



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI MILANO  
FACOLTA' DI SCIENZE E TECNOLOGIE  
CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN SCIENZE NATURALI

**Preferenze di habitat della marmotta alpina  
(*Marmota marmota*) nel Parco Naturale  
Adamello Brenta**

Relatore: Prof. Diego Rubolini

Correlatore: Dott. Andrea Mustoni

Elaborato di Laurea di  
Maria Antonia Serge  
Matricola: 799119

Anno Accademico 2013/2014

# INDICE

---

CAPITOLO 1: Introduzione.....	pag.3
CAPITOLO 2: Area di studio.....	pag.6
2.1 Vegetazione.....	pag.7
2.2 Fauna.....	pag.8
CAPITOLO 3: La Marmotta alpina .....	pag.11
3.1 Inquadramento sistematico e filogenesi.....	pag.11
3.2 Distribuzione e conservazione.....	pag.11
3.3 Morfologia.....	pag.12
3.4 Ecologia ed etologia.....	pag.13
CAPITOLO 4: Materiali e metodi.....	pag.16
4.1 Monitoraggio sul campo.....	pag.16
4.2 Archiviazione e analisi dei dati.....	pag.18
4.2.1 Analisi dei dati in GIS.....	pag.18
4.2.2 Caratterizzazione dei nuclei e confronto tra i nuclei del 1997 e i nuclei del 2014.....	pag.20
CAPITOLO 5: Risultati.....	pag.22
CAPITOLO 6: Discussione.....	pag.30
Appendice.....	pag.31
Bibliografia.....	pag.33

---

# CAPITOLO 1: INTRODUZIONE

---

L'analisi delle dinamiche 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 della società umana, a questo interesse "di base" si è andato ad aggiungere quello più marcatamente scientifico (Affini, 2006). Se dapprima le analisi di densità di popolazione venivano effettuate solo su di un numero ristretto di specie ritenute di maggior interesse dal punto di vista gestionale, nel tempo tali studi sono stati integrati nell'ambito di tematiche più ampie come le valutazioni sulla qualità ambientale o lo studio delle modificazioni climatiche, coinvolgendo un gran numero di specie (Affini, 2006).

All'interno di questo quadro generale, la marmotta alpina (*Marmota marmota* L., 1758) costituisce una specie di un 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 e la cui distribuzione può fornire informazioni utili per indirizzare le politiche di gestione del territorio. Tuttavia, la marmotta alpina 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, 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 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, 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, 2003) e occasionalmente di altre specie di notevole interesse conservazionistico, 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 biotipi 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 popolazioni di specie rare (Del Moral, 1984).

L'elevata importanza ecologica ne rende quindi prioritario uno studio costante, al fine di analizzare eventuali futuri mutamenti nella *life history* o nella distribuzione, riconducibili ad esempio a 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 operazioni 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, sulla dinamica, e sulla consistenza delle popolazioni presenti.

Per questo motivo il Parco Naturale Adamello Brenta ha intrapreso un progetto incentrato sulla marmotta, all'interno del quale si colloca il presente studio.

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

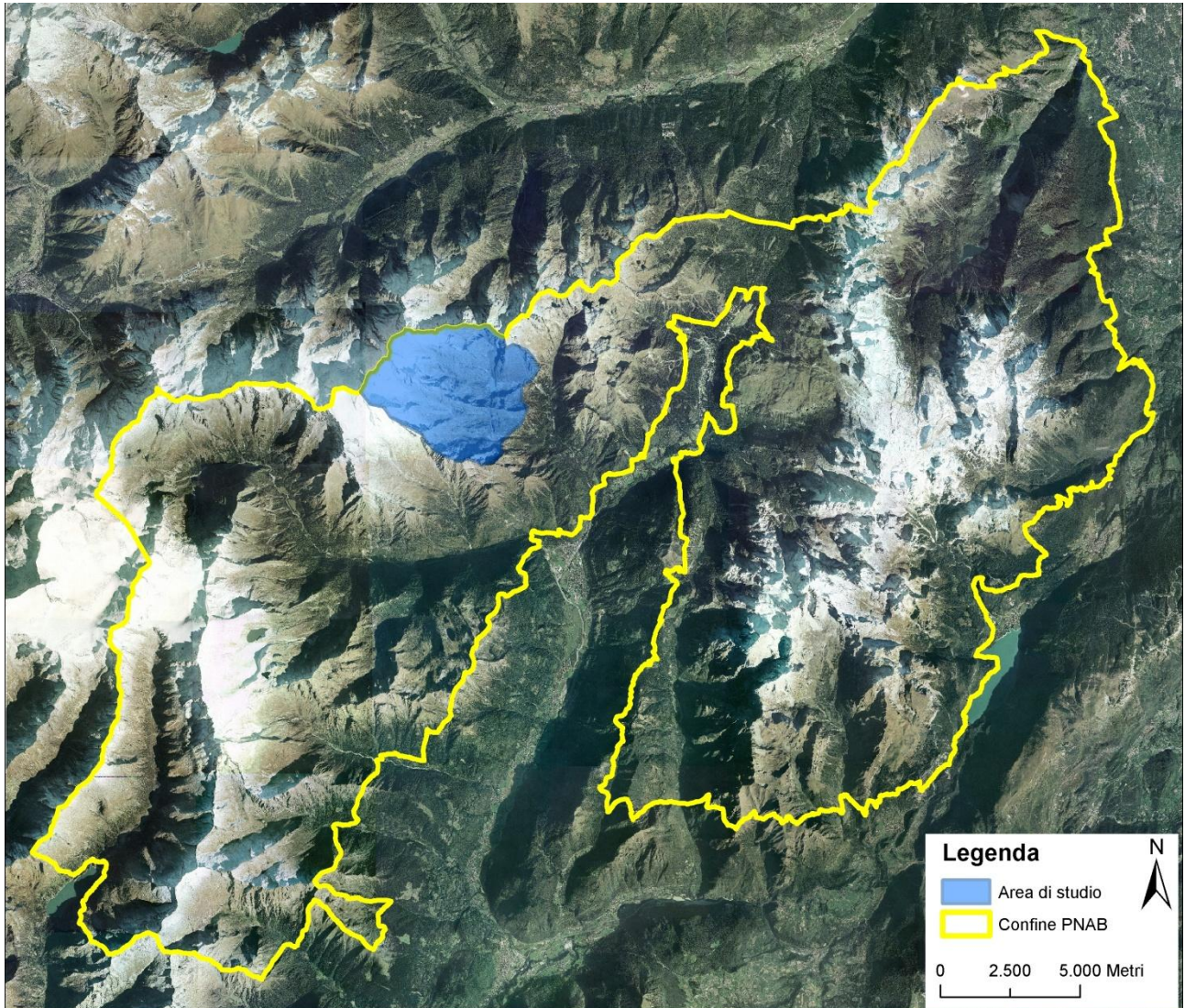
Lo studio ha avuto una lunga e complessa fase di campo, per poter valutare presenze e strutture dei diversi gruppi familiari, a cui sono seguite le indagini e le elaborazioni delle informazioni.

Il presente studio si è posto diversi obiettivi. In particolare i punti salienti dell'indagine sono stati riferiti ai seguenti punti:

- Analisi della presenza della specie di Marmotta alpina all'interno dell'area di studio.
- 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 influenzano la scelta, nel gruppo di nuclei del precedente censimento, e nel gruppo di nuclei del recente censimento.

## CAPITOLO 2: AREA DI STUDIO



*Fig.2.1: Area di studio*

L'area di studio si trova all'interno del Parco Naturale Adamello Brenta, 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 maggior estensione del Trentino è anche una delle più vaste delle Alpi. I suoi confini comprendono due gruppi montuosi separati dal solco della Val Rendena: ad occidente i 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. Concentrandoci sull'area del presente studio, ci spostiamo sul Gruppo Adamello-Presanella, costituito principalmente da graniti, rocce vulcaniche intrusive. Vi appartengono tra le principali elevazioni del Trentino, che spesso superano i 3000 m: il Carè Alto (3462 m), il Corno di Cavento

(3402 m), il Crozzon di Làres (3354 m), il M. Fumo (3418 m), il M. Mandrone (3283 m) e la Presanella (3556 m). Caratteristica è la presenza d'importanti ghiacciai, che tuttavia da alcuni decenni si trovano in una fase di regresso più o meno accentuato: le vedrette di Làres, della Lobbia, del Mandrone e del 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. Corsi d'acqua perenni solcano numerosi le valli di questo settore dell'area di studio: in merito una nota va riservata alla Val Genova, alla quale spetta il primato nell'ambito alpino per la portata idrica del suo corso principale, il Sarca, rapportata alle dimensioni del bacino imbrifero. Numerosi sono anche i laghi alpini, quasi tutti di modesta estensione e di origine glaciale. Il settore occidentale dell'area di studio è delimitato a nord dalla Val di Sole, ad est dalle Valli Meledrio, di Campiglio e Rendena; verso sud dal solco delle Giudicarie inferiori e dalla Val di Daone. Le principali vallate sono, da nord verso sud: la Val Nambrone, la Val di Genova, la Val Borzago, la Val di S. Valentino e la Val Breguzzo.

## **2.1 Vegetazione**

Riferendoci al Parco Naturale Adamello Brenta gli ambienti vegetazionali più rappresentativi possono essere delineati a partire dall'orizzonte basale e proseguendo verso le regioni d'alta quota. Considerando la vegetazione della zona che comprende l'area di studio, partiamo da una quota minima di 1500 m circa, quindi consideriamo il piano subalpino, fino ad arrivare a una quota massima di 3000 m circa (piano nivale). Lungo i versanti a 1500 m d'altitudine si rileva nell'ambito delle conifere, Abete rosso (*Picea abies*), Larice (*Larix decidua*) e Pino mugo (*Pinus mugo*). In questo ambiente si possono scorgere morfologie differenti a seconda della quota, per arrivare alle formazioni di pecceta subalpina (*Picea abies*), che può formare boschi puri o dare origine ad associazioni con l'Abete bianco (*Abies alba*) o Larice (*Larix decidua*). In questo ambiente sono inoltre presenti radure di ericacee: Mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*), Erica (*Erica carnea*) e Mirtillo rosso (*Vaccinium vitiiidaea*). Nel settore cristallino, in presenza di zone aperte, troviamo associazioni erbacee come: il festuceto a Festuca (*Festucetum variae*) e, più in alto, il curvuleto a Carice curva (*Carex curvula*). La fascia sommitale della vegetazione arborea è costituita da lariceti (*Larix decidua*), Pino cembro (*Pinus cembra*), e dalla mugheta (*Pinus mugo*). A quote più elevate gli alberi si diradano e prevalgono gli arbusti come le ericacee, salici nani e Dryas; si evidenzia dunque la fascia tundra artico-alpina, con Pino mugo (*Pinus mugo*), Ginepro (*Juniperus communis*) e l'Ontano verde (*Alnus viridis*), e le due specie di rododendro (*Rhododendron ferrugineum* – *hirsutum*); ad una quota maggiore troviamo: l'Azalea delle Alpi (*Loiseleuria procumbens*), i salici nani (*Salix reticulata*, *Salix retusa* e *Salix herbacea*). Troviamo anche: *Androsace helvetica*,

*Daphne striata*, *Gentiana lutea*, *Arnica montana*, *Soldanella pusilla*, *Anemone alpina*, *Achillea moschata*, *Arctostaphylos alpina*, *Campanula barbata*, *Eriophorum alpinum*, *Nigritella nigra*, *Pinguicola alpina*, *Sempervivum montanum*, *Pontetilla nitida*. Fino ad arrivare alla zona rocciosa delle nevi perenni dove le forme di vita si riducono a microrganismi della superficie bagnata (alghe e batteri), alle croste licheni e agli esseri unicellulari presenti sui ghiacciai.



Fig.2.2 Marmotta nel suo habitat naturale (foto di Serge Maria Antonia)

## 2.2 Fauna

All'interno dell'area protetta del Parco Naturale Adamello Brenta, è presente la maggior parte delle specie appartenenti alla fauna delle Alpi, tra cui spicca la presenza dell'Orso bruno. Per quanto riguarda i Mammiferi, all'interno della Famiglia *Bovidae*, troviamo: lo Stambecco (*Capra ibex*), specie che si è adattata a vivere al di sopra del limite del bosco su pendii ripidi e rocciosi; il Camoscio (*Ruricapra ruricapra*), specie che frequenta la fascia altitudinale tra i 1500 e i 2500 m; il Muflone (*Ovis musimon*), predilige terreni ripidi e rocciosi. All'interno della Famiglia *Cervidi* troviamo: il Cervo rosso (*Cervus elaphus*), il cui habitat è costituito da zone boscate tra il livello del mare e l'orizzonte alpino; il Capriolo (*Capreolus capreolus*), legato ad ambienti caratterizzati da una notevole variabilità vegetazionale, con abbondante presenza di radure e sottobosco. All'interno dell'Ordine *Carnivorae*, troviamo la Famiglia *Ursidae* con la presenza dell'Orso bruno (*Ursus*

*arctos*), che è stato reintrodotta nell'area protetta a partire dal 1999 dal Parco Naturale Adamello Brenta, in collaborazione con la Provincia Autonoma di Trento e l'ISPRA, avviando il progetto *Life Ursus*, il quale ha consentito il rilascio di 10 orsi provenienti dalla Slovenia. Dopo la fase di rilascio è iniziata la fase di gestione della popolazione, attraverso: il monitoraggio, la gestione dei danni, gestione delle emergenze, formazione del personale. L'attività dell'orso si svolge su fasce altitudinali variabili con le diverse stagioni mediamente da 1500 m a 2000 m, sopraggiunta la stagione fredda, la specie entra in uno stato di semiletargo indotto da fattori ambientali. Per quanto riguarda la Famiglia dei *Canidae*, troviamo la Volpe (*Vulpes vulpes*), provvista di un altissimo grado di adattabilità, infatti, può vivere negli ambienti più rari e estremi; e il Lupo (*Canis lupus*), anch'esso vive in una grande varietà di habitat, nel quale il branco mantiene il suo territorio. All'interno della Famiglia *Felidae*, è presente: la Lince (*Linx linx*), animale territoriale e solitario, vive prevalentemente nei boschi di conifere e latifoglie in ambienti montani. Nella Famiglia *Mustelidae*, troviamo il Genere *Martes* con: la Martora (*Martes martes*) e la Faina (*Martes foina*), entrambi territoriali e solitari; il Genere *Mustela* rappresentato da: Ermellino (*Mustela erminea*), Donnola (*Mustela nivalis*), e Tasso (*Meles meles*). All'interno dell'Ordine *Rodentia* rappresentato dalla Famiglia degli *Sciuridae*, troviamo la Marmotta alpina (*Marmota marmota*), oggetto della presente ricerca; lo Scoiattolo comune (*Sciurus vulgaris*), che vive in foreste di conifere e boschi decidui. Invece nella Famiglia dei *Gliridae* troviamo: il Ghiro (*Glis glis*) e altri roditori quali, il Topo selvatico (*Apodemus alpicola*), il moscardino (*Muscardinus avellanarius*), il topo quercino (*Eliomys quercinus*) e il Driomio (*Dryomys nitedula*). Nell'Ordine *Lagomorpha*, è presente la Famiglia *Leporidae*, con il Genere *Lepus*: sul territorio alpino e all'interno del Parco si trovano la Lepre comune (*Lepus europeus*) e la Lepre variabile (*Lepus timidus*). Per quanto riguarda l'ornitofauna all'interno della Famiglia *Tetraoninae* sono presenti: Francolino di monte (*Bonasa bonasia*), il Gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), il Fagiano di monte (*Tetrao tetrix*), la Pernice bianca (*Lagopus mutus*); mentre all'interno della Famiglia *Accipitridae*, ricordiamo i principali rappresentati tra cui: l'Aquila reale (*Aquila chrysaetos*), il Gipeto (*Gypaetus barbatus*), la Poiana (*Buteo buteo*), lo Sparviere (*Accipiter nisus*), l'Astore (*Accipiter gentilis*). All'interno dell'ordine degli *Stringiformes* troviamo: l'Assiolo (*Otus scopus*), l'Allocco (*Strix aluco*), il Gufo comune (*Asio otus*), la Civetta capogrosso (*Aegolius funeres*) e la Civetta nana (*Glaucidium passerinum*). Per quanto riguarda i *Piciformes*, i maggiori rappresentanti sono: il Picchio verde (*Picus viridis*), il Picchio nero (*Dryocopus martius*) e il Picchio rosso maggiore (*Dendrocopos major*). Nei *Passeriformes*, i maggiori rappresentati sono: il Crociere (*Loxia curvirostra*), la Ghiandaia (*Garrulus glandarius*), la Nocciolaia (*Nucifraga cryocatactes*).

Considerando anche la cosiddetta fauna “minore” troviamo specie comuni con ruoli importanti nell’ecosistema tra cui: la Vipera comune (*Viper aspis*), il Marasso (*Vipera berus*), la Lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*), la Rana temporaria (*Rana temporaria*), il Rospo comune (*Bufo bufo*), la Salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*), il Tritone alpestre (*Triturus alpestris*). Per quanto concerne l’ittiofauna sono presenti: la Trota fario (*Salmo trutta*), la Trota marmorata (*Salmo marmoratus*), e il Salmerino alpino (*Salvelinus alpinus*).

# CAPITOLO 3: LA MARMOTTA ALPINA

---

## **3.1 Inquadramento sistematico e filogenesi**

La Marmotta alpina (*Marmota marmota*) (Linnaeus, 1758) è un Mammifero appartenente all'Ordine dei Roditori, il più numeroso tra i Mammiferi.

Essa è comparsa nel paleocene, fra i 57 e i 60 milioni di anni fa. Le classificazioni maggiormente accettate fanno riferimento alla struttura del muscolo masseterico e dell'arcata zigomatica (individuando tre sottordini: *Sciuromorpha*, *Myomorpha*, *Hystricomorpha*) o della mandibola (individuando due sottordini, *Sciurognathi*, *Hystricognathi*).

Gli sciurimorfi sono a loro volta classificabili in 6 famiglie di cui tre estinte, le specie viventi si dividono in: *Aplodontiidae*, *Gliridae*, *Sciuridae*.

La classificazione sistematica è stata modificata recentemente; secondo la nuova classificazione (Thorington e Hoffman, 2005), gli sciuridi sono divisi in cinque sottofamiglie: *Ratufinae*, *Sciurillinae*, *Sciurinae*, *Callosciurinae*, *Xerinae*. Quest'ultima comprende la Tribù dei *Marmotini*, comprendente a sua volta il Genere *Marmota*, genere monofiletico come confermato da Steppan *et al.* (1999) adattatosi a molti ambienti tra cui quelli periglaciali.

Il Genere *Marmota* a sua volta si divide in altri dieci Sottogeneri, tra i quali è presente il Sottogenere *marmota*, al quale appartiene la specie *Marmota marmota*; diffusa su Alpi, Pirenei, Carpazi e in ristrette zone dell'Appennino Tosco-Emiliano.

## **3.2 Distribuzione e conservazione**

La distribuzione attuale della marmotta alpina è strettamente legata alla successione di numerosi periodi glaciali e interglaciali succedutisi nel pleistocene (Zimina e Gerasimov, 1973). All'inizio il suo habitat ideale erano le piane periglaciali, ma con la riduzione di tale habitat, si è rifugiata sulle catene montuose europee, e poiché al di sotto si registrava l'avanzata delle foreste di conifere, la sua distribuzione si è ristretta in tempi storici all'orizzonte alpino. La frammentazione dell'habitat e la pressione venatoria, hanno contribuito all'ulteriore restringimento delle aree occupate; la situazione oggi è migliorata a causa del divieto assoluto di caccia e delle numerose reintroduzioni. Per questo

motivo e per l'assenza di fattori di minaccia naturali e antropici, la specie è stata considerata come a rischio minimo nella lista Rossa IUCN.

### 3.3 *Morfologia*



Fig 3.1: *Marmotta adulta* (foto di Serge Maria Antonia)

La forma generale della marmotta, complessivamente tozza, è espressione dello stile di vita fossorio. La dimensione media è 50-60 cm di lunghezza, con una coda di 15-20 cm; il collo è appena abbozzato e la testa è larga e appiattita. L'andamento è tipicamente da plantigrado: le zampe, corte e robuste, presentano arti anteriori a quattro dita, con grosse unghie adatte a scavare, e arti posteriori con cinque dita più sottili (Mann, *et al.*1993). La durata della vita è di circa 15-18 anni.

Il corpo è ricoperto da una folta pelliccia, che 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, il dorso più scuro del ventre e una macchia biancastra tra il naso e gli occhi; tuttavia le differenze individuali sono notevoli. Il pelo viene in genere cambiato una volta all'anno, tra giugno e agosto. Sono rari ma possibili casi di albinismo.

La dentatura conta 22 denti (4 incisivi, due superiori e due inferiori, 6 premolari, quattro superiori e due inferiori; 12 molari, sei per arcata, mancano i canini). Gli incisivi hanno la caratteristica di essere a crescita continua, di colore giallastro, e sono ricoperti da smalto solo anteriormente (così da consumarsi più velocemente sulla parte posteriore e mantenere la loro forma a scalpello).

Il dimorfismo sessuale è nullo, essendo assenti i caratteri sessuali secondari. Il riconoscimento del sesso è possibile misurando la distanza ano-uretra, che risulta essere in genere superiore a 30 millimetri nel maschio e inferiore nelle femmine (Zelenka; 1965). I piccoli possono essere riconosciuti per la testa grossa rispetto al 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.



*Fig 3.2: Piccolo dell'anno (foto di Serge Maria Antonia)*

I sensi più sviluppati sono l'udito e l'olfatto; la vista è poco sviluppata. Il campo visivo, grazie alla laterizzazione degli occhi, è molto ampio, 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; per muoversi nella tana, in cui la luce è assente, vengono utilizzate delle vibrisse, poste in posizione naso-labiale e lunghe 4-7 cm.

### ***3.4 Ecologia ed etologia***

La marmotta è un animale strettamente diurno, amante del sole, che frequenta di preferenza i pendii soleggiate d'alta quota. L'habitat selezionato positivamente è la prateria alpina posta ad un'altezza compresa in genere fra i 1400 m e i 2700 m, come il nardeto, il curvuleto o il festuceto, possono essere tuttavia occupate le aree come brughiere non troppo fitte, come saliceti nani o gineprai. La

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

La marmotta alpina è un erbivoro pascolatore, in genere predilige le dicotiledoni alle monocotiledoni, tuttavia la sua alimentazione può includere talvolta cibi di origine animale, quali larve, insetti adulti e occasionalmente anche uova di uccelli che nidificano a terra.

Per quanto riguarda l'organizzazione sociale, la famiglia costituisce l'unità strutturale e spaziale delle popolazioni di questo roditore, che forma delle famiglie, 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); gli individui di ogni famiglia occupano un *home-range* condiviso, differente da quello di un'altra famiglia; coloro che occupano un'area contigua e che rimangono in contatto acustico e visivo, formano una colonia. Il vantaggio di una struttura del genere è la collaborazione fra gli individui: alcuni si occupano dell'attività di vigilanza, altri della costruzione delle tane, tutti collaborano al riscaldamento durante l'ibernazione. I comportamenti sociali più evidenti sono: il gioco che si può osservare soprattutto negli individui subadulti come nei cuccioli, che può rappresentare una simulazione del combattimento e la sorveglianza nei confronti dei predatori, attività che svolge la "sentinella", che assume la sua caratteristica posizione eretta. 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 (Colturi, 2002). Il fischio della marmotta è un segnale intraspecifico, che mette in allarme tutta la famiglia.

Il ciclo biologico della marmotta, essendo una specie ibernante, si suddivide in due fasi: la stagione attiva nei mesi estivi (aprile-settembre) e il periodo letargico, utile per superare il lungo inverno (ottobre-marzo) (Stringari, 2009; Ranghetti, 2009). All'inizio della fase attiva, le marmotte sono impegnate nel corteggiamento e quindi nel successivo accoppiamento che avviene all'interno delle tane; nei mesi più caldi, le uscite si concentrano in mattinata e verso il tramonto, in questa fase prevalgono le attività sociali. Con il procedere della stagione, sia i piccoli sia gli adulti, accumulano attraverso l'alimentazione, la maggior quantità di riserve possibili per superare la fase letargica. Nella fase di pre-ibernazione, il foraggiamento si riduce di nuovo, e anche la presenza delle marmotte al di fuori delle tane si concentra solo nelle ore centrali della giornata. Nei giorni che precedono il letargo, gli adulti raccolgono il fieno, per foderare la tana d'ibernazione. Prima di entrare definitivamente nelle tane gli individui chiudono l'ingresso con l'ausilio di pietre e terriccio. In definitiva il letargo rappresenta l'insieme delle modificazioni fisiologiche e comportamentali che consentono all'animale di mantenere la temperatura corporea al di sopra di quella ambientale e

inibire il metabolismo (Arnold, 1991). 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 al momento del risveglio possono non essere ancora favorevoli.

Il sistema di tane è molto importante, poiché rappresenta il luogo dove gli individui trascorrono la maggior parte del tempo, e dove impiegano la maggior parte delle loro energie. La struttura delle tane è molto complessa, e presenta tunnel e cavità di diverso tipo e di notevole sviluppo (Barash, 1976; Durio *et al.*, 1987). Le tane si possono distinguere nelle seguenti tipologie: **la tana principale**, dove le marmotte trascorrono le ore notturne e dove avviene il parto, l'entrata di questa tana è larga circa 30 cm e spesso è sovrastata da una roccia e al suo esterno è presente un terrazzino di terra o ghiaia utile per l'avvistamento e la termoregolazione; **tane ausiliarie**, di dimensioni ridotte rispetto alla tana principale e collegate mediante tunnel; **rifugi**, costituiscono un rifugio temporaneo nel momento in cui l'animale avverta un imminente pericolo; **latrine**, dove sono depositati gli escrementi; **tana invernale**, utilizzata per il letargo, profonda 2-3 metri per evitare la dispersione di calore, viene riempita con erba secca per fare la lettiera invernale.



*Fig.3.3: Tana principale (foto di Serge Maria Antonia)*

# CAPITOLO 4: MATERIALI E METODI

## 4.1 Monitoraggio sul campo

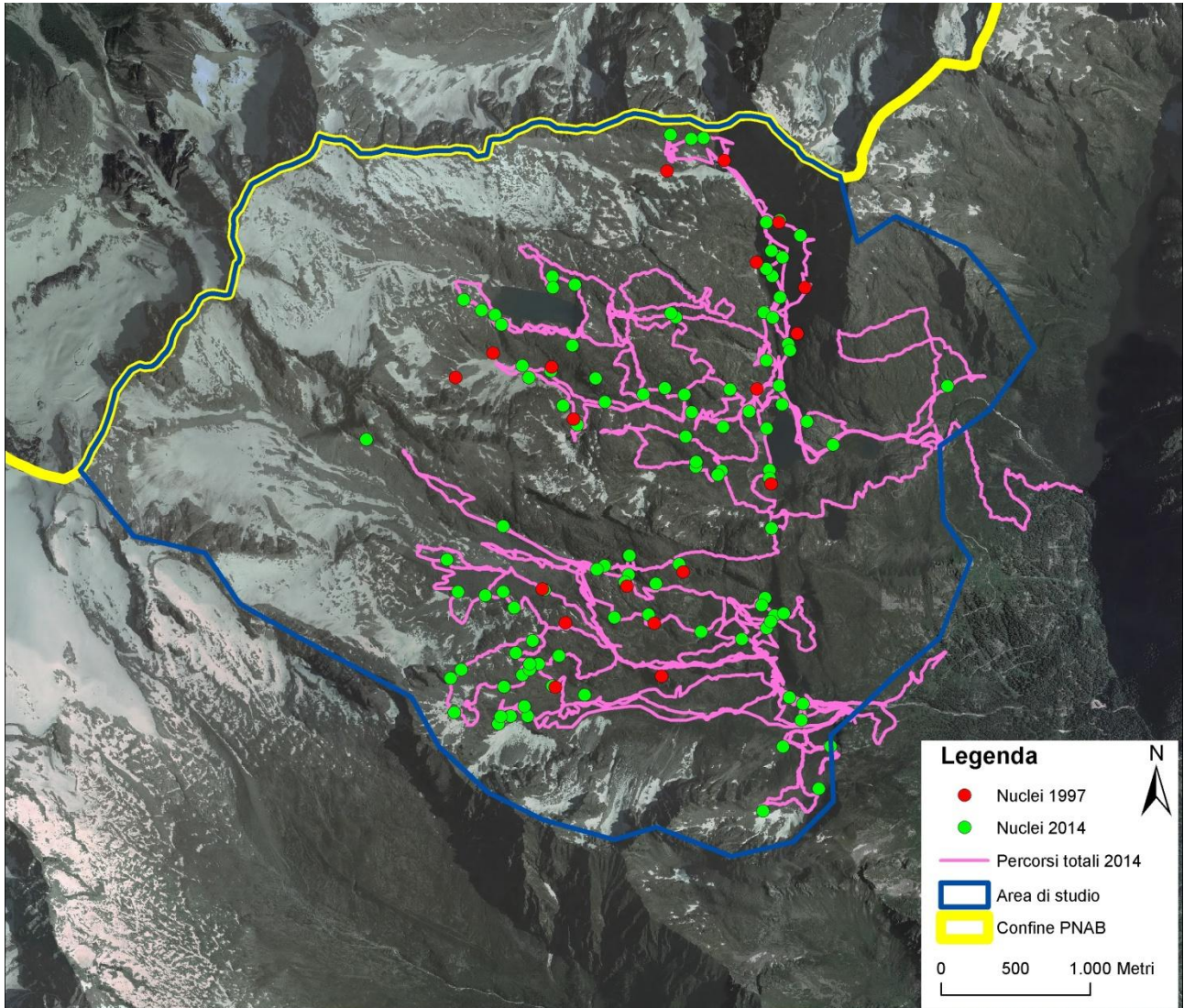


Fig. 4.1: Mappa dell'area di studio raffigurante la posizione dei nuclei di marmotta nel 2014 e nel 1997, e i percorsi realizzati nel 2014

Sono state programmate le uscite su campo e l'esplorazione del territorio per poter rilevare il numero di colonie e di nuclei di marmotta, ponendo particolare attenzione alla posizione dei nuclei storici (nuclei del 1997) evidenziati nello studio precedente (Barbieri, 1997), in modo da selezionare i luoghi in cui sarebbe stato necessario prestare più attenzione. Durante i mesi di luglio, agosto e settembre 2014, è stato eseguito il rilievo e la mappatura dei nuclei e delle colonie, nella presente area di studio utilizzando il metodo del conteggio a vista sulle colonie, durante il periodo di attività della marmotta. Le osservazioni devono essere condotte durante il periodo estivo, come è stato fatto nel presente lavoro, da tre ore dopo l'alba sino a tre ore prima del tramonto, utilizzando le

giornate con tempo buono. La metodologia di lavoro, che è stata adottata in questo studio, è caratterizzata dall'acquisizione dei dati percorrendo a piedi le parcelle definite in base dei confini di tipo naturale (crinali, pareti rocciose, corsi d'acqua, differenze altitudinali) e antropico (centri abitati, strade, sentieri, fabbricati), in questo modo è stata coperta l'intera area di studio. Ogni qual volta il punto di osservazione fosse stato favorevole e l'esposizione fosse stata adeguata ci si è potuti fermare, per analizzare la zona, grazie all'uso del binocolo, per poter notare possibili segni di presenza. Una volta individuata una tana o un individuo era necessario recarsi sul posto per poter marcare il punto con il GPS; nel caso in cui non fosse possibile raggiungere il nucleo, a causa dell'asperità del territorio, il punto era necessariamente segnato su carta, dalla posizione di osservazione. Ogni nucleo veniva registrato una sola volta, indipendentemente dal numero di fori secondari presenti; inoltre le tane sono state considerate appartenenti a nuclei distinti se poste a distanza uguale o superiore di 100 m; per distinguere invece i nuclei di una colonia dai nuclei di un'altra colonia sono state prese in esame le interazioni tra gli individui.

La strumentazione che è stata utilizzata per il monitoraggio delle tane è: un GPS, un binocolo Nikon, la scheda di campo creata appositamente, cartografie 1:10.000, divise in griglie, comprendenti strade forestali e sentieri e una macchina fotografica digitale reflex. Grazie al GPS è stato possibile rilevare e cartografare su mappa il percorso che è stato fatto durante le uscite su campo, e i punti precisi, corrispondenti ai nuclei di marmotta.

Le schede di rilevamento, che sono state compilate sul campo per ogni nucleo censito, sono composte da varie voci, che descrivono l'ambiente circostante e il nucleo familiare, specificando il punto GPS del nucleo.

## **4.2 Archiviazione e analisi dei dati**

In seguito alla raccolta dei dati su campo, sono stati scaricati i dati dal GPS (punti, percorsi), sono poi stati archiviati nel Software ArcGIS 9.3.

### **4.2.1. Analisi dei dati in GIS**

La prima fase di analisi è stata condotta con il Software GIS ( Sistema Informativo Geografico), che può essere definito 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 dei dati. I dati GIS si distinguono in: dati geografici e attributi. I dati geografici rappresentano direttamente la configurazione dei luoghi, e possono essere ottenuti già in formato digitale (file di cartografia numerica, immagini tele rilevate, dati GPS), oppure possono essere documenti cartacei che vengono scansionati o digitalizzati. I dati sono strutturati secondo schemi di cartografia numerica, ovvero in formato raster o in formato vettoriale. Nel primo caso, viene descritta tramite una matrice di righe e colonne che vanno a formare degli elementi puntiformi (pixel), l'insieme di questi pixel contribuisce alla formazione di una rappresentazione iconografica e quindi consente di rappresentare delle mappe visivamente coincidenti con il prodotto cartografico di partenza; nel secondo caso, cioè nel formato vettoriale, la rappresentazione grafica è resa possibile dall'impiego di un elemento base, il vettore, attraverso il quale è possibile descrivere qualsiasi geometria. Gli attributi, invece, sono costituiti da dati alfanumerici o anche iconografici, che vengono associati agli elementi dell'archivio spaziale. Il sistema di riferimento che viene maggiormente utilizzato per rappresentare i dati in modo georeferenziato, è il sistema U.T.M., che utilizza spicchi aventi 6° in latitudine detti fusi con un sistema di coordinate ortogonali all'interno di ogni fuso.

Prendendo in esame il presente studio, grazie ai dati del 1997, precedentemente digitalizzati, e grazie ai dati raccolti su campo nel 2014, si è potuto creare un nuovo progetto (*project*), in cui sono state inserite:

- Ortofoto del Parco Naturale Adamello Brenta e dell'intero territorio trentino;
- Carta topografica digitalizzata 1:10.000 dell'area del Parco.

In questo modo è stato possibile visualizzare i sentieri escursionistici del Parco, sovrapposti con le immagini satellitari del territorio. In seguito è stata delineata l'area di studio dove condurre il

monitoraggio, in modo da poter visualizzare su ArcGIS l'area da analizzare, dunque sono stati scaricati dal GPS i punti e i percorsi 2014. All'interno dei layers, sono stati aggiunti i nuclei del 1997 e i nuclei raccolti nel 2014, sono stati aggiunti anche i percorsi delle uscite di campo del 2014. In questo modo a ogni nucleo rilevato, è potuto corrispondere un punto georeferenziato sovrapposto alle immagini satellitari, tramite intersezione delle coordinate GPS.

Dopo aver raggiunto questo punto, sono stati presi in considerazione i parametri che influenzano l'ecologia della marmotta e di conseguenza sono necessari per la sua sopravvivenza, quali:

-QUOTA

-ESPOSIZIONE

-PENDENZA

-INDICE DI ASPERITA' DEL SUOLO

-VEGETAZIONE

A partire dal DTM (Digital Elevation Model) sono stati caricati gli strati raster della quota, della pendenza del versante, dell'esposizione, e dell'indice di asperità. Mentre per poter aggiungere il *layers* di "vegetazione" sono stati utilizzati degli *shapefiles* ( in formato vettoriale) della carta della vegetazione F. Pedrotti, ricavate dal sistema WebGIS della Provincia Autonoma di Trento; e degli *shapefiles* della carta della vegetazione Habitat Natura 2000, che comprendono i siti di interesse comunitario identificati dalla Rete Natura 2000.

Dopo aver ricavato tutti i parametri ambientali necessari, i *layers* ambientali sono stati ritagliati sull'area di studio dapprima identificata.

In seguito sono stati aggiunti i nuovi campi, alla tabella degli attributi dei nuclei 2014, e sono stati calcolati i vari parametri ambientali sopra citati.

Alla fine di questo procedimento, è stata ottenuta una tabella dati dei nuclei, contenente tutte le voci delle schede di campo, e delle nuove voci, calcolate grazie al GIS, che comprendono i parametri ambientali; in questo modo è stato possibile avere una visione complessiva dell'habitat e delle caratteristiche di ogni nucleo, in modo da poter essere analizzato e confrontato con i punti che sono stati raccolti nel precedente censimento del 1997.

Inoltre sono stati creati 104 punti casuali, corrispondenti al numero di nuclei reali del 2014, aventi anch'essi una tabella degli attributi contenente tutte le informazioni riguardanti l'habitat, come è stato

fatto con i nuclei reali; per poter comprendere se la collocazione ambientale dei nuclei reali è correlata ai parametri ambientali oppure se la selezione è del tutto casuale.

#### ***4.2.2. Caratterizzazione dei nuclei e confronto tra i nuclei del 1997 e i nuclei del 2014***

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), grazie al quale sono state compiute la totalità delle analisi statistiche descrittive.

Il numero di nuclei censiti nel 2014 all'interno dell'area di studio, è stato di 151 nuclei: 112 nuclei raccolti nel presente studio, mentre i restanti 39 nuclei sono stati raccolti grazie al lavoro di un'altra tirocinante. Tuttavia, solo 104 sono stati considerati nell'analisi, poiché 47 sono stati rilevati come storici. Nella totalità sono stati percorsi all'interno dell'area di studio 125,59 km.

Il numero di nuclei censiti nel precedente censimento del 1997 è stato pari a 19.

Per le analisi, sono state assegnate delle classi ai vari parametri ambientali, sia per i nuclei del 2014, che per i nuclei del precedente censimento del 1997, in modo da avere una classificazione omogenea per tutti i punti da analizzare, come si può notare nelle seguenti tabelle presenti nell'appendice A.

Una volta determinate le classi dei vari parametri, si è passati all'analisi statistica mediante il test del  $\chi^2$  sia per i nuclei del 2014 che per i nuclei del 1997, per poter comprendere quanto ogni classe appartenente al rispettivo fattore ambientale contribuisca alla scelta territoriale della specie.

Per meglio interpretare il risultato del test del  $\chi^2$ , è stato utilizzato l'indice di Jacobs raffrontando l'utilizzato con il disponibile; questo tipo di indice calcolato per ogni parametro ambientale, ci permette di comprendere se la classe del parametro considerato è stata selezionata positivamente o negativamente da un determinato gruppo di nuclei.

$$D = \frac{Ni/N - Si/S}{Ni/N + Si/S}$$

dove:

- **N<sub>i</sub>** è il numero di indici di presenza ricadenti nella I-esima classe di ciascun parametro
- **N** è il numero totale di indici di presenza rilevati nell'area di studio;
- **S<sub>i</sub>** è la misura della disponibilità (superficie/numero di celle di 10x10m) dell'I-esima classe;
- **S** è la superficie/numero di celle di 10x10m dell'area di indagine.

L'indice assume valori compresi tra -1 e 1: valori negativi indicano una selezione negativa mentre a valori sopra lo 0 corrispondono selezioni positive.

# CAPITOLO 5: RISULTATI

Il test del  $\chi^2$  evidenzia un effetto statisticamente significativo di tutte le variabili ambientali sulla distribuzione della marmotta nell'area di studio (Tab.5.1). E' evidente che vi è una relazione tra il variare dei parametri ambientali e il numero di nuclei di marmotta presenti. Per il 1997 risulta essere non significativo il valore dell'esposizione, probabilmente a causa di una diversa modalità di monitoraggio.

VARIABILE	GRADI DI LIBERTÀ	$\chi^2$	SIGNIFICATIVITA'
<b>2014</b>			
quota	15	100,21	SI
esposizione	9	11,91	SI
pendenza	4	27,97	SI
indice di asperità	4	18,67	SI
vegetazione F. Pedrotti	5	75,63	SI
vegetazione Habitat Natura 20000	4	75,6	SI
<b>1997</b>			
quota	15	57,63	SI
esposizione	9	7,84	NO
pendenza	4	12,84	SI
indice di asperità	4	20,21	SI
vegetazione F. Pedrotti	5	11,26	SI
vegetazione Habitat Natura 20000	4	9,96	SI

Tab.5.1: Analisi del  $\chi^2$  dei nuclei del 2014 e dei nuclei del 1997

I grafici di seguito riportati mettono a confronto per ciascun parametro ambientale considerato, il valore assunto dall'indice di Jacobs.

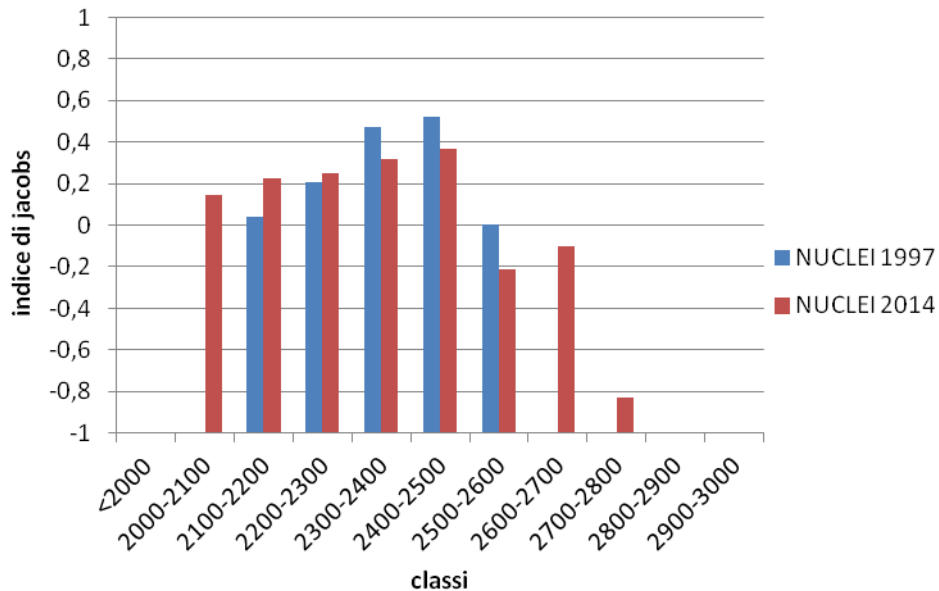


Fig 5.1: Indice di Jacobs per la quota

Nella figura 5.1, si può osservare: per la prima classe di quota, sia i nuclei del 2014 che i nuclei del 1997, vengono selezionati negativamente per il parametro quota; nella seconda classe si nota, una selezione positiva poco accentuata per i nuclei del 2014, mentre per i nuclei del 1997 la selezione risulta essere ancora molto negativa. Dalla terza classe, si comincia ad avere una selezione positiva per entrambi i gruppi di nuclei, denotando che per quanto riguarda l'intervallo di quota (2200 m-2500 m), i due gruppi di nuclei sono stati selezionati positivamente in base alla quota. Dalla settima classe, si nota una selezione nulla per i nuclei del 1997, e una selezione negativa per i nuclei del 2014. Fino ad arrivare ad una selezione sempre negativa per le restanti classi.

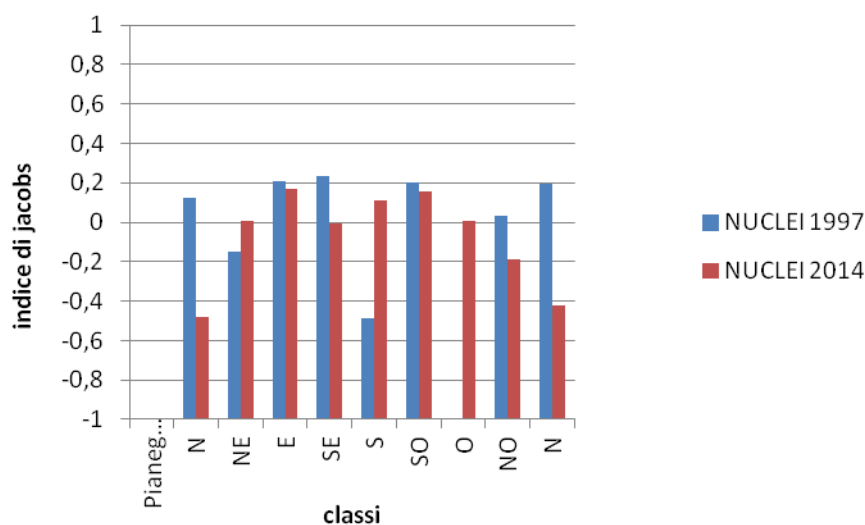


Fig. 5.2: Indice di Jacobs per l'esposizione

Nella figura 5.2, si può osservare: per la prima classe di esposizione, che sia i nuclei del 1997 che i nuclei del 2014, vengono selezionati negativamente; mentre dalla seconda classe, si può notare una selezione negativa per i nuclei del 2014, e una selezione poco positiva per i nuclei del 1997; dalla terza classe la selezione risulta essere nulla per i nuclei del 2014, e poco negativa per i nuclei del 1997; per la quarta classe la selezione risulta essere positiva per entrambi i gruppi di nuclei; per la quinta classe la selezione è nulla per i nuclei del 2014 ed è positiva per i nuclei del 1997; nella sesta classe la selezione è poco positiva per i nuclei del 2014 e negativa per i nuclei del 1997; nella settima classe la selezione è positiva per entrambi i gruppi di nuclei; per l'ottava classe la selezione è nulla per i nuclei del 2014 e negativa per i nuclei del 1997; per la nona classe la selezione è quasi nulla per i nuclei del 1997 e negativa per i nuclei del 2014; per la decima classe la selezione è poco positiva per i nuclei del 1997, e negativa per i nuclei del 2014.

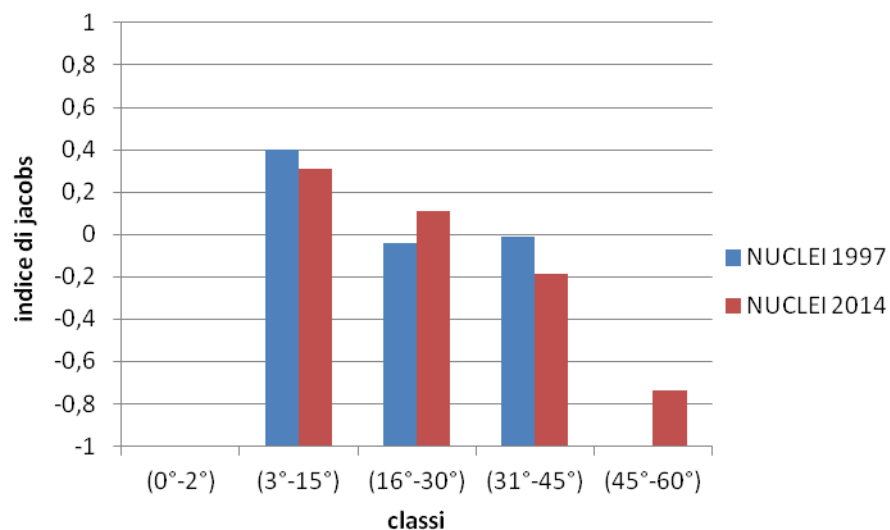


Fig. 5.3: Analisi dell'indice di Jacobs per la pendenza

Nella figura 5.3 si può osservare: per la prima classe di pendenza, che sia i nuclei del 1997 che quelli del 2014 sono stati selezionati negativamente; per la seconda classe invece si nota che entrambi i gruppi di nuclei sono stati selezionati positivamente; per la terza classe la selezione è negativa ma molto vicino allo zero per i nuclei del 1997, e poco positiva per i nuclei del 2014; per la quarta classe, la selezione risulta essere nulla per i nuclei del 1997 e poco negativa per i nuclei del 2014; per la quinta classe la selezione è negativa per entrambi i gruppi di nuclei.

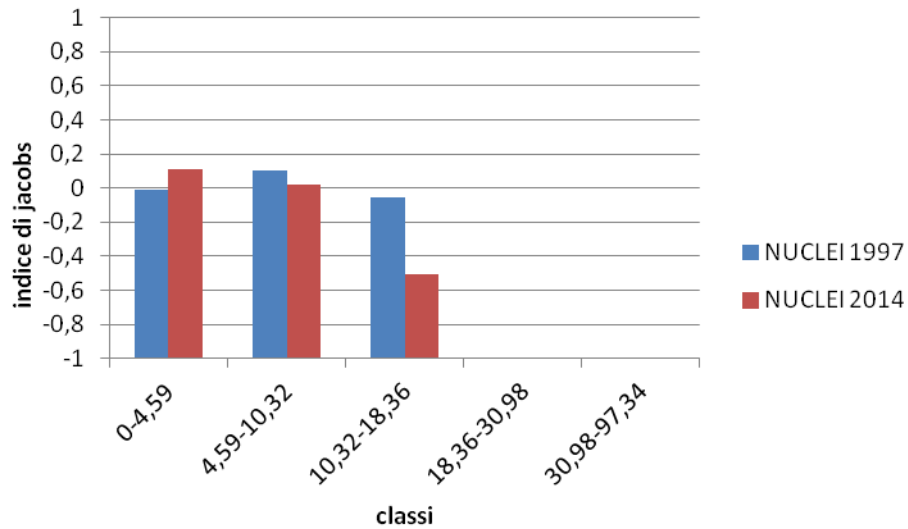


Fig.5.4: Analisi dell'indice di Jacobs per l'indice di asperità

Nella figura 5.4, si può osservare: per la prima classe vi è una selezione poco positiva per i nuclei del 2014, e nulla per i nuclei del 1997; per la seconda classe vi è una selezione che si discosta positivamente poco dal valore zero per entrambi i gruppi di nuclei; mentre dalla terza classe fino alla quinta classe, sia i nuclei del 1997 che i nuclei del 2014 risultano essere selezionati negativamente.

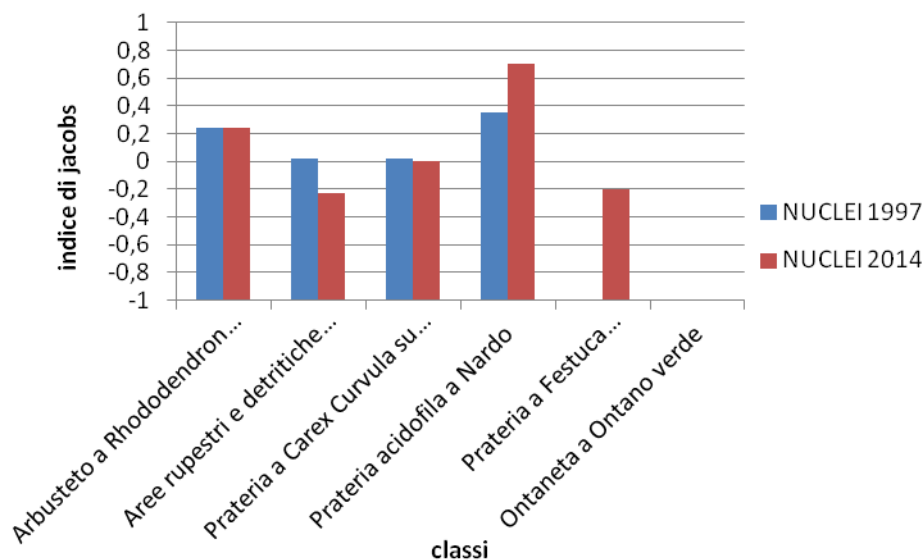


Fig.5.5: Analisi dell'indice di Jacobs per la carta della vegetazione F. Pedrotti

Nella figura 5.5, si può osservare: per la prima classe, entrambi i gruppi di nuclei sono selezionati positivamente; per la seconda classe, la selezione è stata nulla per i nuclei del 1997, e poco negativa per i nuclei del 2014; per la terza classe la selezione è stata nulla per entrambi i gruppi di nuclei; per la quarta classe, la selezione è stata positiva per entrambi i gruppi di nuclei; mentre per la quinta e la sesta classe la selezione è stata negativa per entrambi i gruppi di nuclei.

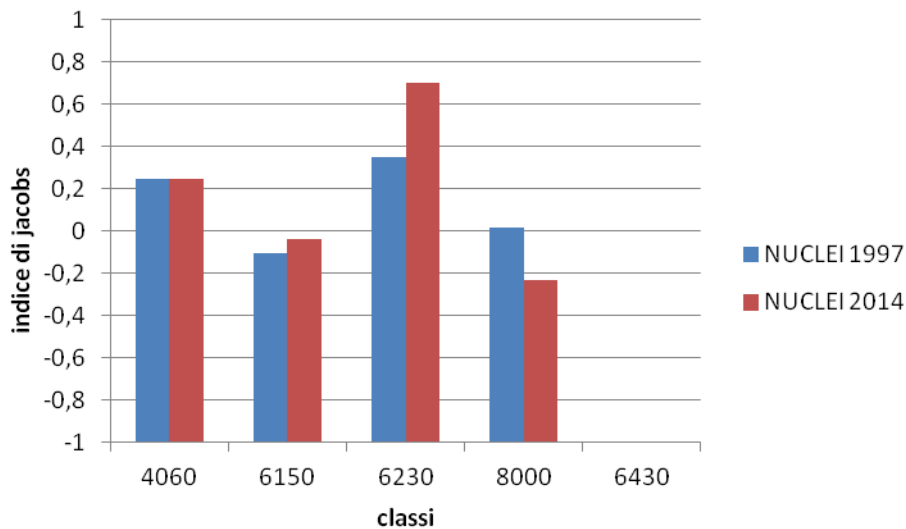


Fig.5.6: Analisi dell'Indice di Jacobs per la carta della vegetazione di Habitat Natura 2000

Nella figura 5.6, si può osservare: per la prima classe, la selezione risulta essere positiva per entrambi i gruppi di nuclei; per la seconda classe la selezione risulta essere negativa per entrambi i gruppi di nuclei; per la terza classe la selezione risulta essere positiva per entrambi i gruppi di nuclei; per la quarta classe la selezione è nulla per i nuclei del 1997, mentre per i nuclei del 2014 risulta essere negativa; per la quinta classe la selezione risulta essere negativa per entrambi i gruppi di nuclei.

# CAPITOLO 6:DISCUSSIONE

---

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 sulle scelte ecologiche della marmotta in ambiente alpino. Il rilievo dei nuclei con GPS, effettuato durante il periodo estivo 2014, ha consentito di verificare la situazione distributiva della specie a distanza di 17 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.

Non conoscendo dettagliatamente quali cambiamenti ambientali siano avvenuti dal 1997 ad oggi nell'area di studio del presente lavoro, sono state analizzate svariati fattori ambientali.

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.

Dal punto di vista della distribuzione altitudinale, appare evidente che questa specie nel 2014 tende a prediligere una colonizzazione a quote inferiori, a partire da 2000 m fino ad arrivare ad una quota di 2500 m, rispetto al 1997 che prediligeva una colonizzazione a partire da 2100 m fino ad arrivare a 2500 m. 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.

Un altro parametro rilevante nella selezione dell'habitat da parte della specie è l'orientamento delle aperture delle tane, corrispondenti sostanzialmente a quello dei versanti: la localizzazione per quanto riguarda il 2014 è prevalente tra sud-est e sud-ovest, mentre nel 1997 la localizzazione varia tra il nord, sud-est, sud-ovest, e est. Si può ipotizzare, come è stato confermato in precedenza dagli studi effettuati da Ferri *et al.* (1988), che nel caso non vi siano versanti rivolti a meridione a disposizione, le marmotte ripiegano su zone meno assolate.

L'inclinazione dei versanti sembra essere uno dei fattori vincolanti sulla scelta del sito da parte della marmotta: anche nel presente studio, come in quello precedente del 1997, si denota una prevalenza nella selezione di una pendenza da bassa a intermedia, mentre si escludono zone pianeggianti e zone a pendenze troppo aspre. Una pendenza troppo dolce non sembra essere propizia per la colonizzazione della marmotta, forse perché riduce la velocità di fuga da un

predatore; inoltre i rischi di allagamento sono anch'essi importanti e non possono essere evitati con pendenze lievi, per il mancato drenaggio delle acque. Anche pendenza molto ripide vengono evitate dalle marmotte, probabilmente per l'alto costo energetico degli spostamenti e all'instabilità del terreno.

Per quanto riguarda l'indice di asperità del terreno, la specie, nel 2014 sembra prediligere un terreno con un indice di asperità piuttosto basso, rispetto a quanto pervenuto nel 1997, la quale specie prediligeva un terreno con un indice di asperità leggermente superiore. 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 nel 1997 potrebbe indicare una maggiore pressione predatoria, mentre nel 2014 potrebbe indicare una minore pressione predatoria e quindi una mancata necessità di ambienti da colonizzare con un alto indice di asperità.

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 tane è risultata essere localizzata al di sopra del limite superiore della vegetazione arborea, su praterie alpine aperte, pure o miste a pietraia o con grandi massi. Dai risultati ottenuti nel presente studio riguardanti la vegetazione che comprende quella descritta da F. Pedrotti e quella dell'Habitat Natura 2000, si evince che, sia nel 1997 che nel 2014, vi è una rilevante predilezione da parte degli animali di ambienti descritti da arbusteti a *Rhododendron ferrugineum* e brughiera a empetro e mirtilli, e ambienti a prateria acidofila a Nardo. Il fatto che la scelta della vegetazione non sia cambiata in questi 17 anni, denota che le esigenze alimentari e la modalità di visibilità predatoria non è variata.

Com'è noto, le condizioni ambientali, 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 fondamentale 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 una specie ecologicamente rilevante dell'area alpina, ma ha anche mostrato di essere un modello ideale per studi di ecologia comportamentale (Priori e Scaravelli, 2011).

# APPENDICE

---

## A: Classificazione dei vari parametri ambientali

---

CLASSI	quota m s.l.m
1	<2000
2	2000-2100
3	2100-2200
4	2200-2300
5	2300-2400
6	2400-2500
7	2500-2600
8	2600-2700
9	2700-2800
10	2800-2900
11	2900-3000
12	3000-3100
13	3100-3200
14	3200-3300
15	3300-3400
16	3400-3500

---

---

CLASSI	pendenza in °
1	(0°-2°)
2	(3°-15°)
3	(16°-30°)
4	(31°-45°)
5	(45°-60°)

---

---

CLASSI	carta veg F. Pedrotti
1	Arbusteto a <i>Rhododendron ferrugineum</i> e brughiera a empetro e mirtilli
2	Aree rupestri e detritiche con vegetazione pioniera
3	Prateria a <i>Carex Curvula</i> su substrati silicatici
4	Prateria acidofila a Nardo
5	Prateria a <i>Festuca scabriculumis</i> dei substrati silicatici
6	Ontaneta a Ontano verde

---

---

CLASSI	carta veg Habitat Natura 2000	
1		4060
2		6150
3		6230
4		8000
5		6430

---

---

CLASSI	esposizione in °	
1	Pianeggiante	
2	N	
3	NE	
4	E	
5	SE	
6	SE	
7	SO	
8	O	
9	NO	
10	N	

---

---

CLASSI	indice asperità	
1	0-4,59	
2	4,59-10,32	
3	10,32-18,36	
4	18,36-30,98	
5	30,98-97,34	

---

# BIBLIOGRAFIA

---

1. 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.
2. ARNOLD W., 1990. *The Evolution of Marmot Sociality: I. Why Disperse Late?* Behavioral Ecology and Sociobiology **4**: 229 – 237.
3. ARNOLD W., 1991. *Adaptation to the cold – The physiology of marmot ibernation*. Proceedings of 1<sup>st</sup> International Symposium on Alpine Marmot and on genus *Marmota* (TORINO).
4. BARASH D. P., 1973. *The social biology of the Olympic marmot*. Animal Behaviour **6**: 171 – 249.
5. BARASH D. P., 1976. *Social behavior and individual differences in free-living alpine marmot (*Marmota marmota*)*. Animal Behaviour **24**: 27 – 35.
6. 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).
7. 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.
8. BORGIO A., MATTEDI S., 2003b. *Re-introducing the Alpine marmot *Marmota marmota*: the example of the Friulan Dolomites Natural Park (Italy, Eastern Alps)*. The international Network on Marmots: 303 – 310.
9. COLTURI S., 2002. *La marmotta alpina nel settore Lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio*. Parco Nazionale dello Stelvio (Bormio, SONDRIO).
10. DEL MORAL R., 1984. *The impact of the Olympic Marmot on Subalpine Vegetation Structure*. American Journal of Botany **9**: 1228 – 1236.
11. 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 sulla marmotta alpina (*Marmota marmota*) (TORINO): 25 – 31.

12. FERRI M., PIGOZZI G., SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TARANTINO J., TORGIORGI P., TOSI L., 1988. *Primi risultati di una ricerca sulla popolazione di Marmota marmota del crinale appenninico Tosco – Emiliano*. Atti de I Convegno dei Biologi della Selvaggina: 339 – 350.
13. LAPINI L., 1993. *La marmotta alpina Marmota marmota (Linnaeus, 1758) nella Regione Friuli-Venezia Giulia*. Fauna
14. LOPEZ B., LPEZ 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).
15. MAHER C. R., 2004. *Intrasexual territoriality in woodchucks (Marmota monax)*. Journal of Mammology **6**: 1087 – 1094.
16. MANN C. S., MACCHI E., JANEAU G., 1993. *Alpine Marmot (Marmota marmota, L.)*. Ibex Journal of Mountain Ecology **1**: 17.
17. PANSIERI M., 1989. *La marmotta (Marmota marmot L. 1758) sulle Orobie e sulle Prealpi Bergamasche, analisi della popolazione (1985/1987)*. Riv. Mus. Civ. Sc. Nat. “E. Caffi” **14**: 141 – 154.
18. PRIORI P., SCAVARELLI D., 2011. *Variabili paesaggistiche nella scelta territoriale della marmotta alpina (Marmota marmota) nel Parco Regionale della Lessinia (VR) (Rodentia – Sciuridae)*. Bol. Mus. St. Nat. Venezia, suppl **61**: 293 – 299.
19. 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.
20. SALA L., SOLA C., SPAMPANATO A., TORGIORGI P., 1992. *The marmot population of the tuscan-emilian apennine ridge*. Proceedings of 1<sup>st</sup> International Symposium on Alpine Marmot (*Marmota marmota*) and on genus *Marmota* (TORINO): 143.
21. STEPPAN S., 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.
22. STRINGARI A., 2009. *Studio delle preferenze ambientali della marmotta (Marmota marmota Linnaeus, 1758) nel Brenta settentrionale*. Tesi di Laurea in Agraria, Università degli Studi di Padova 10 – 25.

23. 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* (3<sup>rd</sup> ed), Johns Hopkins University Press. Baltimore: 754 – 818.
24. ZELENKA G., 1965. *Observations sur l'ecologie de la marmotte des Alpes*. *La terre et la vie* 19 : 238 – 256.
25. ZIMINA R. P., GERASIMOV I. P., 1973. *The Periglacial Expansion of Marmot (Marmota) in Middle Europe during Late Pleistocene*. *Journal of Mammology* 2: 327 – 340.