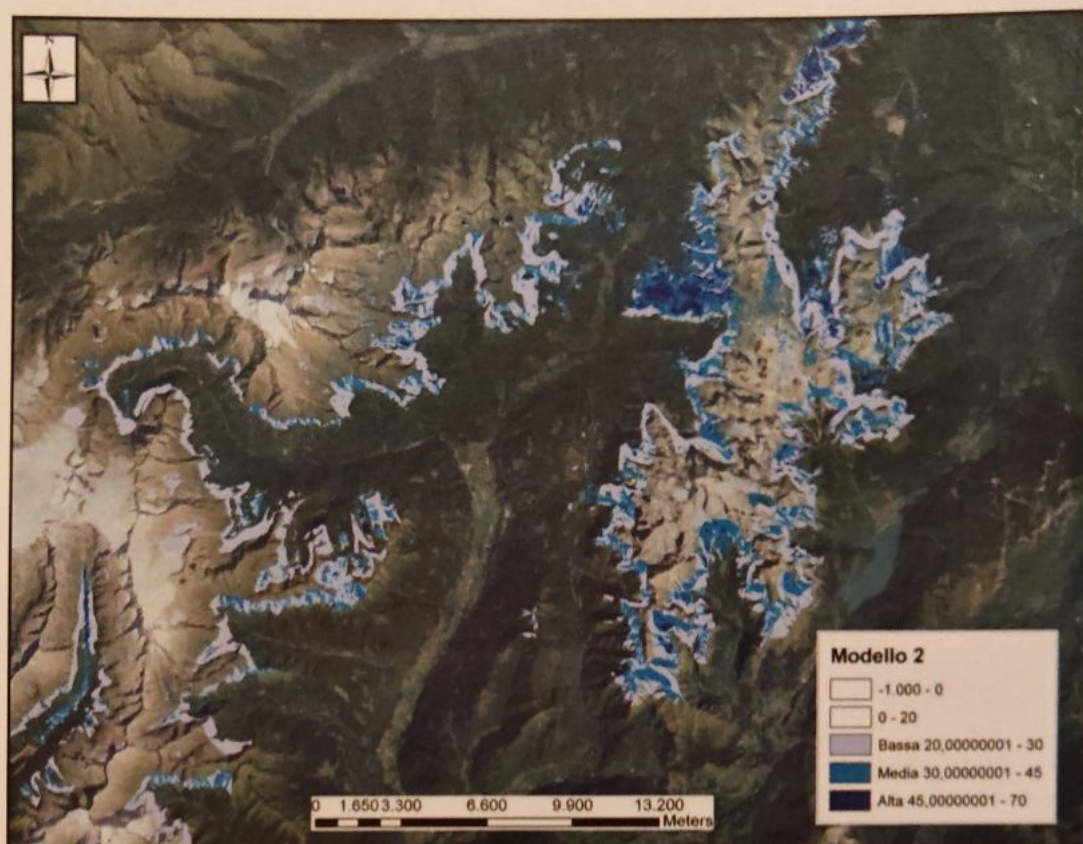


FIGURA 138: Carta della distribuzione potenziale 2

Il seguente modello di valutazione ambientale rispecchia maggiormente la distribuzione spaziale della marmotta alpina. Si può notare come la specie preferisca, quindi selezioni di più, ambienti situati in versanti leggermente inclinati, o inclinati, esposti a sud. Ciò sembrerebbe veritiero pensando che la maggior quantità di radiazione solare e di calore che caratterizza tali aree potrebbe permettere l'instaurarsi di condizioni più idonee alla vita.

Le zone con una quota significativa sono state escluse dai territori potenzialmente idonei alla distribuzione della specie, anche se nuovamente si sono evidenziati alcuni elementi glaciali nella rappresentazione cartografica (Fig. 138).

In questo contesto si differenzia invece il fattore vegetazione, che è stato classificato in base a tutte le categorie individuate da F. Pedrotti nella Carta della Vegetazione, considerando solo gli ambienti naturali superiori al limite altitudinale della vegetazione. In questo modo vengono messi in risalto gli

habitat descritti da particolari caratteristiche ambientali conformi alla specie. Di conseguenza si nota una rilevante differenziazione di categorie secondo la potenzialità ambientale bassa, media o alta.

Nuovamente altopiano dello Spinale, la parte alta della Valle di Santa Maria Flavona e Pian della Nana risultano i territori più adatti alla specie, inoltre i versanti della Val d'Ambiez e la zona circostante Cima Ghez presentano una valutazione ambientale media; invece concernente al Gruppo dell'Adamello - Presanella gli ambienti di possibile colonizzazione da parte della marmotta sono la sinistra orografica della Val Genova, il fondovalle della Val di Fumo, i versanti sinistri della Val di Borzago e della Val di Breguzzo.

All'interno dell'area di studio, la superficie classificata come scarsamente idonea comprende un totale di 8555,6 ha che corrisponde al 13,14% della superficie complessiva. L'estensione delle zone considerate mediamente idonee alla permanenza della specie corrisponde a 3776,8 ha, cioè 6,08%. Infine le aree ottimali per la presenza della marmotta misurano 827,6 ha, quindi 1,33% dell'intera area protetta (Fig. 138).

MODELLO 3

Il terzo modello espande leggermente i territori caratterizzati da una potenzialità accettabile per l'insediamento della marmotta, evidenziando la differenza tra ambienti scarsamente idonei, mediamente idonei e potenzialmente ottimali.

Utilizzando la carta dell'uso suolo *Corine*, le aree distribuite in base a parametri altitudinali eccessivi sono state escluse, di conseguenza si desume una miglior distribuzione altitudinale della specie. I punteggi più alti di uso suolo sono stati assegnati alle classi descrittive zone di praterie d'alta quota e aree rocciose.

I parametri di pendenza e d'esposizione risultano ben evidenziati nel modello e suggeriscono una particolare selezione della totalità dei territori analizzati in questo studio.

All'interno dell'area di studio, la superficie classificata come scarsamente idonea comprende un totale di 7119,15 ha che corrisponde al 11,47% della superficie complessiva. L'estensione delle zone considerate mediamente idonee alla permanenza della specie corrisponde a 6133,86 ha, cioè 9,88%.

Infine le aree ottimali per la presenza della marmotta misurano 2959,54 ha, quindi 4,76% dell'intera area protetta (Fig. 139).

Dall'immagine cartografica (Fig. 139) si nota come la sinistra orografica della Val di Breguzzo, della Valle di San Valentino mostrino una propensione elevata all'espansione della marmotta.

Una considerazione che desta sospetto è la zona del Valandro nel Brenta meridionale: nel modello i versanti di quest'area sono classificati come mediamente e/o totalmente ottimali per la marmotta. Tuttavia basandoci su osservazioni storiche non si è mai rilevata negli anni alcuna presenza della marmotta alpina in quest'area.

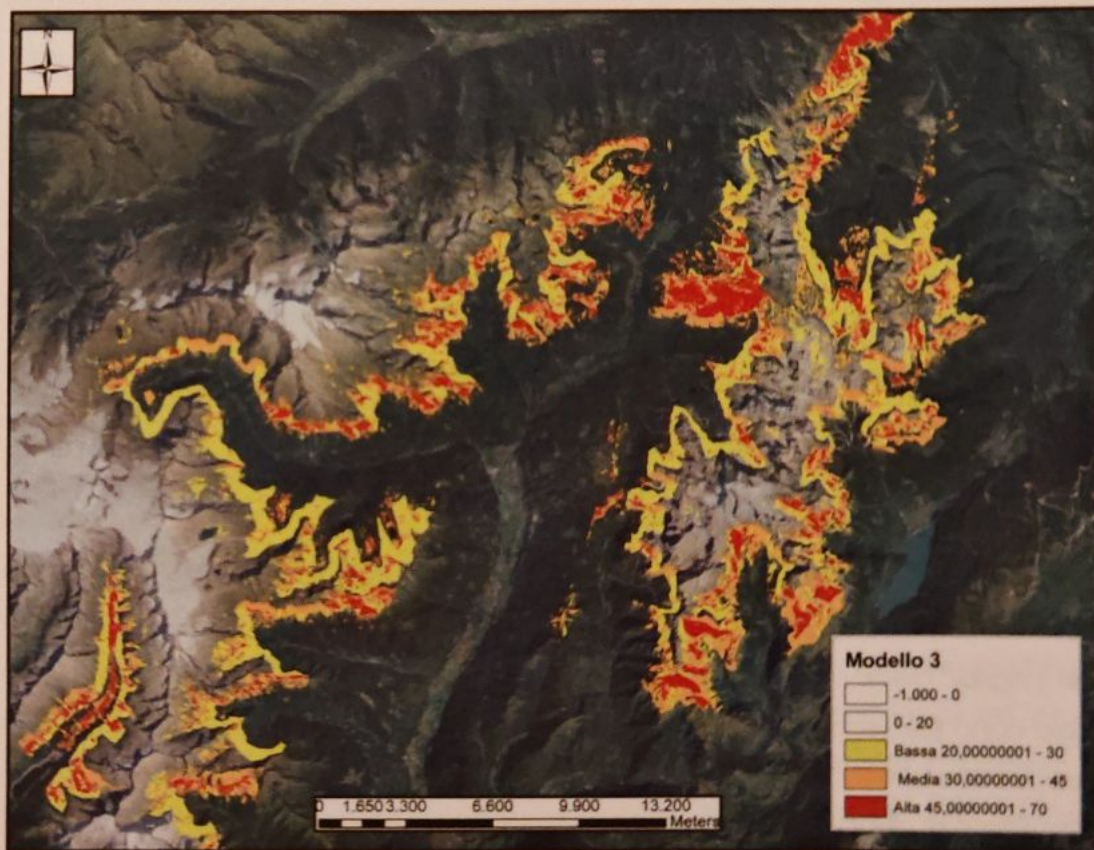


FIGURA 139: Carta della distribuzione potenziale 3

Sovrapponendo i nuclei risalenti al censimento 1997 e i nuclei raccolti durante il monitoraggio faunistico occasionale e mirato della marmotta alpina dal 2005 al 2012, con il 2° modello di valutazione ambientale (*Fig. 138*) si è ottenuta una percentuale estesa (70%) di nuclei ricadenti all'interno delle aree valutate idonee dal modello. Questo porta ad una correttezza notevole del modello e ad una conferma delle aree potenzialmente idonee rispetto a dati reali storici del monitoraggio faunistico.

CAPITOLO 6: DISCUSSIONI E CONCLUSIONI

Il lavoro di raccolta dati condotto su campo ha fornito gli elementi sufficienti per effettuare le analisi utili sia per un confronto con la situazione distributiva pregressa, sia per approfondire le conoscenze sull'ecologia della marmotta in ambiente alpino.

Il rilievo dei nuclei con GPS, effettuato durante il periodo estivo 2013, rappresenta l'origine su cui si è fondato il lavoro che è partito dall'idea di verificare la situazione distributiva della specie a distanza di 16 anni dall'indagine realizzata dal Parco nel 1997.

Tale confronto ha permesso di appurare che, durante il periodo di tempo intercorso tra i due momenti di studio, la popolazione di marmotta ha avuto una crescita significativa. L'aumento delle unità coloniali, e di conseguenza del numero di individui, potrebbe essere stato provocato dal divieto di caccia alla marmotta varato nel primo Piano Faunistico Provinciale del 2003.

In accordo con quanto esposto da Stephens *et al.* (2002) rispetto ai modelli predittivi sulla densità di popolazione della marmotta alpina, secondo cui i tassi di crescita medi annui vanno dal 4% al 14%, il veto sulla caccia deliberato dalla Provincia è stato probabilmente alla base dell'aumento della popolazione studiata. Inoltre, diversamente da altri roditori, la marmotta è una specie carismatica e socialmente ben accettata; di conseguenza, per tali motivi, la popolazione del Brenta nord - occidentale è aumentata annualmente secondo i valori esposti da Stephens *et al.* (2002).

Questa specie sembra essere meno vulnerabile alle estinzioni locali, tuttavia si osservano ugualmente estinzioni a livello locale in molte aree dell'Europa e la specie sta ancora scomparendo in alcune aree. Inoltre, l'incremento attuale del suo areale non maschera la fragilità di alcune popolazioni e le problematiche gestionali (Ramousse e Le Berre, 1993).

La fragilità della specie sembra stia incrementando a causa dell'estrema sensibilità degli ecosistemi montani all'impatto antropico e ai cambiamenti

climatici. Nell'ipotesi di un innalzamento della temperatura ambientale (Ozenda e Borel, 1991 in Ramousse e Le Berre, 1993), correlato all'effetto serra e al cambiamento climatico globale, l'*home - range* della marmotta alpina potrebbe ridursi drammaticamente.

Le marmotte devono essere considerate come elemento integrante del territorio montano, il quale tuttavia è allo stesso tempo utilizzato da allevatori e agricoltori alpini e fruito come importante patrimonio turistico (Unesco, 1988 in Ramousse e Le Berre, 1993). In base a queste considerazioni, è utile soffermarsi nello specifico sulla distribuzione della specie all'interno dell'area di studio, sottolineando le diverse densità di popolazione nelle valli esplorate in relazione ad aspetti climatici e ambientali.

Nelle parti settentrionali dell'area di studio si è evidenziata una diminuzione del numero di nuclei rispetto al 1997. Questo cambiamento probabilmente è causato dai mutamenti ambientali che si sono verificati negli anni intercorsi tra i due studi. Non conoscendo dettagliatamente quali cambiamenti ambientali siano avvenuti dal 1997 ad oggi nell'area di studio, vengono analizzate svariate cause che potrebbero aver determinato una dispersione della specie in questo settore. A conferma di ciò, si sottolinea che, dall'ultima era glaciale, il riscaldamento globale ha causato la riduzione della distribuzione geografica di alcune delle 15 specie di marmotta e ha provocato una migrazione ascendente del loro limite inferiore di elevazione (Armitage, 2013).

La porzione settentrionale dell'area campione è formata da valli chiuse e ripide, in cui l'impatto antropico risulta quasi totalmente assente, se non per il transito di alcuni escursionisti. Poiché il disturbo antropico non sembra perciò poter essere la causa della diminuzione della specie in questa zona, il cambiamento climatico potrebbe invece aver comportato l'abbandono di nuclei riproduttivi storicamente utilizzati e la migrazione degli esemplari in territori più adatti alla sopravvivenza.

Il potenziale effetto del cambiamento climatico sulle temperature ambientali ed il loro costante innalzamento è di importanza critica per le marmotte, animali adattati ad ambienti freddi che cercano di evitare il calore, causa di stress termico e di una conseguente riduzione dell'attività di superficie (Armitage, 1991 in Armitage, 2013; Armitage, 2009 in Armitage, 2013; Melcher *et al.*, 1990 in Armitage, 2013).

Un importante fattore che influenza la sopravvivenza della specie in un determinato territorio è lo spessore della coltre nevosa e il periodo in cui inizia il suo scioglimento. La copertura nevosa invernale è essenziale per l'isolamento delle tane d'ibernazione dalle rigide e stressanti temperature invernali e, se prolungata, ostacola la distribuzione, la sopravvivenza e la riproduzione delle marmotte. Attualmente le aree montane dove non è registrata la presenza della marmotta, a causa di una permanenza della coltre nevosa oltre il periodo in cui gli esemplari escono per il foraggiamento, potrebbero essere colonizzate se il riscaldamento provocasse uno scioglimento anticipato della neve. Questo beneficio sarebbe breve poiché, probabilmente, la diminuzione delle precipitazioni si tradurrebbe in una tipologia di vegetazione sgradevole (Bykova e Esipov, 2008 in Armitage, 2013).

Sebbene il prolungamento della permanenza della neve fino a tarda primavera sia quindi un fattore negativo, un'adeguata copertura nevosa durante l'ibernazione è un fattore importante per la sopravvivenza invernale (Armitage, 2013).

Allo stesso tempo, anche inverni con scarse precipitazioni nevose diminuiscono la probabilità di sopravvivenza della marmotta alpina (Allainè *et al.*, 2008 in Armitage, 2013), per una questione di isolamento dalle temperature rigide dell'inverno. In sintesi si può affermare che le marmotte gradiscono molta neve in inverno e un rapido scioglimento primaverile (Armitage, 2013).

Da non sottovalutare è la possibilità che il riscaldamento globale abbia localmente portato ad una diminuzione dell'habitat idoneo alla specie a causa dell'invasione di territori ad altitudini maggiori da parte di essenze vegetali un tempo confinate alle quote meno elevate. Questo fenomeno è stato recentemente osservato nei territori oggetto d'indagine, soprattutto nei pascoli alpini che vengono utilizzati dalla marmotta, e può essere la causa di estinzioni locali.

Inoltre, il cambiamento climatico può interessare la *fitness* della popolazione in ambito riproduttivo, aumentando la frequenza delle coppie di paternità (EEP – *extra pair paternity*), ovvero delle situazioni nelle quali una femmina si accoppia con un maschio diverso da quello territoriale appartenente al suo

gruppo familiare. Nella marmotta alpina, l'EEP avviene infatti durante la stagione riproduttiva nei siti già liberati dalla neve, il cui precoce scioglimento rende possibile movimenti dei maschi adulti e l'EEP degli individui erratici (Cohas *et al.*, 2007 in Armitage, 2013). Al contrario, le normali coperture nevose restringono i movimenti agli esemplari di marmotta appartenenti allo stesso gruppo familiare (Arnold, 1990 in Armitage, 2013).

Un altro cambiamento climatico "estremo" è la siccità, fenomeno che riduce la riproduzione e aumenta la mortalità a causa dell'impossibilità di accumulare sufficiente massa corporea per sopravvivere all'ibernazione (Armitage, 2013). Il recupero da parte delle popolazioni colpite e la ricolonizzazione dei siti sono fenomeni lenti, perché l'età strutturale e le dinamiche sociali dei sopravvissuti non favoriscono generalmente la riproduzione.

L'impatto negativo degli eventi climatici estremi probabilmente dipende dalla frequenza dell'avvenimento e potrebbe essere più severo quando la siccità e il ritardato scioglimento della neve avvengono in tempi vicini (Armitage, 2013). Se il clima sfavorevole non è costante, la marmotta, essendo una specie longeva, dovrebbe riuscire ad evitare l'estinzione grazie alla notevole plasticità nelle scelte ecologiche (Armitage, 2000 in Armitage, 2013); tuttavia se gli eventi climatici sono variabili e puntiformi non permettono un graduale adattamento nelle specie selvatiche e possono provocare gravi danni a livello di popolazioni. Questo settore dell'area di studio potrebbe dunque essere stato colpito da alcuni degli eventi climatici straordinari sopra descritti, ponendo di conseguenza gli esemplari residenti in tale area di fronte ad una dispersione obbligata verso ambienti più consoni allo sviluppo della specie.

La sezione centrale dell'area di studio, caratterizzata da ampie praterie alpine e pendii ghiaiosi, è un habitat ottimale per lo sviluppo della specie e presenta una consistente popolazione di marmotta alpina, la quale è incrementata notevolmente rispetto al 1997.

La zona dell'Altopiano dello Spinale e del Grostè è caratterizzata da un andamento carsico, con dossi la cui conformazione induce l'esistenza di differenti parametri microclimatici che cambiano da zone d'ombra a zone assolate e che di conseguenza sono caratterizzati da differenti tipologie vegetali, conformi a parametri come temperatura e umidità. Si osserva pertanto una maturazione delle varie tipologie erbacee in diversi momenti

della stagione estiva, il che consente alla marmotta di alimentarsi in modo più diversificato.

Rispetto a quanto espresso da Armitage (2013) sulla movimentazione della marmotta, si potrebbe descrivere questo incremento di popolazione come punto di arrivo di una migrazione intrapresa dalla specie. Gli spostamenti di norma partono da territori non più adatti alla sopravvivenza e si dirigono verso ambienti idonei alla costruzione di nuovi nuclei famigliari, che però andrebbero a sommarsi a quelli storici presenti, con conseguente competizione per i medesimi fattori ambientali. A breve termine, non si riscontrerebbero particolari problemi per la sopravvivenza degli individui; tuttavia considerando il lungo periodo, avendo a disposizione fattori ambientali limitati, si raggiungerebbe il limite soglia oltre il quale la popolazione non potrebbe più crescere e si avverrebbero fluttuazioni nell'intorno del valore soglia di numerosità.

Rispetto alle migrazioni, le marmotte possono muoversi localmente fino a 15 km di distanza (Van Vuren, 1990 in Armitage, 2013) in risposta ad eventi climatici estremi; tale considerazione potrebbe essere la ragione per cui si è assistito ad una discrepanza nella distribuzione della specie nell'area di studio. Quando la coltre di neve persiste per un lungo periodo, le marmotte grigie (*Marmota caligata*) migrano anche fino a 0,5 km verso zone dove il foraggio è disponibile (Armitage, 2013). Quando le basse temperature inibiscono la crescita delle piante nei pascoli collinari, le marmotte si muovono di 2 - 3 km lungo il pendio fino a valle, dove la vegetazione è abbondante (Bibikow, 1996b in Armitage, 2013).

La dispersione verso ambienti a quote più alte, invece, potrebbe essere di successo solo se le marmotte solitarie potessero migrare e colonizzare habitat che non sono già occupate da conspecifici.

L'incremento numerico della popolazione nella porzione centrale dell'area di studio, in definitiva, potrebbe essere stato causato da migrazioni locali in merito a modificazioni ambientali.

I rilievi di campo hanno infine dimostrato che nella zona del Brenta meridionale la situazione è del tutto in linea con quella rilevata nel 1997. Le valli che compongono questo settore si presentano rocciose e scoscese, quindi

ambienti non particolarmente consoni al roditore. Inoltre queste zone, come la Val Brenta e la Vallesinella con la Bocca di Tuckett, sono fortemente antropizzate, per cui è presumibile che l'impatto antropico si vada ad aggiungere ad un habitat già poco favorevole. Secondo le ricerche portate a termine da Neuhaus (Bassano *et al.*, 1992a) sul comportamento della marmotta nei confronti dell'impatto antropico, l'escursionismo turistico influenza negativamente il comportamento della specie. Gli animali, nei territori più frequentati, hanno meno tempo per il foraggiamento rispetto a quelli delle aree meno frequentate. Le marmotte, d'altronde, dimostrano di avere una certa adattabilità (Neuhaus *op. cit.*) anche rispetto al disturbo antropico, riscontrabile, per esempio, nella zona dell'Altopiano dello Spinale. Contrariamente a quanto esposto in Bobek, 1977 in Neuhaus *et al.*, 1992; Kilgore e Armitage, 1978 in Neuhaus *et al.*, 1992, i quali affermano che non sono possibili meccanismi di compensazione (come l'aumento della velocità di foraggiamento limitata dalla capacità del canale digerente), nel territorio dell'Altopiano dello Spinale i fattori ambientali presenti sono ottimi per lo sviluppo della specie e potrebbero compensare il forte impatto antropico presente. Soffermandosi, ad esempio, sulla qualità della vegetazione, questa potrebbe comportare un apporto nutritivo superiore rispetto ad altre zone, con un grado di sopportazione del disturbo umano maggiore da parte della marmotta. Del resto nelle zone più frequentate il tempo utilizzato da parte della specie per un adattamento alla presenza antropica è sottratto ad altre attività rilevanti, quali il foraggiamento o la vigilanza. La presenza di un disturbo antropico costante non compensato da un ambiente ottimale per la specie può essere considerato un valido motivo per il quale, in tali zone, è stata verificata l'assenza della marmotta fin dal 1997 e la situazione non sembra essersi modificata.

L'eccezione è osservata nell'area di Palon dei Mughì e Val di Sacco, dove sono stati rilevati i medesimi nuclei monitorati nel censimento precedente del 1997. La costanza riscontrata, probabilmente, deriva dalla maggiore flessibilità di adattamento di queste colonie, le quali hanno risposto positivamente ai cambiamenti ambientali e sono riuscite a mantenere la densità ottimale. Inoltre la Val di Sacco e il versante orografico destro del Palon dei Mughì presentano ambienti meno impervi con praterie d'alta quota esposti a sud,

fattori idonei per lo sviluppo della specie: ciò potrebbe influire sulla permanenza della stessa in questi territori.

Durante i rilevamenti su campo si è osservato il comportamento di vigilanza attuato dalla marmotta nei confronti di possibili pericoli esterni. Dalle informazioni ottenute si è riscontrata una propensione, da parte degli individui, ad avere un atteggiamento d'allarme verso situazioni sconosciute, che vanno da un avvicinamento del rilevatore, ad una volpe in atteggiamento di caccia, fino ad un capriolo che bruca in prossimità delle tane.

Avendo esaminato diversi ambienti - dalle valli rocciose ai pendii ghiaiosi, alle praterie d'alta quota, fino alle zone boschive - sono emerse alcune osservazioni peculiari: gli individui, colonizzatori di ambienti chiusi, vicini a boschi e con una visibilità ristretta, hanno mostrato una maggior propensione ad eventi di vigilanza, segnalando repentinamente ogni singolo cambiamento di ciò che li circondava. Al contrario, gli animali che si trovano in luoghi aperti e privi di ostacoli visivi, ad esempio le praterie alpine, presentavano un atteggiamento meno impulsivo ed impaurito e di conseguenza un tasso di vigilanza meno elevato.

Nelle ricerche effettuate da Ferrari (2009) è stato scoperto che, nella marmotta alpina, il tempo trascorso alla vigilanza nei siti posti in ambienti chiusi, è più del doppio rispetto al tempo di sorveglianza nei siti collocati in ambienti aperti; sebbene la durata media dei momenti d'allarme, misurata per entrambi i territori analizzati, non si discosti di molto l'una dall'altra.

Le marmotte che vivono nelle aree prossimali a boschi mostrano una maggior frequenza di eventi di vigilanza e una maggiore attenzione, il che migliora la possibilità, da parte della specie, di rilevare un potenziale predatore in avvicinamento, il quale, a causa della scarsa visibilità dell'ambiente, rimarrebbe altrimenti inosservato. Ciò è dato dal fatto che in questi ambienti i predatori sono meno identificabili dalle prede e di conseguenza il rischio di predazione per la marmotta aumenta.

Il compimento di osservazioni più lunghe non comporterebbe tuttavia, necessariamente, una maggior probabilità di rilevare un predatore e certamente influirebbe sul tempo disponibile per l'alimentazione, con possibili effetti negativi sull'aumento di peso estivo e l'accumulo di grasso, essenziale per la sopravvivenza invernale.

Questi motivi sembrano portare le marmotte che occupano territori chiusi a non modificare la durata complessiva della sorveglianza ma ad alimentarsi durante la vigilanza, masticando il cibo contemporaneamente all'osservazione delle aree circostanti (Ferrari, 2009).

L'aumento del tasso di vigilanza in alcune zone potrebbe d'altronde essere dovuto anche ad una riduzione delle dimensioni nel gruppo familiare. Essendo una specie sociale, la marmotta alpina spesso beneficia degli effetti positivi prodotti dalla numerosità del gruppo al quale appartiene: aumenta la possibilità di rilevare un predatore e diminuisce al tempo stesso, il tasso di sorveglianza individuale (effetto di diluizione e di rilevazione collettiva) (Elgar, 1989 in Ferrari, 2009; Lima, 1995 in Ferrari, 2009; Burger, 2001 in Ferrari, 2009). Se consideriamo ambienti boschivi, è stato tuttavia dimostrato che la separazione spaziale e visiva tra gli individui di un gruppo può diminuire i benefici, obbligando gli esemplari ad aumentare la loro vigilanza (Devereux *et al.*, 2005 in Ferrari, 2009).

In conclusione, secondo gli studi di Ferrari (2009), si evidenzia che le marmotte cambiano il loro comportamento di vigilanza a seconda delle caratteristiche ambientali del loro habitat; in maniera conforme alla scarsa visibilità, che influenza il livello di rischio per questa specie, e alla numerosità del gruppo d'appartenenza.

Per quanto riguarda i dati relativi alla densità di popolazione, i nuclei familiari presenti nell'area di studio evidenziano un rapporto ottimale tra le differenti classi d'età e una numerosità equilibrata degli individui appartenenti a ciascuna unità strutturale. Per la maggior parte dei vertebrati la dipendenza dei tassi demografici con la densità non sembra essere lineare (Fowler, 1981 in Stephens, 2002). Per i mammiferi, ci sono abbondanti prove a dimostrazione che tale considerazione è dovuta alla relazione negativa non lineare tra la fecondità, la sopravvivenza dei giovani e quella degli adulti (o la combinazione delle tre) e la dimensione della popolazione.

Gli studi condotti da Stephens (2002) sulla marmotta alpina sono coerenti con quanto detto e mostrano una correlazione tra densità e demografia solo in popolazioni di dimensioni superiori a quelle intermedie (90 - 100 femmine adulte).

In popolazioni a bassa densità, invece, si enfatizza l'importanza della depressione per consanguineità, della natalità, della mortalità e della stocasticità ambientale (Stephens, 2002).

Negli ultimi anni c'è stato un crescente interesse nei riguardi degli effetti Allee, come manifestazioni densità - dipendenti. Nel 1931 W. C. Allee dimostrò, attraverso esperimenti sui pesci rossi, che un gruppo di animali numeroso, o un certo grado di densità all'interno di una popolazione, può stimolare la riproduzione, prolungare la sopravvivenza in condizioni avverse (attraverso la resistenza all'essiccazione o attraverso la termoregolazione sociale) e aumentare la protezione ai reagenti tossici. Allee considerò questo fenomeno come un'"automatica cooperazione", credendo che gli effetti benefici del numero di animali appartenenti ad una popolazione rappresentino un principio biologico fondamentale. Infatti, gli effetti sono relazioni positive tra la *fitness* individuale dei componenti e la numerosità o la densità della popolazione (Stephens et al., 1999) e possono avere conseguenze profonde per molti aspetti del comportamento, ecologici e di conservazione.

Di conseguenza viene da supporre che le popolazioni di marmotta studiate nel presente lavoro siano descritte da effetti positivi derivanti dalla densità di popolazione ottimale (dati fino ad un massimo di 100 nuclei sullo Spinale, quindi 100 femmine riproduttive), come una buona termoregolazione, una buona variabilità genetica, un aumento della fecondità e un'alta risposta anticorpale per gli alimenti tossici.

Diversi sono i fattori ambientali che condizionano l'insediamento di una colonia di marmotta alpina. Tra questi sono stati analizzati, da Autori diversi (Panseri, 1989; Ventura Luini, 1988; Bassano, 1992; Priori e Scaravelli, 2011), parametri come l'esposizione, l'altitudine, l'inclinazione dei versanti e la composizione fisionomica dei territori.

Tuttavia, l'individuazione dell'influenza di alcuni fattori ecologici potrebbe mascherarne altri che inevitabilmente interagiscono con questi. Fattori ecologici come la granulometria, le associazioni vegetali o la pressione dei predatori potrebbero influire sulla probabilità di colonizzazione delle marmotte. Di conseguenza, considerare anche questi elementi porterebbe ad un più preciso approccio alla strategia di selezione dell'habitat da parte delle marmotte (Rodrigue, 1992).

I dati ottenuti nel contesto del presente studio potranno essere utilizzati per una corretta gestione della specie, interpretando così un ruolo importante nella conservazione e nella valutazione dei cambiamenti climatici in corso sul territorio, evidenziati dalla specie.

Sebbene le caratteristiche ambientali varino nelle diverse porzioni delle aree di distribuzione, il genere *Marmota* condivide i seguenti importanti fattori ambientali:

- prati o pascoli per il foraggiamento;
- esposizione da est a sud, dove la neve si scioglie prima rispetto ad un'esposizione da nord a ovest;
- pendenza da moderata a ripida, che provvede ad un buon drenaggio;
- struttura solida del terreno in grado di sopportare l'attività di scavo, spesso associata a rocce e tipicamente ad altitudini elevate, oltre o nei pressi della linea altitudinale degli alberi e se inferiore in boschi aperti che possono aver origine antropica (Armitage, 2000 in Armitage, 2013).

Alla luce di quanto ricavato dai risultati ottenuti nel presente studio, si può caratterizzare l'habitat utilizzato dalla marmotta in base ai parametri ambientali presi in considerazione:

- altitudine: nell'intervallo tra 2000 e 2250 m s.l.m., con rilievi puntiformi dai 1750 m fino ai 2500 m di quota;
- esposizione: prevalente a sud e sud – ovest;
- pendenza: predominano le aree pianeggianti e leggermente inclinate, con meno nuclei presenti su pendii acclivi;
- irraggiamento: andamento crescente con vertice nel *range* compreso tra 20,34 e 22,20 MJ/m²;
- geologia: prevalenza di ambienti detritici e substrati calcarei di piattaforma;
- uso suolo: importante la presenza di massi sparsi (punti di avvistamento) e pendii ghiaiosi, oltre che le di zone di pascolo;
- vegetazione: in aree totalmente libere da vegetazione arborea e raramente interessate da quella arbustiva, con prevalenza delle classi erbacee di *Poa sp.* e *Sesleria sp.*

Dal punto di vista della distribuzione altitudinale, la marmotta colonizza in prevalenza le aree situate tra i 2000 e i 2250 m s.l.m.; questi valori rispecchiano studi condotti in Valle d'Aosta, dove gli intervalli altitudinali si distribuiscono in un intervallo tra i 2100 ed i 2500 m (Bassano, 1992b). Invece in altre zone, monitorate in provincia di Belluno, in tutte le colonie, l'altitudine media ha valori compresi tra i 1700 - 2100 m.

Probabilmente questa scelta è una conseguenza di diversi fattori, quali la termoregolazione (Turk e Arnold, 1988 in Chiesura, 1992) e la vegetazione, più ricca in questo *range* altitudinale e priva di alto fusto.

La causa della massima concentrazione nella fascia altitudinale intermedia è da ricercarsi in tre ordini di fattori, relativi alle esigenze biologiche: alimentari, microclimatiche e di difesa, che probabilmente in questa fascia interagiscono in modo ottimale fra di loro. Nella fascia altitudinale più bassa, sia l'offerta alimentare, sia le caratteristiche microclimatiche sono buone, mentre è la mancanza di un ampio campo visivo a fungere da fattore limitante.

Al contrario, nella fascia più alta vi è sempre un buon campo visivo, mentre le caratteristiche ambientali e microclimatiche, soprattutto la ventosità, sono fattori limitanti. Perciò solo nella fascia centrale la marmotta riesce a soddisfare nel miglior modo possibile le sue esigenze. Il campo di variabilità è legato, per quanto riguarda i valori inferiori, ai limiti della vegetazione arborea e per quelli superiori, alle quote massime raggiunte dal massiccio montuoso. E' evidente come questi valori varino in funzione alle caratteristiche orografiche, geomorfologiche e climatiche, di ogni gruppo montuoso (Panseri, 1989).

Studi sulla tolleranza termica nella marmotta alpina hanno evidenziato che alcune limitazioni del sistema termoregolatorio possono imporre un limite altitudinale fisiologico (Turk e Arnold, 1988 in Herrero, 1994).

Durante l'estate, le temperature eccessivamente alte, rilevate a basse altitudini, possono essere responsabili di una limitata distribuzione verticale e potrebbero essere la ragione per cui le marmotte non stabiliscono colonie permanenti nelle radure forestali e nelle aree disboscate sotto una certa altitudine. Tuttavia l'incapacità delle marmotte di vivere nelle aree boschive può essere correlata alla difficoltà di rilevare i predatori, alle limitazioni nella comunicazione visiva all'interno della colonia, o a difficoltà nell'ottenere un approvvigionamento sufficiente di cibo. Il limite forestale sembra determinare

il limite inferiore ecologico della marmotta alpina. Per esempio, la distribuzione verticale delle marmotte in Valle d'Aosta è molto alta, tra 2100 e 2500 m, ma in quest'area il limite degli alberi si riscontra a 2000 - 2300 m (Bassano, 1992b). Sui rilievi dell'Orsiera, in provincia di Torino, la quota inferiore diminuisce e il limite massimo aumenta: infatti la presenza di insediamenti è a quote comprese tra i 1650 - 2800 m (Macchi, 1992). Sul crinale dell'Appennino Tosco - emiliano, invece, l'intervallo altitudinale della marmotta rientra tra 1800 e 1950 m, e la fascia vegetazionale arborea è inferiore a 1600 - 1700 m (Sala *et al.*, 1992). Nell'area di studio del Brenta nord - occidentale il limite inferiore altitudinale raggiunge i 1750 m, rispetto al 1997 in cui il nucleo a quota minima è stato rilevato nella fascia altitudinale compresa tra 1500 e 1750 m.

Il limite superiore dell'area di distribuzione è determinato dalla disponibilità di cibo e dalla presenza di un substrato idoneo all'escavazione. Nelle colonie del Brenta nord - occidentale, le marmotte probabilmente occupano i territori superiori a 2500 m solo durante l'estate, in quanto la disponibilità alimentare è scarsa a queste altitudini. La massima altitudine in cui si ritrova un intervallo di disponibilità alimentare è compresa tra i 2200 m e i 2400 m. Quando il periodo estivo è breve, le marmotte probabilmente possono occupare per corti periodi quote altitudinali più alte (Huber, 1978 in Herrero, 1994) e migrano in aree di foraggiamento più basse per completare le loro attività vitali. Ulteriori ricerche hanno accertato che l'esistenza di queste migrazioni stagionali altitudinali nella marmotta alpina variano in base alle proporzioni della popolazione che vi prende parte (Herrero, 1994).

Un parametro rilevante nella selezione dell'habitat da parte della specie è l'orientamento delle aperture delle tane, corrispondente sostanzialmente a quello dei versanti: la localizzazione a sud è prevalente, risultato riscontrato anche nel presente lavoro.

Una discreta parte delle colonie censite, invece, è soddisfatta con esposizioni sud - ovest e ovest, come confermato dagli studi effettuati da Ferri, Pigozzi, Sala, Sola, Spampinato, Tarantino, Tongiorgi e Tosi (1988) che hanno analizzato la distribuzione del roditore in aree appenniniche e da Priori e Scaravelli (2011), i quali ipotizzano che, nel caso non vi siano versanti rivolti a meridione a disposizione, le marmotte ripieghino su zone meno assolate.

La termoregolazione gioca un ruolo importante in questa preferenza (Turk e Arnold, 1988 in Chiesura, 1992). Le differenti caratteristiche microclimatiche delle stazioni analizzate sono notevolmente correlate all'esposizione: la marmotta è un animale che richiede lunghi periodi di insolazione durante i quali svolge attività di riposo e di sorveglianza.

La situazione più favorevole è un'esposizione a sud con una pendenza e una copertura vegetale media. Le esposizioni a nord sono sempre sfavorevoli. La copertura nevosa tardiva, associata con l'esposizione a nord, comporta un ritardo nello scioglimento della neve e di conseguenza un accorciamento della stagione di accrescimento; per tale ragione si ridurrebbe il tempo dedicato all'accumulo di riserve di grasso. Una copertura nevosa media è una situazione propizia e sembra essere un buon compromesso tra la disponibilità di cibo e la presenza di rocce (Rodrigue *et al.*, 1992).

L'inclinazione dei versanti sembra essere uno dei fattori vincolanti sulla scelta del sito da parte della marmotta: anche nel presente studio si nota una prevalenza nella selezione di zone descritte da una pendenza intermedia, da pianeggiante, a media e declivi (fino ai 30°).

Esiste una correlazione tra il numero medio di aperture e la pendenza: un elevato numero di aperture in una colonia piana o scarsamente pendente può rappresentare una strategia antipredatoria, soprattutto nei confronti della volpe (Chiesura, 1992). E' dimostrato infatti che la vita in habitat esposti condiziona la formazione, in molte specie di roditori, di dense popolazioni locali e lo sviluppo di sistemi d'allarme collettivo - comunitari (Wilson, 1979 in Macchi, 1992).

Una pendenza troppo dolce non sembra essere propizia per la colonizzazione della marmotta, forse perché riduce la velocità di fuga da un predatore. I rischi di allagamento sono anch'essi importanti e non possono essere evitati con pendenze lievi, per il mancato drenaggio delle acque.

In zone pianeggianti lo scioglimento della neve è spesso ritardato riducendo così il periodo di attività delle marmotte (Zelenka, 1965 in Rodrigue, 1992).

Anche pendenze molto ripide vengono evitate dalle marmotte. Questo fatto potrebbe essere messo in relazione all'alto costo energetico degli spostamenti e all'instabilità del terreno. Inoltre, un'erosione attiva può causare

instabilità del terreno su tali pendenze e questo non risulterebbe favorevole (Rodrigue, 1992).

Di conseguenza, pendenze intermedie, come quelle riscontrate nel monitoraggio effettuato nell'ambito del presente studio, risultano consone alla sopravvivenza della marmotta; da una parte evitano la possibilità d'allagamento e favoriscono il drenaggio dell'acqua piovana e lo scioglimento della neve, dall'altra sono un primo ostacolo per i predatori, senza indurre nelle marmotte conseguenze dispendiose a livello energetico.

Alla pendenza viene associato il parametro dell'irraggiamento solare, cioè la quantità di radiazione solare "percepita" dal terreno. Tale energia viene trattenuta dal suolo in base alla pendenza di quest'ultimo: esiste di conseguenza una correlazione tra inclinazione e irraggiamento. Di per sé la marmotta alpina non è condizionata dal valore di irraggiamento al suolo; seleziona invece ambienti dove è presente un ottimo rapporto tra questi due valori, che risultano di notevole importanza nella termoregolazione e nelle funzioni vitali.

La tipologia geologica utilizzata dalla specie nell'ambito della presente ricerca è quella dei depositi detritici, alluvionali e glaciali indistinti, seguita dalle piattaforme calcaree e di dolomia. La conformazione del suolo e le caratteristiche morfologiche e strutturali del substrato sono in grado di influenzare le strategie anti - predatorie della marmotta alpina, la cui scelta ricade su pendii ripidi e sdruciolevoli, difficilmente accessibili dai predatori e utilizzati invece in maniera ottimale dalla specie preda. I calcari a piattaforma sono descritti da profonde fessure che possono essere rinvenute dalle marmotte e quindi impiegate come gallerie e rifugi.

Tra le esigenze della marmotta è dimostrata la necessità di trovare substrati soffici e consoni allo scavo dei sistemi di tana.

Tra le particolarità riscontrate in studi effettuati da Ventura Luini (1988), nel Parco Naturale di Paneveggio - Pale di San Martino, sito all'estremità orientale del Trentino, vi è la mancanza di distinte tane invernali ed estive (un solo tipo di tana utilizzata sia per il letargo, sia per partorire ed allattare i piccoli) e la mancanza di latrine. A confronto, le tane monitorate nel Parco Naturale Adamello Brenta presentano latrine in prossimità dell'entrata della tana principale o nelle vicinanze delle tane ausiliarie.

Sia negli studi condotti nel Parco Naturale di Paneveggio - Pale di San Martino, sia in quelli effettuati nel Parco Naturale Adamello Brenta, si è evidenziato che le aperture delle tane sono sempre protette da massi più o meno grossi, che hanno la funzione di offrire protezione alla tana e di essere degli ottimi siti di stazionamento: infatti queste pietre si presentano sporche di terra e cerose al tatto, a testimonianza dell'utilizzo frequente da parte delle marmotte. Esse inoltre favoriscono in primavera la fusione della neve intorno alla tana assorbendo e re - irradiando i raggi solari.

La copertura vegetale influisce sulla distribuzione della marmotta in due modi, principalmente come fonte alimentare e per l'effetto di barriera visiva, espletato soprattutto dalle essenze arboree e arbustive che ostacolano la visibilità dei predatori rendendo i sistemi di tane e gli individui meno individuabili. E' evidente come sia preferita una zona con copertura vegetale erbacea o aree dove tale copertura è discontinua e a volte completamente assente in prossimità delle entrate (Panseri, 1989).

Anche nel presente studio, la totalità dei sistemi di tana è risultata essere localizzata al di sopra del limite superiore della vegetazione arborea, a quote comprese tra i 1750 m e i 2500 m, su praterie alpine aperte, pure o miste a pietraia o con grandi massi. Altre localizzazioni sono da ritenersi sporadiche. Il bosco viene pressoché sistematicamente evitato. Le colonie di solito sono situate su prati senza rocce e limitati da alberi, o in aree con rocce di diversa grandezza e irregolarmente distribuite.

La scelta da parte della marmotta alpina di terreni aperti e di praterie d'alta quota è legata alla maggior visibilità che essi offrono nei confronti dell'approccio dei predatori d'aria e di terra (Pigozzi, 1989 in Macchi, 1992). Possono essere considerati espressione di una tattica anti - predatore anche comportamenti come il mancato utilizzo di ambienti con vegetazione arborea ad alto fusto e la costruzione di complessi sistemi di tana. La densità di queste ultime, insieme ad altri fattori ambientali, come l'altezza della vegetazione e la distribuzione spaziale dei punti di avvistamento, influenzano il comportamento della marmotta (Macchi, 1992).

L'ambiente più selezionato è di solito rappresentato da un tipico pascolo alpino di terreno che si sviluppa su rocce carbonati, acido nei prati di più bassa altitudine (*Nardetum*), ricco nei prati di altitudine maggiore (*Sesleria sp.*

e *Carex sempervirens*). Negli ambienti più elevati (ghiaioni stabili e instabili) si trovano *Carex firma*, *Dryas octopetala* e *Silene acaulis*. Alberi d'alto fusto sono sempre assenti. Gli arbusti (*Pinus mugo*, *Rhododendron sp.*, *Salix sp.*) sono rari e tipici degli insediamenti più freddi e umidi (Chiesura, 1992).

In particolare, l'alimentazione della marmotta alpina è descritta da un elevato consumo di angiosperme non "graminoidi", che è stato rilevato da Massemin (1992), Massemin e Ramousse (1992), Bassano *et al.* (1996), Massemin *et al.* (1996) e Mori (2002). Viene confermato l'uso di *Achillea millefolium* e *Carduus sp.*, segnalati da Bassano *et al.* (1996) sulle Alpi Occidentali, di *Helianthemum sp.* (Massemin, 1992; Massemin e Ramousse, 1992; Bassano *et al.*, 1996), di *Anthyllis sp.* (Massemin *et al.*, 1996), di leguminose, composite, cistacee, scrofulariacee e cariofillacee (Bassano *et al.*, 1996). Viene confermato l'uso preponderante a inizio stagione di Poacee, evidenziato da Mori (2002) in zone ecologicamente analoghe a quelle prese in esame, mentre sono emerse differenze di abbondanza relativa per radici, frutti/semi, briofite e pteridofite.

Secondo Frase e Armitage (1989), la marmotta seleziona le parti delle piante a maggiore valore nutritivo, che varia in relazione alle specie e al corso della stagione. Il contenuto in proteine e la digeribilità delle "graminoidi" regrediscono con la maturazione della pianta, giocando quindi un ruolo importante nella dieta all'inizio della stagione.

Le graminacee in presenza di pascolo sono descritte da un contenuto in proteine e da un'appetibilità del prodotto elevati anche al termine della stagione.

Il maggiore consumo di frutti e semi alla fine dell'estate può essere attribuito non soltanto alla loro abbondanza, ma anche alla ricchezza in proteine (Frase e Armitage, 1989).

Nel complesso la scelta alimentare della marmotta sembra dipendere dallo stadio vegetativo e dalla maturità istologica delle piante utilizzabili e confermare la necessità, per questo erbivoro monogastrico, di consumare alimenti facilmente digeribili e in grado di fornire un adeguato apporto di proteine (leguminose, graminacee nel primo periodo di sviluppo), zuccheri (frutti, semi) e acqua (Bassano *et al.*, 1996). Il regime alimentare della marmotta alpina risulta comunque poco diversificato in relazione alla

ricchezza specifica dell'ambiente vegetale (Massemin, 1992), suggerendo che la marmotta possa soddisfare le proprie necessità alimentari utilizzando un numero ridotto di specie.

Appare dunque importante il ruolo della vegetazione, oltre che degli altri parametri ecologici (es. altitudine, esposizione e pendenza dei versanti), qualora s'intenda impostare piani per una razionale gestione della specie, soprattutto se orientata verso operazioni di reintroduzione (Rudatis e De Battisti, 2005).

Dai risultati ottenuti nel presente studio riguardanti la vegetazione, si evince una rilevante predilezione da parte degli animali di ambienti descritti da praterie a *Poa alpina* e *Sesleria* sp. Queste due varietà si ritrovano in due ambienti caratterizzati da peculiarità particolari.

La *Poa alpina* individua pascoli e praterie pingui, i quali sono presenti soprattutto nelle stazioni più favorevoli per lo sviluppo del suolo ed in quelle tendenzialmente pianeggianti. La fisionomia presenta una vegetazione fitta ed articolata, con presenza di erbe graminoidi mescolate con specie a foglia più larga. Sono caratterizzati da specie molto appetibili e ne fanno parte il genere *Alchemilla*, varie graminacee (*Festuca rubra*, *Cynosurus cristatus*, *Phleum alpinum*, *Poa alpina*) e alcune leguminose come *Lotus corniculatus*. Sono assai spesso presenti anche molte composite, campanulacee, ecc. Un'abbondanza di ombrellifere (*Chaerophyllum*), di ranunculacee (*Ranunculus*, *Trollius*) o di erbe a sviluppo lussureggiante, come quelle dei generi *Rumex*, *Urtica*, *Senecio* e *Taraxacum*, può segnalare l'eccesso di nitrati nel suolo. Ad arricchire la qualità concorre il genere *Trifolium* sp. (Miori e Sottovia, 2005).

Le varie specie di *Sesleria*, invece, descrivono pascoli magri e praterie meso - microtermi nei suoli neutri o alcalini, caratterizzati da territori aridi ed a matrice carbonatica, a volte in tensione con il bosco. Si tratta di formazioni a cespi erbosi disposti spesso in gradinature e formanti da erbe coriacee (*Sesleria* e *Carex*). Le specie indice che meglio caratterizzano i diversi tipi sono: *Sesleria albicans*, *Carex sempervirens*, *Carex ferruginea*, *Calamagrostis varia* e *Carex firma*. I principali tipi individuabili all'interno della categoria sono i seslerio - sempervireti e i firmeti. Nelle pendici più aride (assetti rupestri o scoscesi) delle zone montane prealpine e intermedie si hanno spesso formazioni

dominate da *Festuca alpestris* e da ginestre (*Genista radiata*) (Miori e Sottovia, 2005).

La presenza o meno di queste due tipologie ambientali nei vari territori è influenzata dalle condizioni microclimatiche che si vengono a creare all'interno dell'area e conseguentemente dalle sue caratteristiche morfologiche e conformazionali, in quanto è dal clima e dal substrato che dipende lo sviluppo di talune varietà vegetali rispetto ad altre. In entrambi i casi, la marmotta, essendo molto versatile, riesce ad usufruire dei fattori nutrizionali di cui ha bisogno; tuttavia nei pascoli pingui si riscontra un maggior numero di specie predilette dalla specie.

Le caratteristiche ecologiche dell'habitat occupato da un animale ne influenzano direttamente la sopravvivenza ed il successo riproduttivo. Nell'ambito dei propri limiti, gli individui di una popolazione naturale selezionano gli habitat più adatti e che garantiscano lo svolgersi delle funzioni vitali e quindi l'evolversi della stessa popolazione.

I principali parametri ecologici che caratterizzano gli insediamenti della marmotta sono stati utilizzati per l'analisi di vocazionalità dell'intero territorio dell'area protetta e successivamente sono stati proposti come base per la realizzazione del Modello di Valutazione Ambientale (MVA) riferito alla specie.

In tal senso, la raccolta di dati ambientali in archivi informatizzati si dimostra uno strumento di grande utilità ed efficacia, anche per la realizzazione di studi di vocazionalità e l'elaborazione di un modello progressivamente rifinito, aggiungendo i diversi parametri ambientali e le loro interazioni.

È chiaro che le conclusioni raggiunte da studi sulla disponibilità e l'utilizzo del territorio dipendono dalle conoscenze dei fattori ecologici importanti per la specie. Negli studi sull'ambiente, l'uso di particolari tipi di habitat è confrontato con la disponibilità di ogni parametro appartenente all'intero *home - range* dell'animale; o all'interno dell'area di studio definita dal ricercatore.

Secondo studi effettuati da Johnson, 1980, per riconoscere la natura gerarchica della selezione ci deve basare sul concetto di ordine di selezione. Un processo di selezione sarà di ordine superiore ad un altro se quest'ultimo sarà subordinato al primo. Come esempio, la selezione di alcune tipologie di habitat all'interno di un *home - range* di un animale è di ordine superiore rispetto alla selezione dell'*home - range* stesso.

Se si identifica un ordine naturale dei processi di selezione del presente studio sulla marmotta alpina, il primo ordine di selezione può essere definito come la selezione del *range* fisico o geografico della specie. All'interno di questo intervallo, la selezione di secondo ordine determina l'*home - range* di un'unità coloniale sociale. Il terzo ordine di selezione riguarda l'uso che si fa dei vari componenti dell'habitat all'interno dell'*home - range*, descritti dai valori ambientali che contraddistinguono il territorio.

Le due distribuzioni, quella reale e quella potenziale ottenuta dallo sviluppo del MVA, sono sostanzialmente corrispondenti, con una correttezza pari al 70%; dunque il metodo di analisi di vocazionalità utilizzato può essere considerato valido e i fattori ambientali presi in esame sono stati considerati utili per la realizzazione di un modello ecologico riferito alla specie *Marmota marmota* esteso a tutta l'area del Parco.

Le discrepanze da rilevare sono:

- l'assenza della specie in territori apparentemente vocati. Un esempio è dato dalla zona del Valandro nel Brenta Meridionale. Quest'area è costituita da ampie praterie soleggiate, tuttavia composte da una vegetazione molto secca per un'umidità del suolo e una presenza d'acqua molto esigua. In base ai monitoraggi faunistici annuali effettuati non sono mai state rilevate marmotte in questo territorio. Questa divergenza probabilmente è provocata dalla mancata valutazione di alcuni parametri ambientali di grande importanza, quali la struttura geologica del substrato, la componente floristica delle praterie di alta quota e i fenomeni di disturbo antropico.

Una seconda possibilità di tale contrasto potrebbe vedere come esempio la Val Brenta, la quale è descritta come un habitat idoneo alla specie: tuttavia, in seguito ai rilevamenti si è osservata la mancanza della marmotta in questa zona. Questo potrebbe essere determinato da un aspetto etologico della marmotta: la specie potrebbe infatti non aver ancora colonizzato le zone idonee alla sua presenza, in quanto la popolazione non ha ancora raggiunto il limite soglia di saturazione dell'area occupata per indurre una migrazione tale da far spostare gli individui in dispersione attraverso le valli.

- la presenza della specie in ambienti apparentemente non idonei. Questo potrebbe essere dovuto alla netta divergenza tra la zona calcarea del Brenta e quella granitica dell'Adamello - Presanella. Avendo analizzato esclusivamente il territorio del Brenta, sebbene la metodologia adottata sia stata la più precisa possibile, le sostanziali differenze ambientali delle due aree possono indicare alcune problematiche nel modello. Tali lacune potranno essere in futuro colmate attraverso un monitoraggio sistematico anche della zona granitica, in modo da implementare e perfezionare il modello adatto e coerente con l'area calcarea - dolomitica.

Come noto, le condizioni ambientali (altitudine, ampiezza del territorio, disponibilità di risorse alimentari, ecc.) influiscono sulle strategie riproduttive e quindi sulla struttura sociale delle popolazioni (Barash, 1973 in Sala, 1992).

Possiamo concludere che la conoscenza del territorio è elemento indispensabile per una corretta politica di conservazione.

Il lavoro effettuato ha portato un ulteriore tassello allo studio della complessità ecologica di questo sciuride, che non solo rappresenta un punto fermo dei paesaggi alpini, ma da tempo ha mostrato di essere un modello ideale per studi sull'ecologia comportamentale (Priori e Scaravelli, 2011).

La ricerca ha voluto indagare *M. marmota* nella complessità di un ambiente dove l'ultimo studio sulla popolazione risale al 1997, verificando adattamenti nell'uso dell'habitat e divenendo, di fatto, la base anche per possibili piani di gestione futuri.

Le azioni gestionali sono il mezzo per comprendere meglio gli aspetti eco-etologici della specie, in modo da identificare questo animale come possibile indicatore dei cambiamenti climatici che persistono da anni e di cui l'essere umano, essendone la causa principale, dovrebbe essere anche il principale promotore della riduzione degli effetti negativi.

È auspicabile che, con il tempo, aumenti l'interesse nei confronti di questa specie che si rivela essere un importante elemento faunistico degli orizzonti subalpini, sia per l'importanza ecologica che riveste, sia per la sua rilevanza storica e sociale.

ALLEGATI

A: Scheda di rilevamento

Id scheda (solo ufficio fauna) _____

DISTRIBUZIONE DELLA MARMOTTA ALPINA NEL PARCO NATURALE ADAMELLO BRENTA: SCHEDA DI RILEVAMENTO

Data: _____ Rilevatore: _____

Innevamento dell'area: 0/4 1/4 2/4 3/4 4/4

Vento: assente; debole; medio; forte Nebbia: assente; debole; a banchi; fitta

Precipitazioni: assenti; pioggia; nevischio; neve

Descrizione del nucleo familiare

Coordinate GPS (specificare quale GPS è stato usato e nome del waypoint preso) o nome del punto in carta (carta monitoraggio occasionale): _____

Ora di avvistamento: _____

Distanza di avvistamento: _____

Tipo di indice rilevato (barrare anche più elementi):

emissioni sonore; osservazione diretta; tane utilizzate tane in disuso

Le marmotte individuate sono state allarmate?

<input type="checkbox"/> sì, dalla nostra presenza	<input type="checkbox"/> no
<input type="checkbox"/> sì, da altri fattori (specificare nelle note)	

Struttura del nucleo familiare individuato (solo nel caso si abbia al certezza di avere osservato tutti gli individui della famiglia)

N adulti: _____; N subadulti: _____; N piccoli: _____; N indeterminati: _____

% Clasti: _____; Quota rilevata: _____

Breve descrizione della tipologia ambientale nell'intorno di 100 m² dalla tana:

Note (da riportare anche sul retro):

B: Carta della vegetazione di L. Pedrotti

Abetina acidofila a <i>Asperula odorata</i>
Abetina basofila a <i>Adenostyles glabra</i>
Abetina iperacidofila a <i>Calamagrostis villosa</i>
Abetina iperacidofila a mirtilli
Abetina subacidofila a dentarie
Abetina subacidofila a pirole
Acareto a Acero di monte e Olmo montano
Arbusteto a <i>Betula pendula</i>
Arbusteto a Ginepro nano e Uva ursina
Arbusteto a Nocciolo e Pioppo tremulo
Arbusteto a <i>Rhododendron ferrugineum</i> e brughiera a empetro e mirtilli
Arbusteto a <i>Rhododendron hirsutum</i>
Arbusteto igrofilo a <i>Salix ssp</i>
Aree rupestri e detritiche con vegetazione pioniera
Associazione delle torbiere basse e delle torbiere alte
Associazioni riderali e nitrofile delle aree calpestate
Cembreta mesofila a <i>Rhododendron ferrugineum</i>
Cembreta xerofila a ginepro nano
Faggeta acidofila a <i>Calamagrostis villosa</i>
Faggeta basofila a <i>Carex alba</i>
Faggeta basofila a <i>Carex alba</i> rimboschita con conifere
Faggeta neutrofila a <i>Cardamine pentaphyllos</i>
Faggeta neutrofila a <i>Cardamine pentaphyllos</i> rimboschita con conifere
Faggeta subacidofila a <i>Asperula odorata</i>
Faggeta subacidofila a <i>Asperula odorata</i> rimboschita con conifere
Foreste di origine artificiale di Abete rosso
Frassineto a <i>Salvia vischiosa</i>
Laghi
Lariceto mesofilo a <i>Rhododendron ferrugineum</i>
Lariceto xerofilo a ginepro nano
Mugheta acidofila a <i>Rhododendron ferrugineum</i> su substrati carbonatici
Mugheta acidofila a <i>Rhododendron ferrugineum</i> su substrati silicatici
Mugheta basofila e eliofila a erica
Mugheta neutrofila e sciàfila a <i>Rhododendron hirsutum</i>
Mugheta submontana a pero corvino
Ontaneta a Ontano bianco
Ontaneta a Ontano verde
Orno-Ostrieto
Pecceta calcifila a <i>Adenostyles glabra</i>
Pecceta montana acidofila
Pecceta subalpina meso-igrofila acidofila
Pecceta subalpina meso-xerofila acidofila

Pineta a <i>Festuca alpestris</i>
Pineta a <i>Molinia arundinacea</i> dei substrati marnoso-carbonatici
Pineta endalpica a erica su calcare duro o dolomia
Pineta Sud-est-aplica a erica su calcare duro o dolomia
Prateria a <i>Carex Curvula</i> su substrati silicatici
Prateria a <i>Festuca scabriculumis</i> dei substrati silicatici
Prateria a <i>Sesleria albicans</i> e <i>Carex firma</i> dei substrati carbonatici
Prateria acidofila a Nardo
Prateria basofila a <i>Poa alpina</i>
Prateria falciabile a <i>Avena maggiore</i>
Prateria falciabile a <i>Scorzonera aristata</i> e <i>Agrostis tenui</i>
Prateria xerica a <i>Laserpitium siler</i> e <i>Festuca alpestris</i>
Querceto di rovere
Rimboschimenti a Pino nero
Saliceto a Salice ripaiolo e Salice rosso
Saliceto a salicone
Vegetazione a <i>Dryas octopetala</i> dei detriti carbonatici

BIBLIOGRAFIA

1. ABLES E.D., 1975. *Ecology of the red fox in North America*. In "The Wild Canids: their systematic, behavioural ecology and evolution". M.V. Fox (ed), Van Nostrand Reinhold Co (NEW YORK): 216 - 236
2. ABRAM S., 1988. *Gallo cedrone*. Ed. Trentino (SALORNO): 19, 23, 53
3. AA. VV., 2006. *Progetto di ricerca e conservazione dello stambecco delle Alpi (*Capra [ibex] ibex* Linnaeus, 1758) nel Parco Naturale Adamello Brenta*. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta: 1 - 4
4. AA. VV., 2007. *Ruolo eco sistemico degli ungulati selvatici nel Parco Naturale Adamello Brenta*. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta: 17
5. AA.VV., 2010a. *Ruolo eco sistemico degli ungulati selvatici nel Parco Naturale Adamello Brenta*. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta: 126, 127
6. AA.VV., 2010b. *Progetto galliformi, relazione finale*. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta: 3, 4, 68
7. AA. VV., 2012. *Relazione attività 2012 del Gruppo di Ricerca e Conservazione dell'Orso Bruno (G.R.I.C.O.) del Parco*. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta: 14, 15, 25
8. AFFINI M., 2006. *Applicazione del metodo dei transetti lineari alla stima della densità della Marmotta alpina nel Parco Veglia Devero*. Tesi di laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Pavia: 5, 6
9. ALLAINÈ D., COHAS A., BONENFANT C., 2008. *Demographic effects of climate fluctuations on an alpine marmot (*Marmota marmota*) population*. 6th International Marmot Conference, 3 - 6 September 2008 (COGNE): 12, 13
10. AMADUZZI S., PASCOLINI M., 2009. *Il racconto evolutivo dei luoghi: mappe, carte, immagini per Sistemi informativi territoriali complessivi*. Atti del Secondo Seminario di Studi: Dalla mappa al GIS, Roma, 23 - 24 giugno 2008. Brigati - Genova: 227
11. APOLLONIO M., 2007. *Il muflone, un ungulato arrivato da lontano*. L'Eco delle Dolomiti 3
12. ARMITAGE K. B., 1991. *Social and population dynamics of yellow-bellied marmots: results from long-term research*. Annual Review of Ecology and Systematics 22: 379 - 407
13. ARMITAGE K. B., 2000. *The evolution, ecology ad systematics of marmots*. Oecologia Montana 9: 1 - 8
14. ARMITAGE K. B., 2009. *Fur color diversity in marmots*. Ethology Ecology & Evolution 21: 183 - 194

15. ARMITAGE K. B., 2013. *Climate change and the conservation of marmots*. Natural Science Vol. 5, 5A: 36 - 43
16. ARNOLD W., 1988. *Social thermoregulation during hibernation in alpine marmots (Marmota marmota)*. Journal of Comparative Physiology B: Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology 2: 151 - 156.
17. ARNOLD W., 1990. *The Evolution of Marmot Sociality: I. Why Disperse Late?* Behavioral Ecology and Sociobiology 4: 229 - 237
18. ARNOLD W., 1991. *Adaptation to the cold - The physiology of marmot ibernation*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot and on genus *Marmota* (TORINO)
19. ARNOLD W., 1992. *Adaptation to the cold - the physiology of marmot hibernation*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot and on genus *Marmota* (TORINO): 31 - 39
20. ARNOLD W., DITTAMI J., 1997. *Reproductive suppression in male alpine marmots*. Animal Behaviour 53: 53 - 66
21. BARASH D. P., 1973. *The social biology of the Olympic marmot*. Animal Behaviour 6: 171 - 249
22. BARASH D. P., 1974. *The social behaviour of the hoary marmot (Marmota caligata)*. Animal Behaviour 22: 256 - 261
23. BARASH D. P., 1976. *Social behaviour and individual differences in free-living alpine marmot (Marmota marmota)*. Animal Behaviour 24: 27 - 35
24. BARASH D. P., 1989. *Marmots: social behavior and ecology*. Stanford University Press
25. BARBIERI F., CALDONAZZI M., VOLCAN G., TORBOLI C., ZANGHELLINI S., MARSILLI A., 1997. *Distribuzione della marmotta nel Parco Adamello - Brenta*. Parco Naturale Adamello - Brenta (TRENTO)
26. BASSANO B., DURIO P., GALLO ORSI U., MACCHI E., 1992a. *Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (Marmota marmot) and on genus Marmota*. Dipartimento di Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia - Università degli Studi di Torino (TORINO): 35 - 243
27. BASSANO B., GRIMOD I., PERACINO V., 1992b. *Distribution of alpine marmot (Marmota marmota) in the Aosta Valley and suitability analysis*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (*Marmota marmota*) and on genus *Marmota* (TORINO): 111 - 115
28. BASSANO B., PERACINO V., MONTACCHINI F., 1996. *Diet composition and feeding habits in a family group of alpine marmot (Marmota marmota)*. In: Le Berre M., Ramousse R., Le Guelte L. Biodiversity in Marmots International Marmot Network (MOSCA - LIONE): 135 - 140
29. BIBIKOV D. I., RUMIANTSEV V. Y., 1993. *Some adaptations of marmots as the result of historical modifications of their habitat conditions*. In: Bibikov D. I., Nikol'skii A. A., Rumiantssev V. Y., Suntsov

- V. V. *Abstracts of the V Int. Con. Marmots CIS-states*, Theriological Society (Russian Academy of Science), Commission on Marmots Investigation (MOSCOW): 44 - 45
30. BIBIKOV D. I., 1996a. *On the size of the marmots (Marmota), and their annual cycle and adaptation to "short summer."* In: Le Berre M., Ramousse R., Le Guelte L. Biodiversity in Marmots in International Marmot Network (MOSCA - LIONE): 141 - 148
 31. BIBIKOV D. I., 1996b. *Marmots of the World*. New Brehm Book. Heidelberg
 32. BLUMSTEIN D. T., 1996. *How much does social group size influence golden marmot vigilance?* Behaviour **15/16**: 1133 - 1151
 33. BLUMSTEIN D. T., DANIEL J. C., 2004. *Yellow-bellied marmots discriminate between the alarm calls of individuals and are more responsive to calls from juveniles.* Animal Behaviour **6**: 1257 - 1265
 34. BOBEK B. ET AL., 1977. *Browse supply in various forest-ecosystems.* Pol. Ecol. Stud. **1(2)**: 17 - 32
 35. BOCEDI R., BRACCHI P.G., 2004. *Evoluzione demografica del lupo (Canis lupus) in Italia: cause storiche del declino e della ripresa, nuove problematiche indotte e possibili soluzioni.* Ann. Fac. Medic. Vet. Di Parma **24**: 403
 36. BOITANI L., VINDITTI R. M., 1988. *La volpe rossa.* Edagricole (BOLOGNA): 1 -3, 12, 13, 109 - 113, 143
 37. BON M., PAOLUCCI P., MEZZAVILLA F., DE BATTISTI R., VERNEIR E., 1995. *Atlas of the Mammals of the Veneto Region (Italy).* Lavori della Società Veneziana di Scienze Naturali **21**: 1 - 132
 38. BONESI L., LAPINI L., GREGORI G., 1996. *Temporal analysis of activities in Alpine marmot (Marmota marmota L.).* In: Le Berre M., Ramousse R., Le Guelte L. Biodiversity in Marmots in International Marmot Network (MOSCA - LIONE): 149 - 156
 39. BOOP P., 1955. *Koloniale territorien bei Murmeltieren.* Rev. suisse. Zool.: 62
 40. BORGIO A., MATTEDI S., 2003a. *Effetti della disponibilità di Camoscio e Marmotta sulla produttività dell'Aquila reale (Aquila chrysaetos) nel Parco Naturale Dolomiti Friulane.* XII Convegno italiano di Ornitologia: 149
 41. BORGIO A., MATTEDI S., 2003b. *Re-introducing the Alpine Marmot Marmota marmota: the example of the Friulan Dolomites Natural Park (Italy, Eastern Alps).* International Network on Marmots: 303 - 310
 42. BORGIO A., VETTORAZZO E., 2008. *Rapporti 5 - La reintroduzione della marmotta nel Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi.* Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi
 43. BORGIO A., VETTORAZZO E., MARIECH S., POLONIATO G., 2008. *La reintroduzione della Marmotta in alcuni settori del Parco Nazionale Dolomiti Bellunesi: studio di fattibilità e risultati del primo anno.* Atti V Convegno Faunisti Veneti

44. BRESSAN F., 1988. *Catalogue of the bony finds on the Palaeontologic-Anthropologic Section*. Bollettino del Museo Friulano di Storia Naturale: 32
45. BURGER J., 2001. *Visibility, group size, vigilance and drinking behavior in coati (*Nasua narica*) and white-faced capuchins (*Cebus capucinus*): experimental evidence*. Acta Ethologica 3: 111 - 119
46. BYKOVA E., ESIPOV A., 2008. *Climate change impacts on population of menzbier's marmot (*Marmota menzbieri*) in Uzbekistan*. 6th International Marmot Conference, 31 August – 2 September 2005 (TASHKENT): 13
47. CAPPATO N., DE STEFANI M., GURIOLI F., TAGLIACCOZZO A., 2006. *Considerazioni paleontologiche, paleoecologiche e archeozoologiche sui macromammiferi dei livelli del Paleolitico superiore del Riparo del Broion (Colli Berici, Vicenza)*. 5° Convegno Nazionale di Archeozoologia
48. CARCANO P., 1997 - 1998. *Valutazione di parametri ematochimici in *Marmota marmota* nel triennio 1995 - 1997*. Tesi di laurea. Università degli studi di Milano.
49. CAREY H. V., MOORE P., 1986. *Foraging and Predation Risk in Yellow-Bellied Marmots*. American Midland Naturalist 2: 267 - 275
50. CASTELLI G., 1935. *L'Orso bruno nella Venezia Tridentina*. Ed. Ass. Prov. Cacciatori Trento: 173
51. CAVEDON M., 2013. *Progetto monitoraggio faunistico mirato: analisi dei dati dal 2005 al 2012*. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta: 1 - 14
52. CHIESURA C. M., 1992. *Observations on distribution and abundance of the alpine marmot (*Marmota marmota* L.) in the territory of Belluno (South-Eastern Alps)*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (*Marmota marmota*) and on genus *Marmota* (TORINO): 117 - 121
53. COHAS A., YOCOZ N. G., DA SILVA A., GOOSSENS B., ALLAINÉ D., 2006. *Extra-pair paternity in the monogamous alpine marmot (*Marmota marmota*): the roles of social setting and female mate choice*. Behavioural Ecology and Sociobiology 5: 597 - 605
54. COHAS A., BONENFANT C., GAILLARD J-M., ALLAINÉ D., 2007. *Are extra-pair young better than within-pair young? A comparison of survival and dominance in alpine marmots*. Journal of Animal Ecology 76: 771 - 778
55. COLTURI S., 2002. *La marmotta alpina nel settore lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio*. Parco Nazionale dello Stelvio (Bormio, SONDRIO)
56. CORBET G.B., 1978. *The mammals of the palaearctic region: a taxonomic review*. Cornell University Press (LONDON)
57. COULON J., GRAZIANI L., ALLAINÉ D., BEL M. C., POUDEIROUX S., 1995. *Infanticide in the Alpine marmot (*Marmota marmota*)*. Ethology Ecology and Evolution 2: 191 - 194
58. COUTURIER M., 1964. *Le gibier des montagnes francaises*. Arthaud Editeur (FRANCIA)

59. DAL PIAZ G. B., 1929. *I Mammiferi fossili e viventi delle tre Venezie. IV. Rodentia*. Studi Trentini di Scienze Naturali **10**: 103 - 158
60. DEL MORAL R., 1984. *The Impact of the Olympic Marmot on Subalpine Vegetation Structure*. American Journal of Botany **9**: 1228 - 1236
61. DEVEREUX C. L., WHITT INGHAM M. J., FERNÁNDEZ-JURICIC E., VICKERY J. A., KREBS J. R., 2005. *Predator detection and avoidance by starlings under differing scenarios of predation risk*. Behavioral Ecology **17**: 303 - 309
62. DURIO P., BASSANO B., PERRONE A., 1987. *Le tane della marmotta (Marmota marmota L.) e sua distribuzione*. In: Ente Parco Nazionale Gran Paradiso Servizio Sanitario, Incontro di studio su la marmotta alpina (Marmota marmota) (TORINO): 25 - 31
63. ELGAR M. A., 1989. *Predator vigilance and group size in mammals and birds: a critical review of the empirical evidence*. Biological Reviews **64**: 13 - 33
64. EMRY R. J., KORTH W. W., 1996. *The Chadronian squirrel "Sciurus" jeffersoni Douglass, 1901: A new generic name, new material, and its bearing on the early evolution of Sciuridae (Rodentia)*. Journal of Vertebrate Paleontology **16**: 775 - 780
65. EXNER C., WEHREND A., HOSPES R., EINSPIANIER A., HOFFMANN B., HELDMAIER G., 2003. *Hormonal and behavioural changes during the mating season and pregnancy in Alpine marmots (Marmota marmota)*. Reproduction **126**: 775 - 782
66. FERRARI C., 2006. *Eco-etologia della Marmotta alpina: effetti della predazione*. Tesi di Laurea in Scienze e Tecnologie per la Natura, Università di Pavia.
67. FERRARI C., BOGLIANI G., VON HARDENBERG A., 2009. *Alpine marmots (Marmota marmota) adjust vigilance behaviour according to environmental characteristics of their surrounding*. Ethology Ecology & Evolution **21**: 361, 362
68. FERRI M., PIGOZZI G., SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TARANTINO J., TONGIORGI P., TOSI L., 1988. *Primi risultati di una ricerca sulla popolazione di Marmota marmota del crinale appenninico Tosco - Emiliano*. Atti del I Convegno dei Biologi della Selvaggina: 339 - 350
69. FERROGLIO E., DURIO P., 1992. *Burrow use in marmot colony in Val di Viù (W. Alps)*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (Marmota marmota) and on genus Marmota (TORINO): 247 - 248
70. FLAIM S. (a cura di), 1992. *Parco Naturale Adamello Brenta. Incontri con il Parco*. Edizioni Aica: 15 - 87
71. FOWLER C. W., 1981. *Density dependence as related to life history strategy*. Ecology **62**: 602 - 610
72. FRASE B. A., ARMITAGE K. B., 1989. *Yellow-bellied marmots are generalist herbivores*. Ethology Ecology & Evolution **1**: 353 - 366

73. FRONZA F., TAMANINI M., 1997. *Nei Parchi del Trentino, guida naturalistica escursionistica alle aree protette*. Panorama Trento: 42 - 65
74. GAGLIARDI A., TOSI G. (a cura di), 2012. *Monitoraggio di Uccelli e Mammiferi in Lombardia. Tecniche e metodi di rilevamento*. Regione Lombardia, Università degli Studi dell'Insubria, Istituto Oikos: 34 - 39, 367 - 369
75. GRACI G., PILERI P., SEDAZZARI M., 2009. *GIS e ambiente: guida all'uso di ArcGIS per l'analisi del territorio e la valutazione ambientale*. Dario Flaccovio Editore: 231
76. GOOSSENS B., GRAZIANI L., WAITS L., FARAND E., MAGNOLON S., COULON J., BEL M. C., TABERLET P., ALLAINÉ D., 1998. *Extra-pair paternity in the monogamous alpine marmot revealed by nuclear DNA microsatellite analysis*. Behavioral Ecology and Sociobiology **4/5**: 281 - 288
77. GROFF C., BRAGALANTI N., RIZZOLI R., ZANGHELLINI P. (a cura di), 2013. *Rapporto Orso 2012 del Servizio Foreste e fauna della Provincia Autonoma di Trento*: 6 - 9, 16, 36, 63 - 66
78. GRACI G., PILERI P., SEDAZZARI M., 2008. *GIS e ambiente: guida all'uso di ArcGIS per l'analisi del territorio e la valutazione ambientale*. Dario Flaccovio Editore (PALERMO): 252, 253
79. GRIMOD I., BASSANO B., TARELLO V., 1991. *La marmotta (Marmota marmota) in Valle d'Aosta - ecologia e distribuzione (1988-1989)*. Regione autonoma della Valle d'Aosta (AOSTA)
80. GURIOLI F., PERESIANI M., ROMANDINI M., SALA B., 2006. *Studio archeozoologico dei resti faunistici del sito epigravettiano della Grotta del Clusanin (altopiano di Pradis, Prealpi Carniche)*. 5° Convegno Nazionale di Archeozoologia.
81. HACKLANDER K., MOSTL E., ARNOLD W., 2003. *Reproductive suppression in female Alpine marmots (Marmota marmota)*. Animal Behaviour **6**: 1133 - 1140
82. HAMPTON W. S., DOWNHOWER J. F., 1968. *Radio tracking of dispersing yellow bellied marmots*. Transactions of the Kansas Academy of Science Vol. 71, **4**: 474
83. HEREDIA R., HERRERO J., 1992. *Bearded vulture (Gypaetus barbatus) and alpine marmot (Marmota marmota) interactions in Southern Pyrenees*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (Marmota marmota) and on genus Marmota (TORINO): 227-229.
84. HERRERO J., RICARDO G-G. GARCIA-SERRANO A., 1994. *Altitudinal distribution of Alpine Marmot (Marmota marmota) in the Pyrenees, Spain/France*. Arctic and Alpine Research, Vol. 26 **4**: 328 - 331
85. HUBER W., 1978. *Das Alpenmurmeltier*. O.N.C. Editeur (FRANCIA): 32
86. HUTCHINS M., KLEIMAN D. G., GEIST V., MCDADE M. C., 2003. *Grzimek's Animal Life Encyclopedia*. 2nd edition. Vol. 16, Mammals V. Gale Group. Farmington Hills
87. KILGORE D. L., ARMITAGE K.B., 1986. *Energetics of yellow-bellied marmot populations*. Ecology **59** (1): 78 - 88

88. JOHNSON D. H., 1980. *The comparison of usage and availability measurements for evaluating resource preference*. USGS Northern Prairie Wildlife Research Center: 198
89. LAPINI L., 1993. *La marmotta alpina Marmota m. marmota (Linnaeus, 1758) nella Regione Friuli-Venezia Giulia*. Fauna
90. LENTI BOERO D., 1992. *Etogramma funzionale della marmotta alpina: il ruolo dei moduli di marcatura*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (*Marmota marmota*) and on genus *Marmota*: 95 – 100
91. LIMA S. L., 1995. *Back to the basics of anti-predatory vigilance: the group-size effect*. *Animal Behaviour* 49: 11 - 20
92. LLOYD H.G., 1975. The red fox in Britain, In "The Wild Canids. Their systematic, behavioural ecology and evolution. M.N. Fox: 207 – 215
93. LOPEZ B. C., LOPEZ A., POTRONY D., PINO J., 2008. *Habitat selection of alpine marmot (*Marmota marmota*) in southern Pyrenees*. Abstracts of the VI Marmot Meeting – Marmots in a changing world (COGNE)
94. MACCHI E., BASSANO B., DURIO P., TARANTOLA M., VITA A., 1992. *Ecological parameters affecting the settlement's choice in alpine marmot*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (*Marmota marmota*) and on genus *Marmota* (TORINO): 123 - 127
95. MAHER C. R., 2004. *Intrasexual territoriality in woodchucks (*Marmota monax*)*. *Journal of Mammalogy* 6: 1087 –1094
96. MAHER C. R., 2006. *Social Organization in Woodchucks (*Marmota monax*) and its Relationship to Growing Season*. *Ethology* 112: 313 – 324
97. MALAN A., 1992. *L'hibernation des mammifères: un problème d'énergétique*. *Bulletin de la société d'écophysiologie*, suppl. 17: 35 - 41 (Congrès Energétique écologique des vertébrés sauvages, Ivry-sur-Seine)
98. MANN C., JENEAU G., 1988. *Occupation de l'espace, structure sociale et dynamique d'une population de marmottes des Alpes (*Marmota marmot* L.)*. *Gibier et Faune sauvage*, 5: 427 – 445
99. MANN C. S., MACCHI E., JANEAU G., 1993. *Alpine Marmot (*Marmota marmota*, L.)*. *Ibex Journal of Mountain Ecology* 1: 17.
100. MARTINOLI A., PREATONI G. D., TOSI G., CHIRICHELLA R., MATTIROLI S., 2001. *Presenza e distribuzione dei pipistrelli (*Chiroptera*) nel territorio del Parco Naturale Adamello Brenta*. Relazione finale. Istituto Oikos: 13
101. MASSEMIN S., 1992. *L'alimentation de la marmotte alpine (*Marmota marmota*): échantillonnage botanique, étude coprologique et approche du comportement de vigilance*. Rapport DEA, Adaptation et survie en environnements extrêmes (LYON)

102. MASSEMIN S., RAMOUSSE R., 1992. *Régime alimentaire d'un groupe de marmottes*. 1ère Journée d'étude sur la Marmotte Alpine (LYON): 75 - 80
103. MASSEMIN S., GIBAUT C., RAMOUSSE R., BUTET A., 1996. *Premières données sur le régime alimentaire de la marmotte alpine (Marmota marmota) en France*. *Mammalia* 3: 351-361
104. MELCHER J. C., ARMITAGE K. B., PORTER W. P., 1990. *Thermal influences on the activity and energetic of yellow-bellied marmots (Marmota flaviventris)*. *Physiological Zoology* 63: 803 - 194
105. MERCER J. M., ROTH V. L., 2003. *The Effects of Cenozoic Global Change on Squirrel Phylogeny*. *Science* 5612: 1568 - 1572
106. MIORI M., SOTTOVIA L., 2005. *Prati e pascoli del Trentino*. Provincia Autonoma di Trento, Assessorato all'Agricoltura al Commercio e Turismo, Dipartimento Risorse Forestali e Montane, Servizio Foreste e Fauna: 15 - 22
107. MORI J., 2002. *Osservazione di due colonie di marmotta (Marmota marmota L.) in ambiente dolomitico e primi approcci allo studio dei costumi alimentari*. Tesi di laurea in Biologia, Facoltà di Scienze matematiche fisiche e naturali, Università degli Studi di Padova
108. MUMME R. L., 1992. *Do helpers increase reproductive success? An experimental analysis in the Florida scrub jay*. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 5: 319 - 328
109. MUSTONI A., CHIOZZINI S., CHIRICHELLA R., ZIBORDI F., 2008. *Distribuzione reale e potenziale di ungulati e galliformi in Provincia di Trento*. Relazione Finale: 3 - 22
110. NEUHAS P., MAININI B., INGOLD P., 1992. *Human impact on marmot behaviour*. Proceeding of 1st International Symposium on Alpine Marmot (Marmota marmota) and on genus Marmota (TORINO): 168 - 169
111. NIKOL'SKII A. A., 2008. *The temperature niche of the steppe marmot Marmota bobak, Müller (1776) in the course of hibernation*. Abstracts of the VI Marmot Meeting - Marmots in a changing world (COGNE)
112. OSTI F., 1999. *L'Orso bruno nel Trentino, distribuzione, biologia, ecologia e protezione della specie*. Ed. Arca: 15, 17, 21, 25, 33, 49
113. OZENDA P., BOREL J. L., 1991. *Lès conséquences écologiques possible des changements climatiques dans l'Arc alpin*. Rapport Futuralp 1. (GRENOBLE) ICALPE: 49
114. PAGLIANI T., PICCOLI F., 2009. *Corso di formazione per censitori volontari di fauna selvatica*. Centro di Scienza Ambientali e Consorzio Mario Negri Sud
115. PALAGIANO C., MARTA M., 2008. *L'uso dei GIS per l'analisi integrata del territorio*. Atti del Primo Seminario di Studi: Dalla mappa al GIS, Roma, 5-6 marzo 2007. Brigati - Genova 2008: 115
116. PANSERI M., 1989. *La marmotta (Marmota marmota L. 1758) sulle Alpi Orobie e sulle Prealpi Bergamasche, analisi della popolazione (1985/1987)*. *Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. "E. Caffi"* 14: 141 - 154

117. PARENTE C., SANTAMARIA R., 2004. *Sistemi Informativi Georiferiti*. Giannini Napoli 2004: 2 -10
118. PELLICOLI F., 2011. *Applicazione del distance sampling per il censimento della marmotta alpina (Marmota marmota) nel Parco Nazionale del Gran Paradiso*. Tesi di laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Milano: 12
119. PERRIN C., ALLAINÉ D., LE BERRE M., 1993. *Socio-spatial organization and activity distribution of the alpine marmot Marmota marmota: preliminary results*. *Ethology* **93**: 21 – 3
120. PIGOZZI G., 1984. *The den system of Alpine Marmot (Marmota marmota marmot) in the National Park of Stelvio, Northern Italy*. *Z. für Säugetierkunde* **49**: 13 - 21
121. PIL'NIKOV A., 2008. *Epizootic process of sylvatic plague and Mongolian marmots*. Abstracts of the VI Marmot Meeting – Marmots in a changing world (COGNE)
122. PREATONI D. G., PEDROTTI L., 1997. *I modelli di valutazione ambientale (MVA) come strumento per la pianificazione faunistica*. *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina* **27**: 97 – 113, 117, 118
123. PRIORI P., 2010. *Aggiornamento dello status e comportamenti di Marmota marmota L. nel Parco Regionale della Lessinia*. Tesi di laurea in Scienze Biologiche, Università degli Studi di Milano: 5 – 16
124. PRIORI P., SCARAVELLI D., 2011. *Variabili paesaggistiche nella scelta territoriale della marmotta alpina (Marmota marmota) nel Parco Regionale della Lessinia (VR) (Rodentia – Sciuridae)*. *Boll. Mus. St. Nat. Venezia, suppl* **61**: 293 - 299
125. RAGNI B., POSSENTI M., MAYR S., 1993. *The Alpine Lynx: I sit case of extinction and new acquisition?* *Suppl. Ric. Biol. Selvaggina* **21**: 187 – 196
126. RAGNI B., 1998. *La linca euroasiatica in Trentino*. Giunta della Provincia Autonoma di Trento Editore (TRENTO): 20, 23, 27
127. RAMOUSSE R., MARTINOT J. P., LE BERRE M., 1992. *Twenty years of re-introduction policy of Alpine marmots from the National Park of La Vanoise (French Alps)*. *Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (Marmota marmota) and on genus Marmota (TORINO)*: 171 - 177.
128. RAMOUSSE R., LE BERRE M., 1993. *Management of Alpine Marmot populations*. *Oecologia Montana* **2**: 27
129. RANGHETTI L., 2009. *Eco – etologia della marmotta alpina (Marmota marmota): distribuzione spaziale e temporale delle attività*. Tesi di laurea in Scienze Naturali, Università degli Studi di Pavia: 6 – 9, 11 – 35
130. RODRIGUE I., ALLAINÉ D., RAMOUSSE R., LE BERRE M., 1992. *Space occupation strategy related to ecological factors in Alpine marmot (Marmota marmota)*. *Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (Marmota marmota) and on genus Marmota (TORINO)*: 135 – 141

131. RUDATIS A., DE BATTISTI R., 2005. *Alimentazione di Marmota marmota in praterie altimontane delle Dolomiti Bellunesi*. *Hystrix It. J. Mamm (n.s.)* **16** (2): 135 - 142
132. SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TONGIORGI P., 1992. *The marmot population of the tuscan-emilian apennine ridge*. Proceedings of 1st International Symposium on Alpine Marmot (*Marmota marmota*) and on genus *Marmota* (TORINO): 143
133. SMITH J. M., 1964. *Group Selection and Kin Selection*. *Nature* **201**: 1145 - 1147
134. SORTEGAGNA U. (a cura di), 2010. *Il respiro della montagna, animali delle montagne italiane*. Duck Edizioni: 168 - 170, 207 - 211
135. STEPHENS P. A., SUTHERLAND W. J., FRECKLETON R. P., 1999. *What is the Allee effect?* *Oikos* **87**: 185, 186
136. STEPHENS P. A., FREY - ROSS F., ARNOLD W., SUTHERLAND W. J., 2002. *Model complexity and population predictions. The alpine marmot as a case study*. *Journal of Animal Ecology*, **71**: 354 - 356
137. STEPPAN S. J., AKHVERDYAN M. R., LYAPUNOVA E. A., FRASER, D. G., VORONTSOV N. N., HOFFMANN R. S., BRAUN M. J., 1999. *Molecular Phylogeny of the Marmots (Rodentia: Sciuridae): Tests of Evolutionary and Biogeographic Hypotheses*. *Systematic Biology* **4**: 715 - 734
138. STRINGARI A., 2009. *Studio sulle preferenze ambientali della marmotta (Marmota marmota Linnaeus, 1758) nel Brenta settentrionale*. Tesi di Laurea in Agraria, Università degli Studi di Padova: 10 - 25
139. THORINGTON R. W., HOFFMANN R. S., 2005. *Family Sciuridae*. In Wilson D. E., Reeder D. M. 2005. *Mammal Species of the World. A Taxonomic and Geographic Reference* (3rd ed), Johns Hopkins University Press. Baltimora: 754 - 818
140. TONON M., 1989. *Reperti fossili delle Grotte Verdi di Clauzetto (PN)*. Museo Civico di Storia Naturale di Pordenone.
141. TOSI G., PEDROTTI L., MUSTONI A., CARLINI E., 2012. *Lo stambecco in Lombardia e sull'Arco Alpino*. Istituto Oikos: 5, 6, 14, 15, 18, 22, 27
142. TURK A., ARNOLD W., 1988. *Thermoregulation as a limit to habitat use in alpine marmots (Marmota marmota)*. *Oecologia* **76**: 544 - 548
143. UNESCO, 1988. *The Alpine dilemma*. In: *Man belong to the earth . International co - operation in environmental research*. Unesco's man and the Bioshere Programme
144. VAN VUREN D., 1990. *Dispersalo f yellow-bellied marmots*. Ph. D. Dissertation, The University of Kansas (LAWRENCE)
145. VENTURA LUINI P., 1988. *Indagine conoscitiva sulla marmotta alpina (Marmota marmota) nel Parco Naturale di Paneveggio - Pale di San Martino*. Relazione sul lavoro svolto dal 29 Aprile al 14 Ottobre 1988 nel quadro del progetto pluriennale di ricerca

146. VOLCAN G., 2011a. *Relazione interna monitoraggio aquila reale*. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta: 4, 9
147. VOLCAN G., 2011b. *Il gipeto, storia di un ritorno*. In <http://www.ambientetrentino.it>
148. VOLCAN G., 2013. *Check list degli uccelli del Parco Naturale Adamello Brenta*. Ricerche del Parco Naturale Adamello Brenta: 5
149. WILSON E., 1979. *Sociobiologia*. Zanichelli (BOLOGNA)
150. WOOD A. E., 1962. *The early Tertiary rodents of the family Paramyidae*. Transactions of the American Philosophical society **52**: 1 - 261
151. ZAHLER P., LHAGASUREN B., READING R. P., WINGARD J. R., AMGALANBAATAR S., GOMBOBAATAR S., BARTON N. W. H., ONON Y., 2004. *Illegal and unsustainable wildlife hunting and trade in Mongolia*. Mongolian Journal of Biological Sciences **2**: 23 - 32
152. ZELENKA G., 1965. *Observations sur l'ecologie de la marmotte des Alpes*. La terre et la vie **19**: 238 - 256
153. ZERVANOS S., FLORANT G., BROWN J., FENN A., 2008. *Environmental influences on the hibernation patterns of Eastern woodchuck (*Marmota monax*)*. Abstracts of the VI Marmot Meeting – Marmots in a changing world (COGNE)
154. ZIMINA R. P., GERASIMOV I. P., 1973. *The Periglacial Expansion of Marmots (*Marmota*) in Middle Europe during Late Pleistocene*. Journal of Mammalogy **2**: 327 - 340
155. ZOVI D., 2012. *Lupi e uomini, il grande predatore è tornato*. Terra Ferma (TREVISO)

Siti Internet

- <http://www.dolomitidibrentain.it>
- <http://www.pnab.it>
- <http://www.dolomitibrenta.it>
- <http://www.esriitalia.it>

RINGRAZIAMENTI

Il mio più sincero ringraziamento va al correlatore Mustoni Andrea, che mi ha dato la possibilità di svolgere questo progetto e mi ha seguito passo passo durante il progredire degli studi. Il suo aiuto, la sua conoscenza e la sua saggezza saranno i pilastri su cui mi baserò in ambito lavorativo. Questo progetto ha costituito per me sicuramente la migliore esperienza formativa, oltre che una meravigliosa esperienza di vita che terrò per sempre nel cuore.

Per questo ringrazio davvero molto anche l'intero gruppo di ricerca della sezione faunistica ed in particolare Marco, Maria e Filippo con i quali ho condiviso sia le giornate in campo, divertenti ed istruttive, che i giorni d'ufficio, durante i quali hanno avuto tanta pazienza nei miei confronti.

Un grazie particolare va ai Guardiaparco Michele e Giuliana che mi hanno portato con sé durante le uscite su campo e dai quali ho imparato davvero molto rispetto alle montagne, alla fauna e alla flora che caratterizzano questo territorio.

Un ulteriore ringraziamento va al Parco Naturale Adamello Brenta che mi ha dato ospitalità prima come tirocinante e poi come tesista, rendendo possibile la riuscita di questo progetto.

Infine ringrazio il mio professore Scaravelli Dino, il quale mi ha innanzi tutto accettata come tesista e secondariamente mi ha assistito nel percorso intrapreso, trasmettendomi la volontà e la forza d'animo da possedere in questo lavoro.

Ovviamente grazie a tutte le persone splendide che ho conosciuto durante questa esperienza, alle quali mi sono molto affezionata e che sono diventati dei buoni amici: i compagni della foresteria Sara, Maria, Wibke, Enrico, Matteo e Ilaria; gli amici della Val Rendena Marco, Maria, Roberto, Michele, Alex, Alessia, Giacomo e Mauro, con i quali ho trascorso e sto trascorrendo momenti davvero divertenti.

Ed ora voglio ringraziare le persone che mi sono state vicino durante questi tre anni, trascorsi nella mia Bologna:

... prima di tutto il ringraziamento maggiore va ai miei genitori e alla mia sorellina Chiara, che mi hanno sostenuto durante tutta la vita, restandomi vicino nelle difficoltà e condividendo con me i traguardi conseguiti. Grazie per aver reso possibile tutto questo e avermi dato la possibilità di esaudire le mie passioni e i miei sogni, senza dare nessun peso ai sacrifici che ciò avrebbe comportato.

Grazie papà, per avermi trasmesso l'infinita passione per la montagna e la natura, che ha rappresentato il principio di tutto.

... grazie a tutte le persone che ho conosciuto in questi anni universitari con i quali ho vissuto momenti splendidi che non dimenticherò e che rimarranno limpidi nella mia mente.

... inoltre un ringraziamento davvero immenso va alle mie amiche di Trento Sofia e Annalisa e dell'Università Federica, Giulia e Giulia, con le quali ho un'amicizia sincera, una dono che non capita molto spesso e che io ho avuto la fortuna di trovare. Spero di condividere con voi in futuro molti altri istanti spensierati.

Ed ora te, Federico... ti ringrazio con tutto il cuore per tutto il sostegno che mi sai sempre trasmettere e per credere in me completamente, per essere un pilastro fondamentale della mia vita ed averla resa migliore in ogni istante. Questa tesi rappresenta l'inizio del nostro percorso incorniciato dalle cime delle Dolomiti che esprimono la passione di una vita per entrambi.



Le Dolomiti di Brenta (Ferrari G.)