



**UNIVERSITÀ
DI TORINO**

Università degli Studi di Torino

Dipartimento di Scienze della Vita e Biologia dei Sistemi

Corso di Laurea in Biologia dell'Ambiente

Tesi di Laurea Magistrale

**Effetti del disturbo antropico sugli ungulati: una
valutazione basata su dati di fototrappolaggio nel Parco
Naturale Adamello Brenta**

Relatrice

La Morgia Valentina

Valentina La Morgia

Correlatori

Armanini Marco

Chirichella Roberta

Marco Armanini

Roberta Chirichella

Candidata

Bruschi Silvia

Matricola 958264

Silvia Bruschi

Anno Accademico 2023/2024

Indice

| | |
|---|-----------|
| Riassunto | iv |
| 1 Introduzione | 1 |
| 2 Il Parco Naturale Adamello Brenta | 3 |
| 2.1 La vegetazione del Parco | 5 |
| 2.2 La fauna del Parco | 7 |
| 3 Gli ungulati oggetto di studio | 10 |
| 3.1 Il Capriolo europeo (<i>Capreolus capreolus</i>) | 12 |
| 3.1.1 Morfologia | 12 |
| 3.1.2 Habitat | 13 |
| 3.1.3 Ciclo biologico | 13 |
| 3.2 Il Cervo rosso (<i>Cervus elaphus hippelaphus</i>) | 14 |
| 3.2.1 Morfologia | 14 |
| 3.2.2 Habitat | 15 |
| 3.2.3 Ciclo biologico | 15 |
| 3.3 Il Camoscio alpino (<i>Rupicapra rupicapra rupicapra</i>) | 16 |
| 3.3.1 Morfologia | 16 |
| 3.3.2 Habitat | 17 |
| 3.3.3 Ciclo biologico | 17 |
| 3.4 Il Mufone (<i>Ovis orientalis musimon</i>) | 18 |
| 3.4.1 Morfologia | 18 |
| 3.4.2 Habitat | 19 |
| 3.4.3 Ciclo biologico | 19 |
| 3.5 Disturbo antropico | 20 |
| 4 Materiali e metodi | 22 |
| 4.1 Il fototrappolaggio | 22 |
| 4.2 Il progetto preda-predatore | 23 |
| 4.3 Raccolta e archiviazione dei dati | 26 |
| 4.4 Mappa del disturbo antropico | 28 |
| 4.5 Definizione ed elaborazione delle variabili | 29 |
| 5 Analisi dati e Risultati | 33 |

| | | |
|-----------|-----------------------|-----------|
| 6 | Discussione | 38 |
| 7 | Conclusioni | 42 |
| 8 | Bibliografia | 44 |
| 8.1 | Sitografia | 49 |
| 9 | Appendice | 50 |
| 10 | Ringraziamenti | 53 |

Riassunto

Il presente lavoro si inserisce nell'attività di monitoraggio faunistico tramite fototrappolaggio del Parco Naturale Adamello Brenta (Trentino – Italia), con lo scopo di valutare gli effetti della presenza dell'uomo sulle specie di ungulati presenti nel Parco e nei territori circostanti. Lo studio è stato avviato nel settembre 2022 con l'attivazione di 50 fototrappole distribuite in una griglia di 25 celle quadrate di 1,5 km per lato (due fototrappole per cella), posizionata tra Dimaro e Sant'Antonio di Mavignola, per una superficie totale di 56,25 kmq, che ha permesso di monitorare la comunità di vertebrati presente nel territorio. Nel lavoro sono stati considerati solo i dati relativi al primo anno di campionamento, ossia da settembre 2022 a settembre 2023, per un totale di 16868 giorni di fototrappolaggio. Durante questo periodo sono stati rilevati 6560 passaggi di ungulati (2779 cervi, 3516 caprioli, 41 camosci e 43 mufloni) e 5017 passaggi di persone ai quali, in termini di disturbo antropico, sono stati aggiunti 301 passaggi di domestici, principalmente bovini. I dati relativi agli ungulati sono stati messi in relazione con tre variabili di disturbo antropico, una cartografica (carta del disturbo antropico del Parco Adamello Brenta) e due rilevate attraverso le fototrappole (passaggi uomo e passaggi domestici), e una serie di variabili ambientali (quota, pendenza, esposizione, tipologia di ambiente, copertura nevosa), così da meglio comprendere il comportamento delle specie.

Dalle analisi emerge che i ritmi di attività di cervo e capriolo nelle quattro stagioni rispecchiano i normali ritmi di queste specie, con picchi in prossimità di alba e tramonto e una minore attività durante il giorno, soprattutto per quanto riguarda il cervo. Per approfondire un possibile effetto del disturbo antropico sul comportamento delle specie sono stati fatti dei modelli statistici di tipo lineare per ognuna delle due specie. Ciascun modello comprendeva inizialmente tutte le variabili considerate e tramite Akaike's Information Criterion (AIC) è stato possibile ottenere il miglior modello da usare, contenente variabili diversi per le due specie. Per il cervo è stato evidenziato un effetto altamente significativo del disturbo antropico (disturbo cartografico), mentre il capriolo sembra essere più influenzato dalle caratteristiche di tipo ambientale, prediligendo ambienti aperti ad ambienti chiusi e semichiusi. Quest'ultimo punto trova riscontro nell'ecologia della specie, tipicamente legata agli ecotoni, sia per questioni alimentari sia, forse, per trovare rapidamente rifugio anche nelle zone più disturbate, caratteristica che può essere usata come chiave interpretativa per spiegare l'esclusione delle variabili di disturbo antropico dal modello finale del capriolo. Risulta interessante, anche se non significativo, l'effetto della presenza del cervo sulla distribuzione del capriolo, aspetto che meriterebbe di essere approfondito in futuro per valutare un'eventuale competizione interspecifica.

Capitolo 1

Introduzione

Le Alpi rappresentano una delle zone montane più intensamente sfruttate del mondo e al contempo presentano un'elevata biodiversità che deve essere tutelata (Oberosler et al., 2017). La presenza dell'uomo in questi territori e le sue attività generano un disturbo nei confronti della fauna selvatica che può avere effetti anche molto gravi, soprattutto se prolungati nel tempo. In letteratura esistono numerosi studi volti proprio a valutare e quantificare questi effetti su diversi gruppi di animali, come uccelli (Perona et al., 2019; Fernández-Juricic et al., 2005) e mammiferi (Magle et al., 2005; Ordiz et al., 2017), tra cui gli ungulati (George et al., 2006; Preisler et al., 2006), in quanto non è scontato che tutte le specie animali reagiscano allo stesso modo. Alcune conseguenze della presenza dell'uomo possono essere la frammentazione dell'habitat, con tutte le implicazioni che ne derivano, un diverso utilizzo dello spazio da parte delle specie (Rogala et al., 2011), un adattamento dei ritmi di attività per evitare l'uomo, una riduzione del tempo di alimentazione (Fernández-Juricic and Telleria, 2000). Tutto questo influenza negativamente la qualità della vita delle specie esposte a questo tipo di disturbo, che si va a sommare agli stress a cui la fauna è normalmente esposta in natura (neve, carenza di cibo, competizione interspecifica). Un tipo di disturbo antropico che sta destando sempre più interesse consiste nelle attività ricreative all'aria aperta, che vengono spesso concepite come innocue nei confronti della biodiversità, ma di cui in realtà non si conoscono ancora appieno gli effetti (Taylor and Knight, 2003; Blumstein et al., 2005). Queste attività, tra cui escursionismo, arrampicata, ciclismo, vengono svolte nella natura e aumentano quindi la probabilità di un'interazione con la fauna selvatica (Perona et al., 2019). Inoltre, proprio perché considerate innocue, queste attività sono spesso concesse anche nelle aree protette, dove si possono osservare numeri di visitatori molto alti. Secondo Jones et al., 2018, un terzo delle aree protette del mondo subisce una forte pressione antropica, aspetto che è più accentuato in Europa, rischiando di avere delle aree volte alla conservazione della biodiversità che invece ospitano specie disturbate. Le specie più esposte al disturbo antropico sono quelle di dimensioni maggiori e che necessitano di home range estesi, come i grandi carnivori e gli ungulati (Crooks, 2002; Stankowich, 2008).

Il Parco Naturale Adamello Brenta è un'area protetta situata nel Trentino occidentale, in un territorio fortemente antropizzato e sottoposto ad un forte carico turistico. Per questo motivo si è deciso di valutare i possibili effetti del disturbo antropico sugli ungulati di quest'area, andando a indagare i ritmi di attività e la distribuzione di queste specie. Questa valutazione è stata portata avanti nell'ambito di un progetto di fototrappolaggio avviato dal Parco stesso nel settembre 2022 e tuttora in corso. Le fototrappole sono uno strumento ormai molto utilizzato, soprattutto nello studio dei mammiferi (Burton et al., 2015), poiché offrono numerosi vantaggi, tra cui la raccolta continua di dati, un minore sforzo da parte degli operatori

e un buon rapporto tra la qualità del dato raccolto e l'investimento economico e di tempo. Monitorare le specie con continuità permette di ottenere numerose informazioni relative al loro comportamento in diversi contesti, aspetto che si può rivelare determinante nella gestione e conservazione delle specie stesse nel loro territorio.

Capitolo 2

Il Parco Naturale Adamello Brenta

Il Parco Naturale Adamello Brenta è un'area protetta situata nella parte occidentale della Provincia Autonoma di Trento (Figura 2.1.). É attraversata dalla Val Rendena ed è circondata dalla Val di Non, Val di Sole e Valli Giudicarie. Il suo territorio presenta un'estensione di 62.583 ha, il che la rende l'area protetta più estesa del Trentino, ma anche una delle più estese dell'Arco Alpino.

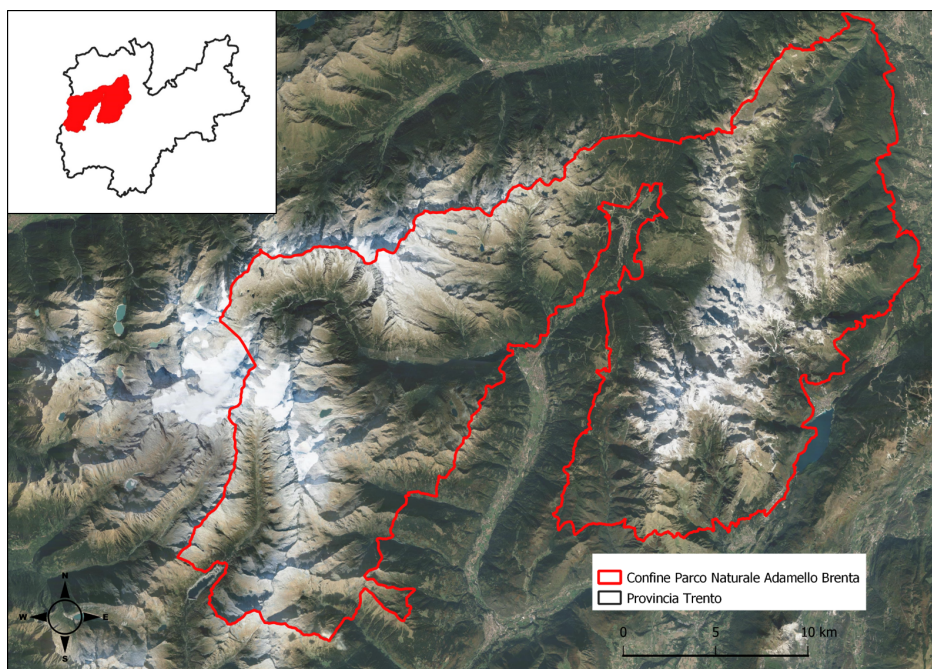


Figura 2.1: Il Parco Naturale Adamello Brenta

Questa area è stata inquadrata per la prima volta dal Piano Urbanistico Provinciale (PUP) nel 1967, ma il Parco viene ufficialmente istituito solo nel 1988 con la L.P n.18/1988. L'area del parco era già stata sommariamente individuata agli inizi del '900, quando il mondo naturalistico iniziò a sostenere l'idea di dover tutelare il territorio tra il massiccio dell'Adamello-Presanella e il Gruppo delle Dolomiti di Brenta. In particolare, furono identificati quattro elementi principali da proteggere: Val Genova, Lago di Tovel, Gruppo di Brenta e l'ultima popolazione autoctona di orso bruno delle Alpi. Nel corso dei decenni il Parco è stato ampliato, passando da una superficie di 50.400 ha alla superficie attuale.

A oggi il Parco è regolamentato dalla Legge Provinciale n.11 del 2007, che definisce le finalità del Parco come di seguito: “La tutela dei valori naturali e ambientali, storici, culturali, antropologici e tradizionali”.

L’interesse che quest’area ha sempre suscitato è dovuto alla sua eterogeneità geologica, morfologica, climatica e biologica, un aspetto che costituisce ancora oggi la sua caratteristica più peculiare. Il territorio del Parco, infatti, può essere suddiviso in due settori estremamente diversi tra loro: il massiccio dell’Adamello-Presanella e il Gruppo delle Dolomiti di Brenta (patrimonio UNESCO dal 2009). Queste due porzioni sono facilmente riconoscibili perché separate dal solco vallivo della Val Rendena e sono unite all’altezza di Passo Campo Carlo Magno, che garantisce la continuità ecologica tra i due gruppi montuosi. Questi due settori differiscono per le loro caratteristiche geologiche, che determinano habitat e specie molto diversi tra loro.

Il Massiccio dell’Adamello-Presanella è costituito da una roccia vulcanica intrusiva, la tonalite dell’Adamello, una roccia molto dura e impermeabile. Presenta numerosi ghiacciai, tra cui la vedretta di Lares, della Lobbia e del Mandrone. L’unione di queste due caratteristiche porta a un territorio ricco di acqua, che non percola nel sottosuolo, ma scorre in superficie. Infatti, il settore dell’Adamello-Presanella abbonda di laghi alpini, torbiere, cascate e corsi d’acqua. Un esempio degno di nota è sicuramente quello della Val Genova, la valle di origine glaciale che separa i massicci dell’Adamello da quello della Presanella. Nota anche come “Valle delle Cascate”, è caratterizzata da una grande abbondanza di acqua dovuta e al fiume che la percorre, Sarca di Genova, e agli affluenti, tutti di origine glaciale. Infine, qui si trovano imponenti cime, tra cui il Monte Adamello (3539 m s.l.m.), il Crozzon di Lares (3463 m s.l.m.) e la Cima Presanella (3558 m s.l.m.), che fanno da cornice alla Val Genova.

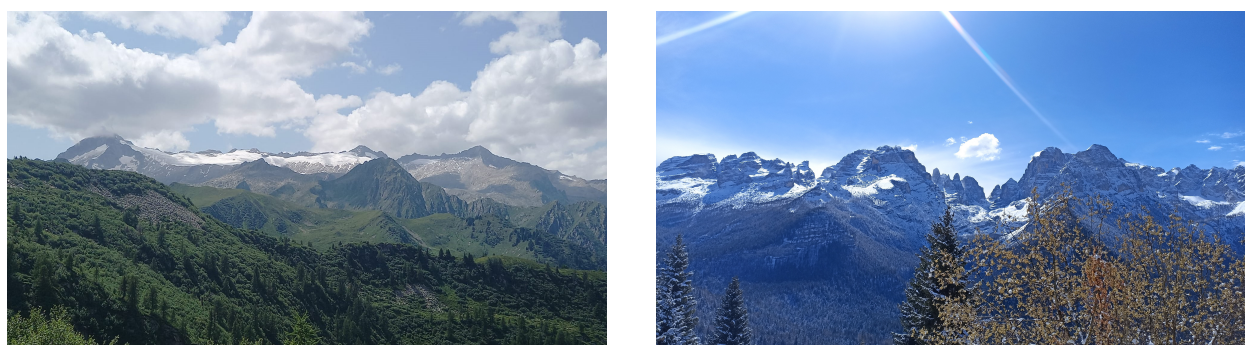


Figura 2.2: Veduta del Massiccio Adamello-Presanella (*sinistra*) e del Gruppo delle Dolomiti di Brenta (*destra*)(foto di Silvia Bruschi)

Sul versante orientale del Parco, le Dolomiti di Brenta si caratterizzano per un ambiente completamente diverso e tipicamente dolomitico, con vette che superano di poco i 3000 m s.l.m., come la Cima Tosa (3173 m s.l.m.), la Cima Brenta (3150 m s.l.m.) e il Crozzon di Brenta (3118 m s.l.m.). Il Gruppo di Brenta è costituito da rocce sedimentarie organogene, quali dolomie e calcari, che presentano un’elevata permeabilità all’acqua. Di conseguenza, qui è frequente osservare fenomeni carsici, come gli inghiottitoi che convogliano rapidamente l’acqua superficiale in fiumi sotterranei che poi riemergono intorno al massiccio sotto forma di sorgenti e cascate. Ne sono un esempio le cascate di Vallesinella e di Rio Bianco. Per quanto riguarda i ghiacciai, nel Gruppo di Brenta ve ne sono 17, la maggior parte dei quali è oggi ridotta a piccoli lembi (ad es. la Vedretta d’Agola), mentre altri sono del tutto scomparsi come il ghiacciaio di Flavona o della bocca di Brenta (Nuovo catasto dei ghiacciai italiani a cura di C. Smiraglia e G. Diolaiuti, 2015). Lo scioglimento dei ghiacci è un fenomeno che è iniziato a partire dalla fine della Piccola Età Glaciale (PEG) e ha interessato

tutti i ghiacciai delle Alpi, ma negli ultimi decenni si è notevolmente accentuato, portando alla perdita di ingenti masse glaciali. Considerando per esempio il Ghiacciaio del Mandrone, questo ha subito una regressione del fronte glaciale di 330 m negli ultimi dodici anni (2011-2023) e una perdita di superficie pari a 0,5 kmq in otto anni (Report carovana dei ghiacciai, 2023).

2.1 La vegetazione del Parco

Il Parco Naturale Adamello Brenta presenta due settori estremamente diversificati per morfologia, geologia e microclimi. Se a questo si aggiunge un *range* altitudinale che va dai 477 m s.l.m ai 3558 m s.l.m della Cima Presanella, è facile comprendere l'entità del patrimonio floristico di questo territorio. Secondo Festi e Prosser, 2008, i taxa vegetali rilevati nel Parco sono 1401, concentrati per la maggior parte nel settore dolomitico. Degne di nota sono sicuramente *Nigritella buschmanniae*, specie endemica del Gruppo di Brenta e *Gentiana brentae*, specie scoperta nel 2008 e presente solo sulle Dolomiti di Brenta e sull'Adamello, con una sola piccola stazione di presenza (Prosser e Bertolli, 2009).

In entrambi i settori si possono distinguere diversi piani altitudinali con le rispettive fitocenosi: basale, montano, subalpino, alpino e nivale.

Alle quote più basse e in siti termofili si trovano principalmente boschi di latifoglie come orniello (*Fraxinus ornus*), sorbo (*Sorbus aucuparia*), nocciolo (*Corylus avellana*), salicone (*Salix caprea*) e roverella (*Quercus pubescens*), a cui si uniscono localmente pino silvestre (*Pinus sylvestris*) e pino nero (*Pinus nigra*). Qui il sottobosco è costituito soprattutto da erica (*Erica carnea*), a cui si affianca qualche ginepro comune (*Juniperus communis*). Nella fascia montana, teoricamente dominata dal faggio (*Fagus sylvatica*), si trova qualche faggeta, ma per lo più i boschi sono misti di latifoglie, con un'abbondante presenza di abete rosso (*Picea abies*) e più localmente abete bianco (*Abies alba*), pino silvestre e larice (*Larix decidua*). Abete rosso e larice, un tempo favoriti selvicolturalmente anche fuori areale per ragioni economiche (proprietà tecnologiche del legname e lariceti radi adibiti a pascolo alberato), sono relativamente diffusi a partire dai 900-1000 m di quota. La fascia subalpina si trova più in alto e raggiunge i 1900 – 2000 m di quota. Questa occupa la maggior superficie forestale del Parco e rappresenta la fascia delle conifere vera e propria, ma anche la fascia dei pascoli delle malghe. Qui si trovano per lo più boschi di abete rosso, in purezza oppure frammisti con qualche faggio, betulla e/o abete bianco, che nei siti più freschi può diventare localmente preponderante. Salendo di quota, l'abete rosso lascia progressivamente spazio al larice. A queste altitudini le principali specie del sottobosco sono il mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*), il mirtillo rosso (*Vaccinium vitis-idaea*) e il ginepro alpino (*Juniperus nana*). Il pino cembro (*Pinus cembra*) è presente solo occasionalmente nelle valli più endalpiche del Parco con pochi e isolati individui. I lariceti, puri o frammisti ad abeti rossi, costituiscono il limite superiore della vegetazione arborea, limite che può anche superare i 2000 m. Al di sopra di questa linea si entra nella cosiddetta fascia dei “legni contorti”, dove il portamento arboreo di abeti rossi e larici lascia spazio a specie arbustive come il pino mugo (*Pinus mugo*) e l'ontano verde (*Alnus viridis*), il rododendro ferrugineo (*Rhododendron ferrugineum*) e il rododendro irsuto (*Rhododendron Hirsutum*), che vanno a formare rispettivamente le mughete, le ontanete e i rododendreti.

La fascia alpina, invece, è caratterizzata dalla presenza di qualche salice nano e di sole piante erbacee, come *Carex sp* e *Nardus stricta* che costituiscono pascoli e praterie alpine.

L'eterogeneità ambientale di questo territorio rappresenta un'enorme ricchezza e ne è la conferma la quantità di habitat rilevabili all'interno del Parco che appartengono all'Allegato I “Tipi di habitat naturali di interesse

comunitario la cui conservazione richiede la designazione di aree speciali di conservazione” della Direttiva Habitat 92/43/CEE. (Figura 2.3.) Tra questi vi sono:

- 6230, Formazioni erbose a *Nardus*, ricche di specie, su substrato siliceo delle zone montane (e delle zone submontane dell’Europa continentale)
- 7140, Torbiere di transizione e instabili
- 8210, Pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica

Le formazioni erbose a *Nardus*, comunemente dette nardeti, sono praterie chiuse e perenni, dominate o a prevalenza di *Nardus stricta* che si trovano sugli Appennini e sulle Alpi. Qui possono raggiungere la fascia subalpina, dove si sviluppano in prossimità di boschi, soprattutto di conifere, o di arbusteti. Si tratta di comunità che crescono su suoli acidi e in zone pianeggianti o a pendenza ridotta. Come suggerisce il nome stesso, questo è un habitat a elevata biodiversità, caratterizzato da specie erbacee quali *Festuca nigrescens*, *Avenella flexuosa*, *Carex pallescens* e *Holcus mollis*. A queste vanno aggiunte numerose specie floristiche come *Arnica montana*, *Campanula barbata*, *Viola canina*, *Antennaria dioica*, *Potentilla erecta*, *Nigritella nigra* e *Veronica officinalis*.

I nardeti alpini che rientrano in questo codice sono tutte praterie di origine secondaria. Questo significa che la loro esistenza e sopravvivenza dipendono direttamente dall’attività antropica, in particolare sfalcio e pascolo. Si tratta infatti di zone che un tempo venivano pascolate tutti gli anni e questo permetteva di controllare l’altezza della vegetazione e quindi di favorire la crescita di determinate specie. In assenza di queste attività le praterie vengono gradualmente occupate da arbusti, come il ginepro, e dal bosco, in particolare larice e, nelle aree a clima più continentale, pino cembro. Da qui la necessità di gestire questo habitat tramite il pascolo o lo sfalcio poco intensivo (non eccessivo), così da salvaguardare la sua esistenza e biodiversità.

Le torbiere di transizione e instabili sono un habitat distribuito prevalentemente sull’Arco Alpino. Si trovano solitamente su superfici piatte o ondulate, ricche di piccole depressioni e occupano posizioni di transizione tra specchi d’acqua e terra ferma. Infatti, nel territorio del Parco, si trovano sempre in prossimità di fiumi o torrenti, come quelle di Pian degli Uccelli, o laghi come quello di Nambino, i laghi di San Giuliano o i laghetti alpini in prossimità del rifugio Mandrone. Questo tipo di habitat si trova solo ed esclusivamente sul versante dell’Adamello – Presanella. Si tratta di siti a elevata diversità vegetale, caratterizzati da tappeti di briofite e sfagni di diverse specie a cui si affiancano altre specie quali *Eriophorum gracile*, *Viola palustris*, *Carex canescens*, *Rhynchospora alba* e molte altre.

L’habitat delle pareti rocciose calcaree con vegetazione casmofitica rappresenta uno degli habitat caratteristici delle Dolomiti, ed è per questo che, nel territorio del Parco, è presente solo nel versante delle Dolomiti di Brenta, dove è estremamente diffuso. Include tutta la vegetazione che cresce nelle fessure delle pareti rocciose calcaree, in qualunque regione biogeografica e a qualunque altitudine. Considerate le ridotte possibilità evolutive del suolo, queste comunità sono molto stabili, nonostante siano costituite da specie pioniere. Tra queste si possono osservare specie endemiche, come il raponzolo di roccia (*Physoplexis comosa*) e *Campanula morettiana*. Altre specie caratteristiche di questo habitat sono: *Saxifraga squarrosa*, *Hieracium humile*, *Campanula raineri*, *Daphne petraea* e *Jovibarba arenaria*. Considerata l’elevata valenza floristica, anche di specie endemiche, questo habitat potrebbe essere minacciato dal collezionismo e dal commercio di alcune specie.

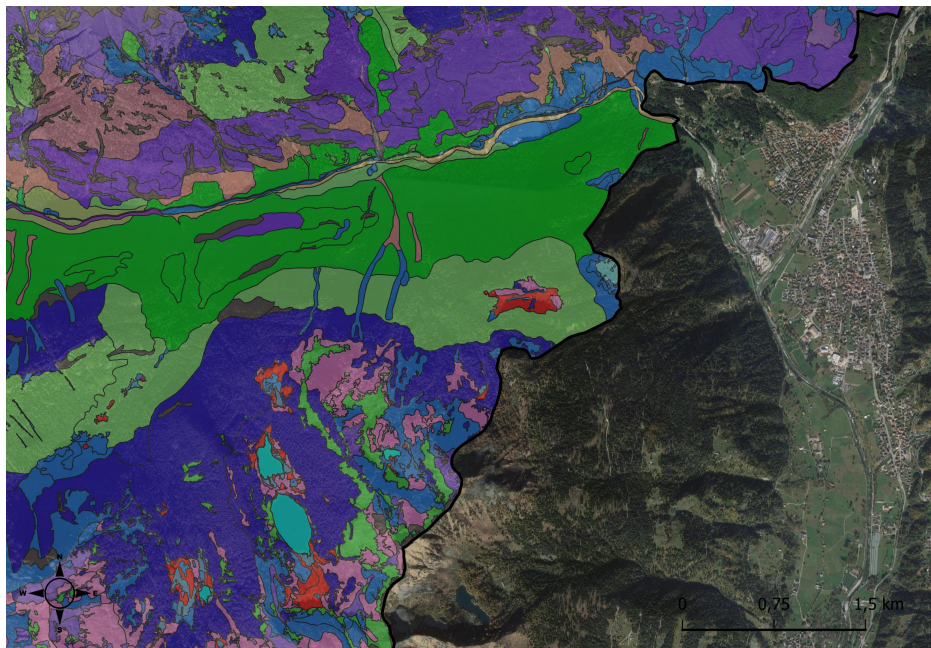


Figura 2.3: Habitat nei territori del parco appartenenti alla Direttiva Habitat

2.2 La fauna del Parco

Il Parco Naturale Adamello Brenta ospita nel suo territorio tutte le specie caratteristiche delle Alpi, grazie a un ambiente integro e variegato, che i progetti promossi dall'Ente hanno contribuito a mantenere.

Tra le diverse specie, la più emblematica è sicuramente l'orso bruno (*Ursus arctos*). Alla fine degli anni '80 questa specie, ormai definitivamente estinta dal resto delle Alpi, era ancora presente in Trentino Occidentale con una popolazione relitta di pochi individui (probabilmente 3 maschi) senza possibilità di ripresa spontanea. Dopo attenti studi preliminari, nel 1996 prende avvio il progetto *LifeUrsus*, che porterà tra il 1999 e il 2002 a intervenire con il rilascio di 10 orsi appartenenti alla popolazione slovena (Zibordi *et al.*, 2010). Oggi, a 25 anni dai primi rilasci, la popolazione di orsi delle Alpi Centrali ha raggiunto e superato la minima popolazione vitale, definita dallo studio di fattibilità (Duprè *et al.*, 2000) in 40-60 individui, e occupa stabilmente la parte occidentale della Provincia di Trento con un numero stimato di 98 esemplari (piccoli dell'anno esclusi), 52 femmine e 46 maschi (Rapporto Grandi Carnivori 2023, PAT).

Un ritorno spontaneo ha invece interessato il lupo (*Canis lupus*), assente in Trentino e nel Parco dalla metà del 1800 e ormai tornato stabilmente, facendo registrare le prime segnalazioni di singoli individui in dispersione tra il 2009 e il 2010. Secondo il "Rapporto Grandi Carnivori 2023" ad oggi sono presenti sul territorio 27 branchi di dimensioni variabili e un numero non definito di animali solitari (Groff *et al.*, 2024). Rispetto alla dinamica provinciale, la ricolonizzazione dell'area Parco è un processo ben più recente e ancora in atto, che per il momento fa ipotizzare la presenza di 3-4 branchi ai margini dell'area protetta.

Preme sottolineare la presenza di un branco riproduttivo di sciacallo dorato (*Canis aureus*) poco più a sud dei confini meridionali dell'area protetta.

Altri carnivori diffusi nel Parco sono la volpe (*Vulpes vulpes*), la martora (*Martes martes*), la faina (*Martes foina*), la donnola (*Mustela nivalis*), l'ermellino (*Mustela erminea*) e il tasso (*Meles meles*).

Particolarmente considerevole è la presenza di ungulati altoalpini, quali camoscio (*Rupicapra rupicapra*) e stambecco (*Capra ibex*). Il secondo, in particolare, si trova soltanto sul versante Adamello-Presanella perché

qui è stato reintrodotta a metà degli anni '90. Infatti, questa specie era assente dai territori del Parco da circa 300 anni, a causa della persecuzione da parte dell'uomo che l'ha portato all'estinzione su quasi tutto l'Arco Alpino ad eccezione dell'area dell'attuale Parco Nazionale del Gran Paradiso. Altri ungulati presenti nel Parco sono capriolo (*Capreolus capreolus*), cervo (*Cervus elaphus*) e il muflone (*Ovis aries musimon*), specie alloctona introdotta con finalità venatorie nel secolo scorso.

Più piccoli, ma altrettanto rilevanti sono i roditori e i lagomorfi. Tra i roditori i più diffusi sono sicuramente lo scoiattolo comune (*Sciurus vulgaris*) e la marmotta (*Marmota marmota*), ma nel Parco si trovano anche il ghiro (*Glis glis*), l'arvicola campestre (*Microtus arvalis*), l'arvicola delle nevi (*Chionomys nivalis*) e l'arvicola rossastra (*Myodes glareolus*). Al secondo ordine, invece, appartengono la lepre comune (*Lepus europaeus*), che si trova fino ai 2000 m di quota, e la lepre variabile (*Lepus timidus*), che invece occupa fasce più alte, arrivando anche ai 3000 m (Mustoni e Chiozzini, 2007).

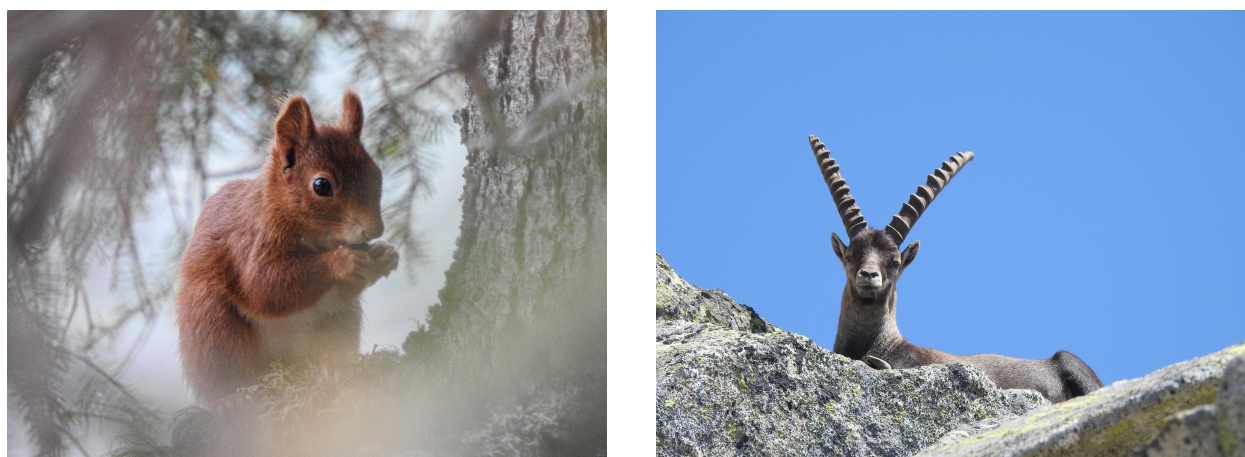


Figura 2.4: La fauna del Parco (archivio PNAB, Michele Zeni)

L'avifauna è molto abbondante e presenta numerose specie di interesse conservazionistico tipiche dell'ambiente alpino. Tra i galliformi sono presenti il francolino di monte (*Banasa bonasia*), la pernice bianca (*Lagopus muta*), il gallo forcello (*Tetrao tetrix*), la coturnice (*Alectoris graeca*) e il gallo cedrone (*Tetrao urogallus*), tutte specie appartenenti alla Direttiva 2009/147/CE (Direttiva Uccelli).

Numerose sono anche le specie di rapaci. Tra quelli diurni i più rappresentati sono il gheppio (*Falco tinnunculus*), l'astore (*Accipiter gentilis*), lo sparviere (*Accipiter nisus*), il nibbio reale (*Milvus milvus*), il nibbio bruno (*Milvus migrans*), la poiana (*Buteo buteo*) e l'aquila reale (*Aquila chrysaetos*), con 18-19 coppie gravitanti nel Parco e nelle aree limitrofe (dati del Settore Ricerca Scientifica ed educazione Ambientale del Parco Naturale Adamello Brenta, 2017). Occasionalmente si può osservare anche il gipeto (*Gypaetus barbatus*), che si spinge nei territori del Parco in cerca di cibo. Questa specie, infatti, non nidifica all'interno del Parco, ma nel vicino Parco dello Stelvio, dove è presente con 6 coppie (infoGipeto, 2021). I rapaci notturni, invece, sono il gufo reale (*Bubo bubo*), la civetta nana (*Glaucidium passerinum*), la civetta capogrosso (*Aegolius funereus*), il gufo comune (*Asio otus*), l'allocco (*Strix aluco*) e solo marginalmente l'assiolo (*Otus scops*).

La maggior parte di queste specie di rapaci appartiene alla Direttiva Uccelli.

Per quanto riguarda l'erpetofauna, all'interno del Parco si trovano specie tipiche dell'ambiente alpino. Tra i rettili, la lucertola vivipara (*Lacerta vivipara*), la lucertola muraiola (*Podarcis muralis*), il ramarro (*Lacerta viridis*), l'orbettino (*Anguis fragilis*), la biscia dal collare (*Natrix natrix*), il colubro liscio (*Coronella*

austriaca), l'aspide (*Vipera aspis*) e il marasso (*Vipera berus*), mentre tra gli anfibi la salamandra pezzata (*Salamandra salamandra*), il rospo comune (*Bufo bufo*), la rana di montagna (*Rana temporaria*) e il tritone alpestre (*Triturus alpestris*), che risulta estremamente raro e localizzato.

Infine, i laghi e i corsi d'acqua ospitano specie ittiche tipiche delle acque fredde come salmerino (*Salvelinus alpinus*), trota marmorata (*Salmo [trutta] marmoratus*) e trota fario (*Salmo [trutta] trutta*).

Capitolo 3

Gli ungulati oggetto di studio

Gli Ungulati (dal latino *ungula* = unghia), per definizione, sono tutti i mammiferi erbivori dotati di unghie, che presentano quindi la parte terminale delle dita (falangette) ricoperta da zoccoli. Lo zoccolo è una tipologia di zampa che permette di poggiare il peso del corpo solo sulla parte anteriore dell'arto, rendendo gli spostamenti e la corsa più agili e veloci, motivo per cui gli Ungulati sono buoni corridori. L'evoluzione dello zoccolo, presumibilmente, è stata dettata dalla necessità di questi animali di scappare dai predatori (Mustoni et al., 2002). Molto spesso gli Ungulati sono animali di grandi dimensioni e rappresentano una componente importante degli ecosistemi. Sono probabilmente uno dei gruppi di mammiferi maggiormente studiati poiché di interesse venatorio per l'uomo e quindi di notevole impegno gestionale (Apollonio M., 2004).

Da un punto di vista sistematico, si tratta di un gruppo numeroso ed eterogeneo di mammiferi la cui organizzazione, però, è ancora poco chiara. Infatti, raccoglie al suo interno diversi ordini che presentano caratteristiche comuni, ma che sono solo lontanamente imparentati. Ad oggi gli Ungulati sono considerati un superordine a cui appartengono, tra gli altri, i due ordini Artiodactyla e Perissodactyla, che si differenziano per la struttura degli arti (Mustoni et al., 2002):

- Artiodactyla (*άρτιος* = pari e *δάκτυλος* = dito) sono gli ungulati aventi un numero pari di dita, ossia due o quattro. Infatti, il 1° dito è sempre assente, mentre il 2° e il 5° possono essere di dimensioni ridotte, vestigiali o del tutto assenti. Se presenti prendono il nome di speroni e possono essere più o meno sviluppati, ma in ogni caso sono arretrati rispetto allo zoccolo e sono lontani dal terreno. Questo implica che negli Artiodactyla il peso del corpo è sempre sostenuto dal 3° e 4° dito, che vanno a costituire lo zoccolo. A questo ordine appartiene la maggior parte degli ungulati, tra cui i mammiferi domestici più noti (maiali, pecore, bovini e capre). Tra le famiglie di questo ordine compaiono i Cervidae (cervi, daini, renna, alce, caprioli etc.), i Bovidae (bovini, caprini, antilopi, gazzelle etc.), i Giraffidae (giraffe e okapi) e i Suidae (maiali domestici e selvatici).
- Perissodactyla (*περισσόζ* = dispari e *δάκτυλος* = dito) sono gli ungulati aventi un numero dispari di dita, ossia uno o tre. In questo caso l'asse di simmetria dell'arto passa dal 3° dito, che è sempre il più prominente, ed è quello che costituisce lo zoccolo e che quindi sostiene il peso corporeo. Si tratta di un ordine che nel corso della storia ha subito una massiccia contrazione, passando dalle 13 famiglie dell'Eocene alle 3 famiglie che si possono ritrovare al giorno d'oggi (Equidae, Tapiridae e Rhinocerotidae). Di conseguenza, Perissodactyla è un ordine meno numeroso di Artiodactyla e

comprende solo 18 specie, tra cui i cavalli e gli asini che sono specie domestiche. Tra le altre specie vi sono le zebre, i tapiri e i rinoceronti.

Nell'ambito del Progetto Preda-Predatore vengono considerati solo Artiodactyla, in particolare cervo e capriolo per i Cervidi e camoscio e muflone per i Bovidi. Queste famiglie appartengono al sottordine dei Ruminanti, animali che possiedono uno stomaco ripartito in 4 cavità (rumine, reticolo, omaso e abomaso) e che, come suggerisce il nome stesso, ruminano. Presentano una dentatura incompleta di incisivi e canini, mentre i molari e i premolari hanno bordi longitudinali affilati. Infine, gli esemplari di questo sottordine sono spesso dotati di trofei sotto forma di palchi, corna o canini particolarmente sviluppati.

I Cervidi sono caratterizzati dalla presenza di palchi, appendici cefaliche di sostanza ossea che possono avere forme e dimensioni diverse a seconda delle specie. Normalmente crescono solo negli individui maschi, ad eccezione della renna, dove sono presenti in entrambi i sessi.

I palchi sono costituiti da due stanghe di tessuto osseo che crescono a partire dagli steli, strutture ossee permanenti che crescono pochi mesi dopo la nascita. Durante la fase di accrescimento le stanghe sono rivestite di velluto, un tessuto epidermico vascolarizzato e innervato che ha lo scopo di proteggere e nutrire il trofeo. Una volta che le stanghe sono completamente calcificate, gli animali procedono alla rimozione del velluto strofinandosi contro alberi o arbusti. Il susseguirsi di queste fasi dipende da un ciclo ormonale che comporta ogni anno la crescita dei palchi e successivamente la loro caduta. Questa è provocata dall'interruzione della circolazione sanguigna e dall'azione di particolari cellule ossee, gli osteoclasti, che erodono la base delle stanghe (per tutti Mustoni et al., 2002).

Solitamente, il ciclo di crescita-caduta del trofeo ruota intorno alla stagione degli amori. Infatti, i palchi sono fondamentali per i maschi durante questo periodo, tanto da essere considerati dei veri e propri caratteri sessuali secondari. Ogni specie deve regolare il proprio ciclo di formazione di queste appendici cefaliche, poiché, essendo utili nella competizione intra-specifica, è necessario che siano puliti dal velluto per tempo. Appare ormai chiaro come la competizione tra maschi non sia solo fisica, per cui i palchi costituiscono un'arma per combattere contro altri maschi, ma sia anche di immagine. I palchi rappresentano, infatti, il principale elemento che determina lo status sociale dei maschi, che risultano essere più o meno dominanti a seconda delle dimensioni e della complessità del loro trofeo. Questo significa che, se un maschio perde una stanga in anticipo o la danneggia, passa a un rango sociale più basso (per tutti Lincoln, 1972). Inoltre, la dimensione dei palchi riflette le condizioni di salute dell'individuo, poiché a dimensioni corporee maggiori sono associati palchi più grandi, e l'età, in quanto a ogni riformazione annuale i palchi aumentano di dimensioni e formano ramificazioni (Lincoln, 1992).

I Bovidi sono la famiglia di Artiodactyla più numerosa, arrivando a contare più di 100 specie, diffuse in Asia, Africa, Europa e Nord America. Sono animali che si sono adattati a vivere in habitat molto diversi tra loro, come la savana e la tundra. La caratteristica che contraddistingue i Bovidi è la presenza di corna, appendici cefaliche presenti, di norma, in entrambi i sessi. Si tratta di astucci di tessuto corneo che rivestono l'"osso del corno", un osso frontale che costituisce il prolungamento della calotta cranica. A differenza dei palchi dei Cervidi, le corna sono strutture permanenti a crescita continua, che possono presentare ritmi di crescita diversi a seconda della stagione e dell'età dell'individuo. Di conseguenza, le corna sono costituite da strati sovrapposti di tessuto corneo, indicativamente uno ogni anno, saldamente attaccati all'osso (per tutti Mustoni et al., 2002).

3.1 Il Capriolo europeo (*Capreolus capreolus*)

Superordine: *Ungulata*

Ordine: *Artiodactyla*

Sottordine: *Ruminantia*

Famiglia: *Cervidae*

Sottofamiglia: *Odocoileinae*

Genere: *Capreolus*

Specie: *Capreolus capreolus*

Sottospecie italiane:

- *Capreolus c. capreolus*
- *Capreolus c. italicus*



Figura 3.1: Capriolo maschio (archivio PNAB, Campora)

Il capriolo europeo (*C. capreolus*) è una delle due specie appartenenti al genere *Capreolus* ed è diffuso in Europa e in Asia minore. L'altra specie di capriolo è il capriolo siberiano (*C. pygargus*), decisamente più grande del primo e diffuso a est del Mar Caspio, nella parte orientale della Russia, in Siberia, sino alla Cina e alla Mongolia.

In Italia il capriolo europeo è distribuito con continuità lungo tutto l'Arco Alpino, dove ha ormai colonizzato tutta l'area potenzialmente idonea. La specie è ampiamente diffusa anche lungo la dorsale appenninica fino a Teramo. Più a sud esistono solo pochi nuclei disgiunti, relitti delle popolazioni un tempo presenti in queste regioni o frutto di recenti introduzioni. Infatti, tutta l'Italia centro-meridionale era un tempo popolata dalla sottospecie *C. c. italicus* (Festa, 1925), una forma relitta che è attualmente presente con meno di 10 popolazioni totali, quasi tutte al sud. La specie, inoltre, risulta del tutto assente dalle due isole maggiori. A oggi, il capriolo è il cervide più diffuso in Italia con una popolazione stimata di almeno 426.000 capi (per tutti vedi Carnevali et al, 2009).

Questa specie, però, non ha sempre avuto una popolazione così numerosa. Infatti, un tempo diffuso in tutta Italia, il capriolo iniziò a subire un forte declino a partire dal XVI secolo, declino che lo portò a toccare il minimo storico nel 1945, con una popolazione stimata di 10.000 individui. La causa di tale processo è da ricercare nel progressivo aumento della popolazione, che comportò un incremento delle attività agricole e di pastorizia con conseguente diminuzione delle superfici boscate. Questo fenomeno ha interessato anche molte aree montane che, fino a quel momento, erano rimaste completamente disabitate. Dopo la seconda guerra mondiale, invece, si verificò il processo inverso, per cui molte aree, soprattutto montane, vennero abbandonate. Questo consentì alla popolazione di riprendersi, anche grazie alla colonizzazione da parte di individui provenienti dalle regioni confinanti. Lo stesso non si verificò in molte aree del Sud Italia, dove il declino del capriolo fu molto più rapido e portò alla sua estinzione già nel 1800, come avvenne per esempio in Sicilia.

3.1.1 Morfologia

Il capriolo è un cervide di modeste dimensioni ed è il più piccolo presente in Italia. I maschi normalmente pesano 23-32 kg, mentre le femmine raramente superano i 25 kg. Sono caratterizzati da un corpo raccolto, con dorso leggermente ricurvo e arti posteriori più lunghi e robusti di quelli anteriori. Queste caratteristiche lo rendono un abile saltatore e, unitamente a un trofeo di scarse dimensioni, lo facilitano nella progressione tra la vegetazione più fitta.

Il capriolo effettua due mute all'anno, una primaverile (fine aprile-inizio giugno) e una autunnale (fine settembre-ottobre). Nella stagione fredda gli animali vestono il mantello invernale, che ha una colorazione tendente al grigio ed è costituito da peli lunghi e spessi. In questo periodo è ben evidente lo "specchio anale", ossia la macchia di peli bianchi che si forma in zona perianale e che assume forme diverse nei due sessi: nella femmina è rotondeggiante, a ricordare un cuore, mentre nel maschio ha la forma di un rene con la concavità rivolta verso il basso. In primavera, invece, il mantello assume una colorazione più calda, tra il marrone rossastro e l'arancione, e i peli diventano più corti e sottili. Scompare lo "specchio anale", di conseguenza la zona perianale assume la stessa colorazione del dorso o leggermente più chiara. I piccoli appena nati hanno un mantello rosso-bruno con numerose macchie bianche che contribuiscono a mimetizzarli nel sottobosco. A partire dalla 6° settimana la picchiettatura diventa sempre meno evidente fino a scomparire del tutto intorno al 5° mese, quando si verifica la prima muta.

I palchi sono corti e solitamente presentano solo tre ramificazioni. La complessità del trofeo non è in relazione diretta con l'età dell'animale, piuttosto con il suo stato di salute e la sua forza al momento di formazione dei palchi. Questo significa che, maschi con un trofeo scarso un anno possono sviluppare trofei notevoli l'anno successivo, se hanno trascorso una stagione invernale favorevole e hanno quindi conservato più forze (Mustoni et al., 2002). I palchi crescono durante i mesi invernali e vengono puliti dal velluto in primavera, intorno a marzo-aprile, per poi cadere a ottobre-novembre. Con il passare degli anni questi momenti verranno progressivamente anticipati di qualche giorno fino alla morte dell'animale. La crescita dei palchi inizia circa 7-12 giorni dopo la caduta del vecchio trofeo e devono trascorrere circa 60 giorni perché questa sia completa. A questo periodo vanno aggiunti altri 30-45 giorni necessari per la calcificazione delle stanghe.

3.1.2 Habitat

L'optimum ecologico per il capriolo è rappresentato da territori di bassa quota, preferibilmente sotto i 1200 m. s.l.m., caratterizzati dall'alternanza di boschi ricchi di sottobosco e spazi aperti contornati da arbusti e piante giovani. La conformazione del suo corpo, infatti, lo rende particolarmente agile e gli permette di spostarsi facilmente nella boscaglia, dove trova cibo e riparo. Tuttavia, il capriolo presenta un'elevata capacità di adattamento, per cui, in assenza dell'habitat favorito, può stabilirsi anche in habitat molto diversi, che però gli offrono risorse simili, compresi territori antropizzati. Il capriolo disdegna i boschi fitti e monospecifici e i terreni ripidi e rocciosi. Inoltre, tende a evitare le zone in cui si accumula troppa neve, favorendo per l'inverno i versanti esposti a sud e a quote più basse.

3.1.3 Ciclo biologico

Il capriolo è l'unico cervide tra quelli considerati in questa tesi ad accoppiarsi in estate. La stagione degli amori, infatti, va da metà luglio a fine agosto, con i maschi più anziani che entrano in amore prima di quelli più giovani, precedendoli nella ricerca delle femmine. Con l'arrivo dell'autunno le coppie si separano e gli individui rimangono separati fino all'inizio dell'inverno, quando si riuniscono in gruppi a organizzazione matriarcale nei quali trascorreranno tutta la stagione fredda.

Nel capriolo la gravidanza dura 40-41 settimane. La gestazione viene interrotta durante i mesi invernali per poi riprendere il suo normale corso a metà dicembre. In questo modo le nascite si verificano a maggio-giugno, quando le temperature e l'abbondanza di risorse aumentano la probabilità di sopravvivenza dei nuovi nati. Durante le prime settimane i piccoli rimangono accovacciati nel sottobosco in attesa della madre, che si

avvicina solo per allattarli. Dalla terza settimana inizia la ruminazione alternata a un allattamento meno frequente.

3.2 Il Cervo rosso (*Cervus elaphus hippelaphus*)

Superordine: *Ungulata*

Ordine: *Artiodactyla*

Sottordine: *Ruminantia*

Famiglia: *Cervidae*

Sottofamiglia: *Cervinae*

Genere: *Cervus*

Specie: *Cervus elaphus*

Sottospecie italiane:

- *C. elaphus hippelaphus*
- *C. elaphus corsicanus*



Figura 3.2: Cervo maschio (archivio PNAB, Corradini)

Il cervo presente sulle Alpi, *C. elaphus hippelaphus*, è una sottospecie del cervo rosso (*Cervus elaphus*), presente in tutto il continente euroasiatico con oltre 16 sottospecie. In Italia, inoltre, è presente un'altra sottospecie di cervo, ossia il cervo sardo (*C. e. corsicanus*), che è specie endemica di Corsica e Sardegna (Boitani et al., 2003). L'areale del cervo in Italia va da Udine ad Aosta senza soluzione di continuità, mentre in Piemonte la distribuzione risulta più frammentata. Nell'Appennino settentrionale, tra Toscana ed Emilia-Romagna, sono presenti due grandi popolazioni, mentre nel centro-sud Italia il cervo è diffuso principalmente in Abruzzo, dove le popolazioni gravitano intorno alle aree protette. Attualmente la consistenza del cervo in Italia, considerando anche il cervo sardo, è stimabile in più di 63.000 capi, distribuiti principalmente sull'Arco Alpino (78%) (Carnevali et al., 2009). La specie era ampiamente distribuita in tutta la penisola fino al X-XI secolo. Successivamente il cervo iniziò a risentire della caccia e dello sfruttamento delle foreste, suo habitat d'elezione, tanto da abbandonare le aree pianiziali per rifugiarsi sulle Alpi e gli Appennini. A partire dal XVIII secolo, con il miglioramento delle tecniche di caccia, iniziò a scomparire anche da queste zone, finché, agli inizi del '900 era completamente estinto dalla penisola con l'eccezione di poche aree (Bosco della Mesola, Val Monastero e alta Val Venosta). Negli anni successivi si verificarono consistenti espansioni delle popolazioni svizzere, austriache e slovene che permisero la ricolonizzazione delle Alpi da parte del cervo. Nelle Alpi occidentali, invece, per favorire questo processo, sono state necessarie delle reintroduzioni, iniziate nel 1960.

3.2.1 Morfologia

Il cervo presenta una struttura corporea da corridore veloce, ha un aspetto massiccio, ma elegante. I maschi sono decisamente più grandi delle femmine, con un peso medio tra i 150 kg e i 250 kg, ma sulla Alpi sono pochi i maschi che superano i 200 kg (Mustoni et al., 2002). Le femmine, invece, pesano intorno ai 70 kg e una volta raggiunto questo peso, intorno al terzo o quarto anno, lo mantengono per tutta la loro vita, mentre i maschi continuano a crescere. Il peso dipende da diversi fattori tra cui la qualità dell'habitat e la densità di popolazione.

Il mantello del cervo subisce due mute, una primaverile (aprile-maggio) e una autunnale (settembre-ottobre). Il mantello estivo ha un colore bruno-rossastro, motivo per cui si parla di cervo rosso, mentre la parte ventrale,

l'interno delle cosce e la zona perianale sono giallo-biancastre. In inverno, invece, il mantello è più scuro e folto con zone ventrali leggermente più scure del resto del corpo e zona perianale bianca. Nei maschi compare una folta criniera che circonda la parte inferiore del collo. I piccoli hanno un mantello bruno scuro con una tipica picchiettatura bianca, volta ad aumentarne il mimetismo tra la vegetazione e a facilitare il riconoscimento da parte della madre. In condizione di salute ottimali, le macchie permangono fino al 3° mese per poi diventare sempre meno evidenti.

In quanto cervidi, solo i maschi portano i palchi, che sono costituiti da due stanghe, generalmente simmetriche e ramificate in un numero variabile di punte. La forma e la complessità del trofeo dipendono, oltre che dall'età e dalle caratteristiche genetiche, dalle condizioni dell'animale (salute, stress, alimentazione...). Al massimo del suo sviluppo, il trofeo può arrivare a pesare 8 kg e a superare il metro di lunghezza. La formazione dei primi palchi viene completata a settembre del secondo anno di vita, per poi essere puliti e gettati la primavera successiva. Da questo momento, fino all'ottavo-nono anno di vita dell'animale, queste tre fasi vengono anticipate ogni anno di qualche giorno.

3.2.2 Habitat

Date le notevoli dimensioni e le esigenze alimentari della specie, il cervo è un animale che necessita di spazio. Per questo, l'habitat ideale del cervo è rappresentato da vasti boschi d'altofusto, preferibilmente misti, con sottobosco scarso o assente e frequenti radure. A quote più elevate si è adattato a vivere in boschi puri di conifere. Molto importante è la presenza di fonti d'acqua. Il cervo non sopporta un innevamento abbondante e soprattutto prolungato nel tempo, poiché riduce la possibilità di nutrirsi a sufficienza. Per superare l'inverno, quindi, il cervo scende di quota, selezionando i versanti esposti a sud e con pendenze elevate, ossia quelle zone in cui si osserva una minor permanenza del manto nevoso.

3.2.3 Ciclo biologico

Il cervo è un animale sociale che tende a riunirsi in gruppi di dimensioni variabili a seconda di diversi fattori. Esistono dei gruppi stabili, che rimangono uniti tutto l'anno e sono costituiti da femmine di età variabile, piccoli e giovani maschi. Al compimento del secondo anno di vita i maschi tendono ad abbandonare il branco di origine per unirsi ad altri 3-4 maschi coetanei, mentre assumono un comportamento più solitario con il passare degli anni. Con l'inizio della stagione degli amori (settembre) i maschi si avvicinano ai gruppi di femmine e iniziano a competere tra loro tramite confronti vocali, parate rituali e combattimenti. Una volta stabilito il maschio dominante, questo sarà l'unico ad accoppiarsi con le femmine del branco. Dopo la stagione degli amori (metà ottobre) i maschi tendono a isolarsi o a formare piccoli gruppi.

Le femmine partoriscono a maggio-giugno, dopo 32-34 settimane di gestazione e normalmente si allontanano dal branco per farlo. I piccoli trascorrono i primi giorni accovacciati nell'erba, poiché non sono ancora in grado di seguire la madre, che torna solo per allattarli e pulirli.

3.3 Il Camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra rupicapra*)

Superordine: *Ungulata*

Ordine: *Artiodactyla*

Sottordine: *Ruminantia*

Famiglia: *Bovidae*

Sottofamiglia: *Caprinae*

Tribù: *Rupicaprini*

Genere: *Rupicapra*

Specie: *Rupicapra rupicapra*

Sottospecie italiane:

- *Rupicapra rupicapra rupicapra*
- *Rupicapra pyrenaica ornata*



Figura 3.3: Camoscio maschio (archivio PNAB, Angeli)

Esistono due specie di camoscio, il camoscio pirenaico (*Rupicapra pyrenaica*) e il camoscio settentrionale (*Rupicapra rupicapra*), che sono facilmente distinguibili in quanto presentano numerose differenze, a cominciare dalle dimensioni. Si ritiene che le due specie abbiano “età evolutive” diverse, in particolare *R. rupicapra* sia più giovane di *R. pyrenaica*, che ha colonizzato per primo i rilievi europei. Secondo una recente teoria, quando il camoscio alpino ha raggiunto l’Europa ha provocato una forte contrazione dell’areale del camoscio pirenaico, che è sopravvissuto solo ai margini del suo areale iniziale (Pirenei, Appennino settentrionale e Cantabria) (Mustoni et al., 2002). Il camoscio appenninico (*R. pyrenaica ornata*) è quindi una sottospecie di quest’ultimo, mentre il camoscio alpino (*R. rupicapra rupicapra*) è una sottospecie di *R. rupicapra*. Attualmente la popolazione italiana di camoscio alpino è stimabile intorno ai 137.000 capi ed è distribuito in modo omogeneo su tutto l’Arco Alpino, occupando quasi il 100% dell’area potenzialmente idonea alla sua presenza (Carnevali et al., 2009). Come altre specie, il camoscio era ampiamente diffuso su tutte le Alpi, ma la sua popolazione subì una forte decrescita dalla seconda metà del ‘700 fino al secondo dopoguerra. Questo periodo fu caratterizzato dalla presenza costante e ingente dell’uomo nei territori alpini, che ebbe come conseguenze la caccia e lo sfruttamento delle risorse per le attività agricole e zootecniche, costringendo il camoscio a rifugiarsi nelle zone più impervie e nascoste. Con la fine della guerra, l’uomo abbandonò gradualmente le zone di montagna, lasciando alla popolazione di camoscio la possibilità di ampliarsi e crescere. Questo fu possibile anche grazie all’istituzione di aree protette e a una migliore gestione dell’attività venatoria.

3.3.1 Morfologia

Il camoscio è un animale dal corpo robusto e compatto, dotato di zampe lunghe e forti. I maschi normalmente pesano 30-45 kg, mentre le femmine 25-35 kg.

L’aspetto sicuramente più caratteristico del mantello del camoscio è la colorazione del muso. La gola, l’interno delle orecchie e la parte frontale sono bianco-giallastre, inoltre sono presenti delle bande scure, una per lato, che partono dalla base delle corna e raggiungono l’angolo della bocca passando sopra l’occhio. Il resto del corpo, invece, assume una colorazione diversa a seconda della stagione. Il mantello invernale inizia a comparire ad agosto-settembre e dura per 8 mesi, mentre il mantello estivo ne dura solo 3. Il primo va dal grigio scuro al bruno scuro, quasi nero superficialmente, ed è costituito da folti peli, lunghi anche 10 cm. Nei maschi adulti compare una criniera di peli lunghi fino a 30 cm e che corre lungo la colonna vertebrale. Il secondo, invece, inizia a comparire ad aprile-maggio e di solito i primi individui ad effettuare la muta

sono quelli in condizioni fisiche migliori. Il mantello estivo è decisamente più corto e più chiaro e ha una colorazione che può andare dal beige-sabbia al marrone-rossiccio, a seconda della zona. Le zampe e la coda sono scure, mentre la zona ventrale e anale sono più chiare. Inoltre è presente una linea dorsale più o meno scura.

I piccoli nascono con un mantello leggermente più scuro di quello delle madri, mentre in autunno la colorazione è uguale a quella degli adulti già alla prima muta.

Nel camoscio le corna sono presenti in entrambi i sessi, hanno forma uncinata e un color ebano e normalmente arrivano a misurare non più di 25 cm. Nonostante siano molto simili nei due sessi, rappresentano comunque un carattere utile alla distinzione tra maschi e femmine, infatti presentano calibro, angolo di uncinatura e divaricazione leggermente diversi. Le corna dei maschi hanno in genere un uncino più sviluppato, che va a creare un angolo più stretto rispetto a quello che si osserva nelle femmine. Inoltre, osservandole frontalmente, presentano un grado di divaricatura maggiore che nelle femmine, le cui corna sono spesso parallele e si divaricano solo nella porzione terminale. Le corna sono a crescita continua, ma non costante. Infatti, l'accrescimento si ferma durante l'inverno ed è più veloce nei giovani, in particolare nei primi tre anni di vita. Inoltre, le corna dei maschi crescono di più di quelle delle femmine.

3.3.2 Habitat

Il camoscio è un animale dell'ambiente alpino e si trova normalmente nella fascia altitudinale 1000-2500 m. Non sembra essere collegato ad un habitat particolare, purché vi siano delle zone ripide (30°- 45°) e rocciose in cui rifugiarsi nel caso in cui dovessero esserci predatori. In effetti, si può trovare in climi e paesaggi notevolmente diversificati. Il camoscio frequenta canaloni, margini delle pietraie, cenge erbose, radure, cespuglieti a ontano o rododendro, praterie, boschi di conifere e latifoglie intervallati da pareti rocciose e scoscese. In inverno, si sposta a quote più basse, in alcuni casi anche al di sotto del limite del bosco e sceglie i versanti esposti a sud per svernare. In generale, è comunque un animale in grado di sopportare innevamenti notevoli, grazie ai suoi adattamenti morfologici.

3.3.3 Ciclo biologico

Il camoscio è un animale gregario che vive in branchi costituiti da femmine di età variabile, dai piccoli e da maschi giovani o subadulti. Questi branchi trascorrono la bella stagione nei pascoli oltre il limite del bosco, mentre i maschi, di solito solitari, frequentano zone più basse e, già in primavera, iniziano a scegliere i territori da difendere. Infatti, i maschi del camoscio sono territoriali e corteggiano le femmine che si nutrono all'interno del loro territorio. Se le femmine si spostano in un altro territorio il maschio ne perde il possesso, motivo per cui cerca di trattenerle con comportamenti di corteggiamento ritualizzato. Vi sono anche maschi non territoriali che seguono le femmine durante tutto il periodo degli amori, che va da fine ottobre a metà dicembre. Al termine della stagione riproduttiva gli animali si spostano verso le zone di svernamento, dove rimarranno fino alla primavera successiva.

La gestazione dura 24-26 settimane e le nascite, di solito di un solo piccolo, si verificano a maggio-giugno nelle aree di parto, zone tranquille, localizzate su versanti ripidi e scoscesi, di solito sotto il limite degli alberi, dove risultano minimi il disturbo e il possibile impatto dei predatori. Il capretto è in grado di seguire la madre immediatamente dopo il parto. L'allattamento si protrae con regolarità fino al 3° mese (in alcuni casi sino al 6°), ma già all'età di 20-30 giorni il capretto comincia a brucare.

3.4 Il Muflone (*Ovis orientalis musimon*)

Superordine: *Ungulata*
Ordine: *Artiodactyla*
Sottordine: *Ruminantia*
Famiglia: *Bovidae*
Sottofamiglia: *Caprini*
Tribù: *Caprinae*
Genere: *Ovis*
Specie: *Ovis [orientalis] musimon*



Figura 3.4: Muflone maschio (archivio PNAB, Campora-Calegari)

Il muflone è una pecora selvatica appartenente al genere *Ovis*. Inizialmente si distinguevano due specie diverse di muflone: il muflone europeo (*O. musimon*), ossia quello presente in Italia, e il muflone asiatico (*O. orientalis*). Attualmente, però, ci si riferisce al muflone europeo con il nome *Ovis [orientalis] musimon*, poiché si ritiene che quest'ultimo sia una sottospecie del muflone asiatico, data la similarità genetica e morfologica delle due specie (Mustoni et al., 2002). Inoltre, per spiegare l'origine di *O. musimon*, si presuppone l'intervento dell'uomo. Infatti, il muflone sardo deriva con ogni probabilità da pecore domestiche introdotte sull'isola dall'uomo in tempi storici e che si sono successivamente rinselvaticate. In Italia, l'unica popolazione "storicamente autoctona" di muflone è quella presente in Sardegna, dove si trova circa il 40% della popolazione nazionale. Sono poi presenti sulla penisola numerose colonie di dimensioni relativamente contenute e distribuite principalmente al nord (40 colonie) e sull'Appennino centro-settentrionale (circa 20 colonie), mentre al sud ve ne sono solo 3. Si tratta di colonie introdotte più o meno recentemente e quasi esclusivamente per finalità venatorie. Tutte queste introduzioni sono state eseguite trasferendo capi dalla Sardegna al continente, quindi tutte le colonie derivano dalla prima popolazione italiana di muflone. La prima introduzione risale al 1870 e riguarda la Toscana, mentre le introduzioni nell'Arco Alpino sono state effettuate soprattutto nel periodo 1970-1990 (per tutti si veda Carnevali et al., 2009).

3.4.1 Morfologia

Il muflone è un Bovide di taglia medio-piccola. I maschi normalmente pesano 30-40 kg, ma possono arrivare a pesare anche 50 kg, mentre le femmine pesano 25-35 kg, con massimi di 40 kg. Presentano un corpo robusto con arti corti e muscolosi, adatti alla corsa e ad ambienti scoscesi.

Il muflone effettua due mute ogni anno, una primaverile (dall'inizio di febbraio a metà aprile in Sardegna, più tardi nel continente) e una autunnale (inizio settembre). Il mantello invernale è folto e scuro (cioccolato) in entrambi i sessi, ma nelle femmine risulta essere più chiaro e uniforme. Infatti, i maschi presentano delle zone di peli più chiari che, in questa stagione, sono ben evidenti. Tra queste vi sono la maschera facciale, a livello del muso, e la sella, a livello di fianchi e schiena. Quest'ultima non è sempre presente o ben evidente e si può ritrovare anche in alcune femmine. Infine, si può osservare una folta criniera di peli nerastri intorno al collo e sul torace, che non è presente nel mantello estivo, che è di colore bruno-rossastro nei maschi e più chiaro nelle femmine. Anche in questo caso, i maschi presentano macchie più chiare, meno evidenti rispetto all'inverno, e le femmine hanno un colore più uniforme. I piccoli alla nascita hanno un mantello chiaro, simile a quello delle madri, che perdono in autunno con la prima muta, quando assumono già i colori dell'adulto.

Nonostante siano Bovidi, nel muflone le corna sono normalmente un carattere maschile e rappresentano quindi un elemento di dimorfismo sessuale. Nelle popolazioni in cui anche le femmine sono dotate di corna, queste sono piccole ed esili, di aspetto simile a quelle dei giovani maschi. Le corna degli arieti hanno un piano di sviluppo a spirale che le porta a curvarsi col passare del tempo e possono raggiungere lunghezze di 80-90 cm, fino a massimi di 100 cm. Il loro accrescimento è continuo, ma rallenta durante l'inverno, quindi animali più vecchi presentano corna più lunghe. In generale, il ritmo di crescita si mantiene elevato fino ai 3-4 anni di vita per poi rallentare progressivamente negli anni successivi. Nei piccoli, il trofeo inizia a crescere circa al 4° mese e, alla pausa invernale, è costituito da due stanghe di 10-15 cm.

3.4.2 Habitat

Il muflone è un ungulato mediterraneo con corporatura da corridore, per quanto nei comportamenti di fuga agisca da arrampicatore. Di conseguenza, è adattato a vivere in ambienti collinari e di bassa montagna a partire dai 300 m s.l.m, occupa normalmente terreni aperti, ma seleziona in maniera positiva anche le zone boscate, soprattutto se ricche di affioramenti rocciosi (Apollonio e Meneguz, 2003). Mal sopporta i periodi di innevamento prolungato e abbondante, motivo per cui, alle quote più alte (può raggiungere i 1000 m), si sposta sul territorio per raggiungere aree di svernamento più favorevoli.

3.4.3 Ciclo biologico

Il muflone è una specie tendenzialmente gregaria che si può unire in “greggi” più o meno numerosi, principalmente a seconda dello spazio che ha a disposizione. Ogni gruppo è di norma guidato da una femmina anziana con prole e comprende altre femmine, di età variabile, e maschi giovanissimi. Infatti, i maschi tendono a lasciare il gruppo in cui sono nati già al compimento del primo anno, per poi unirsi a formare gruppi unisessuali di giovani. Gli adulti, invece, quando non fanno parte dei gruppi di femmine, rimangono isolati. Durante il periodo riproduttivo (inizio ottobre – inizio dicembre) i maschi possono seguire due strategie diverse. Infatti, alcuni difendono una “area nuziale” (*lek*) e non le femmine, che sono quindi libere di spostarsi, mentre altri seguono un gregge cercando di isolare le femmine in estro. Questi due comportamenti sembrano dipendere dalla densità di popolazione, anche se spesso si osservano entrambi in uno stesso gregge. Al termine della stagione degli amori i maschi rimangono con le femmine e abbandonano il gruppo con l'arrivo della primavera.

Le nascite si verificano a marzo-aprile, dopo una gestazione di 22 settimane. Ogni femmina, di solito, dà alla luce un solo piccolo, che viene allattato fino al 4° mese, anche se in alcuni casi l'allattamento può proseguire oltre.

3.5 Disturbo antropico

Il disturbo può essere definito in molteplici modi, a seconda del contesto che si sta considerando. In generale, ci si riferisce ad esso come a tutto ciò che altera il normale equilibrio delle cose. Riferendosi alla fauna, quindi, si può definire disturbo la causa di un cambiamento degli equilibri vitali, che induce nell'animale una serie di reazioni per rispondere al disturbo stesso. In questo senso il disturbo si sovrappone in modo notevole al concetto di stress.

Il disturbo antropico, quindi, può essere definito come l'insieme di attività di origine antropica che generano nella fauna una risposta. Normalmente, quando si pensa a questo tipo di disturbo, ci si concentra soprattutto su quelle attività che hanno effetti diretti sulla fauna, come la caccia, gli impianti sciistici, l'escursionismo o la presenza dell'uomo nei siti di alimentazione. Invece, è importante tenere a mente che il disturbo antropico deriva anche dalla semplice presenza dell'uomo sul territorio, che può avere effetti indiretti sulla fauna. Sono un esempio le infrastrutture, quali strade, ferrovie e recinzioni, che per gli ungulati costituiscono delle vere e proprie barriere, limitando gli spostamenti sia sulla lunga che sulla breve distanza (Mumme et al., 2022). Inoltre, portano ad una perdita di habitat idoneo per gli animali, che tenderanno ad evitare le zone più disturbate. In Portogallo si è osservato come la presenza del capriolo dipenda direttamente dalla distanza dalle strade, che diventano così un'area inutilizzata dagli animali, che selezionano aree più lontane (Torres et al., 2011). Altre conseguenze possono essere la frammentazione dell'habitat che, a seconda di dove si verifica, può impedire agli animali di raggiungere i siti di alimentazione o di svernamento, oppure si può osservare un aumento delle densità di popolazione, dato dal minore spazio a disposizione degli animali.

Dall'altro lato, una fonte di disturbo diretto che sta aumentando di anno in anno è rappresentata dal turismo. Infatti, ogni anno, un numero crescente di persone decide di passare il proprio tempo libero nella natura, dove è possibile svolgere sempre più attività, sia in estate che in inverno. La presenza di un numero crescente di persone direttamente nei territori della fauna selvatica può indurre numerose risposte, come un diverso uso dello spazio, la fuga, la scelta di altri siti di alimentazione, la paura o causare interferenza nelle cure parentali (Perona et al., 2019). Sembra, inoltre, che l'uomo costituisca una fonte di disturbo maggiore se a piedi e soprattutto se lontano dai sentieri, quando la sua presenza non è prevedibile (Stankowich, 2008).

Considerato il grado di antropizzazione e il forte carico turistico delle Alpi, risulta facile intuire quante pressioni di origine antropica agiscano sulla fauna selvatica in queste zone, andando a instaurare una vera e propria competizione uomo-fauna per l'utilizzo del territorio. Questa può tradursi in una diminuzione delle densità di popolazione o, in alcuni casi, la loro scomparsa da una determinata zona. Per quanto riguarda gli Ungulati nello specifico, non sembra esserci una totale incompatibilità tra la presenza degli animali e dell'uomo, che agisce come fattore limitante (Mustoni et al., 2002). Per esempio, il cervo della Virginia evita i siti in cui è passato l'uomo più a lungo rispetto a quando passano altre specie, modificando il suo uso dello spazio (Parsons et al., 2016).

Come accennato precedentemente, il disturbo antropico può essere considerato a tutti gli effetti un fattore di stress che agisce sulla fauna e si va a sommare a tutti gli stress a cui gli animali sono normalmente sottoposti durante il loro ciclo vitale. Infatti, è importante ricordare che la fauna selvatica è costantemente esposta a fattori stressanti, tra cui la neve, l'abbassamento delle temperature, una bassa disponibilità di cibo, le malattie, densità di popolazione troppo alte, la presenza di predatori o ancora la competizione tra specie. Tutti questi fattori inducono negli animali delle reazioni fisiologiche, come l'aumento del ritmo cardiaco, la produzione di cortisolo e la difficoltà a digerire, e comportamentali, quali la fuga, le migrazioni, uno stato d'allerta prolungato o un cambio di alimentazione. Sicuramente il principale stress a cui tutti gli animali alpini sono sottoposti è l'inverno. Durante questa stagione, il cibo è poco e di scarsa qualità

energetica, ma gli individui consumano molta più energia per spostarsi e per regolare la loro temperatura corporea, col risultato di perdite di peso anche notevoli e in alcuni casi di morte dell'individuo per inedia. Risulta quindi evidente come sia fondamentale per gli animali riuscire a risparmiare più energia possibile per poter sopravvivere. Alcune specie trascorrono l'inverno in letargo, gli Ungulati, invece, hanno dovuto sviluppare altri adattamenti come ridurre il metabolismo basale, limitare gli spostamenti e migrare verso zone meno fredde (quartieri di svernamento). In un contesto simile, il disturbo antropico, soprattutto quello non prevedibile, come lo sci alpinismo o l'escursionismo invernale, può danneggiare seriamente gli animali, costretti a continue fughe e un dispendio energetico eccessivo.

In generale, il cervo è un ungulato particolarmente sensibile alla presenza dell'uomo e al disturbo provocato dalle sue attività (Mustoni et al., 2002). È un animale che ricerca la tranquillità e che per questo tende ad allontanarsi dalle zone maggiormente disturbate. Evita, per esempio, l'intorno dei sentieri (<150 m) durante il giorno, soprattutto nei periodi in cui questi sono più frequentati, e favorisce zone isolate (>1 km) dove l'uomo normalmente non arriva (Marion et al., 2021). In alcuni casi, questo comportamento può portare a osservare densità di capi molto alte in aree circoscritte, con conseguenti danni alla vegetazione e una maggiore predisposizione alle malattie. Nel caso in cui dovessero insorgere nuove fonti di disturbo o questo fosse troppo esteso, il cervo può arrivare ad abbandonare del tutto un territorio. Uno studio condotto nelle Highlands, in Scozia, mostra come la reazione del cervo alla presenza dell'uomo sia paragonabile a quella in presenza di un predatore, poiché aumentano l'allerta e l'aggregazione nei gruppi. Infatti, nelle aree molto frequentate dagli escursionisti, una maggiore percentuale di cervi è in stato di vigilanza e soprattutto lo è per un tempo più lungo, riducendo così il periodo di alimentazione giornaliera (Jayakody et al., 2008). Questo fenomeno, sul lungo periodo, può danneggiare la salute dei cervi che non si sono nutriti a sufficienza e costituisce, quindi, una fonte di stress notevole. Bisogna, infine, considerare che il cervo ha un *home range* decisamente più esteso rispetto al capriolo poiché durante l'anno effettua ampi spostamenti tra i quartieri stagionali, caratteristica che lo porta ad essere particolarmente sensibile alla frammentazione dell'habitat. Il capriolo, invece, ben sopporta gli insediamenti antropici stabili, così come le attività agro-silvo-pastorali. Grazie a questa sua capacità di adattamento è riuscito a colonizzare un'ampia varietà di habitat ed è in grado di convivere a stretto contatto con le presenze e le infrastrutture umane. Condizione necessaria affinché un habitat possa essere scelto dal capriolo è la disponibilità di cibo e di zone rifugio (Mustoni et al., 2002). In uno studio condotto in Francia si è visto che gli animali vicini a fonti antropiche durante il giorno presentano alti livelli di cortisolo (indicatore dello stress), ma questi diminuiscono o aumentano a seconda che l'animale abbia rispettivamente la possibilità o meno di utilizzare delle zone rifugio (Carbillet et al., 2020). A tal proposito, si è osservato come il capriolo sia in grado di modificare l'uso dell'habitat in funzione del disturbo antropico, per cui, in prossimità di fonti di disturbo, frequenta habitat boschivi durante il giorno e si sposta nelle aree aperte solo di notte. Questo dualismo tende ad annullarsi man mano che ci si allontana dalle fonti di disturbo, quali strade e insediamenti, e si intensifica man mano che ci si avvicina a esse (Bonnot et al., 2013). Inoltre, una fonte di disturbo notevole per il capriolo è rappresentata dai cani vaganti, che possono indurre gli animali a continue fughe, nonché effettuare predazione diretta.

Capitolo 4

Materiali e metodi

4.1 Il fototrappolaggio

Il fototrappolaggio è ormai molto frequente in ambito scientifico ed è diventato una delle metodologie standard per il monitoraggio della fauna selvatica. Infatti, le fototrappole vengono utilizzate in tutto il mondo per ottenere informazioni di diverso tipo sulla fauna locale, come diversità specifica, distribuzione delle specie e loro abbondanza relativa (Kays et al., 2020). Nelle specie dove è possibile riconoscere il singolo individuo, il fototrappolaggio può essere usato anche per stimare la densità di popolazione (Trolle et al., 2007). Si tratta di una tecnica di monitoraggio non invasiva, che presenta numerosi vantaggi. In primis, permette di risparmiare molto tempo in quanto le fototrappole non devono essere controllate costantemente, ma possono essere lasciate in campo anche per un mese ed essere gestite da operatori formati, non necessariamente da specialisti (Lyra-Jorge et al., 2008). Questo aspetto consente di poter allestire numerose fototrappole sul territorio, così da monitorare un'area più estesa rispetto a quella che si potrebbe monitorare, per esempio, con un transetto. Il fototrappolaggio, inoltre, è molto efficace per rilevare le specie più elusive nei confronti dell'uomo e soprattutto per raccogliere informazioni sulle loro popolazioni, risultato che altrimenti sarebbe molto più difficile da ottenere (Lyra-Jorge et al., 2008). In generale, questo metodo permette di ottenere molte più informazioni rispetto a un normale monitoraggio non invasivo, poiché ogni immagine è dotata di giorno e ora e riporta una determinata azione, permettendo di studiare i ritmi di attività delle specie e il loro comportamento (Srbek-Araújo and Chiarello, 2005). Ultimo aspetto, ma non per importanza, è il costo. Secondo Lyra-Jorge, dovendo finanziare un progetto di monitoraggio sul lungo periodo, il fototrappolaggio risulta meno costoso di un monitoraggio tramite transetti. Infatti, il primo richiede un investimento iniziale per l'acquisto dell'attrezzatura, che ormai è disponibile in numerosi modelli e fasce di prezzo, ma il costo viene ammortizzato nel corso del tempo, inoltre il materiale acquistato può essere riutilizzato.

Bisogna comunque tenere in considerazione che la raccolta di grandi quantità di foto, che costituisce un vantaggio per i risultati che si possono ottenere, comporta un grande lavoro di interpretazione delle immagini e archiviazione dei dati contenuti in esse. Ad oggi sono presenti delle piattaforme online, come per esempio Agouti, che possono utilizzare l'intelligenza artificiale per velocizzare il processo di riconoscimento delle specie e di archiviazione dei dati, ma un occhio umano esperto e formato rimane ancora fondamentale, in quanto si tratta di tecnologie ancora immature e in fase di *training*. Inoltre, è necessario avere a disposizione supporti idonei all'archiviazione di grandi quantità di dati (nell'ordine di TB). Infine, le fototrappole possono presentare problemi di malfunzionamento, come tutte le attrezzature, arrivando a compromettere interi

periodi di raccolta dati. Proprio per evitare che questo accada, è fondamentale provvedere a una continua e accurata manutenzione così da rilevare eventuali problemi e da impedire che la strumentazione si danneggi.

4.2 Il progetto preda-predatore

Nel settembre del 2022 ha avuto inizio il Progetto Preda-Predatore, un progetto di fototrappolaggio ideato dal Parco Naturale Adamello Brenta con lo scopo principale di monitorare la ricolonizzazione da parte del lupo dei suoi territori. Infatti, al tempo, questa era una delle ultime zone del Trentino in cui il predatore non era ancora stabilmente presente con dei branchi riproduttivi, nonostante la specie fosse già stata segnalata in modo occasionale. Più in generale, il progetto si pone lo scopo di monitorare le eventuali conseguenze dell'arrivo di un predatore sul comportamento della fauna locale.

Tenendo in considerazione i vantaggi del fototrappolaggio esposti nel capitolo precedente, si possono intuire i motivi che hanno portato il Parco Naturale Adamello Brenta ad optare per un progetto di questo tipo. Innanzitutto, la specie target del progetto, ossia il lupo, è una specie estremamente elusiva nei confronti dell'uomo. In secondo luogo, ci si aspettava la colonizzazione dei territori del Parco dalla Val di Sole, ma non si poteva prevedere con certezza quale percorso avrebbe seguito la specie. L'utilizzo delle fototrappole ha permesso di monitorare costantemente un'area di 56,25 kmq, ossia l'area che va da Dimaro a Sant'Antonio di Mavignola, dove si pensava sarebbe passato il lupo (Figura 4.1.).

Le fototrappole sono state distribuite in una griglia di 25 celle quadrate aventi lato 1,5 km, ognuna contenente 2 fototrappole per un totale di 50. La loro posizione è stata scelta seguendo una logica semi-opportunistica, cercando di distribuirle in modo ragionevolmente omogeneo in modo da:

- garantire la sicurezza degli operatori durante le attività di controllo, soprattutto relativa ai mesi invernali. Sono state quindi evitate le zone troppo esposte, difficilmente raggiungibili o a maggiore rischio valanga;
- garantire tempi di avvicinamento ridotti, così da ottimizzare la manutenzione delle fototrappole;
- massimizzare le possibilità di rilevare specie elusive;
- garantire una visuale libera per un campo visivo di max 20 m, così da avere immagini chiare degli animali e soprattutto evitare foto di sola vegetazione. In questo caso, è fondamentale eliminare tutti gli ostacoli che potrebbero attivare il sensore in caso di vento.

Per garantire la massima efficienza della strumentazione sono state programmate delle uscite periodiche di controllo, indicativamente ogni 20-30 giorni, per fare manutenzione e sostituire le batterie e le schede di memoria.

Ci sono stati casi in cui le fototrappole sono state spostate dalla loro posizione iniziale perché difficilmente raggiungibili in inverno o perché scattavano troppe foto vuote. In queste situazioni, sono state riallestite all'interno della stessa cella cercando di riprendere la stessa tipologia di habitat della posizione iniziale.

Scendendo più nel dettaglio, nell'ambito del progetto sono state utilizzate 50 fototrappole del modello KW561. Si tratta di fototrappole dotate di sensore a infrarossi passivo (PIR), ossia un sensore di movimento basato sulla rilevazione di variazioni di temperatura all'interno dell'inquadratura, che viene considerata come punto di riferimento. Questo significa che se passa un oggetto avente la stessa temperatura dell'ambiente circostante, come un animale ectoterma, il sensore non rileva nulla. Questo modello è in grado di effettuare sia foto che video rispettivamente in numero e di durata variabile e ha un angolo di ripresa di circa 60°.

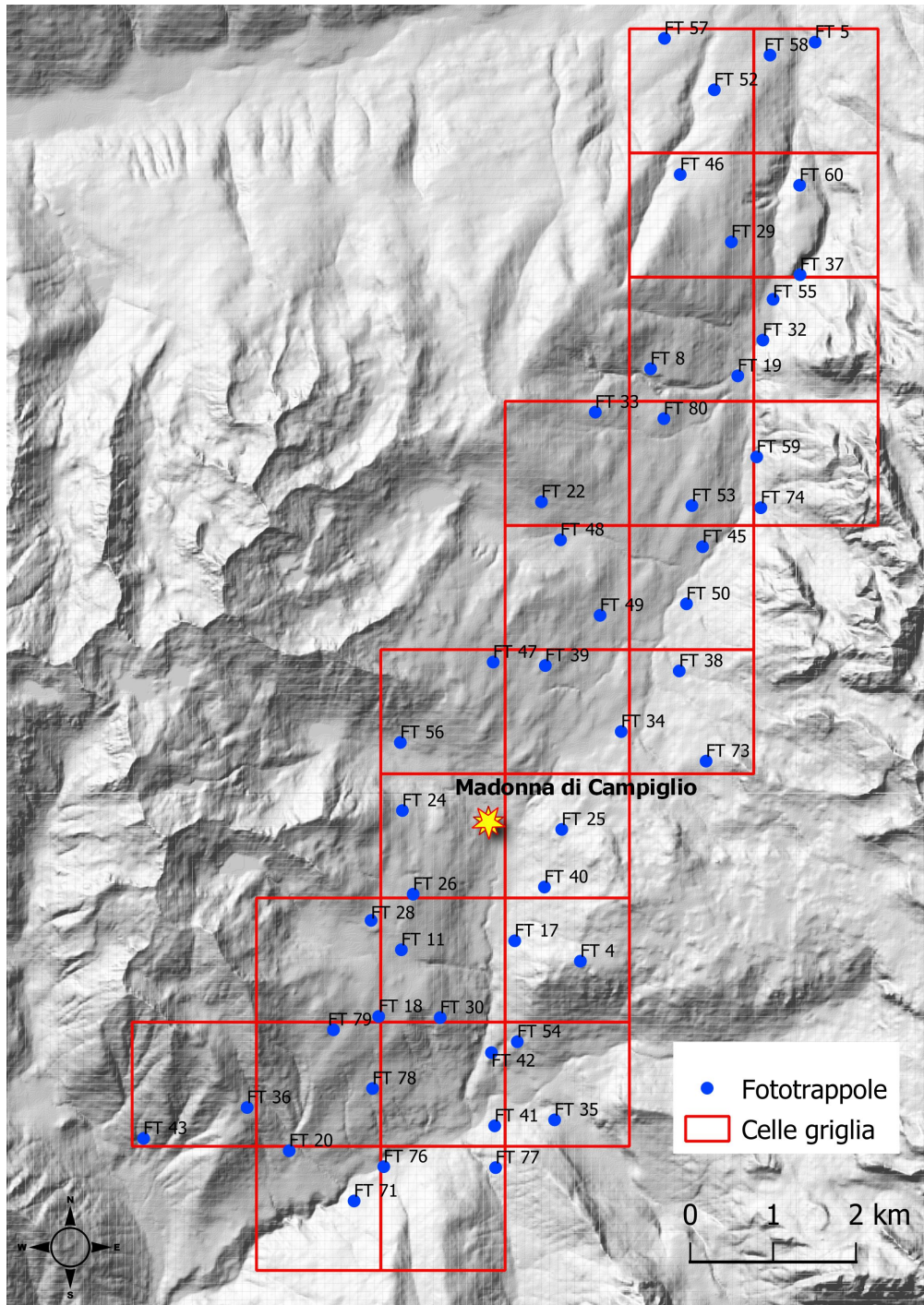


Figura 4.1: Griglia di fototrappolaggio

Grazie al sensore PIR, ha una buona resa nelle foto notturne e riesce a rilevare anche animali di piccole dimensioni, come piccoli roditori. Si è selezionato questo modello perché un buon compromesso tra i costi e la qualità delle immagini che si ottengono.



Figura 4.2: Fototrappola modello KW561

Durante la fase preliminare del progetto è stata condotta una sperimentazione per valutare quale fosse il settaggio migliore per le fototrappole. Questo processo ha previsto la costruzione di un campo ad hoc tramite corde, dove la fototrappola testata occupava il vertice di un angolo retto. L'obiettivo di questa indagine era quello di valutare l'angolo di ripresa e la profondità della fototrappola, nonché la sensibilità dei vari livelli del sensore (alto, normale, basso, auto) alle diverse velocità di passaggio degli animali (camminata lenta, camminata spedita e corsa). Nella Figura 4.3. è riepilogato il settaggio definitivo che è estato applicato a ogni fototrappola.

| | | | |
|---------------|-----------------------------------|-------------------|---------------|
| Ora e data | hh:mm Mm/gg/aaaa | Livello sensore | Alto |
| Modalità | Foto | Modalità flash | Lungo raggio |
| Dim. Immagine | 16M | Periodo di lavoro | OFF |
| Numero scatti | 3 | Formattazione | Eseguire → SI |
| Nome camera | Cod. Cella_FTXX (Es. 11C_FT76) | Ora di scatto | ON |
| Intervallo | 3s | Time Laps | OFF |
| | | Coordinata | OFF |

Figura 4.3: Modalità di settaggio per le fototrappole della griglia

L'ora che è stata impostata sulle fototrappole è l'ora solare, che è stata mantenuta per tutto il periodo di fototrappolaggio, assicurandosi, dopo i due cambi dell'ora, che le fototrappole non l'avessero cambiata in automatico. Si è deciso di utilizzare le foto e non i video perché meno pesanti a livello di memoria e più scorrevoli da visionare durante l'archiviazione dei dati. Con "numero scatti" si va a selezionare quanti scatti di fila la fototrappola deve fare e questi costituiscono una raffica. "Intervallo" è, invece, il periodo di riposo

della fototrappola tra una raffica e l'altra in cui il sensore rimane inattivo. In questo caso, una raffica è rappresentata da 3 scatti successivi e tra una raffica e l'altra passano minimo 3 s. Infine, è stato definito "evento fototrappola" la serie di raffiche (in alcuni casi è solo una) in cui compare in modo continuativo e con certezze lo stesso individuo.



Figura 4.4: Raffica di tre immagini scattate dalla fototrappola

Per quanto riguarda invece l'installazione, tutte le fototrappole sono state dotate di 6 batterie stilo da 1,5 V, una batteria esterna al piombo, per aumentare l'autonomia, lucchetto e una scheda SD da 32 GB. Sono state posizionate a un'altezza di 1,5-2,0 m, così da non risultare troppo basse in caso di neve, ma allo stesso tempo raggiungibile dagli operatori. Sono state, inoltre, inclinate leggermente verso il basso, in modo da intercettare obliquamente gli animali, così da rilevare anche i più veloci, e da escludere dall'inquadratura vaste porzioni di cielo.

4.3 Raccolta e archiviazione dei dati

Come anticipato, in occasione di ogni controllo periodico è stata sostituita la scheda SD e le immagini in essa contenute sono state archiviate in apposite cartelle, una per scarico, nominate con il codice fototrappola e la data dello scarico. Una volta fatto questo, è stato compilato un database (DB), prima con le presenze antropiche e successivamente con le presenze animali. Il primo passaggio viene concluso in tempi rapidi, così da procedere alla successiva eliminazione delle immagini rappresentanti persone.

Ogni riga del DB corrisponde a un evento fototrappola, che può essere costituito da una o più raffiche di 3 foto. Un evento fototrappola va avanti finché c'è un collegamento tra le raffiche, per esempio perché un individuo si ferma davanti alla fototrappola o perché passa un gruppo di animali.

Di seguito vengono approfonditi i campi del database:

| | |
|-----------------------|--|
| N | numero progressivo per ogni db (1,2,3,...,n) |
| Codice fototrappola | numero della fototrappola (FTxx) |
| ID [FTxx_N] | concatena di FTxx_N |
| Operatore | sigla operatore che compila il db |
| Località | n° cella in cui si trova la fototrappola |
| Sessione trappolaggio | periodo che intercorre dal controllo precedente al controllo relativo al db |
| Codice | numero identificativo della prima foto di ogni evento fototrappola |
| Video/foto | se il dato che si sta analizzando è un'immagine o un video |
| Data | data dell'immagine in formato gg/mm/aa |
| Ora inizio e ora fine | rispettivamente l'ora di inizio (prima foto) e di fine (ultima foto) dell'evento fototrappola |
| T.C.° | temperatura segnalata dalla fototrappola |
| Neve [0-4] | copertura nevosa del suolo (0=assenza di neve, 1=25%, 2=50%, 3=75%, 4=100%) |
| Uomo/animale | specificare se si tratta di un uomo o un animale (a=animale, u=uomo, u+c=uomo con cane) |
| Specie | nome comune della specie. Si distinguono anche le varie attività antropiche come bici, sci etc. |
| Copresenza | se in una stessa raffica compaiono due specie diverse |
| Tot individui | numero di individui presenti nell'evento fototrappola |
| Tipo gruppo | se si tratta di un individuo singolo, un gruppo, un gruppo con piccoli o piccoli senza adulti |
| Note fenotipo | segnalare eventuali segni o caratteristiche che permettano di riconoscere l'individuo. Es: corno spezzato, albinismo |
| Sesso | maschio, femmina o indeterminato. Nel caso di più individui segnare il sesso di tutti |
| Classe età | per ogni specie sono state identificate classi di età distinte, che possono dipendere anche dal sesso |
| Attività | descrivere le attività che svolge l'animale. Nel caso di più individui elencare le attività svolte da ciascuno |

Tabella 4.1: Descrizione dei campi del database fototrappole

4.4 Mappa del disturbo antropico

Nel triennio 2007-2009 il Parco Naturale Adamello Brenta ha realizzato un progetto di monitoraggio sul gallo cedrone nell'ambito del quale è stata redatta una mappa tematica "disturbo antropico" per tutta l'area del Parco (Gruppo di Ricerca PNAB). La cartografia è stata costruita andando a valutare il tipo e il livello di disturbo antropico presente in ogni particella forestale compresa nei territori del Parco. A tale scopo sono state individuate 15 categorie di disturbo antropico e per ognuna di queste si è valutato l'impatto nei confronti delle specie, considerando i seguenti aspetti:

- presenza antropica;
- creazione di rumori e/o sorvolo dell'area interessata;
- frammentazione dell'habitat;
- possibilità di collisioni;
- alterazione dell'habitat.

In questo modo è stato possibile determinare le attività a maggiore e a minore impatto. A questo punto si è valutato quali categorie fossero presenti in ogni particella, con che intensità (scala crescente da 0 a 3), con quale distribuzione (diffusa o concentrata) e l'area occupata (<10%, 10-30%, 30-50%, 50-70%, 70-90%, >90%). Questo procedimento è stato eseguito per ogni mese dell'anno, così da poter ottenere dei valori di disturbo mensili, stagionali e annuali.

Tutte le variabili sono state trasformate in coefficienti, così da poter applicare la seguente formula e ottenere il valore del disturbo finale per particella:

$$V(\text{disturbo}) = \sum_{i=1}^k [\text{Coef}(\text{tipologia } i) \times \text{Coef}(\text{intensità}) \times \text{Coef}(\text{area occupata } i) \times \text{Coef}(\text{distribuzione } i)]$$

A ogni particella è stato poi associato un grado di disturbo seguendo la tabella riportata in Figura 4.5.

| Periodo | Valore max | 5% | No disturbo Intervallo 1 | Basso Intervallo 2 | Medio Intervallo 3 | Alto Intervallo 4 |
|------------|------------|--------|--------------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
| apr - mag | 3,698 | 0,1849 | 0 - 0,185 | 0,185 - 0,594 | 0,594 - 1,438 | 1,438 - 3,698 |
| giu - set | 15,912 | 0,7956 | 0 - 0,796 | 0,796 - 3,12 | 3,12 - 6,852 | 6,852 - 15,912 |
| apr - set | 17,688 | 0,8844 | 0 - 0,884 | 0,884 - 4,14 | 4,14 - 8,861 | 8,861 - 17,688 |
| tutto anno | 29,584 | 1,4792 | 0 - 1,479 | 1,479 - 5,64 | 5,64 - 11,88 | 11,88 - 29,584 |

Figura 4.5: Intervalli di intensità di disturbo nei diversi periodi considerati nei territori del PNAB

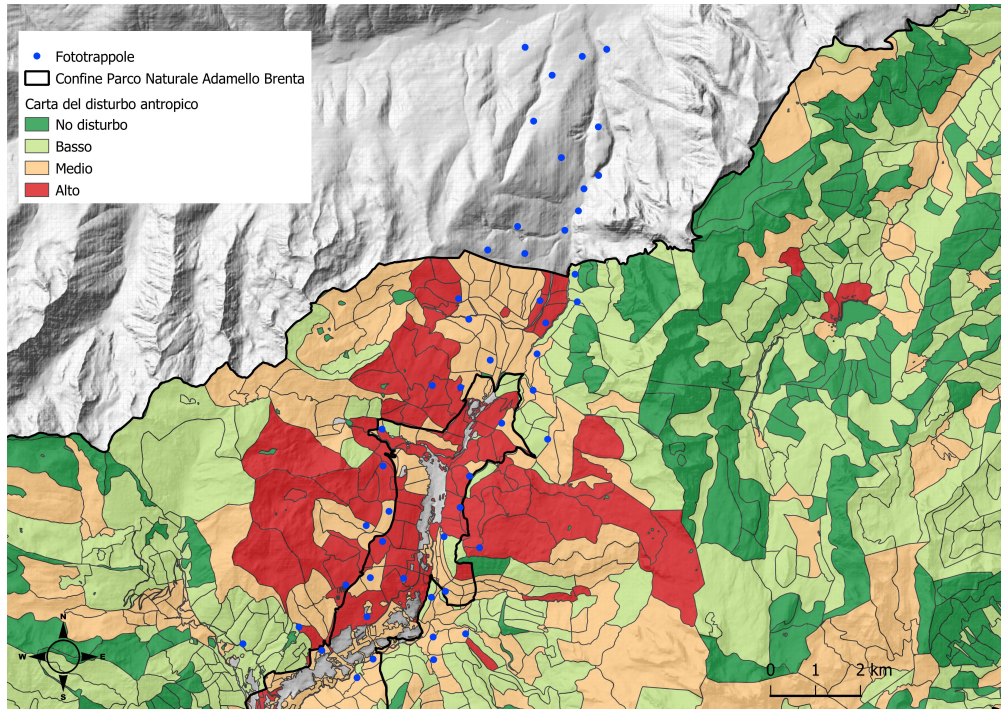


Figura 4.6: Porzione della mappa tematica "disturbo antropico" redatta dal Parco nel 2009

4.5 Definizione ed elaborazione delle variabili

In questo capitolo vengono descritte le variabili che sono state utilizzate per l'analisi dati e il procedimento seguito per ottenerle. Si possono distinguere delle variabili di tipo ambientale, che si riferiscono alla posizione della fototrappola e quindi ne definiscono le caratteristiche, le frequenze di passaggio estratte direttamente dai dati di fototrappolaggio e il disturbo antropico cartografico, ricavato dalla mappa del disturbo del 2009 esposta nel capitolo 4.4.

Ambiente Questa variabile indica la tipologia di ambiente associato a ciascuna fototrappola. È un tipo di variabile qualitativa divisa in tre categorie:

- Chiuso, pieno bosco
- Semichiuso, bosco rado o in prossimità di radure
- Aperto, area aperta o radura estesa

| | |
|------------|----|
| Aperto | 7 |
| Chiuso | 26 |
| Semichiuso | 17 |

Tabella 4.2: Numero fototrappole per ogni tipologia di ambiente

L'assegnazione di una tipologia ambientale ad ogni fototrappola è stata eseguita basandosi innanzitutto sull'inquadratura della stessa. Considerato, però, che questa non è necessariamente rappresentativa dell'ambiente circostante, si è provveduto a valutarlo tramite satellite, così da confermare o modificare la scelta

iniziale. Può capitare, infatti, che una fototrappola inquadri un bosco, ma abbia alle sue spalle un'area aperta più o meno estesa e possa quindi rilevare specie associate a entrambi gli ambienti.

Quota, esposizione e pendenza Queste tre variabili si riferiscono alla posizione della fototrappola e sono state ottenute tramite il software QGis, utilizzando la funzione Point Sampling Tool con i raster DTM, esposizione e pendenza.

Neve Partendo dal DB illustrato nel capitolo 4.3., si è costruita una Tabella Pivot per associare ad ogni fototrappola la media della copertura nevosa a livello mensile. In questo modo, ad ogni mese è associato un unico valore di copertura nevosa.

Frequenze I dati utilizzati nelle successive analisi provengono da 50 fototrappole che non hanno funzionato tutte in modo continuativo tra settembre 2022 e settembre 2023, principalmente a causa di malfunzionamenti (spegnimento o esaurimento di spazio in memoria) o furti. Di conseguenza, non possono essere confrontati tra loro, in quanto non forniscono la stessa informazione. Questo aspetto ha reso necessario utilizzare come dati non gli eventi fototrappola, ma le frequenze di passaggio, ottenute rapportando gli eventi attribuibili alle specie agli effettivi giorni di attività di ogni fototrappola.

Quindi, per il capriolo, il cervo, l'uomo e i domestici (tra cui cane e gatto) sono stati estratti gli eventi mensili per ogni fototrappola dal DB di cui sopra, mentre i giorni di attività delle singole fototrappole sono stati ottenuti basandosi sui diari fototrappola e facendo un controllo incrociato coi rispettivi scarichi. In tal modo sono state calcolate le frequenze per uomo, domestici, cervo e capriolo a livello mensile per ogni fototrappola.

Disturbo cartografico Per valutare il grado del disturbo antropico intorno alla posizione GPS delle fototrappole, si è calcolato il suo valore medio a partire dalla carta del disturbo esposta nel capitolo 4.4., con il supporto di Excel e del software QGis.

Inizialmente, si è disegnato un buffer di 200 m intorno ad ogni fototrappola appartenente alla carta. Per le fototrappole che sono state spostate durante l'anno, e che quindi presentavano due punti GPS, si è usato come centro del buffer la metà della distanza tra i due. Successivamente la carta del disturbo è stata intersecata con i buffer, così da avere all'interno di ognuno un numero variabile di porzioni di particelle forestali, ognuna associata ad un diverso valore di disturbo antropico (Figura 4.7).

Nei casi in cui i buffer cadevano al di fuori della carta del disturbo si è andati a disegnare manualmente i poligoni e si è associato il valore massimo di disturbo per le aree urbane e il valore di disturbo delle particelle limitrofe per quelle non urbane. A questo punto, si è andati a pesare il disturbo delle singole particelle forestali sull'estensione dei poligoni all'interno del buffer, per poi calcolare il disturbo medio pesato sulla superficie effettiva del buffer. In questo modo è stato possibile ottenere per ogni buffer e per tutti i mesi dell'anno un valore medio del disturbo antropico.

Per 14 fototrappole non è stato possibile svolgere questa procedura poiché ricadevano fuori dalla carta del disturbo. Quindi si è provveduto a disegnare un buffer di 200 m e ad applicare, per quest'area, gli stessi criteri usati per disegnare la carta del disturbo antropico del 2009, valutando quindi intensità, estensione e distribuzione di ogni tipo di disturbo.

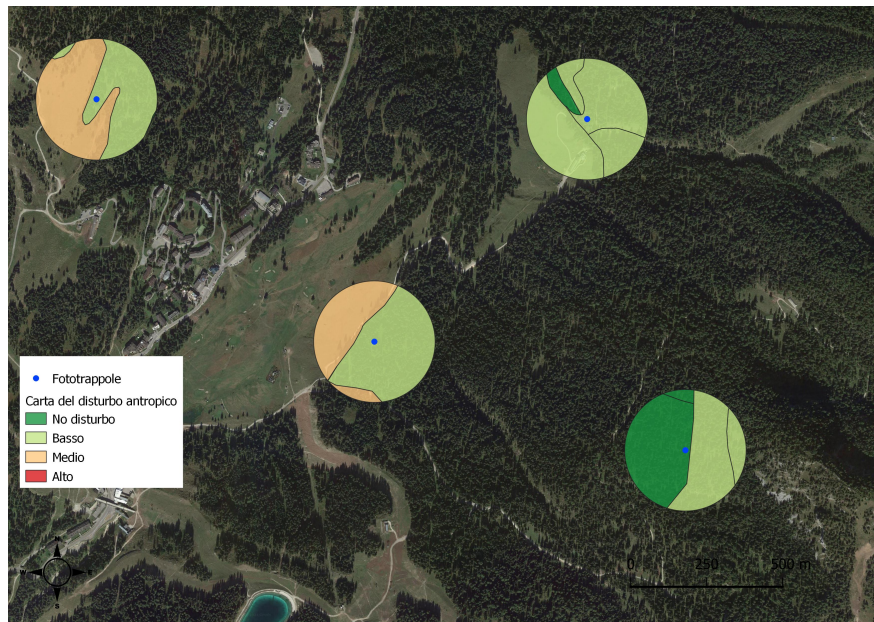


Figura 4.7: Porzioni del risultato dell'intersezione tra la carte del disturbo antropico e il buffer di 200 metri

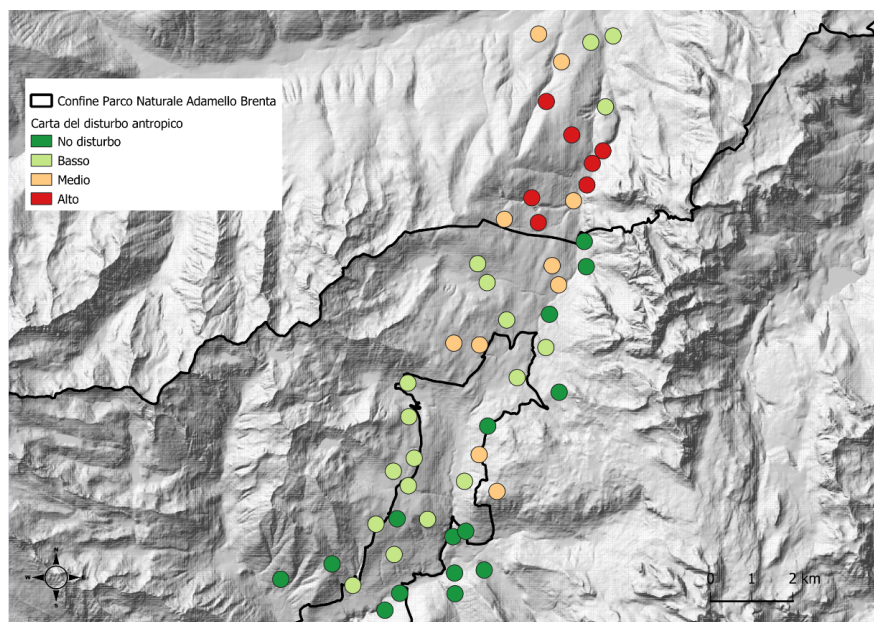


Figura 4.8: Disturbo antropico medio annuo per tutte le fototrappole della griglia

Tutte queste variabili sono state raccolte in un nuovo database, di cui si riporta un estratto in Figura 4.9., contenente solo le variabili necessarie per l'analisi dati.

| CODICE FT | MESE | ANNO | STAGIONE | ATTIVAZIONE (giorni) | DISTURBO (carta) | AMBIENTE | NEVE | QUOTA | ESPOSIZIONE | PENDENZA | EVENTI U | TOT INDIVIDU | MEDIA U | FREQ U |
|-----------|-----------|------|-----------|----------------------|------------------|----------|----------|-------|-------------|----------|----------|--------------|---------|----------|
| FT4 | settembre | 2022 | autunno | 4 | 2,027230611 | aperto | 0 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 1 | 2 | 2 | 0,25 |
| FT4 | ottobre | 2022 | autunno | 31 | 1,115920646 | aperto | 0 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 1 | 2 | 2 | 0,032258 |
| FT4 | novembre | 2022 | autunno | 30 | 0,853243345 | aperto | 1,875 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 1 | 2 | 2 | 0,033333 |
| FT4 | dicembre | 2022 | inverno | 31 | 1,994816766 | aperto | 4 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 1 | 2 | 2 | 0,032258 |
| FT4 | gennaio | 2023 | inverno | 31 | 1,994816766 | aperto | 4 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 4 | 9 | 2,25 | 0,129032 |
| FT4 | febbraio | 2023 | inverno | 28 | 1,994816766 | aperto | 3,2 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 4 | 16 | 4 | 0,142857 |
| FT4 | marzo | 2023 | primavera | 31 | 1,994816766 | aperto | 3,333333 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 2 | 4 | 2 | 0,064516 |
| FT4 | aprile | 2023 | primavera | 30 | 1,99483423 | aperto | 0,608696 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| FT4 | maggio | 2023 | primavera | 26 | 0,763967111 | aperto | 0 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 2 | 4 | 2 | 0,076923 |
| FT4 | giugno | 2023 | estate | 30 | 1,21520324 | aperto | 0 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 1 | 2 | 2 | 0,033333 |
| FT4 | luglio | 2023 | estate | 31 | 1,508645807 | aperto | 0 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 2 | 3 | 1,5 | 0,064516 |
| FT4 | agosto | 2023 | estate | 31 | 1,508645807 | aperto | 0 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 2 | 4 | 2 | 0,064516 |
| FT4 | settembre | 2023 | autunno | 7 | 2,027230611 | aperto | 0 | 1965 | 341,56506 | 8,98504 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Figura 4.9: Estratto del database utilizzato per effettuare le analisi statistiche

Capitolo 5

Analisi dati e Risultati

Per la presente tesi sono stati utilizzati i dati di fototrappolaggio di 50 fototrappole (Figura 4.1.) per un periodo di un anno, da settembre 2022 a settembre 2023, per un totale di 16868 giorni di monitoraggio (inverno=4432, autunno=3727, primavera=4377, estate=4332). Sono stati campionati 6560 passaggi di ungulati, 301 di domestici e 5017 passaggi di persone. Si è riusciti a identificare a livello specifico il 97% degli ungulati, come riepilogato in Tabella 5.1.

| | Inverno | Autunno | Primavera | Estate | Tot |
|-----------|---------|---------|-----------|--------|-----------|
| Cervo | 472 | 750 | 942 | 615 | 2779 (50) |
| Capriolo | 498 | 835 | 830 | 1353 | 3516 (50) |
| Camoscio | 2 | 7 | 13 | 19 | 41 (15) |
| Muflone | 9 | 0 | 34 | 0 | 43 (3) |
| Ungulato | 3 | 24 | 18 | 20 | 65 (22) |
| Cervide | 2 | 18 | 17 | 79 | 116 (22) |
| Domestici | 12 | 74 | 26 | 189 | 301 (34) |
| Uomo | 901 | 506 | 520 | 3090 | 5017 (50) |

Tabella 5.1: Numero passaggi per specie per ogni stagione e nell'intero anno. I numeri tra parentesi indicano il numero di fototrappole in cui la specie è stata rilevata

Come si può osservare camoscio e muflone presentano pochi campioni e una ridotta distribuzione spaziale, per questo sono stati esclusi dall'analisi dati, in cui sono stati considerati solo cervo e capriolo.

Per queste specie si è andati a valutare innanzitutto i ritmi di attività giornalieri (0-23 h) per ogni stagione, inserendo le medie di alba e tramonto come riferimenti per l'alternanza luce/buio. Questi grafici sono stati costruiti utilizzando le frequenze di passaggio di cervo e capriolo e andando a considerare i dati di tutte le fototrappole. Come si può osservare in Figura 5.1., il cervo mantiene un andamento pressoché costante durante tutto l'anno, con picchi di attività in prossimità di alba e tramonto e una maggiore attività notturna. È interessante notare come il primo picco si verifichi sempre prima dell'alba, spostandosi in base alle stagioni (in inverno si osserva alle 6, mentre in estate alle 4). Il secondo picco, invece, sembra essere meno legato al passaggio dalle ore di luce a quelle di buio, poiché si può osservare sia prima che dopo il tramonto ed è sempre alle 19, tranne in estate che è alle 20. Il capriolo, invece, presenta un andamento meno marcato, con picchi meno evidenti che, come per il cervo, sembrano seguire gli orari di alba e tramonto nelle varie stagioni. Questa specie è decisamente più attiva del cervo nelle ore centrali della giornata e si mantiene attiva anche di notte. In generale, le frequenze sono notevolmente più basse in inverno rispetto alle altre stagioni, dove si

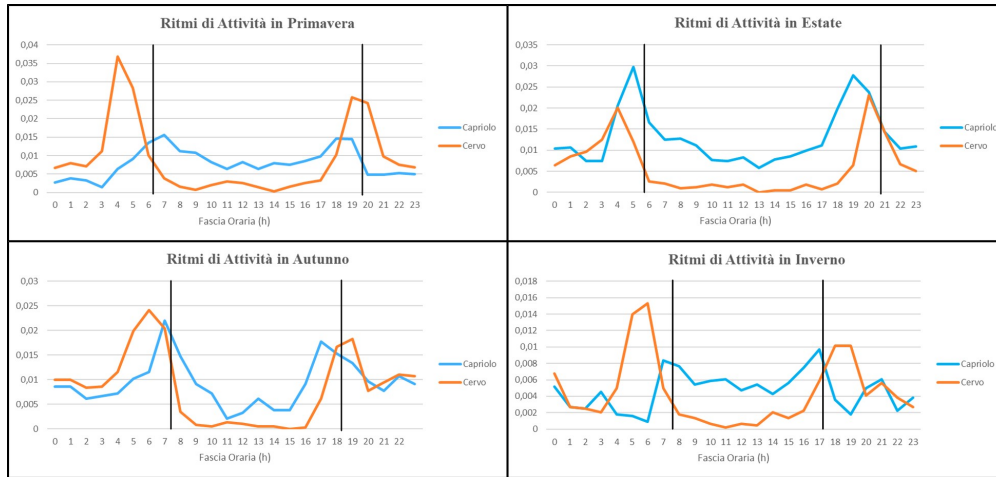


Figura 5.1: Ritmi di attività per cervo (*arancione*) e capriolo (*azzurro*) nelle quattro stagioni con le rispettive medie di alba e tramonto

ottengono frequenze simili.

Per valutare graficamente se ci fosse una sovrapposizione tra l'uomo e le due specie, si è andati a valutare anche i ritmi di attività dell'uomo, basati sempre sulla frequenza di passaggio e relativi a tutte le fototrappole. I risultati ottenuti rispettano appieno le aspettative, infatti l'uomo presenta un picco di attività nelle ore centrali della giornata, per quanto risulti presente già a partire dalle 4/5 e fino alle 19/20. Durante la notte risulta completamente assente nei vari periodi dell'anno (Figura 5.2.).

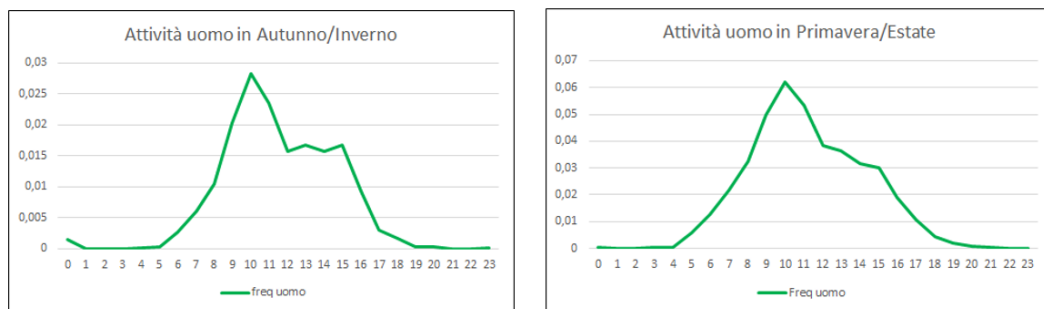


Figura 5.2: Ritmi di attività per l'uomo in autunno/inverno e primavera/estate

La frequenza di passaggi dell'uomo è stata inoltre valutata per ogni mese del periodo di campionamento e per singola fototrappola ottenendo i grafici in Figura 5.3. e Figura 5.4.

Come si può osservare, l'uomo raggiunge le massime frequenze durante l'estate (periodo giugno-settembre), quindi i mesi dove è maggiore il carico turistico, soprattutto in quota e sui sentieri. Probabilmente si è osservata una maggiore frequenza a set-23 piuttosto che set-22 perché è stato considerato un periodo più lungo, infatti nel 2022 le fototrappole sono state allestite e quindi non sono rimaste attive per tutto il mese. Nel secondo grafico, invece, è riportata la frequenza dell'uomo nelle singole fototrappole e risulta evidente come la sua distribuzione non sia omogenea, infatti alla maggior parte delle fototrappole è associata una bassa frequenza e solo alcune presentano valori alti. Le valutazioni effettuate hanno quindi permesso di inquadrare e descrivere l'attività umana dell'area di studio. Infatti, nonostante siano stati rilevati 5017 passaggi di uomo (più delle singole specie), questi sono concentrati soprattutto nei mesi estivi e in poche fototrappole.

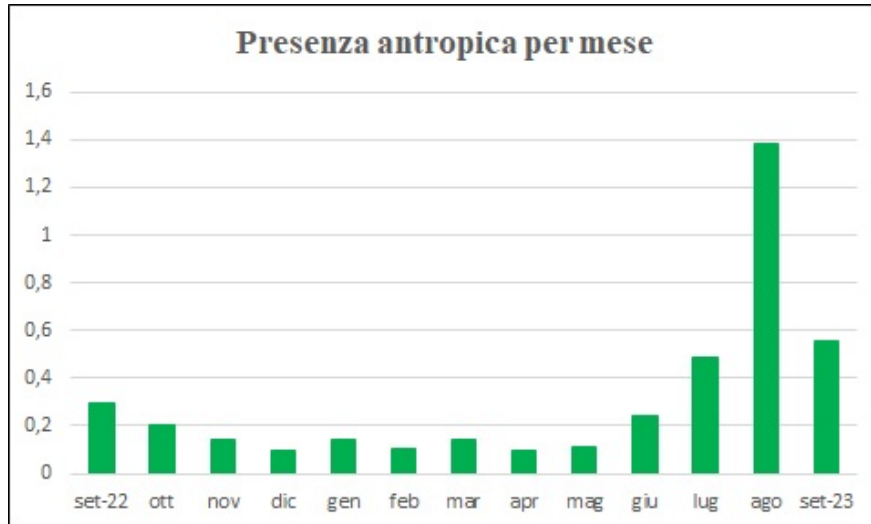


Figura 5.3: Frequenza uomo mensile nel periodo sett-22/sett-23

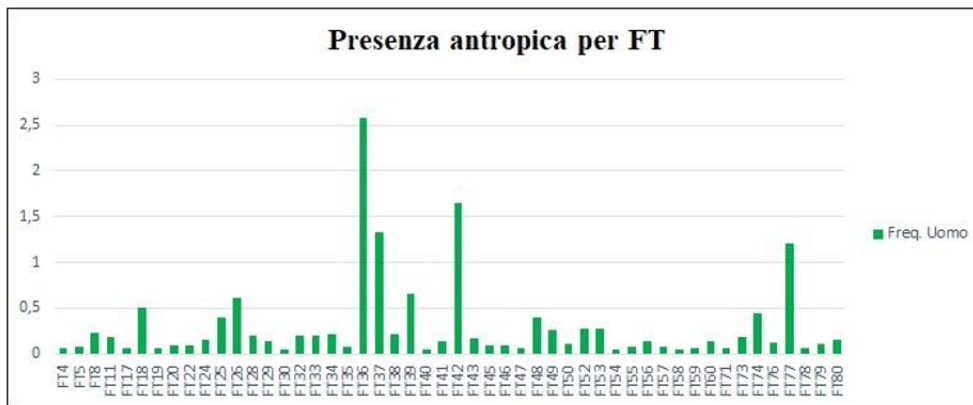


Figura 5.4: Frequenza uomo annuale per ciascuna fototrappola della griglia

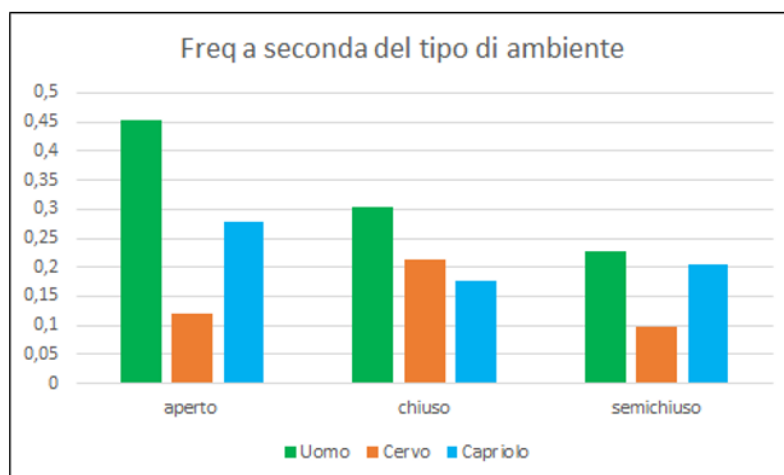


Figura 5.5: Frequenza di uomo (*verde*), cervo (*arancione*) e capriolo (*azzurro*) per le tre tipologie di ambiente: aperto, chiuso e semichiuso

Successivamente, è stata valutata graficamente la relazione tra uomo, cervo e capriolo con la tipologia di ambiente. Il cervo risulta essere più presente negli ambienti chiusi, mentre il capriolo predilige gli ambienti aperti, entrambi risultati in linea con l'ecologia di queste due specie.

Una volta terminate le analisi preliminari, si è passato all'analisi statistica tramite modelli lineari, effettuata mediante il software R versione 4.0.4 (*www.r-project.org*). Al fine di stabilire quali variabili di disturbo antropico inserire nei modelli si è effettuata una correlazione di Pearson tra tutte e tre le variabili, ottenendo i risultati illustrati in Tabella 5.2. La correlazione è molto bassa in tutte le possibili combinazioni, permettendo di definire le tre variabili come non collineari ($r \leq 0,6$) e quindi utilizzabili in contemporanea in uno stesso modello. I risultati ottenuti hanno completamente rispettato le aspettative, infatti ogni variabile considerata descrive aspetti del disturbo antropico diversi ed è quindi corretto che non vengano usate come se fossero equivalenti. La correlazione più alta si osserva tra disturbo cartografico e domestici probabilmente perché questi fanno parte degli elementi utilizzati per valutare il disturbo. Lo stesso si può dire dei passaggi di persone, in quanto vengono considerate la raccolta di funghi, la caccia e pesca o ancora il cicloturismo, ma si tratta di attività di cui è difficile valutare l'entità, quindi è più facile che il disturbo calcolato sulla carta sia in realtà diverso da quello che effettivamente si riscontra in un territorio.

| | <i>r</i> | <i>p</i> |
|----------------------------------|----------|----------|
| Disturbo Carta - Freq. uomo | 0.07 | 0.08 |
| Disturbo Carta - Freq. domestici | 0.16 | <0.01 |
| Freq. uomo - Freq. domestici | 0.08 | 0.04 |

Tabella 5.2: Risultato della correlazione tra le tre variabili di disturbo antropico

Infine, sono stati realizzati due modelli lineari (funzione “lm”), uno per il capriolo e uno per il cervo, per valutare quali variabili influiscono sulla frequenza di contatto di ciascuna specie. Ognuno dei due modelli contiene tutte e tre le variabili di disturbo antropico, tutte le variabili ambientali e la frequenza dell'altra specie, così da valutare un eventuale effetto della competizione interspecifica. Le variabili sono state scalate e i modelli comparati tramite Akaike's Information Criterion per piccoli campioni (AICc). Abbiamo ottenuto il modello migliore per ciascuna specie considerata e valutato la stima dei parametri in esso compresi, ottenendo i risultati riportati in Tabella 5.3. e Tabella 5.4.

CERVO

| | Estimate | Std. Error | t value | p |
|-----------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------|
| (Intercept) | 6.235e-01 | 9.915e-02 | 6.288 | <0.001 |
| Disturbo Carta | -8.351e-02 | 1.498e-02 | -5.574 | <0.001 |
| Quota | -2.136e-04 | 5.599e-05 | -3.815 | <0.001 |
| Pendenza | -2.916e-04 | 1.587e-03 | -0.184 | 0.085 |
| Neve | -3.607e-02 | 9.415e-03 | -3.831 | <0.001 |
| $R^2 = 0.18$ | | | | |

Tabella 5.3

CAPRIOLO

| | Estimate | Std. Error | t value | p |
|-----------------------|-----------------|-------------------|----------------|----------|
| (Intercept) | 0.359 | 0.042 | 8.418 | <0.001 |
| Pendenza | -0.002 | 0.001 | -1.983 | 0.047 |
| Amb chiuso | -0.094 | 0.039 | -2.379 | 0.017 |
| Amb semichiuso | -0.068 | 0.040 | -1.695 | 0.09 |
| Neve | -0.039 | 0.008 | -4.572 | <0.001 |
| Freq. cervo | -0.036 | 0.036 | -1.007 | 0.314 |

$R^2 = 0.14$

Tabella 5.4

Capitolo 6

Discussione

Uno degli scopi di questa tesi era capire se l'utilizzo delle fototrappole fosse una metodologia efficace a valutare il disturbo antropico presente in una zona. Per questo motivo le tre variabili di disturbo sono state correlate, come illustrato nel capitolo precedente. I valori ottenuti sono molto bassi e portano, quindi, a considerare il fatto che queste tre variabili descrivano aspetti differenti del potenziale disturbo creato dalla presenza antropica. Questo significa che i passaggi di persone e domestici davanti alle fototrappole non possono essere predetti in modo efficace dalla carta del disturbo disponibile per il territorio del Parco. A prova di ciò, in Figura 6.1. viene riportato per ogni fototrappola il disturbo cartografico medio annuo e la frequenza uomo rilevata nell'intero anno di campionamento. Come si può osservare, sono poche le fototrappole in cui le due variabili esprimono lo stesso risultato. Se ci si basasse, per esempio, solo sulla presenza dell'uomo rilevata dalle fototrappole, si andrebbero a considerare come disturbate anche delle zone che nella realtà hanno rilevato un basso numero di passaggi. Questo è dovuto principalmente alla diversa scala delle variabili, infatti il disturbo cartografico considera le attività presenti in una zona più o meno estesa, mentre la frequenza dei passaggi umani si riferisce solo all'inquadratura della fototrappola. Di conseguenza, a seconda di come è orientata ciascuna fototrappola, si avrà un valore di disturbo maggiore o minore, il che ovviamente non costituisce un dato realistico. Tutto questo porta a definire il fototrappolaggio come un metodo non sufficiente a valutare in modo attendibile il disturbo antropico in una determinata zona.

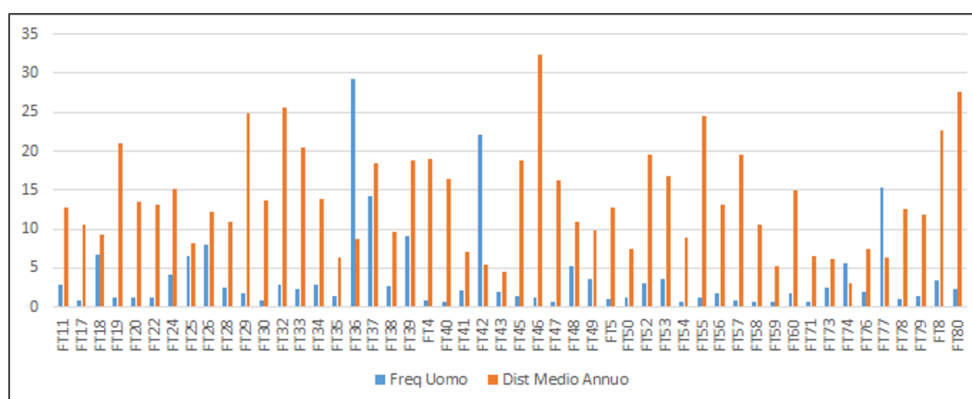


Figura 6.1: Valori di frequenza uomo annua e del disturbo medio annuo per ciascuna fototrappola della griglia

Per quanto riguarda il rilevamento delle specie, sono stati esclusi dall'analisi il mufone e il camoscio, poiché i dati a disposizione non erano sufficienti. Il mufone è una specie presente nei territori del Parco con poche greggi localizzate in aree circoscritte, motivo per cui è stato rilevato solo da 3 fototrappole. Il camoscio, invece, è una specie che normalmente frequenta quote più elevate e predilige ambienti diversi da quelli considerati nella griglia, soprattutto in primavera/estate. L'analisi si è concentrata quindi su cervo e capriolo.

I ritmi di attività ottenuti per il cervo rispecchiano l'andamento caratteristico osservato in altri studi (Ensing et al., 2014, Georgii et al., 1983, Boyce et al., 2010, Hester et al., 1996), tra cui uno condotto in parte nei territori del Parco (Oberosler et al., 2017). Si tratta, quindi, di un andamento con due picchi, uno all'alba e uno al tramonto, che si mantiene per tutto l'anno, con una ridotta attività durante il giorno, spesso inferiore a quella notturna. È interessante, però, il caso di uno studio condotto in Polonia, nel Parco Nazionale di Bialowieza, una zona in cui la caccia è vietata e la presenza antropica è limitata e controllata. In una condizione di disturbo antropico irrilevante il ritmo di attività dei cervi non mostra un andamento bimodale, ma numerosi picchi meno evidenti e distribuiti su tutto l'arco della giornata, con attività simile di giorno e di notte. L'andamento è lo stesso per tutte le stagioni, con picchi meno evidenti durante l'inverno da ricondurre al tentativo di risparmiare energie in un periodo fortemente limitante per la specie (Kamler et al., 2007). In effetti, confrontando i ritmi di attività del cervo con quelli dell'uomo (Figura 5.1.) si osserva una sovrapposizione estremamente bassa, per cui l'attività notturna e i picchi all'alba e al tramonto potrebbero in realtà essere un adattamento alla vita in un territorio fortemente antropizzato, come sono le Alpi. Questo spiegherebbe anche perché in estate, una stagione estremamente favorevole per tutta la fauna, l'attività del cervo durante il giorno raggiunge valori minimi e si osservano frequenze più basse che in autunno e primavera. A confermare l'effetto del disturbo antropico sul cervo, il modello finale ottenuto per questa specie durante l'analisi dati e riportato in Tabella 5.3., mostra che il disturbo cartografico è la variabile che impatta più pesantemente e più significativamente la specie.

Dal modello risultano essere significative anche la quota e la neve, mentre la pendenza è al limite della significatività e in tutti questi casi la relazione è negativa. Si tratta di risultati in linea con l'ecologia della specie e che concordano con quelli ottenuti da Oberosler e colleghi nel 2017. La neve, in generale, è riconosciuta come un forte fattore limitante per tutta la fauna alpina e per il cervo sembra essere uno dei principali fattori che ne regolano l'attività (Georgii et al., 1983). Se si confrontano i modelli di cervo e capriolo, si nota che la neve risulta essere fortemente significativa per entrambi, ma ha un effetto maggiore sul cervo piuttosto che sul capriolo. Questa differenza potrebbe essere dovuta alle dimensioni, e quindi al peso, delle due specie. Infatti, il cervo, essendo più pesante, potrebbe avere maggiori difficoltà a procedere sul terreno innevato, mentre è più probabile che il capriolo, in quanto più leggero, riesca a camminare senza sprofondare nel manto nevoso. Inoltre, in inverno si osservano per entrambe le specie le frequenze minime tra quelle rilevate, aspetto che non deve stupire, poiché in questa stagione viene ridotta l'attività allo scopo di conservare energia.

Anche i ritmi di attività del capriolo presentano gli andamenti ottenuti in altri studi (Jasinska et al., 2022, Jeppesen 1989), tra cui uno studio condotto in parte nei territori del Parco (Oberosler et al., 2017). Come per il cervo, si possono osservare due picchi di attività, uno all'alba e uno al tramonto, che risultano però meno evidenti in quanto il capriolo si mantiene attivo anche di giorno e normalmente presenta un'attività simile tra giorno e notte, con qualche differenza stagionale (Jeppesen 1989). Se si osserva un aumento dell'attività notturna a discapito di quella diurna, situazione che si riscontra in autunno ed estate, potrebbe essere un adattamento del capriolo alla presenza antropica, al fine di evitare l'uomo il più possibile (Bonnot et al.,

2013). In realtà, considerando il modello finale per il capriolo, non compare nessuna delle tre variabili di disturbo, per cui si può concludere che il comportamento della specie non è influenzato in modo significativo dal disturbo antropico, ma solo da variabili ambientali. Questo risultato rispecchia pienamente l'ecologia del capriolo, definito specie plastica perché è stato in grado, nel corso del tempo, di colonizzare una grande varietà di habitat, tra cui ambienti antropizzati (Torres et al., 2011, Carbillet et al., 2020). Tra le variabili ambientali compare anche la tipologia di ambiente con una preferenza per le aree aperte a discapito degli ambienti chiusi e semichiusi. Si può osservare che l'ambiente semichiuso, per quanto non significativo, viene selezionato meno di quello aperto dalla specie, così come l'ambiente chiuso. In effetti, il capriolo è un animale che predilige ambienti aperti con zone di transizione ricche di vegetazione, dove può nutrirsi e trovare rifugio. Non sorprende quindi che il modello indichi l'ambiente aperto come quello maggiormente selezionato dalla specie.

Inoltre, risulta estremamente interessante, anche se non significativa, la presenza all'interno del modello della frequenza del cervo, che ha un'influenza negativa sulla presenza del capriolo (Chirichella et al., 2017). La competizione tra queste due specie è principalmente di tipo spaziale, la presenza prolungata del cervo, animale di dimensioni maggiori e dalla socialità spiccata, può indurre il capriolo ad abbandonare temporaneamente alcuni territori (Mustoni et al., 2002). Il risultato ottenuto nel modello è quindi coerente con il rapporto del capriolo nei confronti del cervo. Nonostante questa relazione non sia significativa, si è creata la mappa illustrata in FIG, per valutare graficamente se fosse presente all'interno del Parco una segregazione spaziale tra le due specie. Il risultato che si ottiene non mostra una particolare divisione dei territori tra

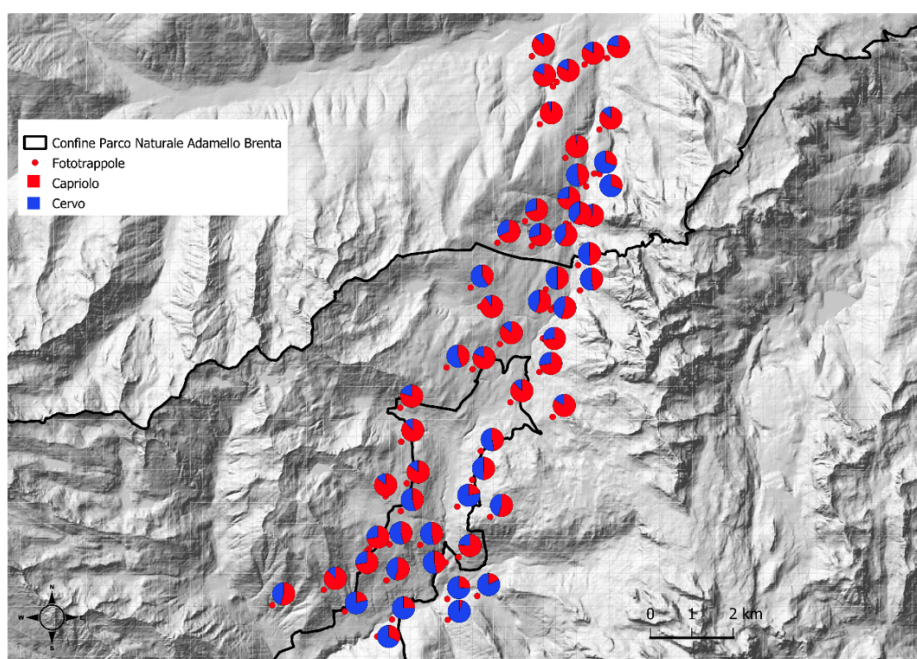


Figura 6.2: Mappa rappresentante la proporzione di passaggio cervo (*blu*) e capriolo (*rosso*) per ogni fototrappola della griglia

cervo e capriolo. L'unica zona dove potrebbe essere presente una situazione di competizione è la parte sud della griglia, dove la maggior parte delle fototrappole ha rilevato una netta maggioranza di cervo piuttosto che di capriolo. Ovviamente si tratta di una considerazione prettamente qualitativa, poiché non si è in grado di stabilire da cosa dipenda l'assenza del capriolo in quella particolare area.

Infine, è interessante notare come entrambi i modelli finali per le due specie non abbiano selezionato la variabile che descrive la frequentazione di queste aree da parte dell'uomo. Questo aspetto può essere spiegato considerando la Figura 5.3. e la Figura 5.4., che mostrano come la variabile non abbia una distribuzione omogenea nel tempo e nello spazio, ma sia concentrata in pochi mesi e poche fototrappole. Quindi, andando a effettuare un'analisi sull'intero anno e su tutte le fototrappole, si è ottenuta ovviamente una relazione non significativa, in quanto la maggior parte delle fototrappole ha rilevato una frequenza uomo rasente allo zero. Questa diversità nella rilevazione è data dal diverso orientamento delle fototrappole, che in alcuni casi riprendono strade o sentieri, e quindi riportano un'alta frequenza di passaggi, e fototrappole orientate verso zone isolate o difficilmente raggiungibili, che quindi riportano pochi o nessun passaggio.

Capitolo 7

Conclusioni

Il presente lavoro di tesi ha previsto l'utilizzo della tecnica del fototrappolaggio applicato su una griglia di 1,5 km di maglia, che copre una superficie di 56,25 kmq, per un periodo di un anno (settembre 2022 -settembre 2023), al fine di valutare i possibili effetti del disturbo antropico sulle specie di ungulati nei territori del Parco Naturale Adamello Brenta. Questa metodologia si è rivelata estremamente efficace per la rilevazione delle specie, in quanto ha permesso di ottenere numerose informazioni relative ad esse, ma si è rivelata non completamente efficace per valutare l'entità del disturbo antropico in una determinata zona. Infatti, basare questo tipo di valutazione solo sull'inquadratura di una fototrappola, che viene stabilita in modo arbitrario, non sempre permette di avere un riscontro realistico dell'entità del disturbo e soprattutto riesce a monitorare solo alcune delle possibili fonti (i.e., i passaggi di persone o di domestici).

Interessanti sono i risultati ottenuti relativi al cervo e al capriolo, che si comportano in modo diametralmente opposto nei confronti della presenza antropica. Il comportamento del cervo è fortemente influenzato dalle attività antropiche sul territorio, che lo portano a evitare le zone maggiormente disturbate. Inoltre, presenta una segregazione temporale con l'uomo, per cui utilizza le stesse aree, ma in fasce orarie diverse, un adattamento volto a minimizzare la probabilità di incontri. Il fatto che mantenga questo comportamento per tutto l'anno suggerisce che la fonte di disturbo principale per questa specie non sia data dal forte carico turistico, che si concentra in estate e in inverno, ma dalle attività che si verificano normalmente sul territorio (caccia, pascolo del bestiame, insediamenti). Viceversa, il comportamento del capriolo sembra essere determinato solo da variabili ambientali, tra le quali compare anche la frequenza del cervo, animale con cui il capriolo è in competizione per l'utilizzo dello spazio. Il capriolo risulta essere più frequente negli ambienti aperti, risultato in linea con la sua natura di animale di ecotono, che probabilmente è anche ciò che gli permette di tollerare il disturbo antropico.

Questa tesi è stata, inoltre, un mezzo per valutare l'efficacia di un progetto di fototrappolaggio, metodologia che ha permesso di ottenere in un anno una quantità di dati sufficienti per effettuare delle analisi robuste. Principale svantaggio, il fatto che la visione delle immagini e l'archiviazione dei dati è stata fatta interamente a mano, richiedendo quindi molto tempo ed esponendo i dati ad errori umani fatti durante questi processi. Questo svantaggio potrebbe però essere ovviato appoggiandosi a piattaforme digitali che si avvalgono dell'Intelligenza Artificiale per il riconoscimento delle specie. Potrebbe essere molto interessante, in futuro, approfondire il rapporto tra cervo e capriolo, andando a indagare sul lungo periodo, in condizioni climatico-ambientali differenti e in situazioni di diverse densità locali per le due specie. Infine, potrebbe essere molto interessante valutare le conseguenze dell'arrivo del lupo sul comportamento degli ungulati, abituati a vivere

ormai da decenni in un territorio in cui l'unico predatore era l'uomo. Il periodo di monitoraggio considerato ha infatti mostrato una presenza ancora occasionale del predatore, che sta colonizzando stabilmente tutta l'area del Trentino Occidentale: la prosecuzione di questo monitoraggio potrebbe quindi fornire importanti informazioni relative alle strategie antipredatorie.

Capitolo 8

Bibliografia

- Apollonio M., Meneguz P. 2003. *Ovis orientalis*. In Boitani L., Lovari S., Vigna Taglianti A. (Eds.), *Mammiferi Carnivori e Artiodattili, Serie Fauna d'Italia*, Ed. Calderini, Bologna.
- Apollonio M. 2004. Gli Ungulati in Italia: status, gestione e ricerca scientifica. *Hystrix. It. J. Mamm.* (n.s.) 15 (1) (2004): 21-34
- Armanini M. 2008. Analisi dell'utilizzo dell'Habitat da parte di cervo e capriolo all'interno di un'area campione del Parco Naturale Adamello Brenta tramite il metodo del Pellet Group Count. Tesi di Laurea in Tecnologie Forestali ed Ambientali. Università degli Studi di Padova. A.A. 2007-2008.
- Bassi E., Bliem K. Ricerca e monitoraggio del gipeto nel Parco Nazionale dello Stelvio e Alpi Centrali (IT) nel 2021 - Bollettino progetto di reintroduzione del gipeto, infoGipeto n° 38: 18-19
- Blasi C., Biondi E., Copiz R., Galdenzi D., Pesaresi S. (a cura di). 2010. *Manuale Italiano di interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE*. Direzione per la protezione della Natura e del Mare. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del Mare.
- Blumstein D.T., Fernandez-Juricic E., Zollner P.A., Garity S.C. 2005. Inter-specific variation in avian responses to human disturbance. *J. Appl. Ecol.* 42 (5), 943–953
- Boitani L., Lovari S., Vigna Taglianti A. 2003. *Fauna d'Italia, Mammalia III: Carnivora - Artiodactyla* Calderini, Bologna
- Bonardo V., Giardino M., Perona S. 2023. *Carovana dei ghiacciai, un viaggio attraverso le Alpi per raccontare gli effetti dei cambiamenti climatici e promuovere la tutela delle montagne di alta quota*. IV edizione
- Bonnot N., Morellet N., Verheyden H., Cargnelutti B., Lourtet B., Klein F., Hewison A.J.M. 2013. Habitat use under predation risk: hunting, roads and human dwellings influence the spatial behavior of roe deer. *Eur J Wildl Res* (2013) 59: 185-193
- Boyce M.S, Pitt J., Northrup J.M., Morehouse A.T., Knopff K.H., Cristescu B., Stenhiuse G.B. 2010. Temporal autocorrelation functions for movement rates from global positioning system radiotelemetry data. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci* 365: 2213– 2219
- Burton A.C., Neilson E., Moreira D., Ladle A., Steenweg R., Fisher J.T., Bayne E., Boutin S. 2015. Wildlife camera trapping: a review and recommendations for linking surveys to ecological processes. *J. Appl. Ecol.* 52, 675-685

- Carbillet J., Rey B., Palme R., Morellet N., Bonnot N., Chaval Y., Cargnelutti B., Hewison A.J.M., Gilot-Fromont E., Verheyden H. 2020. Under cover of the night: context-dependency of anthropogenic disturbance on stress levels of wild roe deer *Capreolus capreolus*. *Conserv. Physiol.* 8(1):coaa086
- Carnevali L., Pedrotti L., Riga F., Toso S. 2009. Banca Dati Ungulati: Status, distribuzione, consistenza, gestione e prelievo venatorio delle popolazioni di Ungulati in Italia. Rapporto 2001-2005. *Biol. Cons. Fauna*, 117:1-168
- Chirichella R., Mustoni A., Apollonio M. 2017. Alpine landscape and canopy cover from 1973 to 2011: are roe and red deer population dynamics linked? *Wildlife Research*, 44(6-7): 504-513
- Corbet G. B., Hill J. E. 1991. A world list of mammalian species. Third edition. Natural History Museum Publications and Oxford University Press
- Crooks, K.R. 2002. Relative sensitivities of mammalian carnivores to habitat fragmentation. *Conserv. Biol.* 16 (2), 488–502.
- Direttiva 92/43/CEE del Consiglio del 21 maggio 1992 relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche
- Direttiva 2009/147/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 30 novembre 2009 concernente la conservazione degli uccelli selvatici
- Dupré E., Genovesi P., Pedrotti L. 2000. Studio di fattibilità per la reintroduzione dell'Orso bruno (*Ursus arctos*) sulle Alpi centrali. Istituto nazionale per la fauna selvatica "Alessandro Ghigi"
- Ensing E.P., Ciuti S., de Wijs F.A.L.M., Lentferink D.H., ten Hoedt A., Boyce M.S., Hut R.A. 2014. GPS Based Daily Activity Patterns in European Red Deer and North American Elk (*Cervus elaphus*): Indication for a Weak Circadian Clock in Ungulates. *PLoS ONE* 9(9): e106997
- Fellettig D. 1976. La riserva di caccia. Circolo Friulano Caccia Sportiva. Udine
- Fernandez-Juricic E., Tellería J.L. 2000. Effects of human disturbance on spatial and temporal feeding patterns of Blackbird *Turdus merula* in urban parks in Madrid, Spain. *Bird Study* 47 (1), 13–21
- Fernandez-Juricic E., Venier P.V., Renison D., Blumstein D.T. 2005. Sensitivity of wildlife to spatial patterns of recreationist behavior: a critical assessment of minimum approaching distances and buffer areas for grassland birds. *Biological Conservation* 125, 225–235
- Festa E. 1925. Il Capriolo dell'Italia centrale. *Bol1. Museo Zool. An. Comp. Univ. Torino*, 40: 1-2.
- George S.L., Crooks K.R. 2006. Recreation and large mammal activity in an urban nature reserve. *Biol Cons* 133:107-117
- Georgii B., Schroder W. 1983. Home range and activity patterns of male red deer (*Cervus elaphus* L.) in the Alps. *Oecologia* 58:238-248
- Goves C., Grubb P. 2011. *Ungulate Taxonomy*. The Johns Hopkins University Press
- Groff C., Angeli F., Baggia M., Bragalanti N., Zanghellini P., Zeni M. (a cura di), 2024. Rapporto Grandi carnivori 2023. Servizio Faunistico della Provincia Autonoma di Trento
- Gruppo di Ricerca e Conservazione dell'Orso Bruno del Parco Naturale Adamello Brenta. 2013. Il gallo cedrone: quattro anni di ricerche scientifiche nel Parco Naturale Adamello Brenta. Documenti del Parco n. 19.

- Hester A. J., Mitchell F. J. G., Gordon I. J., Bailie G. J. 1996. Activity patterns and resource use by sheep and red deer grazing across a grass/heather boundary. *Journal of Zoology (London)* 240: 609–620
- Jasinska K.D., Jackowiak M., Gryn J., Bijak S., Szyk K., Krauze-Gryn D. 2021. Habitat-Related Differences in Winter Presence and Spring—Summer Activity of Roe Deer in Warsaw. *Forests* 2021, 12, 97
- Jasińska K.D, Krauze-Gryn D., Jackowiak M., Gryn J. 2022. Changes in roe deer (*Capreolus capreolus*) daily activity patterns in Warsaw during the COVID-19 pandemic. *European Zoological Journal* 89:1, 870-876
- Jayakody S., Sibbald A.M., Gordon I.J., Lambin X. 2008. Red deer *Cervus elaphus* vigilance behavior differs with habitat and type of human disturbance. *Wildl. Biol.* 14: 81-91
- Jeppesen J.L. 1989. Activity patterns of free-ranging roe deer (*Capreolus capreolus*) at Kalo. *Danish Rev Game Biol* 13:8
- Jones K.R., Venter O., Fuller R.A., Allan J.R., Maxwell S.L., Negret P.J., Watson J.E.M. 2018. One-third of global protected land is under intense human pressure. *Science* 360, 788–791
- Kamler J.F., Jedrzejewska B., Jedrzejewski W. 2007. Activity patterns of red deer in Bialowieza National Park, Poland. *Jour Mam* 88(2):508-514
- Kays R., Arbogast B.S., Baker-Whatton M., Beirne C., Boone H.M., Bowler M., Burneo S.F., Cove M.V., Ding P., Espinosa S., Gonçalves A.L.S., Hansen C.P., Jansen P.A., Kolowski J.M., Knowles T.W., Lima M.G.M., Millspaugh J., McShea W., Pacifici K., Parsons A.W., Pease B.S., Rovero F., Santos F., Schuttler S.G., Sheil D., Si X., Snider M., Spironello W.R. 2020. An empirical evaluation of camera trap study design: How many, how long and when? *Methods Ecol Evol.* 2020;11:700-713
- La Morgia V., Marucco F., Aragno P., Salvatori V., Gervasi V., De Angelis D., Fabbri E., Caniglia R., Velli E., Avanzinelli E., Boiani M.V., Genovesi P. 2022. Stima della distribuzione e consistenza del lupo a scala nazionale 2020/2021. Relazione tecnica realizzata nell’ambito della convenzione ISPRA-Ministero della Transizione Ecologica “Attività di monitoraggio nazionale nell’ambito del Piano di Azione del lupo”.
- Lincoln G. A. 1992. Biology of antlers. *J. Zool., Lond.* 226, 517-528
- Lincoln G. A. 1972. The role of antlers in the behaviour of red deer. *J. Exp. Zool* 182, 233-249
- Lorenzini R., Hewison M., Gaillard J. M., Garofalo L., Rossi L., Morellet N., Verheyden H., Lovari S., Lister A. M. & Mattioli S. 2022. European Roe Deer *Capreolus capreolus* (Linnaeus, 1758). *Handbook of the Mammals of Europe*
- Lyra-Jorge M.C., Ciocheti G., Pivello V.R., Meirelles S.T. 2008. Comparing methods for sampling large- and medium-sized mammals: camera traps and track plots. *Eur J Wildl Res* (2008) 54:739-744
- Magle S., Zhu J., Crooks K.R. 2005. Behavioral responses to repeated human intrusion by black-tailed prairie dogs (*Cynomys ludovicianus*). *Journal of Mammalogy* 86, 524–530
- Marion S., Demsar U., Davies A.L., Stephens P.A., Irvine R.J., Long J.A. 2021. Red deer exhibit spatial and temporal responses to hiking activity. *Wildlife Biol.* 2021, wlb.00853
- Marsilli F. 2016. Evoluzione delle colonie di stambecco (*Capra ibex* L.) del Parco Naturale Adamello Brenta dalla data di reintroduzione ad oggi. Tesi di Laurea in Tecnologie Forestali e Ambientali. Università degli Studi di Padova. A.A 2015-2016
- Martino G., Chiatante G., Ferloni M., Meriggi A. 2024. Population trend and distribution of mountain (Le-

pus timidus) and brown hares (*Lepus europaeus*) in Central Alps (N-Italy, 1980-2020): *European Journal of Wildlife Research*, Vol. 70

Mazzoleni A. 2019. Gradienti altitudinali e habitat di alta quota di ungulati e galliformi nel Parco Naturale Adamello Brenta (Trentino, Alpi Centro-Orientali). Tesi di Laurea in Scienze Naturali. Università degli Studi di Firenze. A.A 2018-2019

Meek P.D., Ballard G., Fleming P. 2012. *An Introduction to Camera Trapping for Wildlife Surveys in Australia*. Canberra: PestSmart Toolkit publication, Invasive Animals Cooperative Research Centre, Australia

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. Trento (TN)

Mumme, S., Middleton, A. D., Ciucci, P., De Groeve, J., Corradini, A., Aikens, E. O., Ossi, F., Atwood, P., Balkenhol, N., Cole, E. K., Debeffe, L., Dewey, S. R., Fischer, C., Gude, J., Heurich, M., Hurley, M. A., Jarnemo, A., Kauffman, M. J., Licoppe, A., ... Cagnacci, F. 2023. Wherever I may roam - Human activity alters movements of red deer (*Cervus elaphus*) and elk (*Cervus canadensis*) across two continents. *Global Change Biology*, 29, 5788–5801

Mustoni A., Pedrotti L., Zanon E., Tosi G. 2002. *Ungulati delle Alpi - biologia - riconoscimento - gestione*. Nitida Immagine Editrice. Cles (TN).

Mustoni A., Chiozzini S. 2007. Piano faunistico. Parco Naturale Adamello Brenta. Strembo (TN)

Obersler V., Groff C., Iemma A., Pedrini P., Rovero F. 2017. The influence of human disturbance on occupancy and activity patterns of mammals in the Italian Alps from systematic camera trapping. *Mam Bio* 87 (2017) 50-61

Odasso M., Miori M., Gandolfo C. (a cura di). 2018. Schede dei tipi forestali, caratteristiche e indicazioni gestionali – Servizio Foreste e Fauna della Provincia Autonoma di Trento

Ordiz A., Sæbø S., Kindberg J., Swenson J.E., Støen O.G. 2017. Seasonality and human disturbance alter brown bear activity patterns: implications for circumpolar carnivore conservation? *Animal Conservation* 20(1): 51-60

Parsons A.W., Bland C., Forrester T., Whatton M.C.B., Schuttler S.G., McShea W.J., Costello R., Kays R. 2016. The ecological impact of humans and dogs on wildlife in protected areas in eastern North America. *Boil. Cons.* 203 (2016) 75-88

Pedersen S., Odden M., Pedersen HC. 2017. Climate change induced molting mismatch? Mountain hare abundance reduced by duration of snow cover and predator abundance. *Ecosphere* 8(3):e01722

Perona A.M., Urios V., Lopez P.L. 2019. Holidays? Not for all. Eagles have larger home ranges on holidays as a consequence of human disturbance. *Biol. Cons.* 231 (2019) 59-66

Preisler H.K., Ager A.A., Wisdom M.J. 2006. Statistical methods for analyzing responses of wildlife to human disturbance. *J Appl Ecol* 43, 164-172

Prosser F., Bertolli A. 2008. A new species of *Gentiana* sect. *Calathianae* (*Gentianaceae*) from the Brenta Group, European Alps, Italy

Prosser F., Bertolli A. 2009. La Genziana del Brenta. *L'Eco delle Dolomiti*, n.8. http://www.ecodelledolomiti.net/Num_8

NUOVO-FIORE-DEL-BRENTA-diCarlo-Signorini.html. Accesso il 5/12/2020

Reimoser S. 2012. Influence of anthropogenic disturbances on activity, behavior and heart rate of roe deer (*Capreolus capreolus*) and red deer (*Cervus elaphus*), in context of their daily and yearly patterns. Deer: habitat, behavior and conservation. Nova publishers

Ricci E. 2020. Monitoraggio delle comunità di piccoli mammiferi in ambienti d'alta quota del Parco Naturale Adamello Brenta. Tesi di Laurea in Biogeoscienze: Analisi, monitoraggio e gestione degli ecosistemi. Università degli Studi di Milano. A.A 2019-2020

Richard E., Gaillard J.M., Said S., Hamann J.L., Klein F. 2010. High red deer density depresses body mass of roe deer fawns. *Oecologia* 163:91-97

Rogala J., Hebblewhite M., Whittington J., White C., Coleshill J., Musiani M. 2011. Human activity differentially redistributes large mammals in the Canadian Rockies National Parks. *Ecol. Soc.* 16 (3)

Rovero F., Marshall A.R. 2009. Camera trapping photographic rate as an index of density in forest ungulates. *J. Appl. Ecol.*, 46: 1011-1017

Rovero F., Collett L., Ricci S., Martin E., Spitale D. 2013. Distribution, occupancy, and habitat associations of the gray-faced sengi (*Rhynchocyon udzungwensis*) as revealed by camera traps. *Jour of Mamm.*, 94: 792-800

Serge M. A. 2014. Preferenze di habitat della marmotta alpina (*Marmota marmota*) nel Parco Naturale Adamello Brenta. Tesi di Laurea in Scienze Naturali. Università degli Studi di Milano. A.A 2013-2014

Srbek-Araújo A.C., Chiarello A.G. 2005. Is camera-trapping an efficient method to surveying mammals in neotropical forest? *J Trop Ecol* 21:121–125

Stankowich T. 2008. Ungulate flight responses to human disturbance: a review and meta-analysis. *Biol. Cons.* 141 (2008) 2159-2173

Smiraglia C., Diolaiuti G. 2015. Lista dei ghiacciai estinti, Nuovo Catasto dei Ghiacciai italiani

Smiraglia C. & Diolaiuti G. (a cura di) 2015. Il Nuovo Catasto dei Ghiacciai Italiani. Ev-K2-CNR Ed., Bergamo, 400 pp

Taylor A.R., Knight R.L. 2003. Wildlife responses to recreation and associated visitor perceptions. *Ecol. Appl.* 13 (4), 951–963

Torres R.T., Santos J., Linnell J.D.C., Virg s E., Fonseca C. 2011. Factors affecting roe deer occurrence in a Mediterranean landscape, Northeastern Portugal. *Mammalian Biology* 76 (2011) 491-497

Trolle M., Noss A.J., Lima E., Dalponte JC. 2007. Camera-trap studies of maned wolf density in the Cerrado and the Pantanal of Brazil. *Biol Conserv* 16:1197–1204

Volcan G. 2013. Check-list degli uccelli del Parco Naturale Adamello Brenta

Zanghellini S., Da Trieste F. 1990. Flora del Parco: origine e caratteristiche. In: Flaim S. (ed), *Incontri con il Parco*, Edizioni Arca

Zibordi F., Mustoni A., Viviani V., Liccioli S., Stefani G. 2010. L'impegno del Parco per l'orso: il Progetto Life Ursus. Ufficio Faunistico del Parco Naturale Adamello Brenta. Documenti del Parco 18. Manfrini. Strembo (TN)

8.1 Sitografia

http://www.areeprotette.provincia.tn.it/rete_ecologica_europea_Natura_2000/habitat_natura_2000/pagina21.html

http://www.areeprotette.provincia.tn.it/rete_ecologica_europea_Natura_2000/habitat_natura_2000/pagina28.html

http://www.areeprotette.provincia.tn.it/rete_ecologica_europea_Natura_2000/habitat_natura_2000/pagina37.html

<https://www.pnab.it/>

<https://www.ultimateungulate.com/WhatIsAnUngulate.html>

<https://www.mammaldiversity.org/taxa.html>

<https://p.globalsources.com/IMAGES/PDT/SPEC/362/K1190056362.pdf>

Capitolo 9

Appendice

| Tipologia | Descrizione |
|--------------|---|
| Tipologia 1 | ARRAMPICATA (sportiva, alpinistica, su ghiaccio) |
| Tipologia 2 | ATTIVITÀ RICREATIVE LEGATE ALL'ACQUA (attività subacquea, canoa, kayak discesa, canyoning o torrentismo, rafting, hydrospeed, pattinaggio su ghiaccio, balneazione) |
| Tipologia 3 | CACCIA FOTOGRAFICA E BIRDPWATCHING |
| Tipologia 4 | PARAPENDIO E DELTAPLANO |
| Tipologia 5 | SPORT E ATTIVITÀ RICREATIVE INVERNALI (ciaspole, sci alpinismo, sci nordico, snowboard, sci escursionismo, impianti sciistici e di risalita) |
| Tipologia 6 | VEICOLI A MOTORE (quad, trial, motocross, auto, moto, motoslitte) |
| Tipologia 7 | IPPOESCURSIONISMO |
| Tipologia 8 | CICLOTURISMO E MOUNTAIN BIKE |
| Tipologia 9 | RACCOLTA FUNGHI E PICCOLI FRUTTI |
| Tipologia 10 | ESCURSIONISMO (trekking, ferrate, orienteering) |
| Tipologia 11 | SPELEOLOGIA |
| Tipologia 12 | PESCA |
| Tipologia 13 | CACCIA |
| Tipologia 14 | INSEDIAMENTI E ATTIVITÀ RICREATIVE (rifugi, baite, case da monte, aree giochi, aree pic-nic e aree ricreative in generale) |
| Tipologia 15 | ATTIVITÀ AGRICOLE E ZOOTECNICHE (pascolo del bestiame, apicoltura, coltivazioni) |

Tabella 9.1: Categorie di disturbo antropico usate per costruire la mappa tematica "Carta del disturbo antropico"

| Codice FT | Ambiente |
|------------------|-----------------|
| FT04 | aperto |
| FT05 | chiuso |
| FT08 | aperto |
| FT11 | semichiuso |
| FT17 | chiuso |
| FT18 | semichiuso |
| FT19 | chiuso |
| FT20 | semichiuso |
| FT22 | semichiuso |
| FT24 | semichiuso |
| FT25 | chiuso |
| FT26 | semichiuso |
| FT28 | semichiuso |
| FT29 | chiuso |
| FT30 | chiuso |
| FT32 | chiuso |
| FT33 | chiuso |
| FT34 | semichiuso |
| FT35 | chiuso |
| FT36 | aperto |
| FT37 | chiuso |
| FT38 | semichiuso |
| FT39 | chiuso |
| FT40 | chiuso |
| FT41 | chiuso |
| FT42 | chiuso |
| FT43 | chiuso |
| FT45 | semichiuso |
| FT46 | semichiuso |
| FT47 | chiuso |
| FT48 | semichiuso |
| FT49 | aperto |
| FT50 | semichiuso |
| FT52 | chiuso |
| FT53 | semichiuso |
| FT54 | chiuso |
| FT55 | chiuso |
| FT56 | semichiuso |
| FT57 | chiuso |
| FT58 | chiuso |
| FT59 | aperto |
| FT60 | semichiuso |
| FT71 | chiuso |
| FT73 | chiuso |
| FT74 | chiuso |
| FT76 | chiuso |
| FT77 | chiuso |
| FT78 | aperto |
| FT79 | semichiuso |
| FT80 | aperto |

Tabella 9.2: Tabella riassuntiva in cui a ogni fototrappola è associata la sua tipologia di ambiente

| Codice FT | Eventi uomo annuali | dist medio annuo |
|-----------|---------------------|------------------|
| FT04 | 21 | 18.96695786 |
| FT05 | 29 | 12.824 |
| FT08 | 85 | 22.66 |
| FT11 | 68 | 12.83702116 |
| FT17 | 21 | 10.54604527 |
| FT18 | 177 | 9.347354291 |
| FT19 | 17 | 20.932 |
| FT20 | 31 | 13.5075193 |
| FT22 | 33 | 13.17316362 |
| FT24 | 50 | 15.1261721 |
| FT25 | 136 | 8.279050724 |
| FT26 | 219 | 12.23762566 |
| FT28 | 73 | 10.86311275 |
| FT29 | 48 | 24.842 |
| FT30 | 17 | 13.6947222 |
| FT32 | 67 | 25.514 |
| FT33 | 66 | 20.528 |
| FT34 | 72 | 13.7922547 |
| FT35 | 25 | 6.353287775 |
| FT36 | 888 | 8.657350586 |
| FT37 | 329 | 18.51 |
| FT38 | 79 | 9.625518327 |
| FT39 | 234 | 18.75573965 |
| FT40 | 18 | 16.49568039 |
| FT41 | 48 | 7.030917666 |
| FT42 | 567 | 5.378525972 |
| FT43 | 57 | 4.559127806 |
| FT45 | 29 | 18.72674259 |
| FT46 | 34 | 32.358 |
| FT47 | 23 | 16.29399536 |
| FT48 | 142 | 10.87950237 |
| FT49 | 93 | 9.760049355 |
| FT50 | 36 | 7.406552241 |
| FT52 | 69 | 19.532 |
| FT53 | 98 | 16.86298847 |
| FT54 | 17 | 8.831618502 |
| FT55 | 25 | 24.444 |
| FT56 | 50 | 13.14798825 |
| FT57 | 28 | 19.628 |
| FT58 | 16 | 10.64 |
| FT59 | 18 | 5.268523014 |
| FT60 | 49 | 15.016 |
| FT71 | 20 | 6.581545381 |
| FT73 | 73 | 6.100303827 |
| FT74 | 150 | 3.114115339 |
| FT76 | 41 | 7.460442383 |
| FT77 | 418 | 6.39747687 |
| FT78 | 19 | 12.52134557 |
| FT79 | 38 | 11.92627446 |
| FT80 | 56 | 27.672 |

Tabella 9.3: Tabella riassuntiva in cui a ogni fototrappola è associato il numero di eventi uomo rilevati nell'anno di campionamento e il disturbo medio annuo calcolato nell'intorno della fototrappola

Capitolo 10

Ringraziamenti

Questa tesi segna la fine di un percorso universitario che è stato lungo e travagliato, segnato da momenti belli e momenti meno belli. Ci sono tantissime persone che devo ringraziare per esserci state, ognuno a modo suo, in questi anni e spero di non dimenticare nessuno.

Il primo ringraziamento va ad Andrea, che mi ha permesso di svolgere la tesi al Parco e di vivere una bellissima esperienza. Grazie a Marco e Roberta, che hanno avuto una pazienza infinita, vi dovrò fare un regalo. Grazie a Nico, Noro, Willy, Fede, Eli, l'altro Nico, Lorenz, Vale, Michi, Ari, Rob per avermi accolta anche se sono milanese e per avermi fatto divertire, senza di voi non sarebbe stato lo stesso. Grazie a Cate e Sara, per aver condiviso con me ansie, gioie e dolori. Grazie a Valentina per avermi seguito con pazienza in questo percorso di tesi.

Grazie a tutte le persone che sono qui da un po' e mi hanno fatto compagnia durante questi anni, so che aspettavate con ansia questo momento. Grazie a Ste, senza il quale questa tesi sarebbe stata sicuramente più brutta, mi hai aiutato davvero tanto. Grazie a Lidia, consigliera scientifica e compagna di paranoie esistenziali, non so quante ore di audio ci siamo mandate negli ultimi anni, ma in piccola parte hanno contribuito a tutto questo. Grazie a Leti, ci conosciamo da quindici anni e hai ancora la pazienza di ascoltare i miei drammi e aiutarmi a rimettermi insieme, facendomi sempre sentire speciale. Grazie a mamma Ire, che nonostante sia andata a vivere in un'altra città ha ancora il potere di mettermi in riga, se il posto sulla panchina è ancora disponibile lo prenoto volentieri. Grazie a Fra, che si è dovuto sobire ansie, piantini, lamentele e paranoie, grazie per esserci stato in questi anni, per avermi supportato, coccolato e fatto ridere. Grazie ai miei genitori, che non hanno mai perso la fiducia in me e mi hanno sempre lasciata libera di fare quello che ritenevo meglio. Un grazie particolare alla mia mamma, che ha sempre fatto di tutto per esserci in ogni occasione, più o meno importante, e mi ha sempre incoraggiato a dare importanza al nostro tempo e a quello degli altri e a godere delle piccole cose. Infine, grazie a me stessa, perché in fin dei conti il lavoro l'ho fatto io, grazie per non aver mollato ed essere arrivata fino in fondo, ci sono stati momenti in cui non era un risultato così scontato.

Sembrava impossibile, ma ce l'abbiamo fatta!!

Grazie a tutti di cuore!!