



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

Dipartimento di Medicina Animale, Produzioni e Salute

Corso di laurea magistrale a ciclo unico in

MEDICINA VETERINARIA

**EPIDEMIOLOGIA E GESTIONE DELLA ROGNA
SARCOPTICA DEL CAMOSCIO NEL PARCO NATURALE DI
PANEVEGGIO-PALE DI SAN MARTINO**

*Epidemiology and management of sarcoptic mange in alpine chamois
from Paneveggio-Pale di San Martino Natural Park*

Relatore

Prof. Rudi Cassini

Correlatori

Piergiovanni Partel

Dott.ssa Federica Obber

Dott. Carlo Vittorio Citterio

Laureanda Lia Morpurgo

Matricola n. 576006

ANNO ACCADEMICO 2013 - 2014

**Alle Zie Emma ed Anna,
per i gatti, i libri e il coraggio.**

Ci sono degli attimi, cinque o sei secondi ogni volta, nei quali si avverte la presenza dell'eterna armonia, perfettamente raggiunta. Non è una cosa terrestre; non dico che sia celeste, ma è qualcosa che l'uomo nel suo aspetto terreno non può sopportare. Bisogna trasformarsi oppure morire. E' un sentimento limpido e inequivocabile. Come se d'un tratto si sentisse tutta la Natura, e improvvisamente si esclama: sì, questa è la verità. (...) Non è...non è commozione, è soltanto gioia. Non perdonate nulla, perché non c'è più nulla da perdonare. Non è che amiate, oh! ciò è più in alto dell'amore! La cosa più terribile è questa tremenda limpidezza unita a una simile gioia. Se durasse più di cinque secondi l'anima non potrebbe sopportarlo, sarebbe costretta a scomparire. In quei cinque secondi io vivo un'intera esistenza, e per essi sono pronto a dare tutta la mia vita, perché ne vale la pena.

Fëdor Dostoevskij, *I Demoni*



RIASSUNTO	9
ABSTRACT	11
INTRODUZIONE	13
1 IL CAMOSCIO ALPINO NELL'AREA DI STUDIO.....	13
1.1 Il camoscio delle Alpi.	13
1.1.1 Origini e sistematica	14
1.1.2 Distribuzione e consistenze sull'arco alpino	16
1.1.3 Morfologia e dati biometrici. Come riconoscere genere e classe d'età.....	17
1.1.4 Ecologia	23
1.2 Il camoscio nel Parco Naturale di Paneveggio – Pale di San Martino	30
1.2.1 Il Parco.....	30
1.2.2 La popolazione di camoscio nel PPPSM	31
2 GESTIONE E SORVEGLIANZA DEL CAMOSCIO.....	35
2.1 La gestione faunistica – definizioni	35
2.2 La gestione del camoscio in provincia di Trento	36
2.3 La gestione del camoscio nel PPPSM	39
2.4 La gestione sanitaria.....	40
3 LA ROGNA SARCOPTICA.	41
3.1 L'agente eziologico <i>Sarcoptes scabiei</i>	41
3.2 Gli ospiti recettivi e la trasmissione	43
3.3 Patogenesi, sintomatologia e lesioni, risposta immunitaria nel camoscio	44
3.4 Diagnosi	46
3.5 Considerazioni epidemiologiche	47
3.6 La rogna sarcoptica del camoscio nelle Dolomiti.....	50
3.7 La gestione della rogna in Provincia di Trento e nel PPPSM	52
PARTE SPERIMENTALE	59
4 OBIETTIVI.....	59
5 MATERIALI E METODI.....	61
5.1 Area di studio	61
5.1.1 Il PPPSM e l'area di studio generale.....	61
5.1.2 L'area intensiva Cavallazza	64

5.2	Origine dei dati di popolazione	66
5.2.1	I censimenti nell'area di studio generale	66
5.2.2	I censimenti intensivi in Cavallazza	68
5.3	Origine dei dati di sorveglianza sanitaria	70
5.3.1	Database dei dati di sorveglianza sanitaria nell'area di studio generale	70
5.3.2	Database dei monitoraggi intensivi in Cavallazza	72
5.3.3	Classi di mortalità	73
5.4	Analisi dei dati	74
5.4.1	Dati di popolazione.....	74
5.4.2	Dati di sorveglianza sanitaria.....	75
5.4.3	Analisi sulla mortalità e sull'efficienza della sorveglianza.....	76
6	RISULTATI	79
6.1	Dati di popolazione.....	79
6.1.1	Dati di censimento nell'area di studio generale.....	79
6.1.2	Dati di censimento in Cavallazza	86
6.2	Dati di sorveglianza sanitaria.....	87
6.2.1	Aspetti generali della mortalità nell'area studio (2006-2013)	87
6.2.2	Cause di mortalità e descrizione dell' epidemia di rogna nel PPPSM	95
6.2.3	Dati di mortalità nell'area di studio Cavallazza	101
6.3	Analisi della mortalità in relazione ai metodi di sorveglianza	103
6.3.1	I decline rates	103
6.3.2	Analisi statistiche sulla mortalità e la sorveglianza	109
7	DISCUSSIONE	111
7.1	Dati di popolazione.....	111
7.2	Dati di mortalità	112
7.3	La mortalità dovuta a rogna	114
7.4	Il confronto fra i dati di censimento e i dati di sorveglianza	118
8	CONCLUSIONI	121
	BIBLIOGRAFIA	123
	RINGRAZIAMENTI	131

RIASSUNTO

La rogna sarcoptica è comparsa all'interno della popolazione di camoscio alpino (*Rupicapra r. rupicapra*) del Parco Naturale di Paneveggio-Pale di San Martino (PPPSM) nel 2007. Da allora, l'epidemia si è diffusa ulteriormente, arrivando a coprire l'intera area di studio negli anni 2010-2011.

Il PPPSM è un'istituzione importante per la ricerca e la conservazione della fauna selvatica, per il quale la presenza e la diffusione di una patologia grave come la rogna è motivo di forte preoccupazione. La sorveglianza passiva e la realizzazione ordinaria dei censimenti all'interno del PPPSM e nelle aree limitrofe hanno permesso di raccogliere una considerevole quantità di dati che sono stati la base per l'elaborazione delle successive analisi. Ad essi si sono aggiunti i dati derivanti dalle procedure di censimento e sorveglianza intensiva, messe in atto dai Guardiaparco del PPPSM durante il periodo 2008-2013 all'interno di un'area campione, dotata di caratteristiche specifiche e dimensioni più ridotte.

Il presente studio analizza:

- il declino demografico osservato nella popolazione di camosci dell'area di studio durante l'epidemia di rogna sarcoptica;
- i dati di censimento e di mortalità in relazione alla struttura di popolazione, i *patterns* di stagionalità della mortalità e della rogna e la distribuzione di casi "rognosi" rispetto al sesso e alla classe d'età;
- i dati di mortalità alla luce della distribuzione secondo le cause di morte considerate: "rogna sarcoptica", "non rogna" e "indeterminata", con l'obiettivo di stimare l'effettivo impatto della rogna in comparazione con altre cause di mortalità;
- l'efficacia della sorveglianza passiva, ordinaria ed intensiva, in relazione alla capacità di individuare i camosci morti e determinare la diagnosi eziologica della morte.

I nostri risultati mostrano che un evidente contributo al declino demografico, per lo meno per quanto riguarda il picco di mortalità, è stato determinato da cause diverse dall'epidemia di rogna, quali la mortalità invernale. Queste condizioni sembrano aver amplificato l'impatto della rogna, abbassando la densità di camoscio fino a valori prossimi a quelli stimati come densità soglia per la trasmissione di *Sarcoptes scabiei*.

Risultano confermati i *patterns* di stagionalità e di prevalenza all'interno delle diverse classi di popolazione osservati per la mortalità generale e la mortalità per rogna.

Per quanto riguarda la sorveglianza passiva, il protocollo intensivo ha dimostrato di aumentare sia la sensibilità nel ritrovare i soggetti morti sul territorio, sia la probabilità di rinvenire soggetti che risultino idonei alla determinazione di una diagnosi eziologica.

ABSTRACT

Sarcoptic mange appeared in chamois (*Rupicapra r. rupicapra*) in the Natural Park of Paneveggio-Pale di San Martino (PPPSM) in 2007. Since then, the disease spread further, covering all the study area in 2010-2011.

PPPSM represents an important area for wildlife research and conservation, for which the presence and spread of a severe disease as mange raises concerns. Therefore, a remarkable amount of data from passive surveillance were collected by gamekeepers and made available for analyses, together with the data from the population censuses. Moreover, besides the routine censuses and passive surveillance on the whole study area, gamekeepers implemented, in a specific and more restricted area, an intensive census and surveillance protocol, lasting from 2008 to 2013.

The present work analyzes:

- population decrease of chamois during the sarcoptic mange epidemic, on the whole and in the different districts of PPPSM;
- censuses and mortality data in order to detect possible differences in population structure, mange seasonality patterns and differences in the proportion of mange cases according to gender and age class;
- the division of mortality data in classes, according to the relative aetiology, namely: “sarcoptic mange”, “other causes” and “undetermined”, allowing an estimate of the effective impact of mange versus other mortality causes;
- the efficiency of routine censuses and surveillance in chamois compared with the results of the intensive ones, in order to identify dead chamois in the field and to reach the aetiological diagnosis.

Our results show an evident contribution of other causes, such as winter mortality, to the main mortality peak of sarcoptic mange. This situation seems to have amplified the impact of the mange peak, leading chamois density to values close to the estimated threshold density for the transmission of *Sarcoptes scabiei*.

Seasonal and gender mange patterns observed in other areas are confirmed.

Concerning the surveillance system, intensive protocol increases the probability to detect dead chamois and reach a proper diagnosis.

INTRODUZIONE

1 IL CAMOSCIO ALPINO NELL'AREA DI STUDIO.

1.1 Il camoscio delle Alpi.

Il camoscio alpino, (*Rupicapra rupicapra rupicapra*), ribadisce già nel nome il suo essere “capra delle rupi”, sovrano del regno verticale (Figura 1). Non è un caso che questa ostentata ripetizione dia il nome proprio alla sottospecie di camoscio che abita le vette più alte d'Europa, le Alpi. La figura di questo ungulato popola fiabe e leggende, credenze popolari e riti venatori, fantasie dei turisti e discorsi quotidiani delle comunità montane. Nei suoi comportamenti, nella sua agilità, perfino nei colori del suo mantello, il camoscio reca in sé l'immagine della Montagna.

Vedremo ora di tracciare un quadro sistematico, morfologico ed ecologico di questo nobile abitante delle nostre Alpi.



Figura 1: Esemplare di camoscio (foto di Matteo Mosconi).

1.1.1 Origini e sistematica

Il camoscio (*Rupicapra rupicapra*) appartiene alla famiglia dei Bovidi, sottofamiglia Caprini, tribù Rupicaprini: un gruppo tassonomico poco differenziato, intermedio tra gli Antilopini e i Caprini propriamente detti (Tabella 1).

Tabella 1: Classificazione sistematica del Camoscio Alpino.

Classe	<i>Mammiferi</i>
Ordine	<i>Artiodattili</i>
Famiglia	<i>Bovidi</i>
Sottofamiglia	<i>Caprini</i>
Tribù	<i>Rupicaprini</i>
Genere	<i>Rupicapra</i>
Specie	<i>R. rupicapra</i>
Sottospecie	<i>R. r. rupicapra</i>

I primi Rupicaprini, che nella struttura scheletrica e nell'aspetto ricordavano solo vagamente il camoscio, ebbero origine nel Miocene (dai 23 ai 5 milioni di anni fa) in Asia, da cui prese piede un movimento di dispersione che li portò ad insediarsi in Europa nel corso del Pliocene, quindi 7-2 milioni di anni fa (Lovari e Masini, 1988).

Essi si diffusero durante il periodo delle grandi glaciazioni, ed in particolare fu al principio di quella Würmiana (100-12mila anni or sono) che l'Ungulato giunse ad occupare un areale molto ampio, che si estendeva dalla Spagna meridionale ai Cantabrici, Pirenei, Massiccio Centrale francese, Ardenne, Selva Nera, Giura franco-svizzero, Vosgi, Arco Alpino, Alti Tatra e ad alcune aree dell'Europa centromeridionale.

Con i mutamenti climatici che portarono alla fine delle ere glaciali, i camosci si ritirarono insieme alle lingue di ghiaccio, spostandosi verso quelle piccole isole a quote elevate in cui permanevano le caratteristiche ambientali idonee per la loro sopravvivenza. Il loro areale di distribuzione andò frammentandosi e le popolazioni si divisero, differenziandosi così nelle diverse sottospecie di Rupicaprini che oggi conosciamo (Figura 2).

Ad oggi la sistematica moderna riconosce dieci sottospecie di camoscio, di cui tre appartenenti alla specie *Rupicapra pyrenaica*, e sette a *Rupicapra rupicapra*. Secondo le ultime ricerche filogeografiche (Pérez e Albornoz, 2002), basate sullo studio della variazione allelica nelle diverse popolazioni, le due specie di camoscio risultano essere nettamente distinte dal punto di vista genetico.

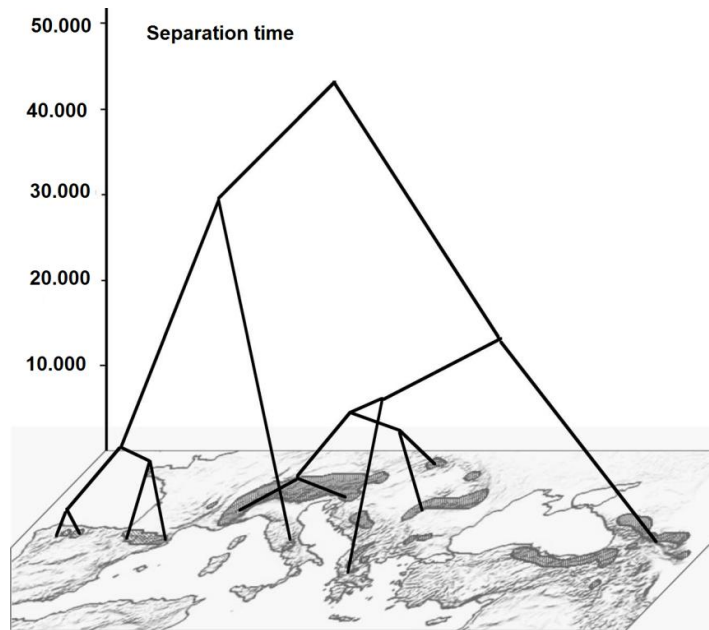


Figura 2: Rappresentazione del processo storico che ha portato all'attuale distribuzione geografica della specie *Rupicapra* in Europa (modificata da Pérez e Albornoz.,2002).

La divergenza genetica sembra confermare i dati archeologici che collocano la divisione delle due specie nel periodo interglaciale Riss- Würm. Alla fine del periodo glaciale chiamato Riss (200.000 anni fa) la specie *R.pyrenaica* si era già divisa nelle sottospecie spagnole ed appenniniche; mentre tutte le altre razze alpino-caucasiche, sottospecie di *Rupicapra rupicapra* e ben poco differenziate fra loro, si sarebbero determinate alla fine della glaciazione più recente, quella del Würm (Pérez e Albornoz, 2002). Questa ipotesi della dispersione spiega le differenze morfologiche, biometriche, elettroforetiche, di comportamento e di adattamento al clima che esistono all'interno della tribù dei Rupicaprini (Lovari e Masini, 1988) (Figura 3).

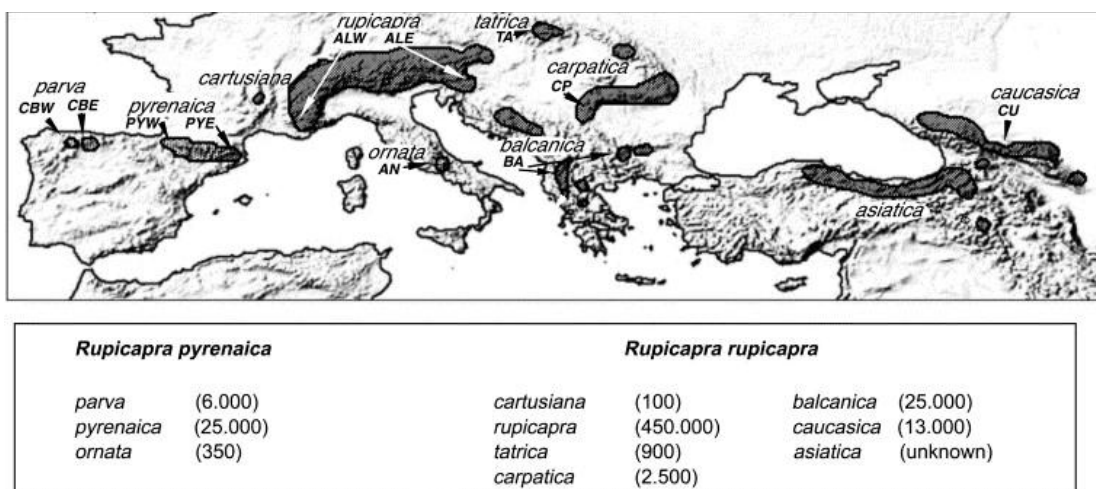


Figura 3: Distribuzione e dimensioni delle popolazioni del genere *Rupicapra* (immagine tratta da Masini e Lovari, 1988).

1.1.2 *Distribuzione e consistenze sull'arco alpino*

Il camoscio alpino risulta oggi più o meno uniformemente diffuso, quantunque con densità differenti, su tutte le Alpi italiane (Figura 4).

L'estensione dell'areale distributivo ammonta a 41.130 km² (Mustoni *et al.*, 2002).

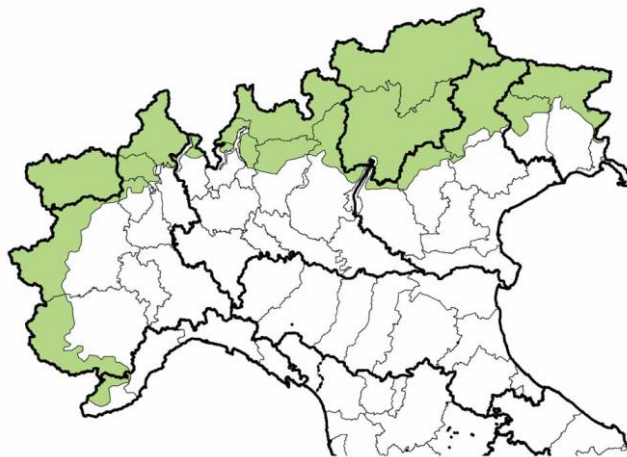


Figura 4: Distribuzione del camoscio alpino aggiornata al 2006 (Carnevali *et al.*, 2009).

Sino alla seconda metà del '700, il camoscio era ampiamente diffuso su tutto l'arco alpino italiano. A partire da tale periodo, sino al secondo dopoguerra, le popolazioni fecero registrare notevoli contrazioni delle consistenze e degli areali di distribuzione. Questa progressiva rarefazione si dovette alla presenza umana nelle valli alpine, che in quegli anni raggiunse i massimi livelli. L'intenso sfruttamento venatorio e la sottrazione dell'habitat naturale in favore della zootecnia spinsero le popolazioni residue nelle aree più impervie e marginali. Dopo il 1950, con l'abbandono delle zone di alta e media montagna da parte dell'uomo, vi fu l'inversione di tendenza, che riportò ai massimi valori la diffusione di questo ungulato (Apollonio, 2004).

Al miglioramento progressivo dello status della popolazione contribuirono: la creazione di aree protette, il maggior controllo sulla gestione venatoria da parte degli enti amministrativi e di protezione della fauna, e la volontà sempre più forte di migliorare le conoscenze sullo status delle popolazioni di animali selvatici presenti sul nostro territorio (Carnevali *et al.*, 2009).

In linea con questi obiettivi, dal 1991 è stata istituita la Banca Dati Ungulati, che raccoglie in modo sistematico le informazioni relative alla consistenza, ai piani di prelievo e

agli abbattimenti realizzati delle diverse specie di ungulati selvatici. Da questo archivio è nato il rapporto dell'Istituto Nazionale della Fauna Selvatica redatto nel 1999 da Toso, Pedrotti e Dupré, che stimava la consistenza totale del camoscio sulle Alpi italiane in circa 112.000 capi, per una densità media di 3,8 capi/100ha. Questi dati vanno sempre considerati come delle valutazioni approssimative e sicuramente per difetto. Inoltre è importante sottolineare che non tutti i territori vengono sottoposti ad accurati conteggi, e che pure dove questi si realizzano, di solito mediante la tecnica del block census, la metodologia implica una sottostima circa del 42% (Monaco e Lovari, 2003). Attualmente, secondo i dati presentati nel Piano Faunistico Provinciale di Trento del 2010, la popolazione di *Rupicapra rupicapra rupicapra* dell'arco alpino si assesta sulle 124.000 unità, con una densità media di 4,6capi/100ha.

1.1.3 *Morfologia e dati biometrici. Come riconoscere genere e classe d'età.*

Le dimensioni e il peso sono parametri molto variabili, dipendendo dalla qualità dell'habitat e dalla densità di popolazione, dallo stato di salute, dal mese di rilevamento, nonché dalle condizioni meteorologiche stagionali (Tabella 2). Generalmente i valori ponderali aumentano fino all'ottavo-nono anno di vita, stabilizzandosi poi fino ai dodici anni d'età, per poi ridursi negli individui più vecchi (Mustoni *et al.*, 2002).

Tabella 2: Caratteristiche morfometriche di un camoscio adulto.

CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE	Maschi	Femmine
Lunghezza testa – coda	120 - 140 cm	110 – 130 cm
Altezza al garrese	75 - 85cm	65 – 75 cm
Peso	30-45kg	25 – 35 kg

Come nelle altre specie di Bovidi selvatici presenti sull'arco alpino (stambecco e muflone), il camoscio possiede un paio di corna permanenti a crescita continua e presenti in entrambi i sessi. Le corna sono sottili, uncinata e sono costituite da due astucci cornei di sostanza cheratinica, inseriti su protuberanze dell'osso frontale (*os cornu*). Negli ungulati questa è considerata una caratteristica di primitività e testimonia la recente storia evolutiva della specie (Mustoni *et al.*, 2002). Il ritmo di sviluppo delle corna è controllato dalle variazioni ormonali legate al fotoperiodo: i mesi invernali sono caratterizzati da un periodo

di stasi o pausa invernale, mentre i mesi primaverili vedono una crescita aumentata. Questo accrescimento ritmico provoca la comparsa di un anello di giunzione, o anello di accrescimento annuo, tra i vari strati cornei, anello che viene utilizzato per la valutazione dell'età dell'animale.

Il mantello si presenta di colore variabile con la stagione. L'animale muta l'aspetto del proprio mantello due volte nel corso dell'anno: in primavera e in autunno. La muta primaverile inizia a marzo e dura per oltre tre mesi, durante i quali il mantello dell'animale subisce un progressivo sbiadimento che lo porta ad assumere una tonalità marrone-nocciola. Durante questo periodo i ciuffi di pesante pelo invernale (giarra) e della lanugine sottostante (borra) cadono a ciocche, dando agli animali un aspetto malandato che può ingannare occhi inesperti. Presto però l'animale assumerà la classica livrea color bruno-fulvo, molto più scura in corrispondenza delle estremità, coda e linea dorsale. A partire da fine agosto inizia la muta autunnale, che si protrae per più di due mesi.

La muta è influenzata sia dal fotoperiodo che dalla temperatura ambientale. Ciò spiega gli anticipi o i ritardi nella muta di intere popolazioni; al contrario, un ritardo individuale nella muta è un segno sicuro di scarsa salute. Con la muta autunnale il pelo del camoscio si fa più spesso e di colore scuro, migliorando quindi sia il potere isolante che l'assorbimento delle radiazioni solari, aiutando l'animale ad affrontare i rigori invernali (Figura 5).



Figura 5: Maschio di circa 4 anni. Sono ben visibili gli elementi di riconoscimento: l'uncinatura pronunciata delle corna, il pennello, la testa corta e tozza, la banda scura ben delineata sul muso (foto di Matteo Mosconi).

Gli zoccoli, a forma di cuneo, sono robusti e dritti, perfettamente funzionali per le abitudini rupestri di quest'ungulato. Essi infatti sono modellati in maniera sorprendentemente simile ad una scarpetta d'arrampicata: posseggono bordi duri e affilati, adatti a far presa sui terreni ghiacciati e sulle più piccole tacche di roccia; solea e fettone morbidi permettono una notevole aderenza sulle superfici rocciose; le due pinzette divaricabili facilitano la progressione sulla neve aumentando la superficie portante dell'arto.

L'estremo adattamento all'alta quota si manifesta anche nelle grandi dimensioni dell'organo cardiaco (350g contro i 280g del cuore umano) e l'elevato numero di globuli rossi nel sangue, che raggiunge valori di 12-13 milioni per mm^3 a fronte dei 4,5 dell'uomo (Mustoni *et al.*, 2002). Queste caratteristiche rendono possibile una rapida ed efficiente ossigenazione del sangue anche alle alte quote, nonché una notevole resistenza alla fatica muscolare.

Chiunque si avvicini al camoscio con l'intento di realizzare uno studio di popolazione... deve mettere in conto che non riuscirà poi ad avvicinarsi molto. Diventa necessario quindi imparare a riconoscere anche a distanza le differenze morfologiche e comportamentali che ci permetteranno di determinare sesso ed età di un individuo.

I criteri di seguito riportati (Box 1) possono aiutarci nel riconoscimento degli animali avvistati, va tuttavia ricordato che, come sempre in Natura, le eccezioni sono frequenti.

BOX 1-ELEMENTI DI RICONOSCIMENTO IN NATURA

Determinazione del sesso

Il dimorfismo sessuale nel camoscio è generalmente ridotto: pressoché inesistente nei capretti, si accentua lievemente negli individui giovani e adulti. Esamineremo dunque le caratteristiche di questi ultimi.

✓ Criteri morfologici

1. *Dimensioni e struttura corporea.* La silhouette corporea femminile appare a prima vista più longilinea e leggera, caratterizzata da un collo slanciato e lungo. Al contrario, i maschi appaiono più massicci e tozzi, di statura superiore, con la muscolatura degli arti anteriori e del collo più sviluppata.
2. *Mantello.* Nel maschio, soprattutto con il manto invernale, sono a volte riconoscibili pennello e criniera, inesistenti negli individui di sesso femminile.
3. *Testa.* La morfologia del cranio femminile è allungata e paragonabile alla forma di un triangolo, mentre i maschi mostrano una testa più corta e tozza.
4. *Corna.* Il trofeo del maschio presenta generalmente astucci cornei con una base di diametro maggiore e con un'uncinatura più pronunciata (Figura 6). Diversa è anche la divergenza delle corna: più divaricate fin dalla base nei maschi; tendenzialmente parallele quelle femminili (Figura 7).

✓ Criteri comportamentali

1. *Minzione.* I maschi urinano tra le quattro zampe, in posizione eretta. Le femmine invece si accovacciano sensibilmente, flesse sugli arti posteriori.
2. *Posture.* I maschi si esibiscono spesso in posture di intimidazione e minaccia verso gli avversari dello stesso sesso, giungendo anche a inseguirli in impressionanti corse da un versante all'altro della montagna. Le femmine invece manifestano spesso moduli comportamentali quali la sottomissione e l'imposizione laterale.
3. *Comportamenti sociali.* I maschi sono solitamente individui solitari, ad eccezione dei primi anni di vita, durante cui gli jährling spesso si riuniscono a formare gruppi di giovani maschi. Le femmine invece sono più gregarie, e si spostano spesso insieme a gruppi familiari che raccolgono le femmine più anziane, le giovani di uno o due anni e i capretti dell'anno. Anche i gruppi misti di camosci sono solitamente guidati da una femmina dominante, che conduce con sé il proprio capretto, le madri con gli altri piccoli, le giovani e infine i maschi in ordine crescente d'età.

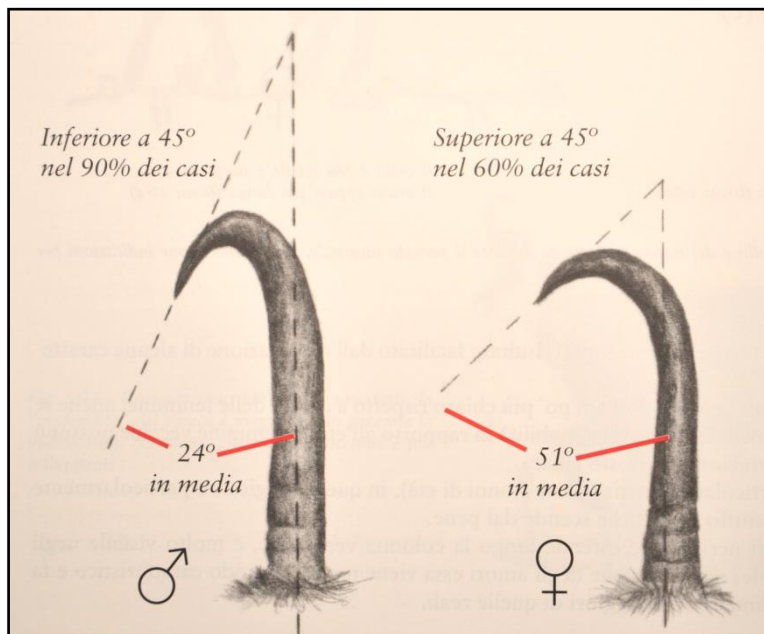


Figura 6: Le corna dei camosci hanno in genere un uncino più sviluppato e un diametro maggiore (da Mustoni *et al.*, 2002).

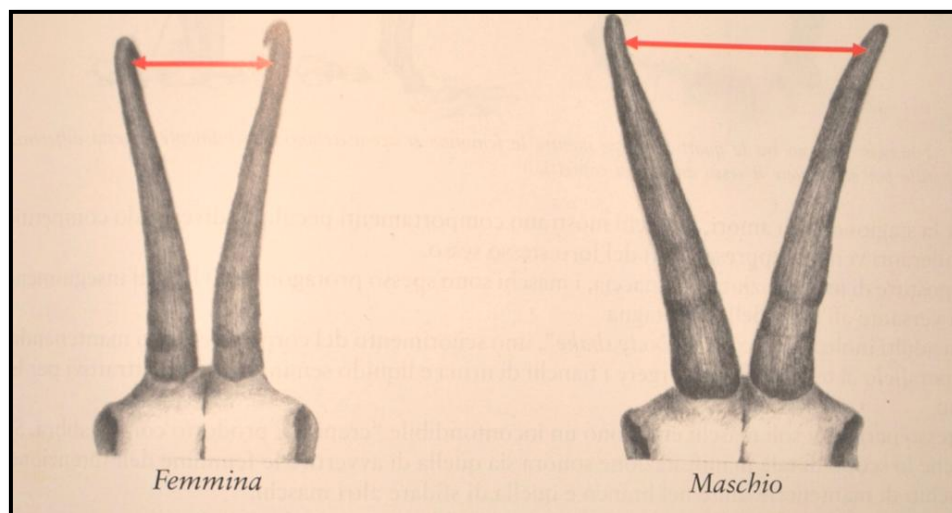


Figura 7: Il grado di divaricazione del trofeo, osservato frontalmente, è diverso nei due sessi. Le femmine mostrano corna tra loro parallele o, se divaricate, lo sono solo nella porzione terminale (da Mustoni *et al.*, 2002).

Determinazione dell'età

Una determinazione precisa dell'età, più fattibile nel capo abbattuto, risulta ardua durante le osservazioni sul campo. Normalmente ci si accontenta quindi di riuscire ad assegnare all'individuo osservato una classe d'età.

- ✓ I *capretti* hanno dimensioni corporee ridotte, appaiono sempre in compagnia della madre. Durante l'estate sfoggiano una livrea un po' più scura di quella delle madri, fatto che li rende maggiormente mimetici (e complica quindi le nostre osservazioni ai fini di censimenti e monitoraggi). Le piccole corna dritte, senza uncino, appaiono davanti alle orecchie, con una lunghezza sui 3-4 cm.
- ✓ Gli *jährling*, individui giovani di 1-2 anni, sono facilmente distinguibili dagli adulti per le forme più snelle e gli arti che appaiono molto lunghi in comparazione al torace non ancora sviluppato. Le corna sono alte al massimo quanto le orecchie. Il muso è ancora corto e simile a quello dei capretti.
- ✓ Negli *adulti* esistono una serie di particolari che ci possono suggerire una stima dell'età del camoscio, per quanto non potrà mai essere precisa quanto una valutazione su una carcassa.

La banda nera laterale nel muso appare più netta negli individui giovani, in accordo con tutta la colorazione del mantello, che va invece sbiadendosi col progredire dell'età. La lunghezza delle corna posta a confronto con il padiglione auricolare può essere un dato indicativo (Figura 8): a 2 anni le corna sovrastano le orecchie di circa metà della loro lunghezza; a 4 anni il trofeo è alto il doppio del padiglione auricolare. Esso continuerà lentamente a crescere con l'avanzare degli anni.

- ✓ Negli *anziani* il colore della testa e dell'intero mantello tende al grigio-giallastro, gli animali assumono un portamento più dimesso e si osserva un progressivo dimagrimento generale della figura.



Figura 8: Criteri di riconoscimento della classe d'età in base allo sviluppo delle corna (immagine tratta dal sito del Office Nationale de la Chasse e de la Faune Sauvage del governo francese <http://www.oncfs.gouv.fr/Connaitre-les-especes-ru73/Le-Chamois-et-lIsard-ar643>)

1.1.4 *Ecologia*



Habitat

Il camoscio alpino vive a quote comprese tra i 1500 e i 2500 metri di altitudine. Questo range si estende verso quote maggiori nel periodo estivo, mentre durante le stagioni di clima più rigido gli animali tendono ad abbassarsi verso i fondovalle (Ladini, 1985).

Gli ambienti più favorevoli sono le aree forestali a conifere o latifoglie, ricche di sottobosco e adiacenti a pareti rocciose; le radure e i canali scoscesi; i macereti; le praterie alpine e, soprattutto, le cenge erbose al di sopra del limite della vegetazione. L'utilizzo di questi ambienti varia nel corso delle stagioni: possiamo quindi distinguere degli areali di distribuzione estivi ed invernali (Boldt e Ingold, 2005).

In estate, gli animali occupano soprattutto le fasce altitudinali corrispondenti al limite della vegetazione arborea, caratterizzate da praterie alpine intervallate da canali e pareti rocciose. In questo periodo i camosci si trovano più facilmente sui versanti montuosi esposti a nord, più freschi e protetti dai raggi diretti dal sole.

Durante l'autunno gli animali si raccolgono in branchi numerosi e sostano così su pascoli elevati e ghiaioni (Figura 9).

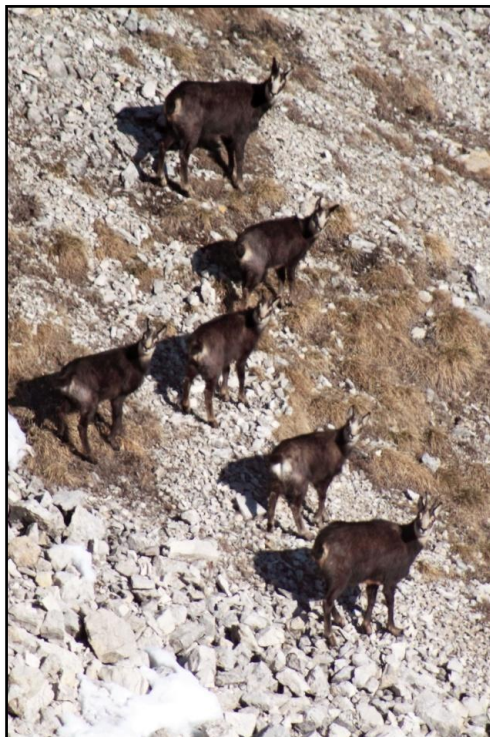


Figura 9: Gruppo di femmine con piccoli e giovani (foto di Matteo Mosconi).

Con le prime nevi i camosci si abbassano di quota e utilizzano il bosco, dove è più facile trovare piante sfuggite alla copertura del manto nevoso e maggior riparo dai gelidi venti invernali. In questa stagione sono i versanti sud ad essere maggiormente popolati da animali: qui la maggiore esposizione ai raggi solari consente lo scioglimento precoce della neve e una più rapida ripresa vegetativa. Alcuni esemplari, o branchi interi, sfuggono a questo utilizzo del territorio stagionale, preferendo rimanere per l'intero corso dell'anno in zone con caratteristiche favorevoli, al riparo delle piante ad alto fusto del bosco, o a ridosso delle pareti rocciose.



Vita sociale e moduli comportamentali

La vita di relazione nei camosci è determinata, per ogni individuo, da due fattori fondamentali: il sesso e la maturazione sociale. Possiamo distinguere gli animali secondo diverse classi d'età (Figura 10) o di maturazione sociale che vengono definite in base alla concreta possibilità di utilizzo per attività di censimento:

1. capretti – piccoli di camoscio fino al compimento del primo anno d'età;
2. giovani – individui fino a 1-2 anni di età (jährling);
3. subadulti – maschi di 3-4 anni, femmine di 2-3 anni;
4. adulti – maschi di 5-9 anni, femmine di 4-11 anni;
5. anziani – maschi di 10 o più anni, femmine con più di 12 anni.



Figura 10: Femmina con piccolo (foto di Matteo Mosconi).

I gruppi di camosci hanno dimensioni e composizione variabili a seconda del periodo dell'anno e della zona geografica. I maschi adulti vivono solitari o raccolti in piccoli gruppi instabili di 2-10 individui, per poi ricongiungersi ai branchi di femmine durante la stagione riproduttiva, in autunno. I maschi subadulti possono aggregarsi in gruppetti più o meno numerosi, soprattutto in zone caratterizzate da forte densità.

Le femmine, invece, sono solite accompagnarsi con i capretti dell'anno e la prole giovane nata l'anno precedente, costituendo dei piccoli gruppi familiari che possono confluire arrivando a formare gruppi misti di notevole consistenza numerica. In maggio-giugno le femmine, dopo un periodo di gestazione di 23-25 settimane, si allontanano dal gruppo per il parto (Figura 11) dando alla luce in genere un solo piccolo, mentre i parti gemellari sono relativamente rari.

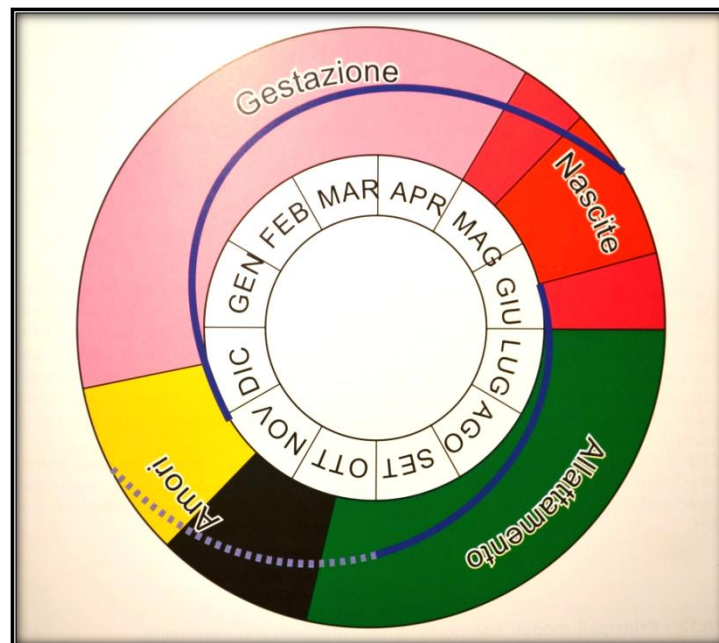


Figura 11: Il ciclo biologico annuale del camoscio (da Mustoni *et al.*, 2002).

La sorte degli jährling è dettata da una forte segregazione sessuale: le femmine tendono a rimanere nel gruppo di appartenenza, mentre i giovani maschi solitamente formano branchi in associazione con altri maschi coetanei o di età maggiore (Ruckstuhl e Neuhaus, 2002; Anel *et al.*, 2010). I giovani camosci maschi sono gli individui che presentano la maggior attività di spostamento, giungendo a percorrere, nei loro moti di dispersione, distanze registrate attorno ai 9,7 km all'anno (Caughley, 1963).



Home range e ritmi di attività

All'interno di un habitat ogni animale occupa un'area in cui svolge le normali attività di ricerca del cibo, accoppiamento e cura della prole: tale area viene definita *home range*.

L'estensione, la forma e l'utilizzo degli *home range* è molto variabile, in quanto è influenzata dall'età e dal sesso degli individui, e dalle caratteristiche ambientali del territorio.

I maschi in generale occupano aree vitali mediamente maggiori di quelle delle femmine. Per quest'ultime, visto il loro elevato grado di gregarismo e di socialità, si parla talvolta di *home range* di gruppo, con estensioni medie che variano dai 75 ai 200ha (Mustoni *et al.*, 2002). Gli *home range* di gruppo risultano ben definiti e poco sovrapposti, con pochi sconfinamenti, di solito a carico degli individui più giovani (Hamr e Czakert, 1986).

Secondo Van Elsner-Schack (1985), i fattori che influenzano l'utilizzo dell'habitat da parte del camoscio sono diversi e possono essere raggruppati in tre grandi categorie:

- costanti ambientali, corrispondenti alla topografia, alla geologia;
- variabili ambientali, sia "biotiche" (alimento, predatori, competitori, disturbo antropico"), sia "abiotiche" (condizioni meteorologiche, innevamento, ecc.);
- variabili interne, cioè la competizione intraspecifica, lo stato fisiologico, il sesso, l'età.

Tra le variabili ambientali la distribuzione e l'abbondanza delle risorse trofiche assumono per diversi Autori (Boschi e Nievergelt, 2003) una notevole importanza nel determinare il comportamento spaziale del camoscio alpino.

La distribuzione frammentaria delle risorse costringe i camosci ad occupare vaste aree per raggiungere i siti di alimentazione, e fa sì che le aree vitali delle popolazioni siano di grandi dimensioni.

Una variabile ambientale che, al contrario, può determinare una contrazione delle aree vitali è la presenza antropica in corrispondenza delle stagioni di massima affluenza turistica (Hamr e Czakert, 1986, Pépin *et al.*, 1996, Chirichella *et al.*, 2013).

Anche l'organizzazione sociale e le modalità di occupazione del territorio presentano variazioni stagionali legate alla disponibilità delle risorse alimentari.

In estate i branchi di grandi dimensioni si trovano alle quote più alte. La scarsità invernale di risorse spinge gli animali a suddividersi in piccoli gruppi, localizzabili solitamente in aree forestali o di pendii scoscesi, dove l'accumulo di neve al suolo è minore (Hamr e Czakert, 1986; Pépin *et al.*, 1996).

Per quanto riguarda i ritmi di attività, alle prime luci del mattino gli animali tendono a spostarsi molto per raggiungere i pendii su cui alimentarsi e passare poi il resto della giornata sdraiati a ruminare. Quando il sole è alto e durante le ore di buio i camosci normalmente si ritirano al riparo di cespugli o boschetti nelle conche più fresche e riparate (Boldt e Ingold, 2005). È possibile l'avvistamento di piccoli branchi durante tutto l'arco della giornata, soprattutto sulle rocce elevate, in terrazzi esposti o sulle residue lingue di neve.



Alimentazione

Il camoscio è un erbivoro del Sottordine dei Ruminanti, e in quanto tale assume una gran quantità di specie vegetali che vanno a costituire una dieta eterogenea. Ciò gli permette di far fronte alle variazioni climatiche e ambientali tipiche dell'ambiente alpino. Infatti, quando le essenze vegetali scarseggiano e il clima si fa rigido, il nostro erbivoro può sopravvivere alimentandosi di erbe secche, licheni e, in casi estremi, di aghi di conifere, rametti di betulle e cortecce, alimenti difficilmente digeribili da parte di altri ruminanti selvatici del bosco e della montagna.

Anche in questo abitante della montagna, al ciclo delle stagioni corrisponde il ciclo della condizione corporea, legata all'ambiente e alle risorse alimentari che esso offre agli animali. Avremo quindi un picco nei valori ponderali annuali in coincidenza con la fine dell'estate, in virtù dell'abbondanza di infiorescenze, germogli, erbe fresche e frutti, che caratterizzano i mesi caldi. In autunno i camosci si mantengono alimentandosi sui prati sassosi d'alta montagna e sui pendii alberati, ma l'enorme spesa energetica dovuta allo sforzo riproduttivo comincia già ad intaccare le riserve caloriche accumulate durante l'estate (Mason *et al.*, 2011). Con l'arrivo dell'inverno, in particolar modo se caratterizzato da consistenti precipitazioni nevose, la ricerca di cibo si fa problematica. Gli animali trovano rifugio sotto i fitti rami inferiori delle conifere, e lì rimangono immobili per ore cercando di ridurre al minimo il consumo calorico del proprio organismo. In questo periodo gli animali

vanno incontro a uno stato di deperimento che li espone maggiormente a patologie quali la rogna. A ciò si aggiungono i pericoli ambientali: gli animali, debilitati e indeboliti, spesso soccombono alle basse temperature, alle valanghe e alla stessa verticalità del loro habitat.

Le condizioni invernali, estreme per la sopravvivenza, spiegano la notevole quantità di ritrovamenti di carcasse di camosci caratteristica del periodo primaverile, quando, allo sciogliersi del manto nevoso, “emergono” i corpi degli animali deceduti durante i rigori dell’inverno. Gli individui che riusciranno a superare l’inverno potranno poi recuperare le forze con la ripresa della vegetazione primaverile.



Struttura e dinamica di popolazione

Il rapporto tra i sessi ottimale per il camoscio è 1:1, a volte con una leggera prevalenza delle femmine, principalmente per la loro maggiore capacità di sopravvivenza (Corlatti, 2007).

Per quanto riguarda la struttura di popolazione del camoscio, essa può essere descritta utilizzando la suddivisione riportata precedentemente (cfr. Vita sociale e moduli comportamentali). L’analisi delle percentuali relative delle diverse classi, quantificate nei censimenti annuali, ci fornisce delle informazioni fondamentali per la valutazione dello stato di salute di una popolazione e per prevedere la sua evoluzione nel tempo.

In una ipotetica popolazione all’equilibrio le percentuali relative a ciascuna classe di età assumono i seguenti valori: nei maschi 18% capretti, 23% giovani, 16% subadulti, 33% adulti, 10% anziani; nelle femmine 15% capretti, 11% giovani, 16% subadulti, 46% adulti, 12% anziani (Mustoni *et al.*, 2002).

La mortalità naturale segue un modello che è frequente fra i grandi mammiferi mostrando tre fasi distinte: elevata nel primo anno di vita (mortalità del 30-50% dei capretti in popolazioni con buone densità); inferiore al 10% annuo negli anni centrali, salvo che si verificano condizioni straordinarie dovute ad inverni particolarmente rigidi e nevosi, o a malattie trasmissibili, quale è il caso della rogna sarcotica; torna poi ad alzarsi dopo gli 8 anni per i maschi e dopo i 13 per le femmine (Mustoni *et al.*, 2002). La mortalità dovuta ai grandi predatori gioca un ruolo marginale nella regolazione delle consistenze.

La vita media del camoscio si aggira attorno ai 10 anni, con valori massimi di 15-18 anni per i maschi e fino a 21-24 per le femmine (Mustoni *et al.*, 2002).

I tassi di natalità variano dal 70 al 90% delle femmine che superino l'anno d'età (Mustoni *et al.*, 2002). Apparentemente essi sembrano non dipendere dalla densità della popolazione, mentre è stato confermato in più di uno studio come la mortalità aumenti con l'aumento della numerosità della popolazione, e più precisamente come ciò avvenga con un ritardo di 3 anni (Capurro *et al.*, 1997).

La struttura di una popolazione varia quindi certamente in relazione alla densità. Popolazioni che ancora non hanno raggiunto la densità biotica mostrano incrementi annui superiori.

Il valore di densità biotica del camoscio, d'altra parte, non si può considerare un valore assoluto, bensì un parametro che varia in relazione al territorio occupato, alle sue caratteristiche ambientali e soprattutto alla quantità di risorse alimentari che esso offre.

La disponibilità invernale di nutrimento è il fattore chiave della regolazione a lungo termine della densità. La competizione alimentare intraspecifica, infatti, aumenta con la densità, e questo porta inevitabilmente a un deperimento delle condizioni fisiche generali e individuali, e quindi a un aumento della mortalità. In tale situazione le cause di decremento della popolazione possono essere molteplici: la scarsa condizione fisica implica una minor sopravvivenza dei singoli individui e della prole, minori performance riproduttive e una maggior esposizione a parassitosi ed epizootie.

A questi fattori si aggiungono gli elementi densità-indipendenti come l'andamento climatico invernale, l'intensità delle precipitazioni nevose, la mortalità da valanghe, che incidono in maniera anche drammatica sulla densità di popolazione.

Possiamo quindi affermare che la dinamica di popolazione del camoscio è legata strettamente al tipo di habitat (clima, geomorfologia), alla capacità portante del territorio e alle complessive condizioni fisiche che ne derivano.

1.2 Il camoscio nel Parco Naturale di Paneveggio – Pale di San Martino

1.2.1 Il Parco

Il Parco Naturale di Paneveggio-Pale di San Martino (PPPSM, Figura 12) è costituito da un territorio di alta montagna di quasi 20.000 ha situato nel Trentino orientale, ai confini con la provincia di Belluno.

Il Parco è stato definito “area protetta” nel 1967 con il Piano Urbanistico della Provincia autonoma di Trento (L.P. 12 settembre 1967), che afferma che “Sono aree a parco naturale quei territori che presentando, con intensità e livelli diversi, caratteristiche naturali di elevata importanza, sono ritenuti meritevoli di particolare salvaguardia per consentirne la conservazione allo stato originario, per la ricerca scientifica, per l’educazione naturalistica e per la ricreazione nelle forme compatibili con la salvaguardia delle aree.”

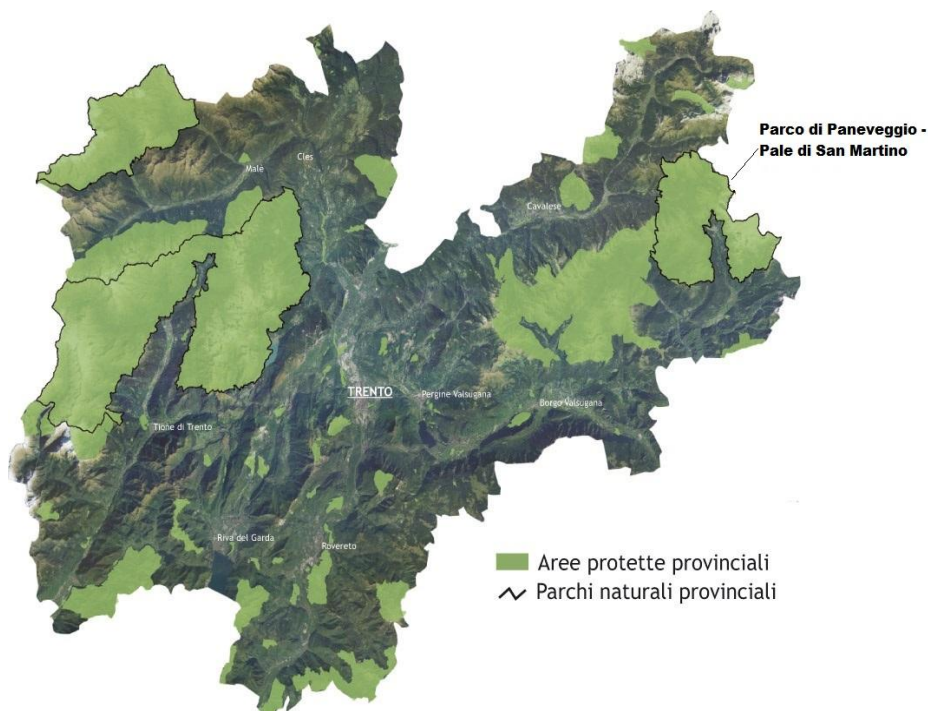


Figura 12: Il Parco Naturale di Paneveggio-Pale di San Martino (PPPSM) nella provincia di Trento.

Il territorio del Parco presenta ambienti molto diversi in ragione della geologia e della geomorfologia, dell’esposizione, dell’altitudine, del diverso grado di frequentazione umana.

Il Parco presenta un’altitudine che varia da quote di poco inferiori ai 1100 metri sul livello del mare ad una elevazione massima di circa 3200 m. Le pareti dolomitiche delle Pale

di San Martino si contrappongono alle rocce scure punteggiate di laghetti di origine glaciale del Lagorai e di Cima Bocche (Figura 13). Più in basso si trovano le foreste di abete rosso e bianco, i pascoli delle malghe ed i fondovalle solcati dai corsi d'acqua.

La presenza dell'uomo ha comportato la formazione di nuovi habitat che in molti casi hanno diversificato l'ambiente originario ed hanno creato biodiversità, ma che attualmente sono a rischio a causa della riduzione delle attività tradizionali legate all'alpeggio, allo sfalcio, alla selvicoltura.



Figura 13: Il gruppo montuoso delle Pale di San Martino, dal Ghiacciaio del Travignolo stretto fra il Cimon della Pala e Cima della Vezzana visibili a destra, fino alla Cima del Focobon a sinistra. (Veduta da Cima Bocche - foto di Lia Morpurgo).

1.2.2 *La popolazione di camoscio nel PPPSM*

Come abbiamo già descritto, il camoscio occupa normalmente la fascia altitudinale che va dal piano submontano fino a quello alto-alpino. Per quanto questo habitat possa sembrare ristretto, tuttavia esso include una grande varietà di situazioni ambientali. Nel caso specifico del PPPSM, in tale fascia altitudinale sono compresi gli ampi pascoli dei Piani della Cavallazza e le creste ventose della Cavallazza nord, le cenge rocciose della Val Pradidali e il paesaggio lunare dell'altopiano delle Pale, i fitti boschi di Paneveggio e i pendii di Bocche e Iuribello.

Il camoscio è una specie ad elevato valore ecologico e venatorio. Nel corso della storia del Parco la consistenza di questo ruminante selvatico è stata oggetto di ricorrenti e periodiche fluttuazioni, legate soprattutto agli eventi bellici e all'antropizzazione dell'ambiente montano.

I primi dati riferibili alla popolazione di camoscio del Parco sono raccolti nel Piano Faunistico del PPPSM del 1995. Il Piano, basandosi sulle informazioni raccolte nei piani di assestamento delle Foreste Demaniali, fornisce gli indici di consistenza a partire dagli anni '40. Secondo queste fonti, il camoscio ha frequentato il territorio del Parco da sempre. Le densità minime, prima della terribile decimazione provocata dalla epidemia di rogna ancora in corso, erano state registrate negli anni '60 (una decina di capi nell'area della Busa dell'Oro -Ceremana; nessun animale sul gruppo Iuribritto -Lusia; 3-4 capi sul Sas de Mezdi). La bassa diffusione di animali in quegli anni era imputabile soprattutto a una pressione venatoria sregolata, che si concretizzava nell'abbattimento "selvaggio" di qualsiasi ungulato, pratica questa legata alle condizioni di estrema povertà in cui versavano i valligiani.

La popolazione di *R. r. rupicapra* del PPPSM ha una consistenza stimata attorno ai 1.900 capi (dato risalente all'estate del 2006, riportato nel Piano faunistico del PPPSM-revisione 2012) (Figura 14).

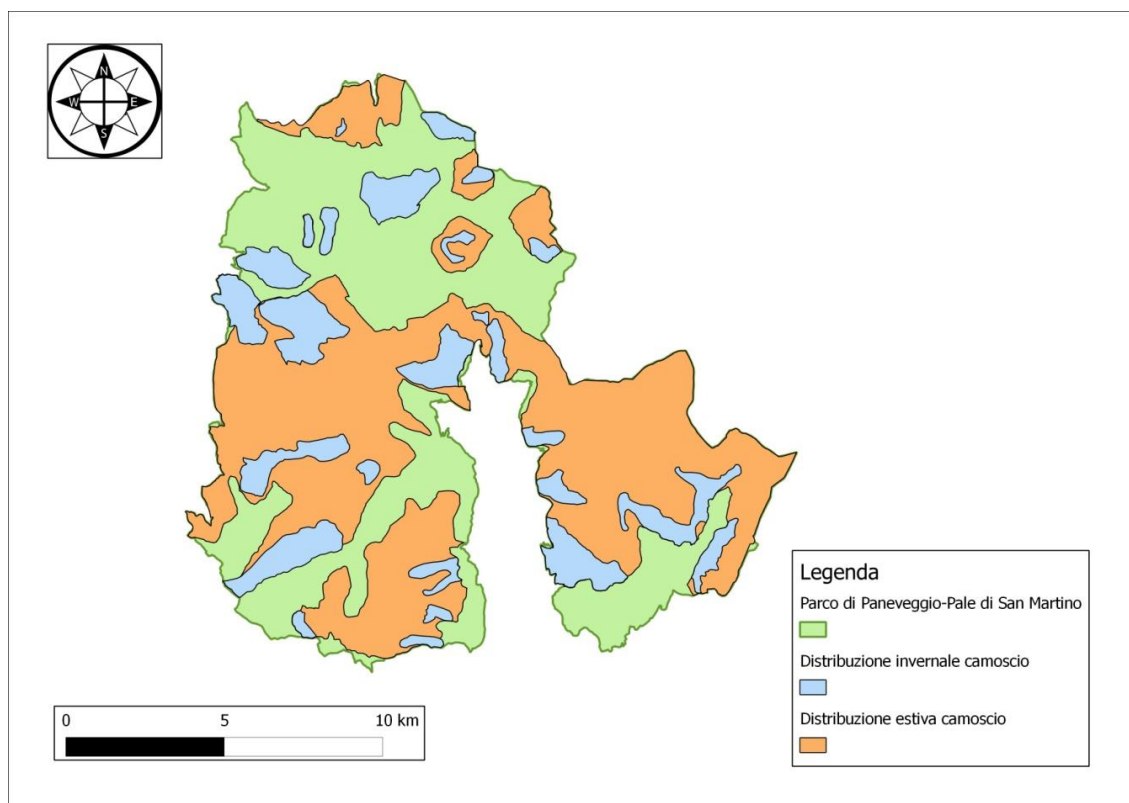


Figura 14: Areali di distribuzione del camoscio all'interno dei confini del PPPSM (dati riferibili agli anni 2003-2008).

Tale consistenza è pari a circa l'8% dei camosci stimati presenti sull'intero territorio provinciale. Il camoscio risulta distribuito in modo uniforme su circa il 74% del territorio del Parco, con esclusione delle zone poste alle quote meno elevate. L'areale attualmente utilizzato dalla specie è risultato pari a 14.693 ha.

Uno studio di radiotracking effettuato su un campione di 27 animali catturati all'interno del Parco (23 femmine e 4 maschi) ha fornito ulteriori informazioni sul comportamento spaziale del camoscio del PPPSM.

Gli *home range* calcolati variano da 84 ha a 102 ha, mentre le *core area* hanno un range di 9-11 ha, senza che siano evidenziabili differenze significative a livello statistico fra i valori riferiti alle diverse classi d'età e gruppi sociali (Monaco e Lovari, 2003). Inoltre le dimensioni degli *home range* stagionali rilevate hanno mostrato una tendenza generale ad essere maggiori nella stagione invernale (da 83 ha a 121 ha) e minori nella stagione estiva (da 37 ha a 57 ha).

Anche per le *core area* stagionali è stata osservata la stessa tendenza all'incremento delle dimensioni in inverno. La piccola estensione delle aree estive potrebbe essere ricondotta al disturbo antropico che nel periodo estivo raggiunge il suo apice, come già segnalato in altri contesti (Pachlatko e Nievergelt, 1985).

Interessante ai sensi del nostro lavoro è anche il caso di un maschio di 2 anni, che ha fatto registrare un notevole movimento di dispersione giovanile, coprendo in due mesi una distanza pari ad almeno 15 km in linea d'aria. Questo tipo di comportamento è un esempio di colonizzazione di nuovi territori, e potrebbe soprattutto essere utile per spiegare i "salti" che talvolta caratterizzano l'espansione dell'epidemia di rogna (Rossi *et al.*, 2007).

2 GESTIONE E SORVEGLIANZA DEL CAMOSCIO

2.1 La gestione faunistica – definizioni

Nell'ordinamento italiano la fauna selvatica è considerata un patrimonio indisponibile dello Stato, alla stregua delle foreste, dei ritrovamenti archeologici e più in generale di tutti quei beni (mobili e immobili) destinati a un pubblico servizio. La fauna selvatica è quindi una *res omnia* (cosa di tutti), la cui funzione è il "bene primario della collettività".

Questo è il motivo per cui l'appropriazione indebita di fauna selvatica è considerata un reato punibile penalmente, in quanto riconosciuta come furto ai danni dello Stato.

La definizione giuridica di fauna selvatica è fondamentale per comprendere l'importanza della gestione faunistica: essa è lo strumento tramite cui le amministrazioni e gli enti di riferimento possono prendersi cura, monitorare, conservare un bene che contribuisce all'identità stessa dello Stato italiano.

In Italia, la normativa di riferimento per la gestione faunistica è costituita dalla legge dell' 11 febbraio 1992 n.157: "Norme per la protezione della fauna selvatica omeoterma e per il prelievo venatorio". La 157/92 è una legge-quadro, ai sensi della quale le Regioni con proprie leggi disciplinano la gestione e la tutela della fauna selvatica, in conformità alla legge statale, alle convenzioni internazionali e alle direttive comunitarie. Questa norma è andata ad abrogare la precedente legge (L. 968/77), che dettava i principi generali e le disposizioni per la protezione e la tutela della fauna e la disciplina della caccia. Già con la legge del 1977 l'attività di caccia diventava un'attività subordinata ad un interesse collettivo superiore: la tutela del patrimonio della fauna. La caccia stessa acquisiva così una nuova funzione ambientale, integrandosi in un sistema di utilizzo sostenibile e consapevole delle risorse ambientali, che favorisse anche il mantenimento degli equilibri dell'ecosistema.

Obiettivo della Legge 157/92 è la ricerca di un equilibrio ambientale tra la conservazione della fauna selvatica e tutto quanto è ad essa connesso, ivi compresa l'attività venatoria e l'attività agricola.

Nell'occuparsi di gestione della fauna non bisogna però peccare di tracotanza: l'uomo non può sostituirsi alle dinamiche naturali e alle leggi della selezione. Gli ecosistemi che conosciamo sono ormai talmente influenzati dalla presenza dell'uomo, che per conservarsi nella loro biodiversità necessitano degli interventi di conservazione e gestione realizzati

dall'uomo stesso. L'obiettivo primario della gestione faunistica, però, deve essere il raggiungimento della massima naturalità possibile. Ciò significa conservare e mantenere le zocosenosi di un territorio in una condizione tale per cui richiedano il minor numero possibile di interventi da parte dei gestori faunistici. Il secondo fine di una buona gestione faunistica deve essere il raggiungimento della massima diversità zococenotica possibile nell'area considerata, nell'intento di alimentare una biodiversità messa sempre più a rischio dall'antropizzazione del territorio.

Questi concetti diventano particolarmente significativi nell'ambito della nostra ricerca. L'epidemia di rogna sarcoptica, infatti, ha indirizzato sempre più gli obiettivi dei tecnici faunistici verso una gestione improntata alla massima naturalità, basata essenzialmente sul monitoraggio e sulla sorveglianza passiva.

2.2 La gestione del camoscio in provincia di Trento

Il camoscio è una specie soggetta a prelievo venatorio in base all'articolo 18 della L.157/92 e all'articolo 29 della LP 24/91.

Per la gestione di questa specie, nel 1978 è stata adottata la suddivisione del territorio provinciale in settori omogenei dal punto di vista ambientale, le Aree Faunistiche (Figura 15).

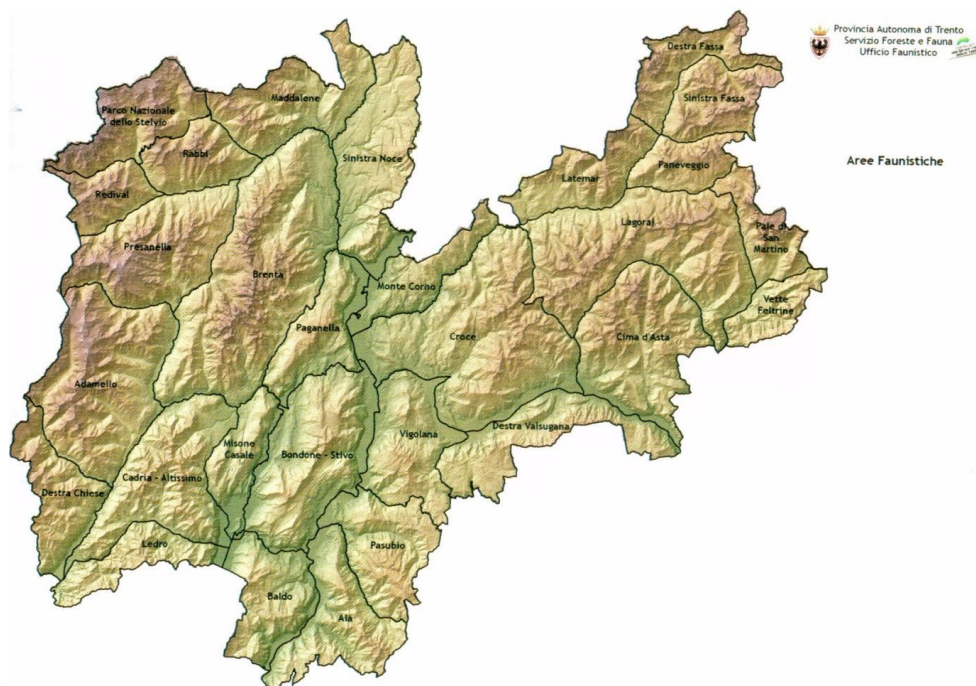


Figura 15: Suddivisione della provincia di Trento in Aree Faunistiche (immagine tratta dal Piano Faunistico Provinciale della Provincia Autonoma di Trento-revisione 2010).

Fondamentale per la gestione della specie camoscio è il monitoraggio dell'andamento delle popolazioni presenti sul territorio. Per fare ciò si ricorre ai censimenti, che in generale si possono definire come tutte quelle operazioni di campo che hanno per obiettivo la conoscenza dei seguenti parametri di una popolazione:

- **dimensione** - la numerosità di individui presenti, a prescindere da sesso ed età. Tale dato rapportato all'estensione dell'area occupata dalla popolazione ci permette di calcolare la densità;
- **abbondanza relativa** - nei casi in cui non si possa ottenere la dimensione assoluta della popolazione ci si può limitare a stimarne la consistenza attraverso l'individuazione di un parametro (indice), che se raccolto in modo uguale negli anni può fornire il trend della popolazione;
- **composizione** – è la suddivisione della popolazione in termini di *sex ratio* e classi di età;
- **dimensione e composizione dei gruppi** – tipi di gruppi in termini di dimensione e composizione.

I censimenti sono azioni di campo che necessitano di professionalità e di una programmazione accurata. Allo stesso tempo possono rappresentare preziose occasioni per favorire il coinvolgimento e il dialogo di diverse figure che operano sul territorio (Guardiaparco, agenti del Corpo Forestale, cacciatori, studenti, volontari..) (Figura 16).



Figura 16: Guardiaparco del PPPSM in attività di censimento.

Le principali tipologie di censimento vengono riassunte nella Tabella 3:

Tabella 3: Principali tipologie di censimento.

TIPOLOGIA DI CENSIMENTO	OBIETTIVO	METODOLOGIA DI REALIZZAZIONE
Reperimento indici di presenza	Verifica presenza/assenza di una specie non inclusa nella <i>check list</i> provinciale, ma che potrebbe risultare presente per migrazione spontanea, immissione abusiva, volontaria o accidentale.	Segnalazione ottenute in maniera casuale, ricerca attiva o casuale di indici di presenza, osservazioni dirette.
Censimento esaustivo – <i>census</i>	Verifica delle dimensioni assolute di una popolazione e della sua composizione.	Ferme restando la difficoltà di individuare con certezza tutti gli individui di una qualsiasi popolazione e la possibilità di sottostime, questi censimenti comunque ci forniscono il numero minimo di individui sicuramente presenti (<i>minimum number alive</i> o Minima Popolazione Vitale). Inoltre ci forniscono i dati sulla composizione dei gruppi e sulla struttura d'età nella popolazione considerata.
Censimento per zone campione – <i>sample census</i>	Verifica delle dimensioni relative della popolazione.	Il censimento viene impostato in base a una serie di zone campione, che devono essere selezionate per la loro rappresentatività del territorio e non per la presunta abbondanza della specie nell'area.
Abbondanza relativa – <i>count</i>	Verifica dell'andamento demografico.	Questo censimento è applicato a quelle specie per le quali non è possibile (o necessario) comprendere il numero di individui effettivamente presenti sul territorio. Ci si limita a comprendere il trend demografico di una popolazione. I conteggi andranno impostati sulla base di indici di presenza che vengono raccolti in maniera standardizzata di anno in anno.

Per quanto riguarda il camoscio, sulla base delle caratteristiche eto-ecologiche della specie, il metodo di monitoraggio maggiormente utilizzato nel PPPMS e in Provincia di Trento è quello del “*Block count*” (Apollonio *et al.*, 2010; Herrero *et al.*, 2011).

Tale metodo permette la valutazione quantitativa e qualitativa delle popolazioni di camoscio insistenti sul territorio tramite l'osservazione diretta degli animali lungo percorsi/transetti o postazioni fisse. È importante però ricordare che, come per molte altre metodiche, secondo la maggior parte degli autori i valori ottenuti sono comunque sempre valutazioni in difetto rispetto alla reale consistenza (Girard, 2000).

2.3 La gestione del camoscio nel PPPSM

Obiettivo della gestione faunistica del Parco è l'individuazione di misure di conservazione che favoriscano lo stato complessivo di salute delle popolazioni animali, ed il loro corretto interagire con l'ecosistema naturale e con la presenza dell'uomo nell'area (Piano faunistico del PPPSM, 2012).

Quindi:

- mantenere e/o aumentare la stabilità delle zoocenosi;
- ottimizzare la consistenza delle popolazioni animali;
- incrementare il turismo naturalistico attraverso la possibilità di godere della presenza di una fauna ricca e percepibile;
- permettere un esercizio venatorio basato su di un prelievo commisurato, oltre che sulle consistenze e sulla struttura delle popolazioni, anche sulle reali esigenze dell'ambiente.

Va infatti ricordato che l'ente Parco, essendo un Parco Naturale, permette l'esercizio controllato dell'attività venatoria, considerandola un'attività tradizionale compatibile con gli obiettivi di gestione e conservazione della fauna propri dell'area protetta.

2.4 La gestione sanitaria

Gli animali selvatici possono fungere da serbatoio per diversi patogeni, favorire la diffusione di una infezione trasmissibile all'uomo, a specie domestiche di rilevanza economica, o alle stesse popolazioni selvatiche. Fondamentale per la conoscenza e la gestione di una popolazione risulta essere la gestione sanitaria, associata allo studio dei parametri strutturali ed evolutivi delle popolazioni e delle caratteristiche degli habitat.

La gestione sanitaria nella fauna selvatica deve, innanzitutto, fornire conoscenze sanitarie sulla popolazione in esame, per poter poi eventualmente gestire le emergenze sanitarie che si possono presentare all'interno di essa. Tale obiettivo si raggiunge mediante un'attività di sorveglianza che può essere di tipo passivo o attivo.

La sorveglianza passiva si basa sul costante monitoraggio del territorio alla ricerca di possibili segni di patologia nelle popolazioni selvatiche. Essa si attua mediante segnalazione di ritrovamenti ed eventuale invio agli enti di riferimento di animali ritrovati morti o di campioni provenienti da animali abbattuti.

La sorveglianza attiva si basa invece sulla ricerca degli agenti di malattia o dei segni di una loro presenza e circolazione. Tale ricerca viene eseguita in base a piani di campionamento studiati per lo specifico agente eziologico; in genere è realizzata sugli animali abbattuti nei previsti piani di prelievo, ma anche sulla base di piani di controllo appositamente formulati.

Condizione necessaria per qualsiasi attività di sorveglianza è un costante ed efficiente rapporto tra le diverse figure coinvolte in tale attività, ossia gli operatori sul campo, gli enti coinvolti nella gestione faunistica, in quella venatoria e nella conservazione, i laboratori diagnostici, i laboratori di ricerca e le autorità sanitarie.

Fondamentale per tutte queste figure è la realizzazione di un processo di formazione che fornisca istruzioni adeguate su: modalità di raccolta dei dati e dei campioni corretta e sicura per l'operatore, riconoscimento di alterazioni rispetto alla normalità comportamentale e anatomica, riconoscimento di lesioni tipiche delle patologie d'interesse, contatto con i referenti.

3 LA ROGNA SARCOPTICA

3.1 L'agente eziologico *Sarcoptes scabiei*

L'agente della rogna sarcoptica è *Sarcoptes scabiei*, ectoparassita cosmopolita appartenente al phylum degli Artropodi, classe Arachnida, sottoclasse Acari.

Sono state descritte oltre 30.000 specie di Acari, estremamente diversificate sia per quanto riguarda l'ambiente in cui vivono (prevalentemente terrestre, ma esistono acari di acqua dolce – Hydrachnida e addirittura marini – Halacaridae), sia per le strategie di alimentazione (parassiti, fitofagi, predatori, saprofagi, micofagi). *Sarcoptes* appartiene al gruppo degli Astigmata, così chiamati perché in essi la respirazione avviene direttamente attraverso il *tegumento* e sono privi delle *stigmata*, aperture respiratorie che si osservano sul corpo (*idiosoma*) di altri acari.

Per comprendere l'eziopatogenesi della rogna sarcoptica è fondamentale conoscere le caratteristiche morfologico-ecologiche del suo agente eziologico, l'acaro *S. scabiei*.

Gli acari di questa specie presentano un corpo indiviso, di forma ovalare, schiacciato dorso-ventralmente, lungo da 100 fino a 500 μm (Figura 17). L'apparato boccale, o *gnatosoma*, presenta due *cheliceri*: appendici retrattili costruite a guisa di pinza (*chele*) che servono a lacerare, afferrare e perforare l'epidermide dell'ospite, conducendo poi l'alimento nella cavità boccale (Urquhart *et al.*, 1998; Wall e Shearer, 1997).

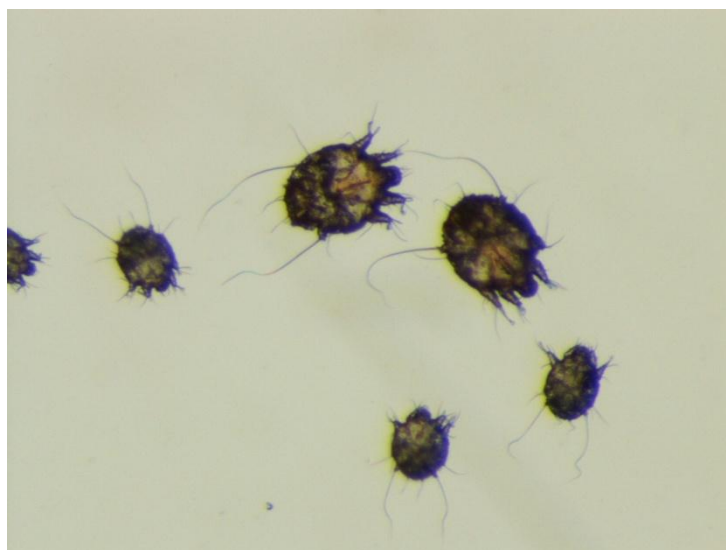


Figura 17: *Sarcoptes scabiei*: le dimensioni delle femmine sono nettamente superiori rispetto a quelle dei maschi (foto di Sara Turchetto).

Le zampe sono molto corte, ma nonostante ciò gli adulti di *S.scabiei* sono molto mobili, potendo spostarsi con una velocità che arriva ai 2,5 cm/min (Wall e Shearer, 1997). I tarsi del I e del II paio di zampe presentano spine, mentre quelli del III e IV paio possono terminare con lunghi peli chiamati *sete*. La cuticola poco sclerificata presenta dorsalmente delle spine finalizzate all'ancoraggio nello strato corneo della pelle dell'ospite.

Gli acari vivono nell'epidermide della cute, generalmente nello strato germinativo, dove si alimentano dei liquidi interstiziali e delle cellule epiteliali provenienti dai tessuti danneggiati dell'ospite.

I Sarcoptidae presentano un ciclo vitale distinguibile in 5 fasi: uovo, larva, protoninfa, tritoninfa, adulto. L'intero ciclo vitale di *S.scabiei* si svolge sull'ospite. I maschi adulti ricercano attivamente le femmine sulla superficie cutanea dell'ospite. Dopo la fecondazione i maschi muoiono, mentre le femmine scavano delle gallerie negli strati più superficiali dell'epidermide, dove si stabilizzano per tutta la durata del periodo riproduttivo (circa 2 mesi), deponendo da una a tre uova al giorno. Ogni uovo è deposto in una singola tasca laterale del tunnel principale, luogo dove le forme larvali intraprendono la realizzazione delle mute (Wall e Shearer, 1997). La prelarva è una forma quiescente; poi le larve esapodi fuoriescono dalle gallerie e si dirigono verso la superficie cutanea. Le zampe diventano otto nello stadio di protoninfa; l'ultimo stadio larvale, completamente attivo, è la tritoninfa (Bolchi Serini e Pagani, 2000). L'intero ciclo di sviluppo dura, in condizioni ottimali, dai dieci ai quattordici giorni.

Lontano dall'ospite questi acari sopravvivono pochi giorni, al più un paio di settimane. Ciò determina la modalità di diffusione della rogna sarcoptica, strettamente legata al contatto diretto fra organismi ospiti (Meneguz *et al.*, 1996). La possibilità di sopravvivenza di questi acari lontano dall'ospite dipende strettamente dalla temperatura e dall'umidità ambientali: con valori di 13°C e 90% di umidità relativa, per esempio, i Sarcoptidae mostrano una mortalità del 50% nel giro di 24 ore; più l'ambiente è caldo, più aumenta la mortalità, e a 28°C la mortalità è quasi assoluta entro le 24 ore (Bolchi Serini e Pagani, 2000).

In questo senso, possiamo considerare *S. scabiei* come un macroparassita atipico. Questo concetto rientra dentro la classificazione ecologica dei parassiti, che li distingue in *macro* e *microparassiti*: i primi presentano grandi dimensioni, ciclo vitale relativamente lento, infezioni tendenzialmente persistenti che producono malattie croniche e generalmente subletali, e una notevole complessità anche sotto l'aspetto immunologico; i

microparassiti realizzano rapide moltiplicazioni sul loro ospite vertebrato, hanno tempi di riproduzione brevi e un sistema antigenico semplice, provocano infezioni di breve durata e l'immunità che si instaura nell'ospite offre una protezione di lunga durata.

S. scabiei, pur essendo un macroparassita dal punto di vista parassitologico, presenta quindi caratteristiche simili a quelle di molti microparassiti dal punto di vista epidemiologico: una trasmissione essenzialmente diretta, l'assenza di ospiti intermedi o di fase esogene, scarsissima sopravvivenza nell'ambiente e un'aspettativa di vita molto inferiore a quella dell'ospite (Guberti e Zamboni, 1999).

3.2 Gli ospiti recettivi e la trasmissione

Gli acari appartenenti alla specie *Sarcoptes* sono in grado di infestare un ampio numero di mammiferi (Urquhart *et al.*, 1998). Non si è ancora definito se gli acari presenti in ospiti diversi debbano essere descritti o meno come specie differenti.

Ad oggi la specie *S. scabiei* viene comunemente suddivisa in diverse varianti dette "varietà", sulla base degli ospiti che è in grado di infettare (Menzano, 2003; Alasaad *et al.*, 2011), ma la questione tassonomica resta aperta.

S. scabiei var. *rupicaprae* (Meneguz *et al.*, 1996; Menzano, 2003) interessa alcune specie selvatiche della famiglia dei Bovidi, tra cui il camoscio (*Rupicapra rupicapra*) e lo stambecco alpino (*Capra ibex*), mentre colpisce raramente i Cervidi (Meneguz *et al.*, 1996).

L'analisi della variabilità genetica fra acari di popolazioni differenti di *S. scabiei* (Pence e Ueckermann, 2002; Soglia *et al.*, 2007) ha confermato la bassa probabilità di cross-infezione tra acari di varianti diverse, provenienti da ospiti differenti. In relazione a questi risultati, il sistema rogna sarcoptica-camoscio può quindi ritenersi abbastanza "chiuso" (Alasaad *et al.*, 2011; Turchetto, 2011). Fa eccezione il caso dello stambecco: laddove quest'ultima specie sia presente e condivide l'ambiente con camosci colpiti dalla malattia, la trasmissione si verifica praticamente nella totalità dei casi (Rossi *et al.*, 2007).

L'origine di un focolaio di rogna sarcoptica in una popolazione di animali selvatici può essere: esterna, con fonte di contagio rappresentata da animali appartenenti alla stessa specie o ad altra specie zoologicamente prossima; interna, per virulentazione di un ceppo

parassitario preesistente o diminuzione delle difese a livello di popolazione ospite (Mörner, 1992; Pence e Ueckermann, 2002; Perez *et al.*, 1997).

La trasmissione tra gli ospiti può avvenire tramite modalità diretta ed indiretta.

La prima modalità può realizzarsi in seguito a un contatto diretto tra un animale infetto e un non infetto, in quanto le ninfe e le larve abbandonano le gallerie e vagano sulla superficie cutanea. Inoltre sono attratte dai composti lipidici presenti sull'epidermide dei mammiferi (Arlan e Vyszynski-Moher, 1995). Questo tipo di trasmissione crea un legame fra la stagionalità della vita sociale dei camosci e la stagionalità della patologia. I picchi di contagio si associano ai momenti di vita sociale nel camoscio, quindi durante i mesi dei parti (stagione estiva), durante l'allattamento e le cure parentali, nel periodo degli amori (novembre-dicembre) (Meneguz *et al.*, 1996).

La trasmissione indiretta dipende dalla capacità dell'acaro di sopravvivere lontano dall'ospite e dalle condizioni di temperatura e umidità dell'ambiente. Per quanto sensibile alla disidratazione e alle temperature medie-alte, *Sarcoptes* può sopravvivere fino a una settimana in un ambiente che abbia le condizioni ideali: temperature basse intorno ai 4-10°C e umidità superiore al 50% (Arlan *et al.*, 1989). La trasmissione indiretta può dunque verificarsi, presumibilmente tramite l'utilizzo dei giacigli di animali infetti.

3.3 Patogenesi, sintomatologia e lesioni, risposta immunitaria nel camoscio

L'infezione da acari, detta *acariasi*, provoca una dermatite caratterizzata da processi irritativi, allergizzanti e tossici: la *rogna*.

Le keratinasi, gli altri enzimi proteolitici e i prodotti del metabolismo dell'acaro determinano un accumulo di materiale antigenico con conseguente sensibilizzazione e reazione cutanea da parte dell'ospite (Wall e Shearer, 1997).

La manifestazione clinica aumenta con l'intensità e la durata nel tempo dell'infezione, ed è dovuta alla risposta infiammatoria dell'ospite: le caratteristiche di gravità delle lesioni sono quindi connesse alla carica parassitaria e al grado di risposta da ipersensibilità dell'organismo (Cabrera *et al.*, 1993; Arlan *et al.*, 2004; Walton e Currie, 2007).

Le lesioni si manifestano nelle fasi iniziali con un eritema pruriginoso su orecchie e muso, che si estende poi al resto del corpo con la formazione di papule, esfoliazioni forforacee, dermatite crostosa con essudazione crostoso-emorragica, alopecia e ipercheratosi (Cabrera *et al*, 1993).

Clinicamente gli animali manifestano un prurito tanto intenso da provocare frequentemente lesioni per autotraumatismo.

Questo sintomo insorge dopo una settimana circa dall'infezione primaria, spesso precedendo l'apparizione delle lesioni cutanee (Menzano, 2003).

Il quadro sintomatologico è frequentemente aggravato da infezioni batteriche secondarie, che vanno a complicare la situazione dei traumi cutanei (Figura 18).



Figura 18: Camoscio sottoposto ad abbattimento eutanastico, lesioni da rogna(foto di Lia Morpurgo).

Negli stadi avanzati si assiste a un indebolimento ed abbattimento del soggetto, che tende ad isolarsi dal gruppo, scendendo di altitudine: molti animali deceduti da rogna vengono generalmente rinvenuti al di sotto dell'areale generalmente frequentato (Meneguz *et al.*, 1996).

La risposta immunitaria dell'ospite nei confronti della rogna sarcoptica è stimolata, oltre che dagli antigeni strutturali dell'acaro, anche da altre molecole antigeniche contenute nella saliva e in molti altri escreti e secreti del parassita. Le feci, le uova, gli enzimi della muta

e i prodotti di degradazione derivati dalla morte dell'acaro possono avere lo stesso ruolo (Walton *et al.*, 2010).

In studi condotti su cani è stato osservato che nelle prime fasi di contatto con l'antigene i linfociti-T regolatori producono alti livelli di IL-10, interleuchina con effetto antiinfiammatorio e immunosoppressivo. Ciò potrebbe spiegare la fase asintomatica che caratterizza inizialmente l'infezione (Arlian *et al.*, 2006).

La risposta dell'animale nei confronti degli antigeni dell'acaro è caratterizzata da due possibili stadi, ovvero l'ipersensibilità immediata e l'ipersensibilità ritardata.

L'ipersensibilità immediata porta alla produzione di anticorpi IgE attraverso la reazione immunologica allergica o anafilattica di I tipo, quella citotossica di II tipo e quella da immunocomplessi di III tipo (Tarigan e Huntley., 2005).

L'ipersensibilità ritardata attiva i linfociti T che partecipano direttamente o indirettamente, attraverso la secrezione di citochine, alla distruzione del patogeno (reazione cellulomediata di IV tipo) (Cabrera *et al.*, 1993, Arlian *et al.*, 2004, Walton *et al.*, 2010).

È stato dimostrato che i camosci posti a contatto con la patologia sviluppano alti livelli di IgG, e presentano i segni di una risposta umorale anche in assenza di lesioni (Lastras *et al.*, 2000).

Tuttavia, in uno studio condotto su un gruppo di camosci infettati sperimentalmente con *S. scabiei*, è emerso che la risposta umorale compare a livelli più alti negli animali con lesioni gravi, mentre gli animali con forme autolimitanti e soprattutto i camosci asintomatici presentano una bassa risposta anticorpale. E' verosimile quindi che la risposta umorale non abbia un significato protettivo pari a quello rivestito dall'immunità cellulo-mediata (Cabrera *et al.*, 1993; Menzano, 2003).

3.4 Diagnosi

La diagnosi si ottiene in base all'osservazione clinica degli animali infetti e agli esami diagnostici. Clinicamente, gli animali si dimostrano abbattuti, tormentati da prurito intenso e con visibili lesioni crostose e alopeciche localizzate a livello di orecchie e muso, che si estendono poi all'intera superficie corporea.

La conferma del sospetto diagnostico si ottiene attraverso l'esame microscopico del raschiato cutaneo. (Figura 19)

La diagnosi si presenta tuttavia problematica, in quanto questi test tradizionali hanno una sensibilità del 50% (Walton e Currie, 2007, Alsaad *et al.*, 2013). Un'altra alternativa può essere la sierologia, ma non risulta ancora sufficientemente affidabile (Alsaad *et al.*, 2013).



Figura 19: Diagnosi di rogna sarcoptica tramite stereomicroscopio.

3.5 Considerazioni epidemiologiche

Consideriamo “malattia” qualsiasi problema che interferisca con lo stato di salute ed equilibrio dell'ospite, modificando la realizzazione delle sue normali funzioni vitali. In queste funzioni rientrano la capacità di rispondere ai fattori ambientali, l'alimentazione, la riproduzione (Wobeser, 2006). Per lo studio di una malattia, e soprattutto se si tratta di una patologia infettiva, è fondamentale considerare tre fattori fondamentali: l'agente eziologico, l'ospite e l'ambiente.

Gli agenti eziologici stessi vengono considerati come membri della comunità (biocenosi) di tutti gli esseri, vegetali e animali, viventi in un determinato ambiente o biotopo (Horwitz e Wilcox, 2005; Alasaad *et al.*, 2013). La comprensione di una patologia

dipende quindi strettamente da quante informazioni possediamo riguardo all'ecosistema in cui essa si manifesta e dall'affrontarne lo studio con un approccio integrato (Alasaad *et al.*, 2014).

All'interno di una popolazione in cui viene introdotta una patologia infettiva, la sua diffusione dipende dalla densità degli individui recettivi, dalla frequenza dei contatti fra gli ospiti, dall'infettività della malattia e dall'intervallo di tempo durante cui un ospite è infettante (Cox, 1996).

In seguito ad anni di studi e di osservazioni realizzati a livello nazionale e internazionale sulle successive ondate epidemiche di rogna sarcoptica che hanno interessato le popolazioni di camosci, possiamo ora riassumere le caratteristiche epidemiologiche fondamentali di questa patologia:

- la densità di popolazione degli ospiti è un elemento essenziale nella dinamica della rogna sarcoptica del camoscio. L'entità della riduzione di densità dopo l'arrivo della rogna appare correlata in modo diretto alla densità pre-epidemiche, ma va detto che i dati non sono ancora sufficienti per trarre conclusioni definitive (Rossi *et al.*, 2007). Va comunque notato che, secondo i medesimi Autori, le densità post-epidemiche risultano sempre tra 1,1 e 1,7 camosci/100 ha, indipendentemente da quelle pre-epidemiche, estremamente variabili (2-22,7 camosci/100 ha). Sia studi di campo che lavori teorici indicano come densità soglia di trasmissione della rogna sarcoptica nel camoscio valori tra 1,1-2 camosci/100 ha (Guberti e Zamboni, 1999; Gonzàles-Candela *et al.*, 2004; Rossi *et al.*, 2007). In questo senso, è già evidente che una possibile eradicazione di *S. scabiei*, come del resto quella di moltissimi macroparassiti, non sarebbe perseguibile tramite un depopolamento mirato al raggiungimento di valori al di sotto della densità soglia, in quanto questo implicherebbe praticamente l'estinzione del camoscio nelle aree interessate (Guberti *et al.*, 2003);

- l'impatto della prima ondata epidemica provoca mortalità molto elevate nelle popolazioni di camosci, con valori che possono arrivare al 90% (Rossi *et al.*, 1995; Leòn-Vizcaino *et al.*, 1999);

- successivamente alla prima ondata epidemica, la rogna dà luogo a una mortalità trascurabile e spesso poco visibile, fino a ripresentarsi in forma evidente

nella popolazione ospite con un secondo picco, 10-15 anni dopo il primo, che ha una mortalità variabile tra il 10 e il 25% (Rossi *et al.*, 1995) e comunque sempre decisamente inferiore a quella del primo impatto;

- nel lasso di tempo tra la prima e la seconda ondata epidemica, *S. scabiei* rimane latente all'interno della popolazione ospite, decimata dal primo passaggio della malattia e perciò troppo piccola per permettere la trasmissione dell'acaro e lo sviluppo della rogna in modo ben evidente alla sorveglianza. La seconda ondata epidemica si evidenzia quindi solo quando la dimensione della popolazione torna a raggiungere un livello tale da permettere, nuovamente, numerosi contatti tra gli ospiti, accompagnati da un aumento della riproduzione e della trasmissione dell'acaro e dall'aumento delle frequenze dei casi clinici (Rossi *et al.*, 1999);

- alcuni studi (Arlan *et al.*, 1996; Walton *et al.*, 2004) ipotizzano la presenza di animali naturalmente resistenti a *S. scabiei*. Per quanto riguarda i camosci, questi farebbero parte della piccola percentuale di "superstiti" della prima ondata, che manterrebbero l'acaro silente sul territorio, fondando nel contempo una nuova generazione di individui più resistenti nei confronti della malattia. Ciò spiegherebbe anche il calo della mortalità, che nel secondo picco non supera il 30% (Rossi *et al.*, 1999);

- la stagionalità della malattia è caratterizzata da un minimo autunnale seguito da un picco in inverno-primavera con una coda estiva di minore entità (Meneguz *et al.*, 1996). Il susseguirsi delle stagioni condiziona sia l'ospite sia il parassita. Infatti, *Sarcoptes* presenta delle variazioni della fertilità che si manifestano in una massima produzione di uova durante l'autunno, mentre è poca o nulla da gennaio a luglio; l'aumento della fertilità degli acari in autunno va di pari passo con il periodo riproduttivo del camoscio, che si attesta tra novembre e metà dicembre, quando i contatti sono più frequenti (Fuchs *et al.*, 2000). Il picco della sintomatologia si verifica tra gennaio e febbraio, quello della mortalità in marzo e aprile. A tutto ciò si somma il metabolismo delicato del camoscio durante i mesi invernali, ulteriore fattore favorente per *Sarcoptes* (Rossi *et al.*, 2007);

- la velocità di avanzamento della rogna è stata stimata, in presenza di una popolazione continua di camosci, in 3-6 km/anno (Meneguz *et al.*, 1996). Ulteriori indagini, svolte nel corso dell'attuale epidemia dolomitica, riportano un avanzamento

con una media annua di 5,5 km/anno, tenendo anche in considerazione tre “salti” di 20 km (2000), 11 km (2001) e 9 km (2003). Tale velocità non si mantiene comunque costante su tutti gli assi di avanzamento della malattia, dato che in alcuni casi è stata osservata essere 2,2 e 3,3 km/anno (Rossi *et al.*, 2007);

- per la comprensione dei “salti” compiuti dalla malattia, i dati attuali non permettono di dare una risposta univoca: le cause di tali fenomeni potrebbero essere legate alle migrazioni di singoli individui infetti a grande distanza rispetto al fronte rognoso, oppure dipendere dal mancato rilevamento della malattia. Alcune esperienze hanno dimostrato che camosci sani provenienti da popolazioni vicine ad altre colpite sviluppano anticorpi anti-*Sarcoptes* (Rambozzi *et al.*, 2004), a suggerire che l’infezione possa avere una scala più ampia di quel che ritrovamenti e dati clinici possano suggerire (Rossi *et al.*, 2007);

- i salti epidemiologici, come d’altra parte la disomogeneità riscontrata tra gli indici di mortalità in gruppi montuosi adiacenti, potrebbero anche essere correlati a fenomeni di resistenza di alcuni camosci nei confronti della malattia, con la possibilità che alcuni soggetti possano albergare il parassita più a lungo, se non addirittura assumere il ruolo di portatori sani (Menzano, 2003). Tuttavia, al momento i dati disponibili sono troppo preliminari per valutare tali aspetti;

- non sono state riscontrate, relativamente ai valori di morbilità e mortalità, differenze significative in base al sesso o alla classe di età (Rossi *et al.*, 2007).

3.6 La rogna sarcoptica del camoscio nelle Dolomiti

Le prime informazioni relative alla malattia nel camoscio si riferiscono ai primi del 1900, con focolai nelle Alpi Bavaresi e nel Sud dell’Austria. Successivamente a tali episodi, la parassitosi si è espansa in altre aree, interessando buona parte della porzione orientale dell’arco alpino (Figura 20).

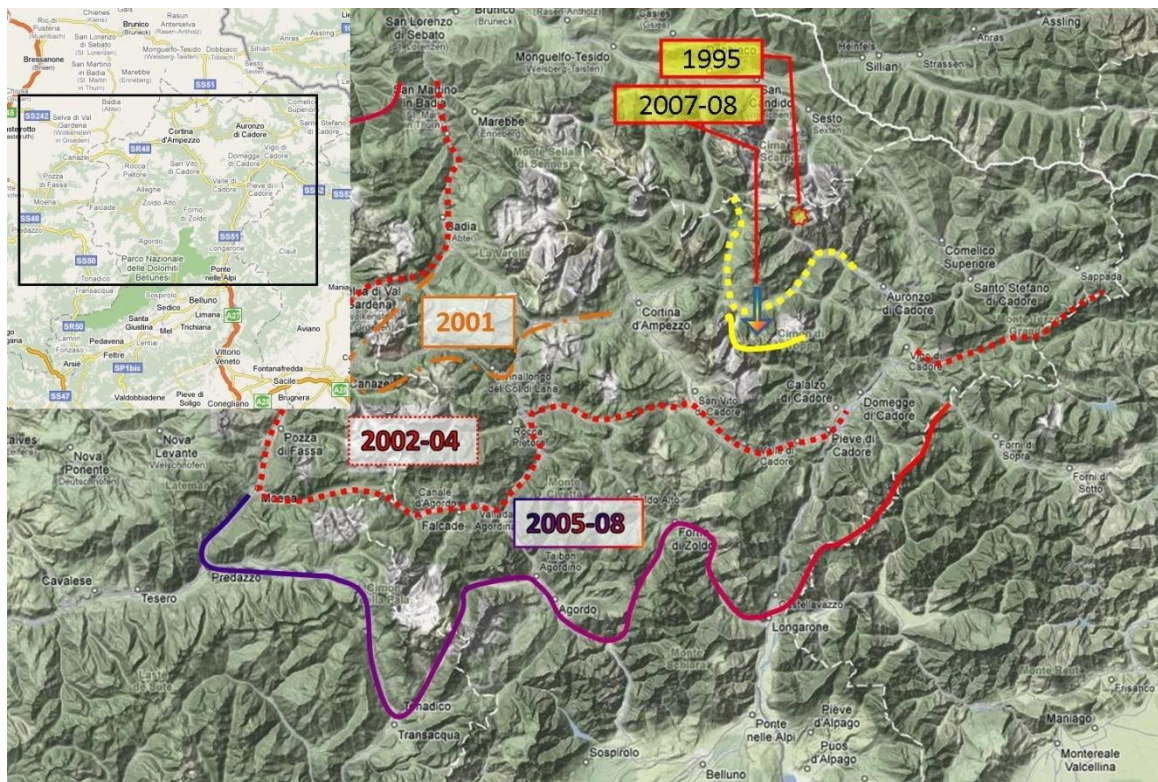


Figura 20: L'area interessata dall'espansione dell'epidemia negli anni 1995-2008 (immagine tratta da Turchetto, 2011).

La rogna sarcoptica è comparsa in Trentino nel corso del 2001 nella parte Nord-orientale della Provincia e negli anni successivi si è espansa verso Sud.

Nell'ottobre del 2007 si registra il primo caso di rogna sarcoptica in un camoscio del PPPSM. Il ritrovamento avviene in località Buse del Secia, in destra orografica del torrente Cison, a più di 11 chilometri in linea d'aria dal focolaio più vicino.

Negli anni successivi la parassitosi ha interessato quasi l'intero territorio del Parco.

La flessione nelle stime della popolazione di camosci del Parco, già registrata prima dell'arrivo della rogna, dal 2009 si fa drammatica. Nel periodo compreso tra il 2000 e il 2007, cioè quando ancora la rogna sarcoptica non si era manifestata nell'area in questione, la causa della diminuzione della popolazione di camoscio è imputabile prevalentemente al verificarsi di alcuni inverni particolarmente nevosi.

Successivamente al 2007 le cause del calo della popolazione non sono più associabili unicamente ai fattori nivometeorologici, ma anche al diffondersi dell'ectoparassitosi.

3.7 La gestione della rogna in Provincia di Trento e nel PPSM

Già dagli anni '90, con l'approssimarsi del fronte epidemico al territorio provinciale, l'Amministrazione intraprese una strategia d'intervento indirizzata a contenere il danno provocato dalla rogna sarcoptica. Tale strategia è stata poi modificata nel corso degli anni, in relazione alle modalità d'avanzamento della malattia e alle esigenze gestionali.

Nel 2007 è stato adottato un testo coordinato, intitolato "Strategie di intervento e di gestione della rogna sarcoptica", che detta i punti fondamentali del nuovo piano operativo in tema di rogna sarcoptica:

- **Coordinamento interprovinciale con le province confinanti e con il Parco delle Regole d'Ampezzo.** Grazie a un protocollo d'intesa, ogni ente si impegna a scambiare informazioni circa il fronte di avanzamento della malattia e a uniformare la raccolta, l'archiviazione dei dati e l'esecuzione degli accertamenti di laboratorio;

- **"Gruppo di lavoro provinciale"**- ha il compito di assicurare la collaborazione permanente tra Provincia, Istituto Zooprofilattico, Ente Parco e Associazione Cacciatori, con gli obiettivi di: programmare e gestire gli aspetti relativi alla formazione e alla informazione, stabilire gli indirizzi per l'organizzazione dell'attività di monitoraggio sanitario, definire le linee guida gestionali per le popolazioni coinvolte dall'epidemia e formulare un'ipotesi di strategia operativa per affrontare l'emergenza sanitaria;

- **il monitoraggio delle popolazioni**, attuato tramite l'attenta e opportuna pianificazione dei censimenti;

- **il monitoraggio sanitario** dei capi abbattuti durante la stagione venatoria e dei rinvenuti morti durante l'intero corso dell'anno;

- **la gestione venatoria del camoscio**, basata sulla predisposizione di appositi piani di prelievo articolati per ciascuna riserva in funzione della "zona rogna" all'interno della quale ricade (vedi prossimo paragrafo);

- **gli abbattimenti eutanasici**, secondo le modalità di attuazione prestabilite;

- **le disposizioni per la movimentazione di ungulati selvatici** rinvenuti ammalati o feriti all'interno delle "zone rogna";

- **la formazione e l'informazione** della componente venatoria e del personale di vigilanza.

La strategia di gestione è basata sulle considerazioni emerse in anni di studi realizzati sul tema della rogna sarcoptica in ambito selvatico.



Come ci confermano le prove di campo, in una popolazione di camosci colpita da rogna sarcoptica risulta esistere una piccola frazione di individui (circa il 10-15%) naturalmente resistenti alla malattia, e che quindi non si ammalano, o sviluppano lesioni di lieve entità che poi guariscono spontaneamente. Questi soggetti costituiscono la base per la ricrescita numerica della popolazione e per la formazione di una popolazione capace di generare una risposta efficace nei confronti degli acari. Se la pressione venatoria viene mantenuta costante, però, questi stessi individui saranno via via sempre più esposti all'abbattimento da parte dei cacciatori. Infatti per mera questione numerica la caccia si concentrerà sui pochi individui rimasti vivi. La conseguente eliminazione dei pochi camosci in cui si concentra la speranza di recupero dell'intera popolazione comprometterebbe sia la ripresa numerica della popolazione di camosci, sia l'affermarsi di una linea genetica più resistente.



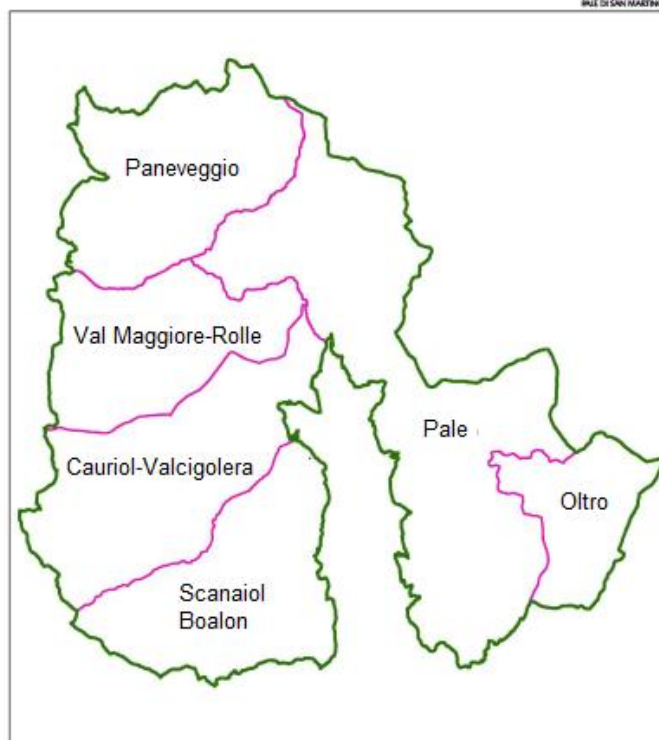
I primi anni di epidemia fanno registrare tassi di mortalità piuttosto contenuti, a differenza da quanto accade nelle popolazioni di stambecchi. Nei camosci il picco di mortalità caratteristico delle prime ondate epidemiche si osserva verso il 3°-5° anno dall'ingresso della patologia in una popolazione indenne. Di conseguenza si ritiene possibile proseguire con il prelievo venatorio nei primi anni di epidemia, quando il numero di casi conclamati è ancora basso, come pure è bassa la possibilità di abbattere capi naturalmente resistenti alla malattia.



In pieno focolaio epidemico è invece opportuno sospendere l'attività venatoria, soprattutto in presenza di un elevato numero di casi di rogna conclamati. Si dà così modo alla malattia di selezionare la frazione resistente della popolazione, evitando l'impatto negativo della caccia sulla porzione resistente della popolazione.

La strategia di gestione si basa sulla suddivisione del territorio provinciale interessato dalla malattia in **zone rogna**, individuate con criteri geografici e, possibilmente, di unità di popolazione. Le zone rogna del PPPSM sono riportate in Figura 21 .

ZONE ROGNA NEL PPPSM



Legenda



-  Confini Zone Rogna
-  Confini PPPSM

Figura 21: Suddivisione del PPPSM in zone rogna (immagine tratta da Piano Faunistico PPPSM, modificata).

L'attività venatoria viene svolta sulla base di appositi programmi di prelievo articolati per ciascuna riserva in funzione delle zone rogna in cui essa rientra.

Ciò trova fondamento giuridico nella Legge 157/92, che nel suo articolo 19 (Controllo della fauna selvatica) afferma: "Le regioni possono vietare o ridurre per periodi prestabiliti la caccia a determinate specie di fauna selvatica di cui all'articolo 18, per importanti e motivate ragioni connesse alla consistenza faunistica o per sopravvenute particolari condizioni ambientali, stagionali o climatiche o per malattie o altre calamità".

Per ognuna delle zone rogna viene realizzata un'analisi della dinamica di popolazione, tramite censimenti realizzati grazie alla collaborazione fra il personale di vigilanza (agenti del Corpo Forestale Provinciale, Guardiaparco) e l'Associazione Cacciatori Trentini.

I censimenti sono realizzati con cadenza biennale, fatte salve le situazioni di focolaio epidemico che richiedano un monitoraggio annuale. Nell'organizzare le giornate di

censimento va ricercata la contemporaneità del rilievo con le Amministrazioni limitrofe. Tutti i partecipanti alle operazioni di censimento sono persone adeguatamente formate.

Per l'individuazione zona per zona dell'ultimo dato pre-epidemico utile, si fa riferimento al risultato degli ultimi due censimenti antecedenti il verificarsi dei primi casi conclamati, mediando i valori.

Sulla base delle stime di popolazione ottenute tramite i censimenti per ognuna delle zone rogna, e tenendo in particolare considerazione il grado di espansione della malattia (numero di casi rilevati), si procede quindi alla determinazione dello schema di gestione riportato in Tabella 4.

Tabella 4: Schema di gestione della rogna nella provincia di Trento.

TIPOLOGIA	OBIETTIVI PRIORITARI DI GESTIONE	GESTIONE	METODO DI MONITORAGGIO
1. Primi casi certi di rogna in zona precedentemente indenne (si applica entro 12 mesi dal primo caso noto)	Monitorare l'espansione dell'epidemia di rogna. Fruire della risorsa camoscio prima dell'ulteriore espansione della malattia.	Possibile rinforzo del prelievo (fino al 20% dell'ultimo dato censuale utile).	Costante monitoraggio dei capi abbattuti e di quelli censiti per verificare la diffusione della patologia.
2. Casi di rogna con calo demografico nullo (inferiore al 15% dell'ultimo dato pre-epidemico utile)	Come da art.1, comma 2 della LP 24/91 per la protezione della fauna selvatica e l'esercizio della caccia: "La Provincia autonoma di Trento tutela la fauna quale patrimonio indisponibile dello Stato nell'interesse della comunità e disciplina l'attività venatoria al fine di mantenere e migliorare l'equilibrio dell'ambiente."	Secondo i principi generali di prelievo venatorio validi per la specie in caso di calo demografico nullo.	Censimenti biennali. Costante monitoraggio dei capi abbattuti e di quelli censiti per verificare la diffusione della patologia.
3. Casi di rogna con calo demografico modesto (compreso fra il 15 e il 30% dell'ultimo dato pre-epidemico utile)	Come da art.1, comma 2 della LP 24/91 per la protezione della fauna selvatica e l'esercizio della caccia (vedi sopra).	Prelievo non superiore al 10% dell'ultimo dato censuale utile in caso di calo demografico modesto.	Censimenti biennali. Costante monitoraggio dei capi abbattuti e di quelli censiti per verificare la diffusione della patologia.

4. Casi di rogna con calo demografico evidente (compreso fra il 30 e il 40% dell'ultimo dato pre-epidemico utile)	Risparmiare i soggetti resistenti e limitare il disturbo sui capi potenzialmente infetti.	Prelievo fino al 5% dell'ultimo dato censuale utile.	Censimenti biennali. Costante monitoraggio dei capi abbattuti e di quelli censiti per verificare la diffusione della patologia.
5. Casi di rogna con calo demografico evidente (superiore al 40% dell'ultimo dato pre-epidemico utile)	Risparmiare i soggetti resistenti e limitare il disturbo sui capi potenzialmente infetti.	Nessun prelievo.	Censimenti biennali. Costante monitoraggio dei capi abbattuti e di quelli censiti per verificare la diffusione della patologia.
6. Zone tuttora indenni da rogna, direttamente confinanti con zone interessate da casi di malattia (categoria applicabile per un massimo di anni 2)	Monitorare l'espansione dell'epidemia di rogna e fruire della risorsa camoscio prima dell'ulteriore espansione della malattia.	Possibilità di rinforzo del prelievo (fino al 20% dell'ultimo dato censuale utile).	Censimenti biennali.
7. Situazione post-epidemica	Favorire il recupero demografico ad opera dei capi sopravvissuti.	Nessun prelievo fino a ripresa degli effettivi (che dovranno essere pari o superiori al 50% dell'ultimo dato pre-epidemico utile)	Eventuale ripetizione annuale dei censimenti. Costante monitoraggio dei capi abbattuti e di quelli censiti per verificare la diffusione della patologia.

In proposito al PPPSM, risulta evidente la necessità dell'Ente Parco di indagare sulla rogna sarcoptica. Questa patologia, infatti, ha inciso in maniera profonda sul patrimonio faunistico del Parco, mettendo a rischio la conservazione di due specie simbolo del suo territorio. Anche a questo scopo il piano di gestione faunistica del PPPSM prevede la raccolta dei dati riguardanti:

- gli animali rinvenuti sul territorio;
- i soggetti abbattuti;
- le popolazioni (censimenti, densità, struttura di popolazione);
- l'ambiente in cui vivono.

È importante monitorare le cause di mortalità, comprendendo non solo i fattori infettivi o infestivi, ma anche quelli di origine traumatica (investimenti, bracconaggio, predazione) o tossica.

Inoltre bisogna tenere sempre presente come il Parco non sia una realtà a sé stante, ma appartenga a un contesto territoriale più ampio, fatto di ecosistemi ma anche di società, iniziative educative, opinione pubblica, aspetti economici e utilizzo del territorio. Il patrimonio costituito dalla fauna selvatica si riflette in ciascuno di questi aspetti, e merita perciò una speciale attenzione.

PARTE SPERIMENTALE

4 OBIETTIVI

Chi sorveglia e gestisce un territorio raccoglie ogni giorno una gran mole di dati riguardanti aspetti ecologici, biologici e sanitari. Questa tesi ha offerto, per prima cosa, l'occasione per riordinare e rendere fruibili le informazioni raccolte negli ultimi 12 anni sulla mortalità del camoscio nel PPPSM. La sua realizzazione è stato il frutto della collaborazione fra enti di ricerca (Università degli Studi di Padova, Istituto Zooprofilattico delle Venezie), ed enti di gestione (la Provincia di Trento-PAT con il Corpo Forestale Provinciale, il Parco di PPPSM, l'Associazione Cacciatori Trentini-ACT).

Questo studio si pone quindi come un lavoro congiunto, che mira a esaminare alcuni aspetti della questione rogna. In particolare si propone di :

- descrivere l'evoluzione nella popolazione dell'epidemia di rogna nel camoscio nel PPPSM e nelle aree ad esso immediatamente confinanti;
- interpretare i dati di dinamica di popolazione estrapolati dai censimenti, alla luce dei dati della mortalità generale e specifica dovuta a rogna;
- valutare l'efficacia della sorveglianza passiva ordinaria, comparandone i risultati con quelli derivanti dalle operazioni di sorveglianza intensiva in un'area campione (Cavallazza).

Questo lavoro ha tra l'altro conseguito l'obiettivo di predisporre un archivio storico aggiornabile dei dati di mortalità, che raccogli tutte le informazioni registrate nelle schede di rinvenimento.

5 MATERIALI E METODI

5.1 Area di studio

Le aree di studio che abbiamo considerato nel nostro lavoro sono due: un'area di studio generale, costituita principalmente dall'area protetta del PPPSM, a cui si sono aggiunti i territori strettamente limitrofi; e l'area Cavallazza, area campione posta all'interno dell'area generale, su cui abbiamo focalizzato la nostra attenzione in quanto sede di protocolli di monitoraggio intensivo sul camoscio.

5.1.1 *Il PPPSM e l'area di studio generale*

L'area del Parco è compresa tra i 11°40'-12°00' longitudine Est di Greenwich e i 46°10'-46°30' latitudine Nord, coprendo un'estensione di quasi 20.000 ettari posta a cavallo delle valli dei torrenti Cismon e Travignolo (Figura 22).

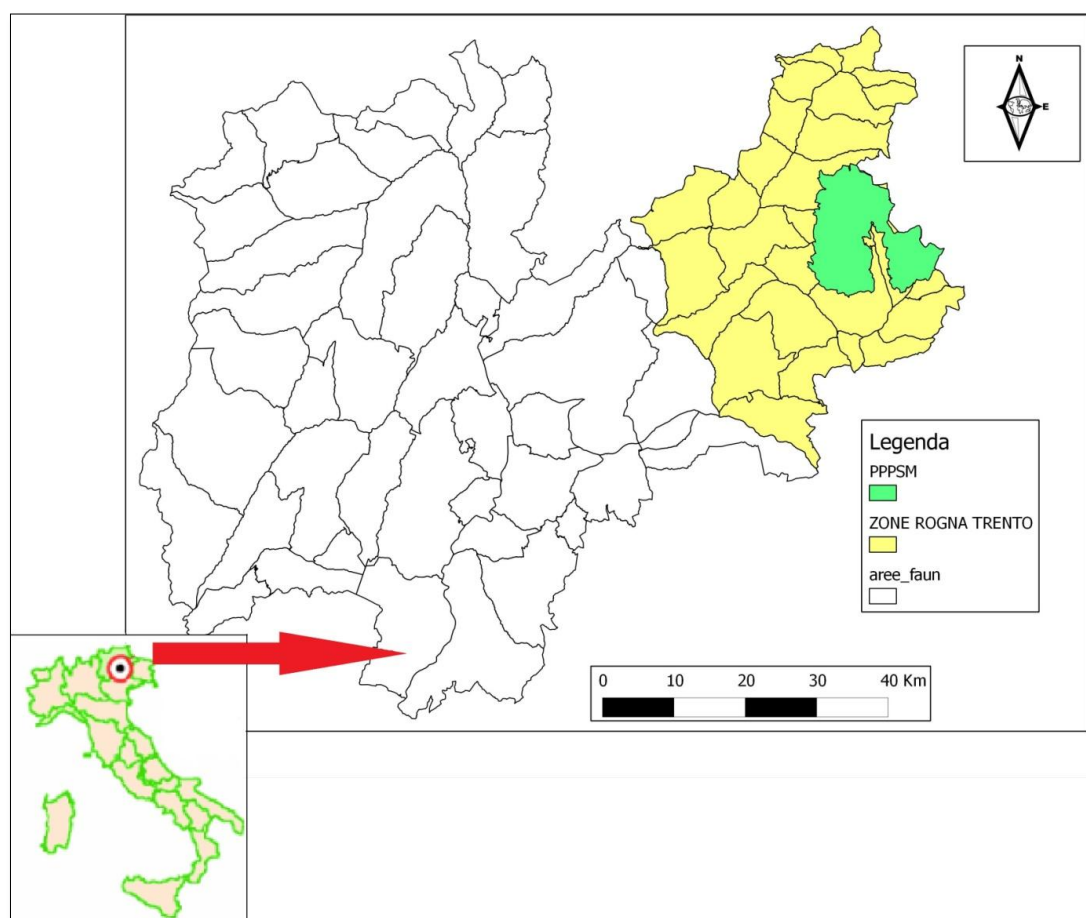


Figura 22: La provincia di Trento con la suddivisione gestionale, in evidenza il Parco Naturale di Paneveggio-Pale di San Martino (PPPSM).

I gruppi montuosi più importanti che si ergono all'interno del Parco sono: a Ovest la catena porfirica del Lagorai, con il Colbricon, Cima di Cece, Cima Scanaiol; a Nord-Ovest la catena porfirica di Bocche; a Est e a Sud-Est l'imponente complesso dolomitico delle Pale di San Martino (Figura 23).

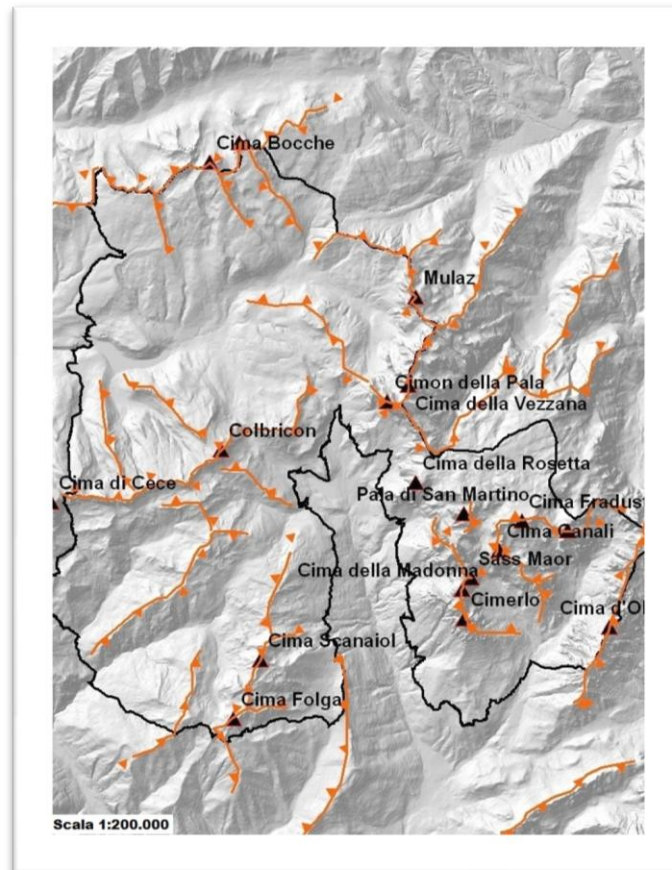


Figura 23: Crinali e vette principali del Parco.

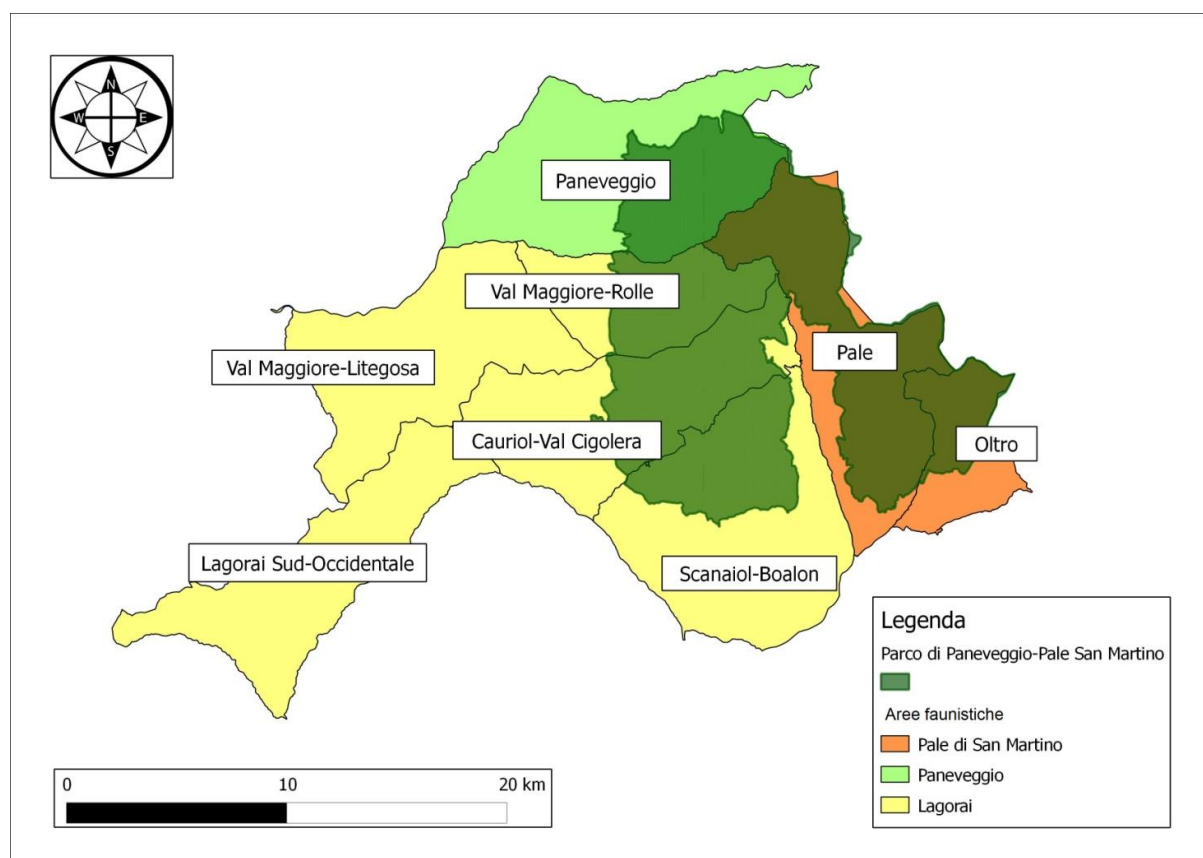
Come già riportato nella parte introduttiva (cfr 2.2) la gestione faunistico-venatoria del camoscio nella provincia di Trento prevede la suddivisione del territorio provinciale in Aree e Subaree faunistiche. L'area protetta del Parco confina con le aree faunistiche Lagorai, Paneveggio e Pale di San Martino, a loro volta distinte in sei Subaree. A partire dal 2007, anno dell'*index case* nell'area del Parco, vengono individuate le nove Zone Rogna (Tabella 5).

Tabella 5: Aree Faunistiche e Zone Rogna che interessano l'area di studio.

AREE FAUNISTICHE	SUBAREE FAUNISTICHE (pre-2007)	ZONE ROGNA (dal 2007)	
Lagorai	Lagorai Sud-Orientale	Scanaiol - Boalon	
		Cauriol - Val Cigolera	
	Lagorai Sud - Occidentale	Lagorai Sud - Occidentale	
	Lagorai Settentrionale		Val Maggiore - Litegosa
			Val Maggiore - Rolle
		Val Moena - Lagorai - Stelune	
Paneveggio	Paneveggio	Paneveggio	
Pale di San Martino	Pale	Pale	
	Oltro	Oltro	

Vista la continuità geografica, ecologica, epidemiologica e gestionale del Parco con i territori circostanti, l'area di studio definita come "area di studio generale" comprende il territorio del Parco e alcuni territori confinanti e omogenei dal punto di vista ambientale.

L'area di studio generale si estende quindi dalla valle del Vanoi, nell'estremità sud-occidentale, alle zone rogna del Lagorai (ad esclusione di Val Moena-Stelune) e di Paneveggio nella parte nord-occidentale, fino alle Pale di San Martino di Castrozza nella parte sud-orientale (Mappa 1).



Mappa 1: L'area di studio generale con la suddivisione gestionale nelle tre Aree Faunistiche e nelle nove zone rogna.

5.1.2 *L'area intensiva Cavallazza*

L'area di studio intensiva Cavallazza occupa una superficie di circa 1.000 ha ed è situata nella parte centrale del Parco. L'area, ad eccezione di una piccola porzione che fuoriesce dai confini del Parco in prossimità della Strada Statale n°50, a nord di San Martino di Castrozza (Figura 24), si trova per la maggior parte inclusa nell'area protetta. L'inquadramento geografico gestionale dell'area di studio Cavallazza è riportato in Tabella 6.

Tabella 6: Inquadramento geografico-gestionale dell'area intensiva Cavallazza.

AREA INTENSIVA CAVALLAZZA	
Area Faunistica	LAGORAI
Zona Rogna	CAURIOL – VAL CIGOLERA
Riserva	PRIMIERO – FIERA – TONADICO – SIROR – SAGRON MIS
Stazione forestale	SAN MARTINO
Comune	SIROR
Settore Parco	3

L'area presenta un'altitudine media di 1846 m, con i valori massimi in corrispondenza della cresta della Cavallazza (2322 m) e quelli minimi nei pressi dell'abitato di San Martino di Castrozza (1500 m). La distesa dei Piani di Cavallazza separa due zone ad elevata pendenza: a Nord-Ovest i pendii delle Cime Cavallazza, Cavallazza Piccola e Tognazza, mentre a Sud-Est il pendio che scende verso gli Orti Forestali; altre aree con pendenza elevata si trovano ai piedi del Cimon della Pala, in prossimità della cresta della Pala Monda e nel versante orientale della Val Bonetta.

Il cuore dell'area intensiva è costituito dai Piani di Cavallazza, delimitati a nord dal Passo Rolle e da Punta Rolle, ad est dal versante orientale delle Pale di San Martino con il Cimon della Pala e la Pala Monda, a sud dagli Orti Forestali e dall'abitato di San Martino di Castrozza ed infine ad est dalla Val Bonetta e dalle cime Cavallazza, Cavallazza Piccola e Tognazza (Figura 24).



Figura 24: Elementi topografici di riferimento nell'area intensiva Cavallazza

Le esposizioni maggiormente rappresentate sono quelle sud-orientali, seguite da quelle nord-occidentali; le esposizioni settentrionali caratterizzano solo il settore nordoccidentale dell'area di studio.

5.2 Origine dei dati di popolazione

I dati di censimento dell'area di studio generale derivano dai censimenti organizzati a livello provinciale grazie alla collaborazione fra gli agenti del Corpo Forestale Provinciale, i Guardiaparco e i cacciatori dell'Associazione Cacciatori Trentini, mentre i dati di censimento dell'area Cavallazza derivano dai censimenti intensivi avviati a partire dall'inizio degli anni 2000 nell'ambito di una ricerca sulla biologia del camoscio (Monaco e Lovari, 2003) e poi proseguiti dai Guardiaparco del PPPSM.

5.2.1 *I censimenti nell'area di studio generale*

I dati di consistenza della popolazione di camoscio nell'area di studio generale derivano dai censimenti realizzati dal 2005 al 2013 con la tecnica del "*block census*", che ha come scopo la quantificazione numerica complessiva degli animali presenti in quel dato momento in un'area determinata.

Il *block census* è un censimento estensivo che prevede, innanzitutto, la suddivisione del territorio in settori che siano sufficientemente isolati tra loro da considerare limitate le possibilità di spostamenti di animali nel breve periodo. In questo modo sarà possibile sottoporre i diversi settori alle procedure di censimento in giornate successive, con un'evidente risparmio nel numero degli operatori disponibili. Nel caso del PPPSM sono stati individuati i seguenti settori:

- Paneveggio (Lusia, Juribrutto, Castellazzo, Val Venegia);
- Pale di San Martino (Passo Rolle, Pale di San Martino);
- Lagorai (Lagorai, Tognola, Scanaiol, Cima d'Arza).

Si procede poi delineando in ciascun settore delle parcelle o unità di osservazione, definite in base alla morfologia del territorio. Ciascuna unità di osservazione viene quindi assegnata a squadre di rilevatori esperti, che effettuano un controllo visivo dell'unità tramite punti di osservazione fissi o percorrendo dei transetti precedentemente stabiliti e cartografati (Figura 25). Le squadre operano in maniera simultanea e in costante collegamento, allo scopo di minimizzare le possibilità di doppi conteggi di animali. Le operazioni prendono avvio all'alba e si protraggono per circa 4 ore.

A ciascun rilevatore vengono consegnate delle schede di rilevamento da compilare riportando il numero e le caratteristiche dei capi osservati, unite all'ora e alla localizzazione precisa (meglio se su apposita cartografia) dell'osservazione. La raccolta e il controllo delle schede per la verifica e l'esclusione di doppi conteggi viene effettuata al termine delle attività di rilevamento. Qualora la giornata prescelta per la realizzazione del conteggio presenti condizioni meteorologiche proibitive o tali da inficiare la validità del censimento (presenza di foschia, nebbia, vento in quota, scarsa visibilità), è opportuno ripetere il censimento in un'altra giornata, considerando quindi solo i dati di quest'ultima.

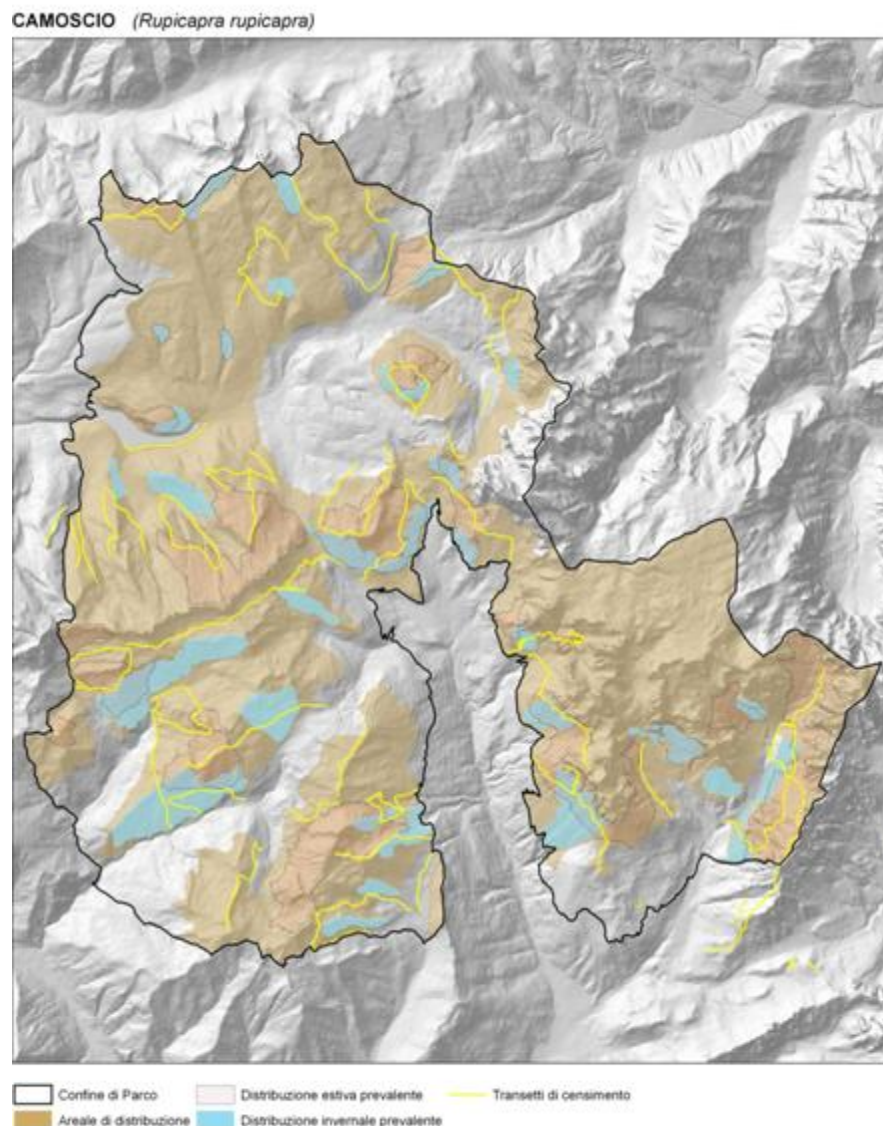
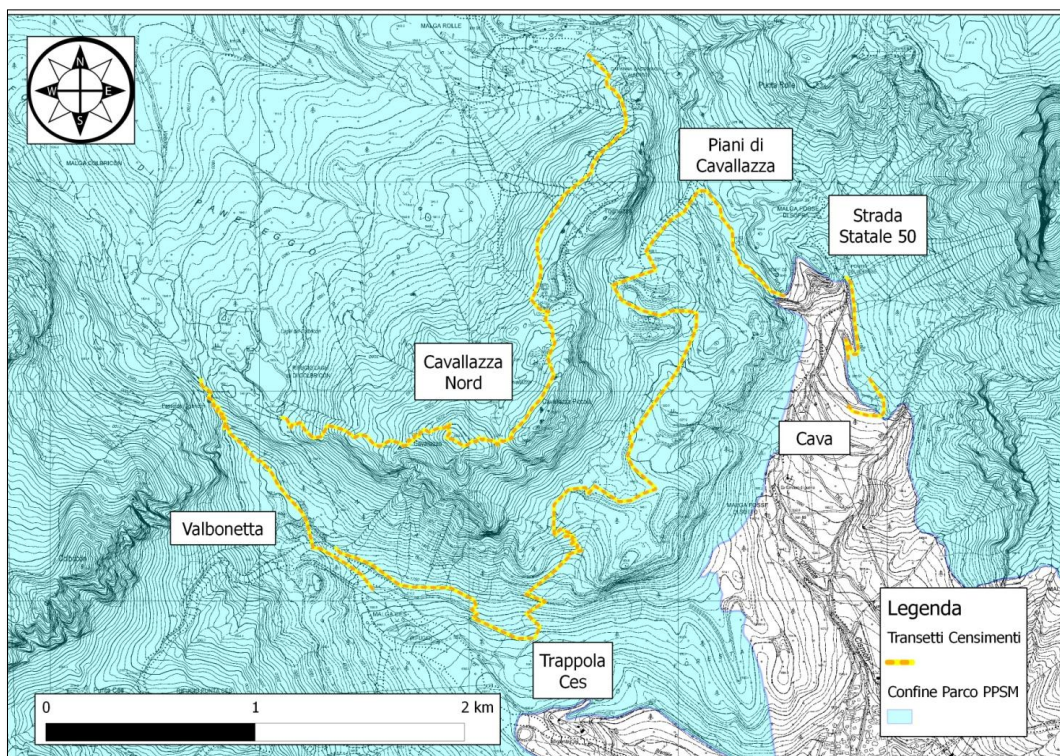


Figura 25: Esempio di “block census” con suddivisione del territorio in aree di osservazione e transetti cartografati nel PPPSM. Sono visibili le aree di distribuzione complessiva e stagionale del camoscio nel territorio del Parco e in giallo sono evidenziati i transetti che vengono percorsi a scopo di censimento.

Il periodo più indicato per la specie camoscio e per l'area in esame è collocato tra la metà di luglio e gli inizi di agosto. In questo periodo dell'anno, infatti, i branchi femminili si sono ricomposti dopo il momento dei parti e molti animali hanno abbandonato il bosco alla ricerca di quote più elevate. Inoltre il periodo permette anche di valutare la natalità (al netto della mortalità peri e post natale). Non va inoltre sottovalutata il fatto della migliore accessibilità alla montagna che caratterizza i mesi estivi. In alternativa possono essere idonei anche i periodi di ottobre-novembre, quando i maschi si uniscono alle femmine per il periodo degli amori e febbraio-aprile, per valutare le perdite invernali. In questi ultimi due casi va però valutata la difficoltà di accesso a molte aree di montagna che caratterizza i periodi autunnali e invernali.

5.2.2 *I censimenti intensivi in Cavallazza*

I censimenti effettuati nell'area di studio Cavallazza dal 2008 al 2013 hanno previsto anch'essi l'utilizzo della tecnica *block census*. Le sessioni di avvistamento vengono ripetute per cinque giornate consecutive compatibilmente con le condizioni meteorologiche al fine di ridurre la possibilità di sottostime dovute soprattutto ad effetti legati alle condizioni atmosferiche o a fattori di disturbo occasionali.



Mapa 2: L'area Cavallazza e i sei transetti di censimento.

L'area viene "osservata" da 6 transetti (Mappa 2) che vengono percorsi in contemporanea in un orario determinato (dalle 05.30 alle 07.30).

Al termine delle cinque giornate di censimento, seguendo la prassi normalmente utilizzata per i censimenti annuali nel Parco, si estrapola il numero massimo di individui osservati per sesso e classe d'età nelle diverse ripetizioni, arrivando a determinare il numero minimo di animali sicuramente presenti nell'area censita.

Per quanto riguarda la suddivisione degli animali in classe di età e sesso, i dati di censimento ottenuti dall'area intensiva Cavallazza vengono suddivisi nella classificazione proposta da Tosi e Toso (1992), basata sia su caratteristiche comportamentali sia quelle morfologiche (Tabella 7).

Tabella 7: Categorie di classi d'età e sesso utilizzate nei censimenti delle popolazioni di camoscio.

ETA'	CLASSI DI ETA'
Piccoli dell'anno (capretti)	K = kids
Jährling (1 anno)	J = Jährling
Femmine di 2-3 anni	FF 2-3
Femmine di 4-10 anni	FF 4-10
Femmine di 11 e più anni	FF +10
Maschi di 2-3 anni	MM 2-3
Maschi di 4-10 anni	MM 4-10
Maschi 11 e più anni	MM +10
Indeterminati	IND

5.3 Origine dei dati di sorveglianza sanitaria

I dati dei ritrovamenti di camosci nell'area di studio generale derivano dai database della provincia di Trento e del Parco di Paneveggio e Pale di San Martino (PPPSM), con l'apporto dei dati derivanti dai monitoraggi intensivi dell'area di studio Cavallazza.

5.3.1 Database dei dati di sorveglianza sanitaria nell'area di studio generale

Il database raccoglie i dati riferiti ai ritrovamenti e agli abbattimenti eutanasci di camosci, realizzati nell'area di studio generale (Parco e zone limitrofe) e nell'area intensiva Cavallazza nel periodo che va dal 14/04/2000 al 25/09/2013.

La creazione del database deriva dall'integrazione dei dati archiviati nel database faunistico provinciale della provincia di Trento con le informazioni contenute nelle schede di ritrovamento cartacee del PPPSM e delle quattro Stazioni Forestali riferibili all'area di studio: Canal San Bovo e Caoria, Fiera di Primiero, San Martino di Castrozza, Paneveggio e Cadino (Figura 26).

Dati compilazione	
Data compilazione	12/04/2013
Nome compilatore	Asa F. Voltolini Alfio

Dati rinvenimento		
Data rinvenimento	12/04/2013	
Denominazione strada investimento	Tipologia	Numero strada
Allegati	Fotografia Altro: <input type="checkbox"/>	
Nessuno <input type="checkbox"/>		

Dati animale			
Causa (2)	IR RINVENIMENTO	Specie	camoscio
Sesso (3)	INDETERMINATO	Età	indet
Peso (kg)			
Consegna (4)	MGS sì - spaglia non recuperata		
Confrasegno (specificare numero anello o marca auricolare)			
Eventuali osservazioni (5) Animale privo della testa e in buona parte predato			

Campioni consegnati	
carcassa intera <input type="checkbox"/>	reni <input type="checkbox"/>
carcassa priva di testa <input type="checkbox"/>	sangue (refrigerato e non congelato) <input type="checkbox"/>
Tipologia polmoni <input type="checkbox"/>	Altro: <input type="checkbox"/>
intestino <input type="checkbox"/>	
stomaco <input type="checkbox"/>	

Conservazione materiale (6) _____

Note: _____

Allegato: fotocopia carta tecnica 1:10.000
(con pubblicazione del punto preciso di rinvenimento / prelievamento)

Figura 26: Scheda rinvenimento e carta IGM con la localizzazione del ritrovamento.

Per ogni capo rinvenuto o abbattuto sono disponibili le seguenti informazioni (Figura 27): sesso, età, data di ritrovamento, comune e località del ritrovamento o abbattimento, Area Faunistica, Zona Rogna, Settore del Parco, nome del rilevatore ed ente di appartenenza, dinamica del ritrovamento, causa di morte ed eventuali procedure diagnostiche realizzate presso la Sezione di Trento dell'Istituto Zooprofilattico Sperimentale delle Venezie (IZSve).

NUMEI	DATA RINV	MESE	ANNO	IN PARCO	SETTORE	SESSO	ETA	CLASSE ETA	AREA FAUN	ZONE ROGNA	RISERVA	STAZIONE FORESTALE
452	26/11/2011	Novembre	2011	no		M	10	adulto	Vette feltrine	Vette Feltrine Settentrionali	Transacqua	Fiera di Primiero
453	05/12/2011	Dicembre	2011	si	3	M	8	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero	Fiera di Primiero
454	27/12/2011	Dicembre	2011	no	2	M	999	adulto	Pale di San Martino	Pale	Demanio S. Martino	San Martino e Caoria
455	27/12/2011	Dicembre	2011	no	2	F	999	adulto	Pale di San Martino	Pale	Demanio S. Martino	San Martino e Caoria
456	09/01/2012	Gennaio	2012	no		I	999	indeterminato	Lagorai	Scanaioi Boalon	Imer	Fiera di Primiero
457	10/01/2012	Gennaio	2012	no		F	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Transacqua	Fiera di Primiero
458	10/02/2012	Febbraio	2012	no		F	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
459	18/02/2012	Febbraio	2012	no	3	M	6	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero	Fiera di Primiero
460	14/03/2012	Marzo	2012	no		I	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Canal San Bovo	Canal San Bovo e Caoria
461	15/03/2012	Marzo	2012	no		M	13	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Canal San Bovo	Canal San Bovo e Caoria
462	02/04/2012	Aprile	2012	no		F	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
463	08/04/2012	Aprile	2012	no		M	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
464	10/04/2012	Aprile	2012	no		M	999	adulto	Pale di San Martino	Oltro	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
465	13/04/2012	Aprile	2012	no		F	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
466	18/04/2012	Aprile	2012	no		I	0	piccolo	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
467	18/04/2012	Aprile	2012	no		I	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
468	24/04/2012	Aprile	2012	no	3	M	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Mezzano	Fiera di Primiero
469	29/04/2012	Aprile	2012	no		I	0	piccolo	Vette Feltrine	Vette Feltrine Settentrionali	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
470	11/05/2012	Maggio	2012	no		M	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
471	14/05/2012	Maggio	2012	si	3	M	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Imer	Fiera di Primiero
472	21/05/2012	Maggio	2012	si	3	M	999	adulto	Lagorai	Cauriol Val Cigolera	Canal San Bovo	Canal San Bovo e Caoria
473	23/05/2012	Maggio	2012	si	2	M	999	adulto	Pale di San Martino	Pale	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
474	30/05/2012	Maggio	2012	no		M	999	adulto	Lagorai	Scanaioi Boalon	Primiero - Fiera - Tonadico - Siror - Sagr	Fiera di Primiero
475	05/06/2012	Giugno	2012	no		M	16	vecchio	Lagorai	Cauriol Val Cigolera	Canal San Bovo	Canal San Bovo e Caoria

Figura 27: Informazioni "riordinate" nel database.

La valutazione dell'età dei soggetti abbattuti o rinvenuti morti viene effettuata al momento del rinvenimento mediante il conteggio degli anelli di accrescimento corneale ed eventualmente con la valutazione della sostituzione degli incisivi per gli animali di età inferiore ai 4 anni.

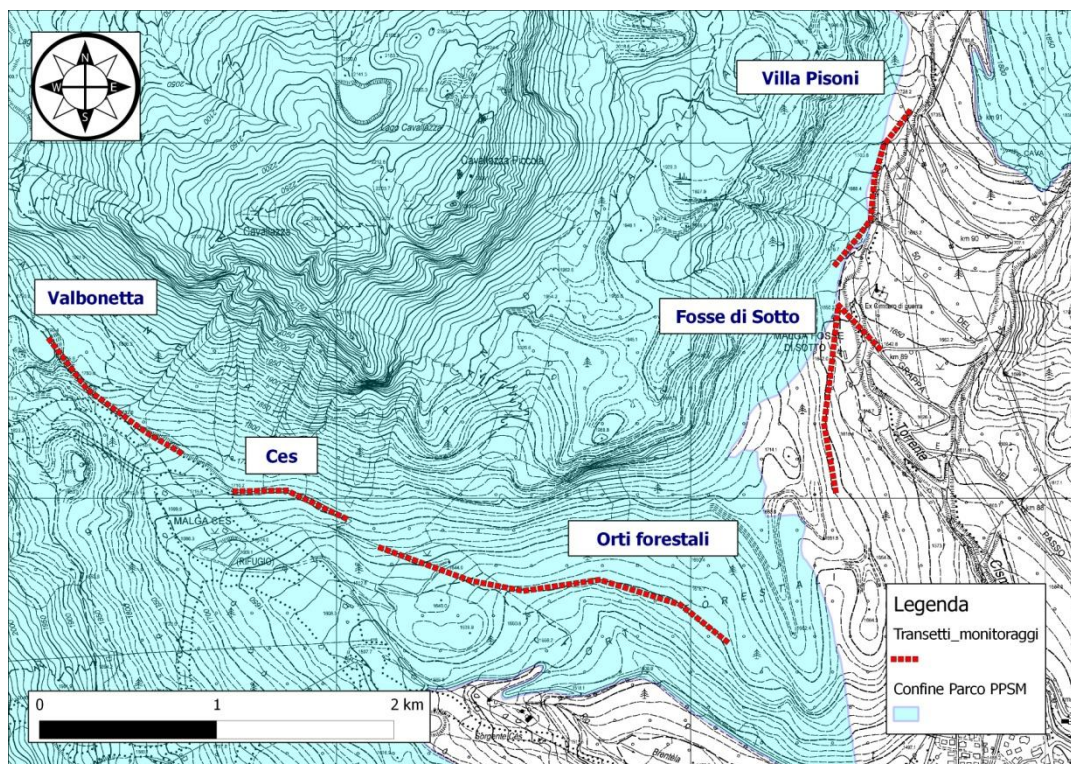
Per quanto riguarda la località di rinvenimento o abbattimento è stato possibile identificare le coordinate geografiche grazie alle schede geografiche IGM allegate alle schede dei ritrovamenti e, quando non disponibili, grazie alla collaborazione degli stessi rilevatori di campo.

5.3.2 Database dei monitoraggi intensivi in Cavallazza

A seguito dell'epidemia di rogna nel territorio del Parco (27/10/2007 primo ritrovamento di camoscio deceduto per rogna, località Buse del Secia - Comune di Siror) risulta necessario, per una corretta gestione, realizzare un monitoraggio intensivo volto ad effettuare un controllo sulla dinamica della popolazione e a quantificare gli effetti della rogna sarcoptica sulla mortalità della popolazione nel PPPSM.

A partire dal febbraio 2008 viene intrapreso un protocollo di monitoraggio intensivo nell'area di studio Cavallazza, che diventa così l'area all'interno del Parco sottoposta a maggior pressione di sorveglianza, sia dal punto di vista della dinamica e delle stime di popolazione (v. Censimenti intensivi), sia per quanto riguarda i ritrovamenti di camosci deceduti nel contesto dell'epidemia di rogna.

Nell'area Cavallazza vengono tracciati e cartografati dei transetti da percorrere con cadenza mensile nel corso di uscite organizzate, ma anche occasionalmente durante la quotidiana attività di sorveglianza del territorio sostenuta dai Guardiaparco. I transetti si collocano nei versanti sud, sud-ovest e sud-est della Cavallazza (Mappa 3).



Mappa 3: L'area della Cavallazza con i transetti percorsi durante le attività di monitoraggio intensivo.

Ciò li differenzia dai percorsi dei censimenti intensivi, che coprono invece l'intero perimetro della Cavallazza, con transetti tracciati anche sul versante nord.

La scelta di collocare i transetti lungo i piani e i boschi situati alla base delle pareti sud della Cavallazza deriva dalle abitudini ecologiche e dall'utilizzo degli areali da parte dei camosci, che durante il periodo estivo (i censimenti vengono realizzati in luglio) occupano i pendii erbosi e le nicchie di roccia volte a nord, mentre nei mesi invernali si spostano sui versanti che guardano a sud. Inoltre c'è da considerare la maggior probabilità di ritrovare capi deceduti ad altitudini inferiori e soprattutto ai piedi delle pareti rocciose.

5.3.3 *Classi di mortalità*

Per quanto riguarda le cause di mortalità, i ritrovamenti archiviati nel nostro database sono stati suddivisi in tre classi di mortalità (Tabella 8).

Tabella 8: Classi di mortalità.

<i>Rogna sarcoptica</i>	Soggetti che presentano lesioni evidenti di rogna sarcoptica.
	Soggetti con rogna non conclamata, ma con esame parassitologico con esito diagnostico positivo (IZSVE-Sezione di Trento).
No rogna sarcoptica	Soggetti che NON presentano lesioni di rogna e che sono risultati negativi all'esame parassitologico diagnostico realizzato dall'IZSVE-Sezione di Trento.
Indeterminato	Soggetti ritrovati in condizioni non idonee per una qualsiasi diagnosi.

E' importante sottolineare che a partire dall'insorgere dell'epidemia di rogna, tutti gli operatori della Provincia di Trento e del PPPSM partecipano a corsi di formazione di carattere sanitario per migliorare la raccolta delle informazioni derivanti dalla sorveglianza passiva. Tali corsi hanno lo scopo di fornire al personale le competenze per procedere alla diagnosi di rogna conclamata già in campo. Nei casi dubbi, gli animali (o i campioni) vengono conferiti all'IZSVE, per la diagnosi parassitologica.

Per i casi in cui non è possibile effettuare alcuna diagnosi gli animali sono assegnati alla classe di mortalità "indeterminato".

5.4 Analisi dei dati

Le analisi effettuate in questa tesi sono:

- l'analisi dei dati di popolazione dell'area di studio generale e dell'area intensiva Cavallazza;
- l'analisi della mortalità generale osservata nelle due aree di studio, porgendo particolare attenzione alla sua evoluzione spazio-temporale, agli aspetti demografici e alle cause di mortalità (rogna sarcoptica);
- il confronto fra le analisi di popolazione e di mortalità nell'area di studio generale e in Cavallazza.

5.4.1 *Dati di popolazione*

I dati di popolazione, sia dell'area di studio generale sia dell'area Cavallazza, sono stati inseriti nel programma Quantum Gis Tethys 1.8.0 Lisboa (Qgis) per la creazione di mappe tematiche per gli anni 2006-2013.

La dinamica di popolazione dell'area di studio generale è stata studiata mediante il calcolo della densità (numero di camosci/100 ettari), considerando il numero di camosci censito all'interno di ciascuna zona rognna anno per anno e la superficie totale della stessa zona rognna.

Le densità calcolate sono state visualizzate in mappe annuali per gli anni 2006-2013.

In particolare, per evidenziare le variazioni della densità nelle diverse zone, è stata utilizzata una funzione del software Qgis che permette di categorizzare un insieme di dati (in questo caso le densità di camosci) secondo dei livelli graduati, rappresentati graficamente attraverso diversi colori.

Le densità sono state calcolate anche per i conteggi intensivi realizzati nell'area Cavallazza. La particolare metodica di censimento, unita alle ridotte dimensioni dell'area intensiva ha permesso di raccogliere in fase di conteggio anche le informazioni relative al sesso e all'età dei soggetti individuati. Con queste informazioni si è proceduto all'analisi della struttura della popolazione, dividendo i camosci in quattro classi di età: maschi e femmine adulti (MM=maschi e FF=femmine), individui giovani di 1-2 anni (JJ=jährling) e piccoli dell'anno (KK=kids).

Si è proceduto al calcolo delle percentuali di camosci appartenenti alle varie classi di sesso ed età, procedendo poi con il calcolo della *sex ratio*, espressa come il rapporto fra il numero di femmine adulte e il numero di maschi adulti

$$\text{Sex ratio} = (\text{FF}/\text{MM})$$

Sono poi stati calcolati il tasso di natalità e l'indice di sopravvivenza al primo inverno.

$$\text{Tasso di natalità} = (\text{KK}/100\text{FF})$$

$$\text{Tasso di sopravvivenza al primo inverno} = (\text{JJ}/100 \text{FF})$$

L'area di studio intensiva della Cavallazza e i transetti tracciati al suo interno per le attività di sorveglianza sono stati cartografati tramite il software Qgis.

5.4.2 *Dati di sorveglianza sanitaria*

I dati derivanti dalla sorveglianza sanitaria nell'area di studio generale e nell'area Cavallazza sono stati inseriti nel programma Qgis, attraverso cui sono stati georeferenziati tutti i ritrovamenti e gli abbattimenti eutanasici. Conseguentemente sono state create le relative mappe tematiche.

Sono stati analizzati solo i ritrovamenti del periodo 2006-2013 al fine di effettuare successivamente dei confronti con i dati di consistenza 2006-2013, con i risultati dei censimenti intensivi 2008-2013 e del monitoraggio intensivo 2008-2010.

Inoltre questo intervallo di tempo è funzionale alla descrizione epidemiologica spazio-temporale dell'epidemia di rogna che nel 2007 ha raggiunto l'area di studio.

I dati di mortalità sono stati analizzati nella loro evoluzione spazio-temporale, creando delle mappe annuali per il periodo considerato, per un'immediata visualizzazione della distribuzione dei casi di mortalità nelle diverse zone rogna. Anche per questa analisi è stata utilizzata la funzione del software Qgis che permette di categorizzare un insieme di dati (in questo caso la mortalità dei camosci) secondo dei livelli graduati.

E' stata creata una scala di 5 categorie graduate in base alla numerosità dei ritrovamenti rilevati ogni anno per ciascuna delle zone rogna. Sulle mappe i singoli ritrovamenti di camosci sono rappresentati come punti che assumono colorazione diversa a seconda dell'esito diagnostico sulla causa di morte (*rognosi, non rognosi e indeterminati*).

Inoltre si è proceduto a calcolare le prevalenze di mortalità per le singole classi di età e sesso.

Successivamente, per descrivere l'epidemia di rogna nel PPPSM, sono state create delle mappe tematiche annuali utilizzando per tale analisi solo i ritrovamenti di animali classificati come "rognosi".

5.4.3 *Analisi sulla mortalità e sull'efficienza della sorveglianza*

Abbiamo proceduto con il calcolo dei decrementi della popolazione (*decline rate*), cioè le variazioni negative dei conteggi da un anno all'altro, considerando il periodo 2006-2013. La formula utilizzata è stata la seguente:

$$[\text{camosci anno } b^* - \text{camosci anno } a = \Delta]$$
$$\Delta\% = (n \times 100) / \text{camosci anno } a$$

*(con anno *a* precedente ad anno *b*)

È stato inoltre effettuato un calcolo del *Chi quadrato* per verificare il diverso impatto della rogna in relazione al sesso. Tali analisi sono state effettuate mediante il software WINEPI (<http://www.winepi.net>), con un livello di confidenza del 95%. Non sono stati, viceversa, effettuati confronti in base alla classe di età, in quanto la numerosità delle classi giovani era molto bassa e il campione quindi non può essere ritenuto rappresentativo. Questa situazione concorda con altre esperienze di campo che hanno già evidenziato la scarsa probabilità di ritrovare i soggetti di età inferiore a due anni (Rossi *et al.*, 1995).

La comparazione tra la sorveglianza intensiva e quella ordinaria è stata effettuata a due livelli, sempre tramite test del *Chi quadrato*: il primo, relativo all'efficienza nell'individuare soggetti idonei per una diagnosi eziologica; il secondo, per valutare la sensibilità della sorveglianza nel trovare i soggetti morti sul campo.

Per quanto riguarda il primo livello, il confronto è stato effettuato tra i soggetti rinvenuti morti per i quali è stato possibile arrivare a una diagnosi ("rognosi" e "non rognosi") e i soggetti con causa di morte indeterminata ("indeterminati").

Per il secondo livello è stato necessario effettuare una stima degli animali morti potenzialmente non rilevati dalle attività di sorveglianza (definiti come “sfuggiti”). Questa stima è stata effettuata sommando i decrementi numerici (Δ) stimati dai dati dei censimenti realizzati dal 2008 al 2013, e sottraendo a tale somma il numero dei camosci rinvenuti (rinv) nelle stesse aree e nel medesimo periodo. Quindi:

$$[\text{camosci anno } b^* - \text{camosci anno } a = \Delta]$$

$$\sum \Delta_{ab} - \sum \text{rinv}_{ab} = \text{“sfuggiti”}_{ab}$$

*(con anno a precedente ad anno b)

Nei casi in cui la differenza fra il valore di conteggio dell'anno b e quello dell'anno a è risultata positiva, tali valori chiaramente non sono stati considerati nella sommatoria dei decrementi.

6 RISULTATI

6.1 Dati di popolazione

6.1.1 *Dati di censimento nell'area di studio generale*

I risultati dei censimenti effettuati nell'area di studio generale dal 2006 al 2013, suddivisi in Aree Faunistiche e Zone Rogna, sono riportati nella Tabella 9.

Nella prima sezione della tabella, evidenziata con colore verde, sono registrati i dati di consistenza dell'anno 2006, ultimo dato utile precedente all'*index case* di roгна nell'area di studio; mentre la seconda parte della tabella, evidenziata in arancione, riporta i dati di consistenza per il periodo 2007-2013.

Per ogni anno in cui sono state realizzate operazioni di censimento, sono riportati i numeri (**n**) di camosci contati all'interno dell'area considerata e le relative densità stimate (**D**=numero di camosci/100 ettari).

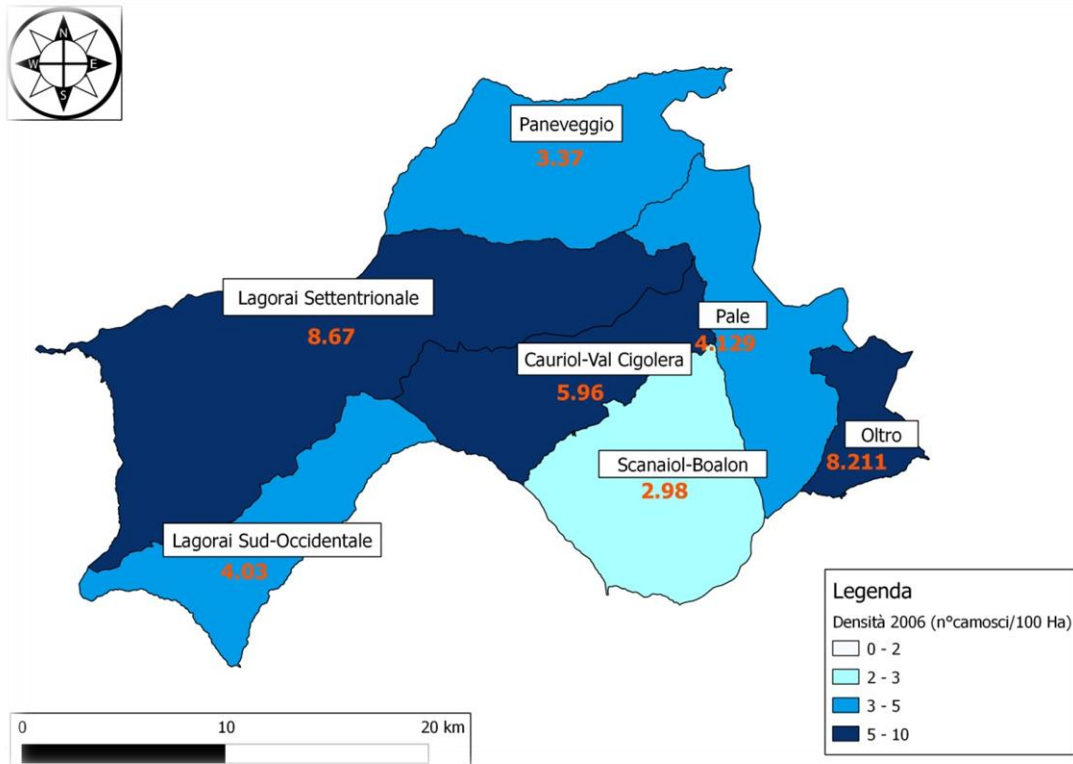
Per gli anni in cui non sono stati effettuati censimenti, non viene riportato alcun dato.

I risultati delle densità calcolate per ogni anno dal 2006 al 2013 sono illustrati nella serie di mappe (Mappa 4 - Mappa 9). Le zone che non sono state sottoposte a censimento nell'anno preso in considerazione sono contrassegnate in giallo. Le zone per cui esistono dati di censimento assumono una gradazione di colore diversa a seconda della densità di camosci ivi registrata.

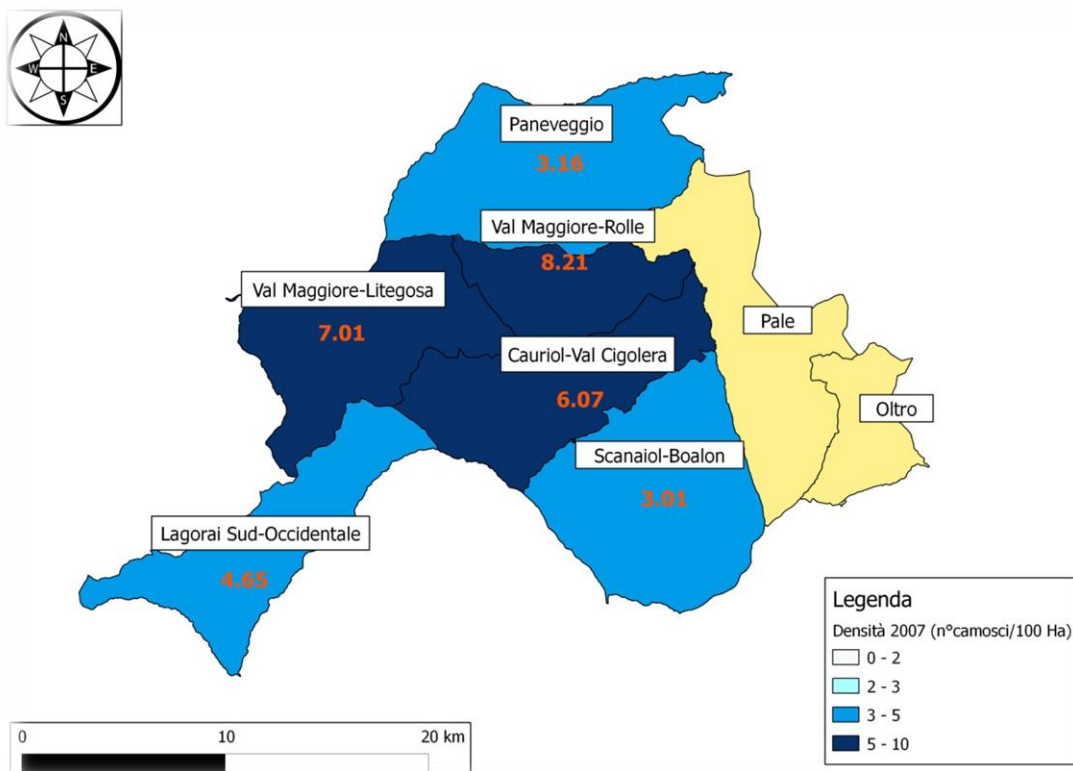
Tabella 9: Riepilogo dei conteggi e delle densità della popolazione di camoscio nell'area di studio (anni 2006-2013).

AREA FAUNISTICA	SUB AREA FAUNIST.	HA	2006		AREA FAUNISTICA	ZONE ROGNA	HA	2007		2008		2009		2010		2011		2012		2013	
			n	D				n	D	n	D	n	D	n	D	n	D	n	D		
Lagorai	Scanaiol Boalon	9285,64	277	2,98	Lagorai	Scanaiol Boalon	9285,64	280	3,02			312	3,36			248	2,67			113	1,22
	Cauriol Val Cigolera	7154,19	427	5,96		Cauriol Val Cigolera	7154,19	434	6,07			352	4,92			272	3,80			165	2,31
	Lagorai Sud Occidentale	6595,38	266	4,03		Lagorai Sud Occidentale	6595,38	307	4,65			289	4,38			265	4,02			242	3,67
	Lagorai Set.	20196,2	1752	8,67		Val Maggiore Rolle	3909,90	321	8,21			232	5,93			117	2,99			69	1,77
							Val Maggiore Litegosa	7434,01	521	7,01			543	7,30			484	6,51			374
Paneveggio	Paneveggio	9504,73	321	3,37	Paneveggio	Paneveggio	9504,73	300	3,16	306	3,22					231	2,43			196	2,06
Pale di San Martino	Pale	7579,65	313	4,13	Pale di San Martino	Pale	7579,65			240	3,17	164	2,16			175	2,31	166	2,19		
	Oltro	2679,18	220	8,21		Oltro	2679,18			221	8,25	172	6,42			225	8,40	206	7,69		

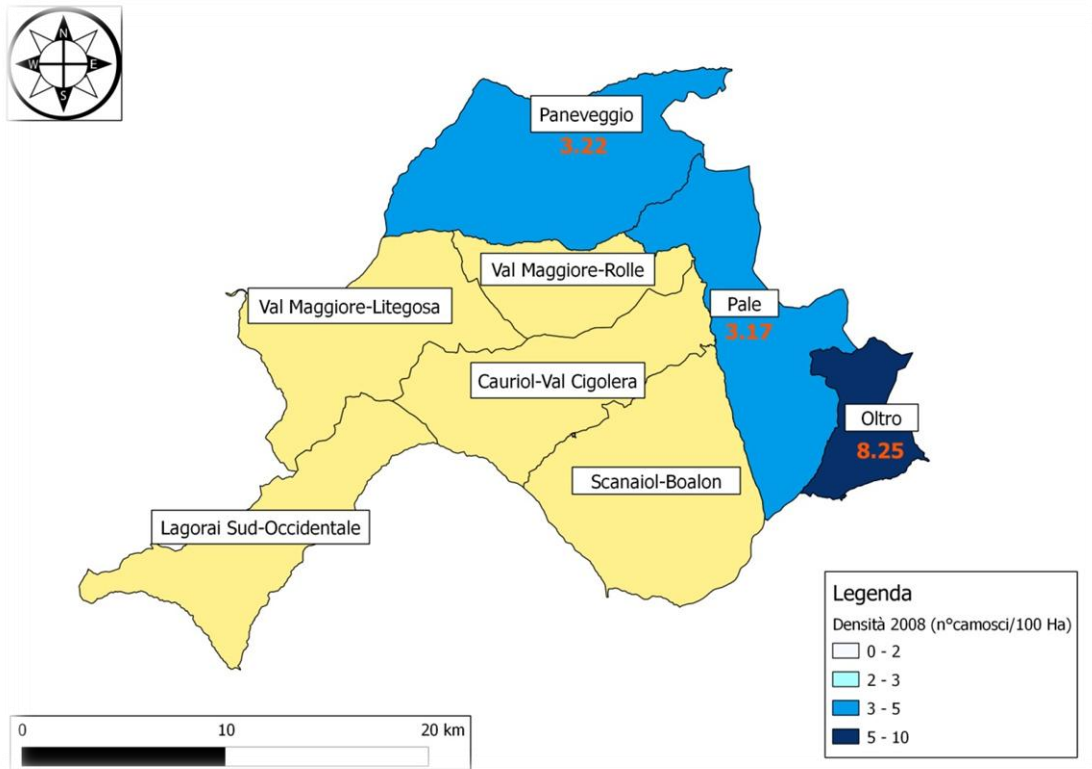
Nota: D= densità = n capi/100ha



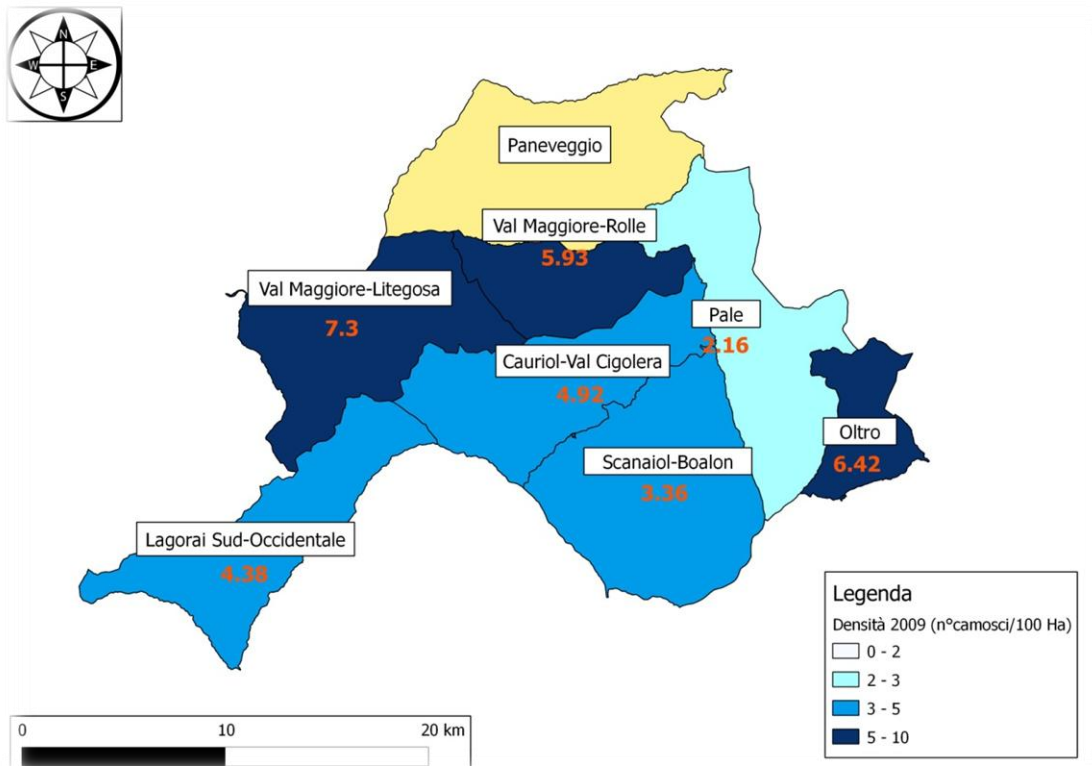
Mapa 4: Densità rilevate nel 2006 nelle diverse Subaree Faunistiche.



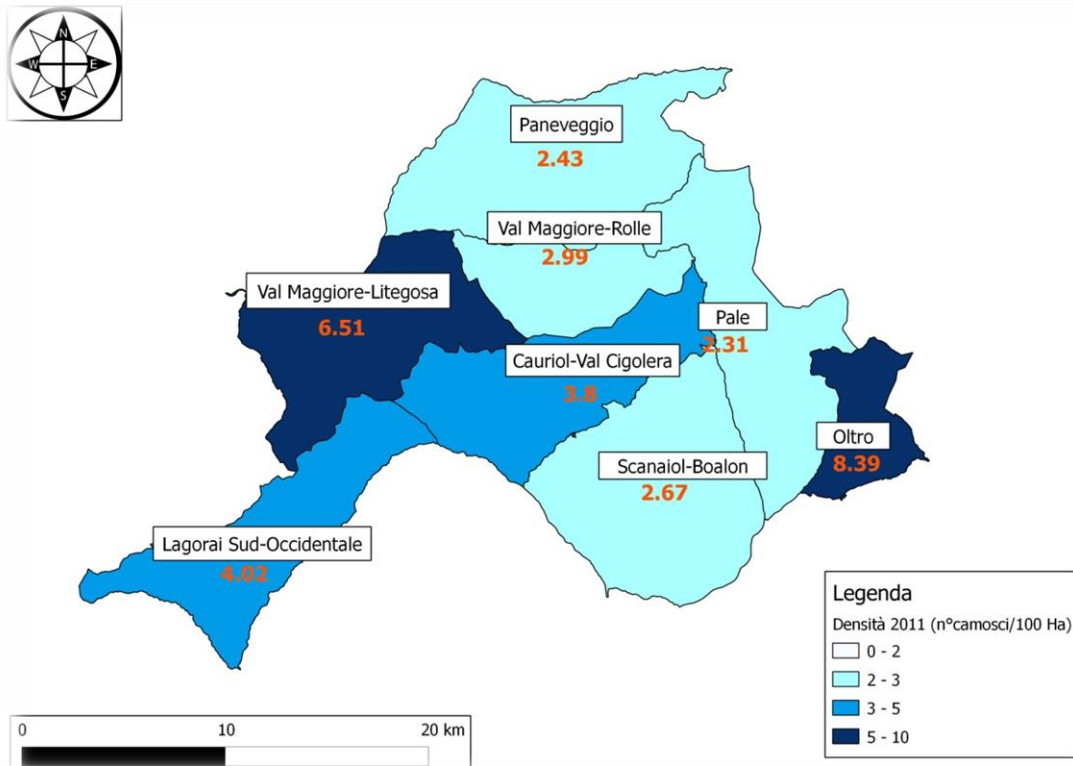
Mapa 5: Densità rilevate nel 2007 nelle diverse Zone Rogna. In giallo le zone non sottoposte a censimento nel 2007.



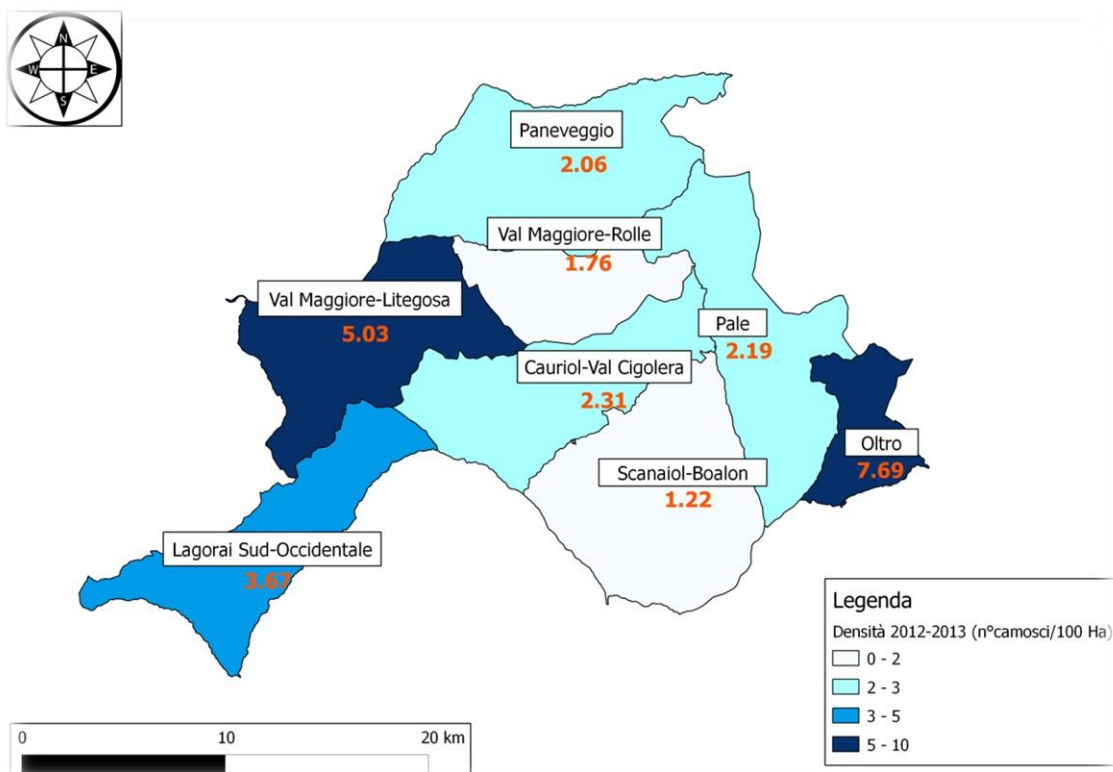
Mappa 6: Densità rilevate nel 2008 nelle diverse Zone Rogna. In giallo le zone non sottoposte a censimento nel 2008.



Mappa 7: Densità rilevate nel 2009 nelle diverse Zone Rogna. In giallo le zone non sottoposte a censimento nel 2009.



Mappa 8: Densità rilevate nel 2011 nelle diverse Zone Rognà.



Mappa 9: Densità rilevate nel biennio 2012-2013 nelle diverse Zone Rognà.

6.1.2 Dati di censimento in Cavallazza

I risultati dei censimenti intensivi effettuati nella Cavallazza nel periodo 2008-2013 sono riportati in Tabella 10, preceduti dal dato del 2003, relativo al precedente periodo in cui era stata applicata questa metodica di censimento (Monaco e Lovari, 2003). Per l'area Cavallazza gli animali sono suddivisi in classi di sesso ed età (Kids, Jährling, Femmine e Maschi adulti), di cui abbiamo calcolato le percentuali sul totale dei conteggiati (Tabella 11).

Tabella 10: Riassunto animali censiti in area Cavallazza nel periodo 2008-2013, suddivisi per classi di sesso ed età.

Anno	KK	JJ	ADULTI FF	ADULTI MM	ADULTI TOT	TOT	D (n/100HA)
2003	41	27	66	37	103	171	17,1
2008	36	21	50	17	67	124	12,4
2009	24	5	34	15	49	78	7,8
2010	10	10	15	9	24	44	4,4
2011	8	4	11	12	23	35	3,5
2012	22	10	24	8	32	64	6,4
2013	13	10	18	15	33	56	5,6

Tabella 11: Percentuali delle singole classi sul totale dei censiti anno per anno.

Anno uscita	%KK	%JJ	%FF	%MM
2003	24	16	38	22
2008	29	17	40	14
2009	31	6	44	19
2010	23	23	34	20
2011	23	11	32	34
2012	34	16	37	13
2013	23	18	32	27

La suddivisione in classi di età, inoltre, ha permesso di calcolare in quest'area alcuni parametri di popolazione (Rossi *et al.*, 1995) quali il *tasso di natalità*, il *tasso di sopravvivenza al primo inverno* e la *sex ratio* (Tabella 12).

Tabella 12: Parametri di popolazione per i camosci della Cavallazza.

Anno uscita	Natalità KK/100FF	Sopravvivenza JJ/100FF	Sex Ratio FF/MM
2003	62,0	41,0	1,8
2008	72,0	42,0	2,9
2009	70,6	14,7	2,3
2010	66,7	66,7	1,7
2011	72,7	36,4	0,9
2012	91,7	41,7	3,0
2013	72,2	55,6	1,2

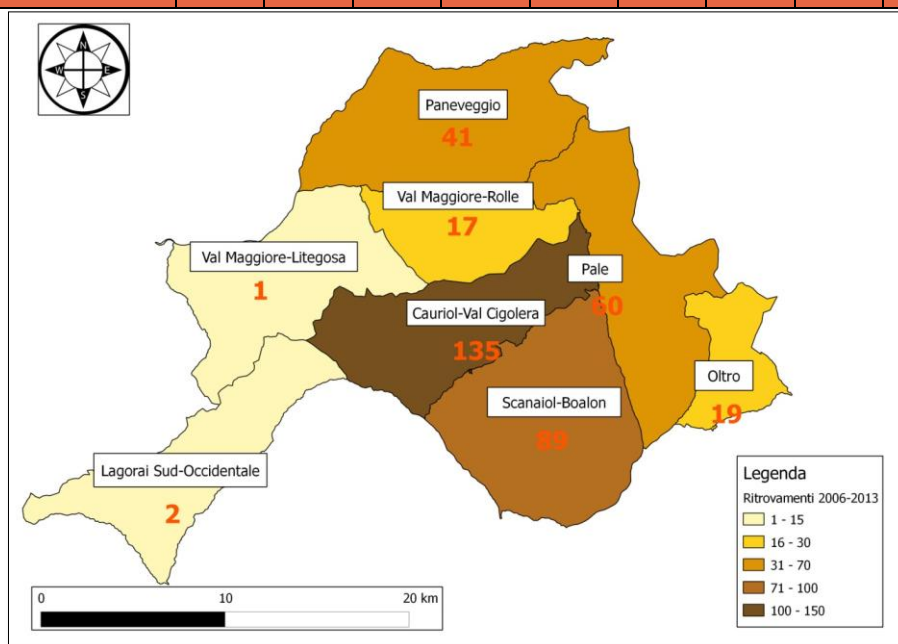
6.2 Dati di sorveglianza sanitaria

6.2.1 Aspetti generali della mortalità nell'area studio (2006-2013)

Dal 2006 al 2013, all'interno dell'area di studio generale, sono stati rinvenuti o sottoposti ad abbattimento eutanasico 364 camosci, la cui distribuzione per anno e per zona rogna è riportata in Tabella 13 e visualizzata nella Mappa 10.

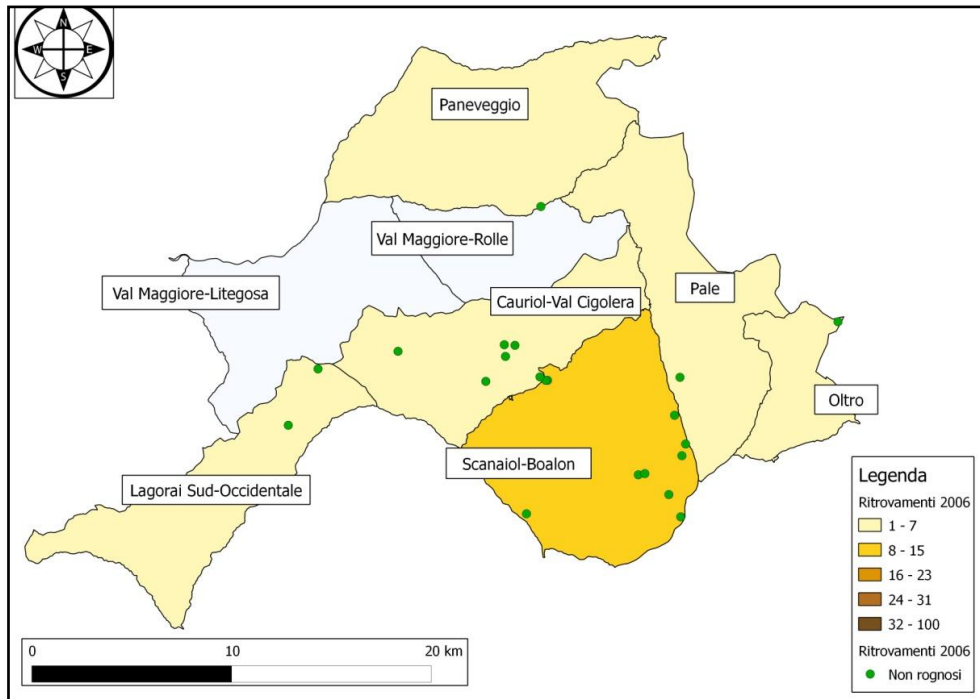
Tabella 13: Suddivisione dei ritrovamenti per zona rogna e per anno.

AREA FAUNISTICA	ZONA ROGNA	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Totali	Totali per area faunistica
Lagorai	Cauriol Val Cigolera	6	1	37	51	22	7	10	1	135	244
	Lagorai Sud Occidentale	2								2	
	Scanaiol Boalon	10	3	7	16	15	13	20	5	89	
	Val Maggiore Litegosa						1			1	
	Val Maggiore Rolle			6	7	1	2	1		17	
Pale di San Martino	Oltro	1	1	2	1	1	2	4	7	19	79
	Pale	1	3	7	22	11	10	1	5	60	
Paneveggio	Paneveggio	1		8	24	3	5			41	41
Totale per anno		21	8	67	121	53	40	36	18	364	

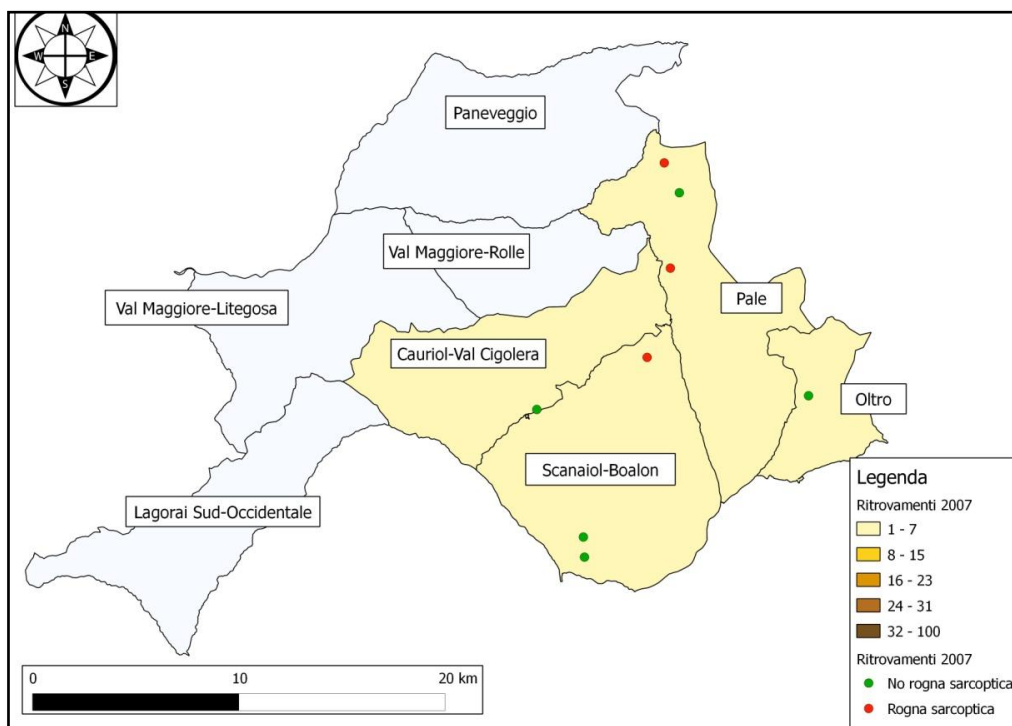


Mappa 10: I rinvenimenti 2006-2013 distribuiti nelle zone rogna.

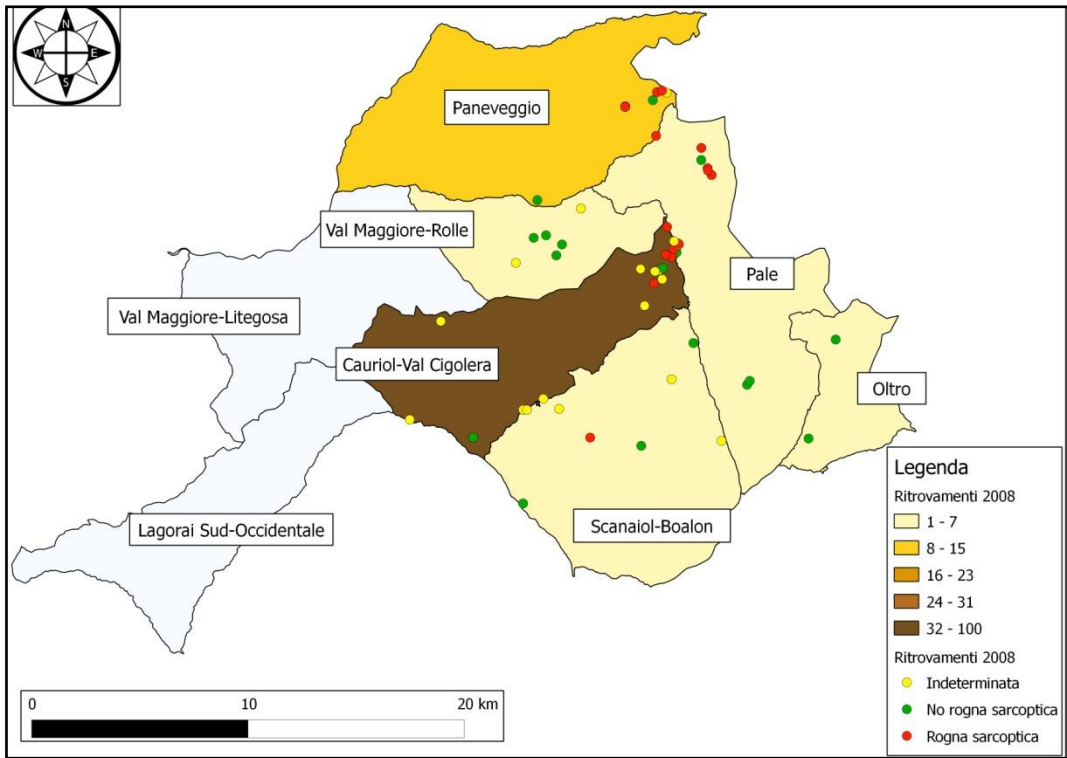
L'andamento della mortalità nell'area di studio generale è rappresentato nella serie di mappe annuali (Mappa 11-Mappa 18) che visualizzano graficamente il numero dei camosci ritrovati ogni anno nelle zone rogn, categorizzate in base alla numerosità dei ritrovamenti. Inoltre, i ritrovamenti vengono evidenziati con colori diversi in base alle cause di morte (verde=*non rognosi*, rossi=*rognosi*, giallo=*indeterminati*).



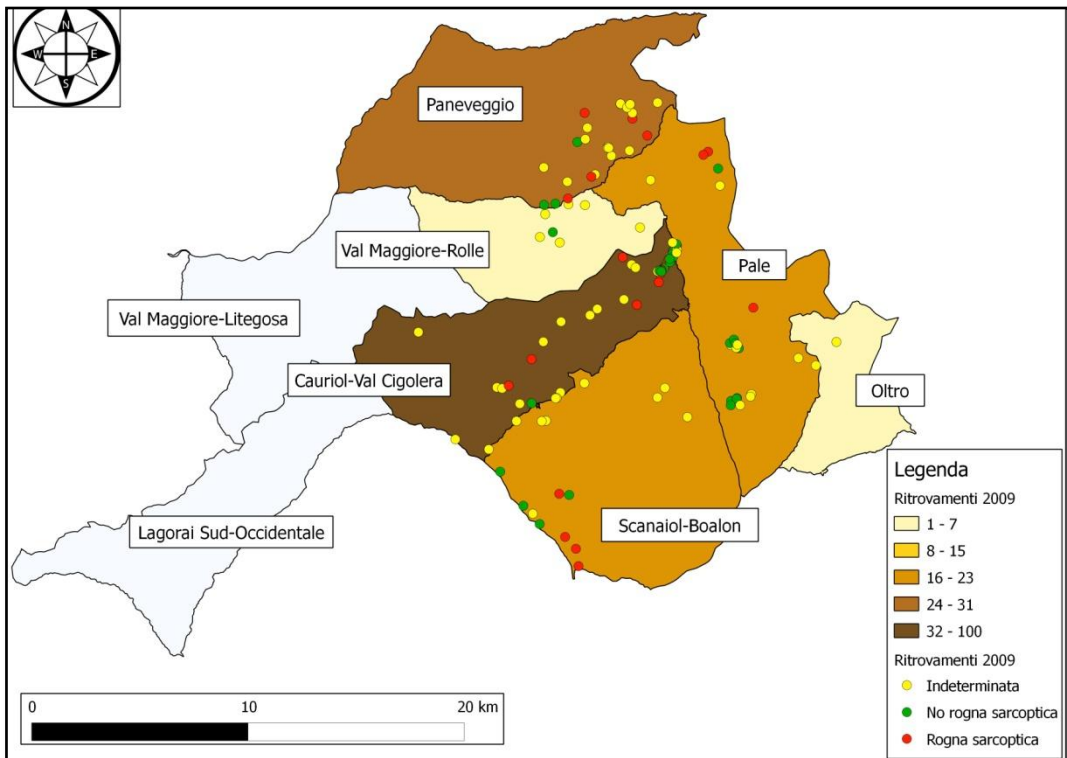
Mappa 11: Ritrovamenti 2006.



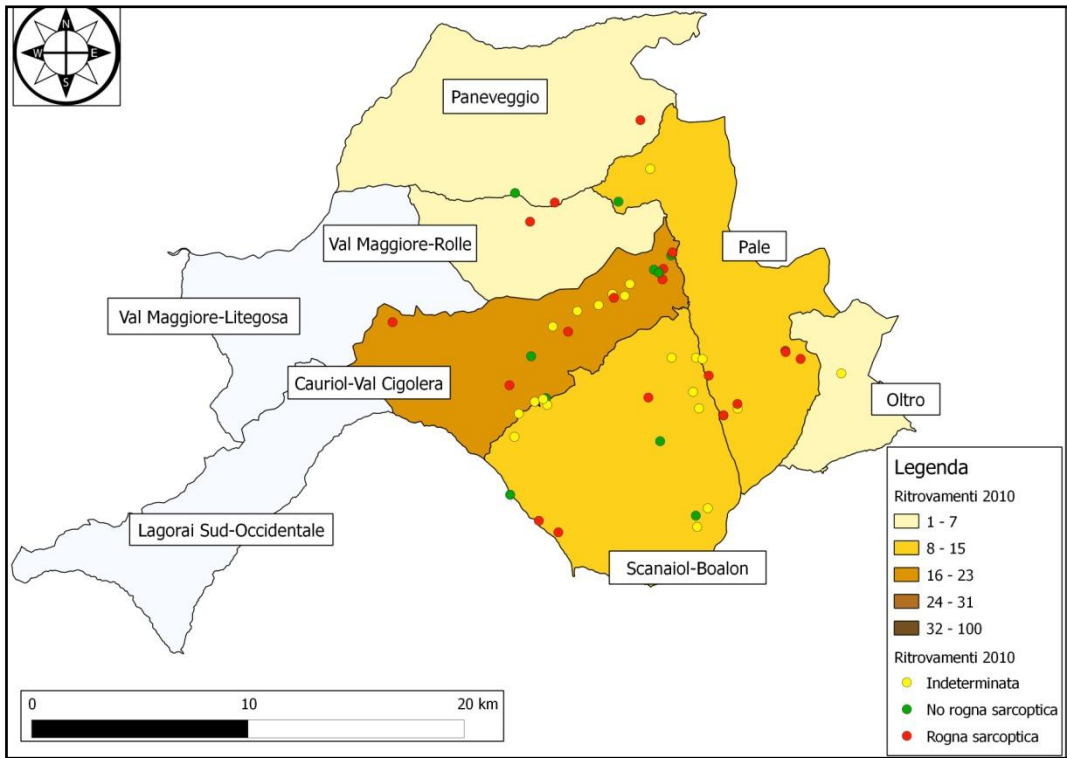
Mappa 12: Ritrovamenti 2007.



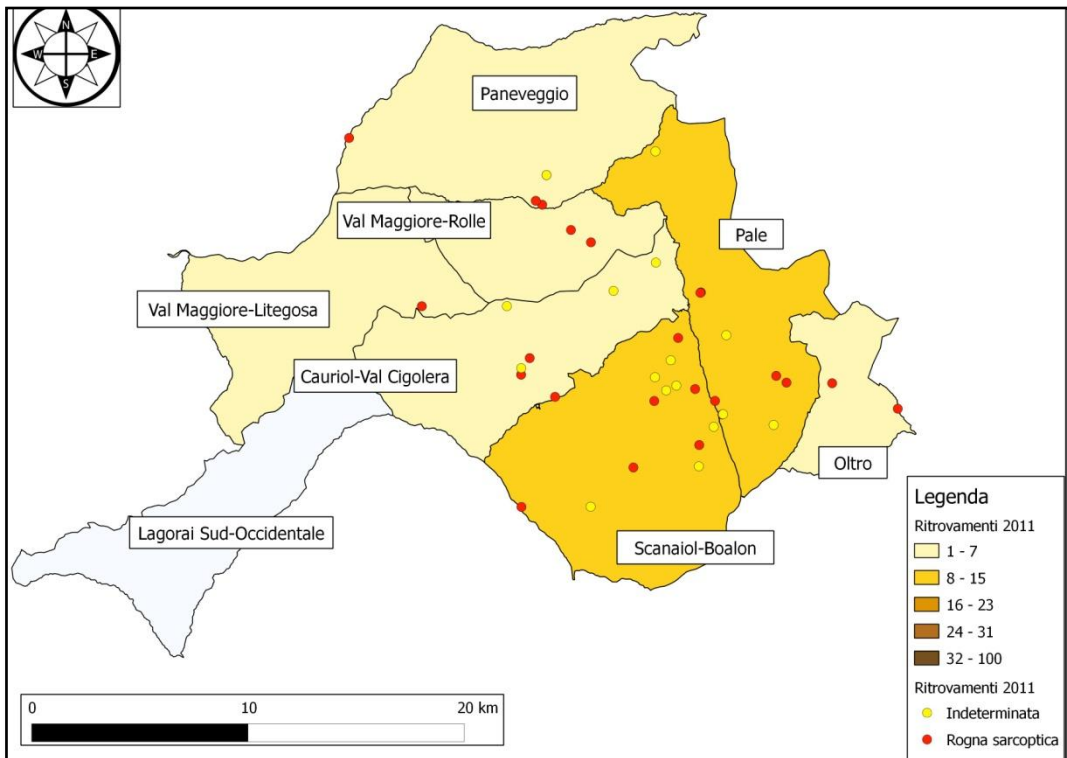
Mappa 13: Ritrovamenti 2008.



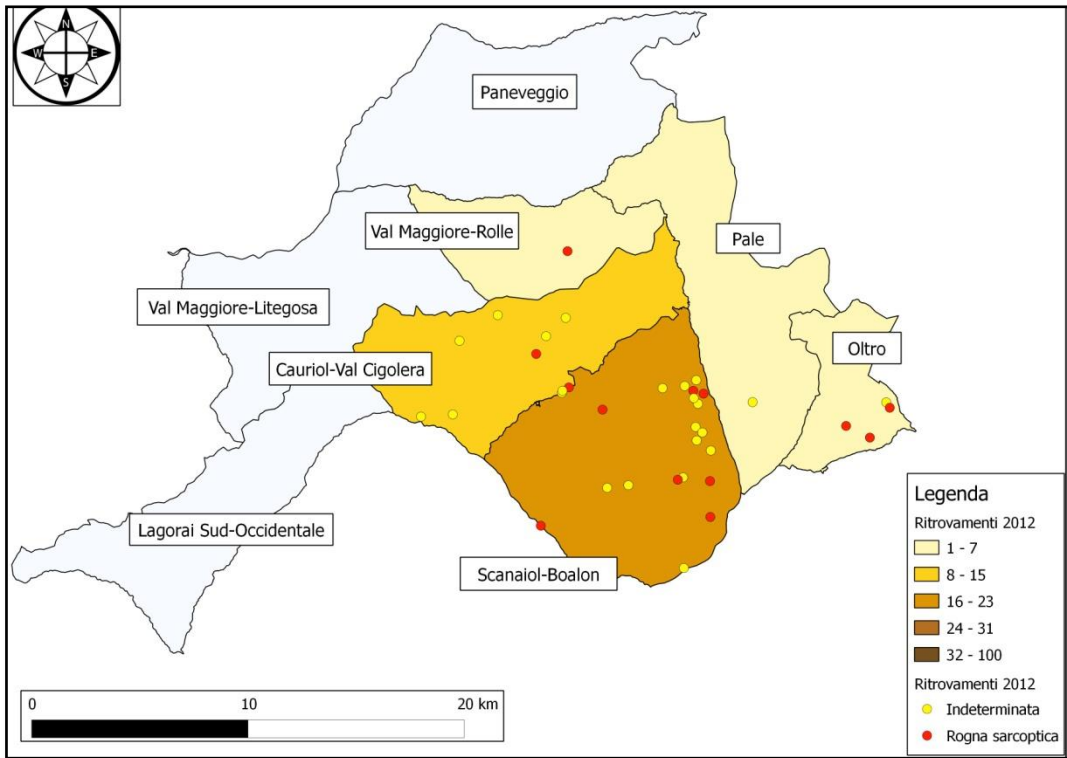
Mappa 14: Ritrovamenti 2009.



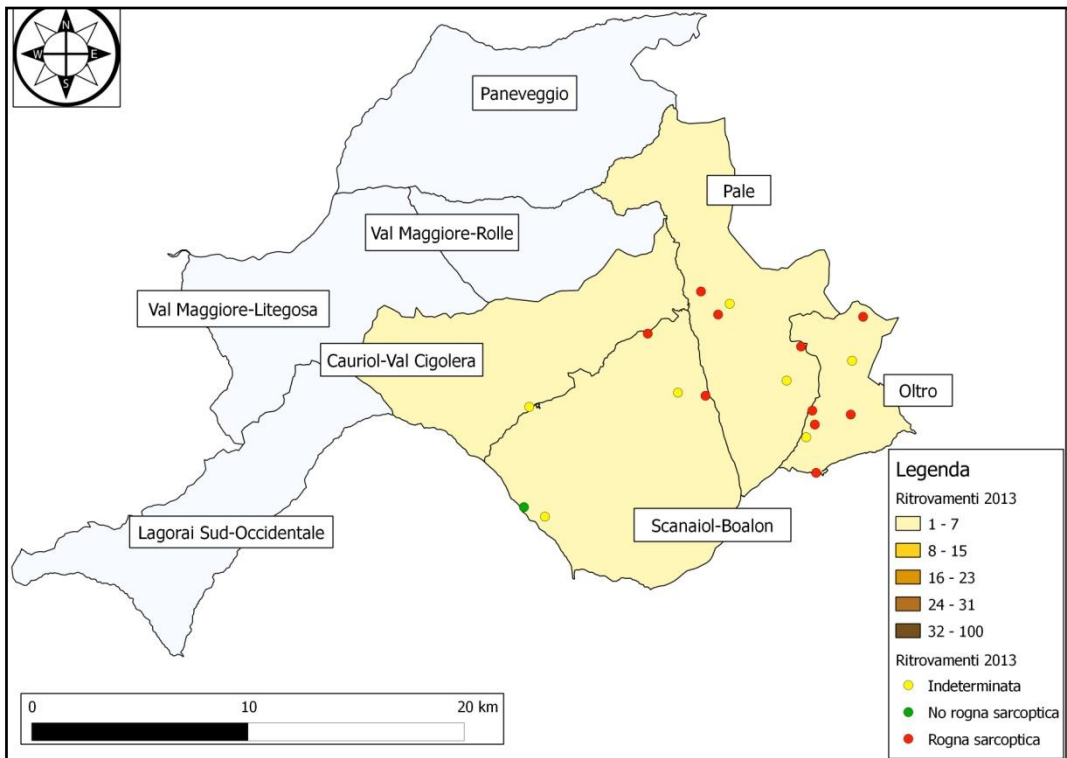
Mappa 15: Ritrovamenti 2010.



Mappa 16: Ritrovamenti 2011.



Mappa 17: Ritrovamenti 2012.



Mappa 18: Ritrovamenti 2013.

Prendendo in considerazione solo il territorio dell'area protetta del PPPSM, caratterizzato da una attività di sorveglianza costante e diffusa, i ritrovamenti e gli abbattimenti eutanasi realizzati all'interno del parco sono 260 sui 364 totali registrati.

Dal grafico si osserva come l'andamento della mortalità nel Parco presenti un notevole incremento, passando dai 6 camosci del 2007, ai 61 del 2008, al picco di 107 individui nel 2009, per poi diminuire fino ai 18 camosci del 2013. Nelle aree esterne al Parco, il numero degli animali ritrovati presenta, per contro, un incremento molto più basso (Grafico 1).

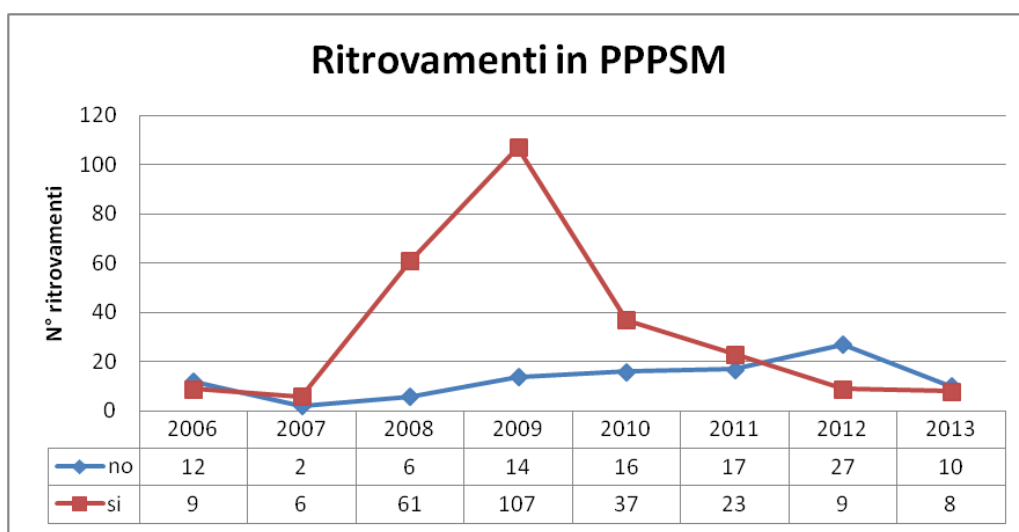


Grafico 1: Confronto fra l'andamento dei ritrovamenti localizzati all'interno (SI) o all'esterno (NO) dell'area protetta del PPPSM.

- Aspetti demografici dei ritrovamenti

Per quanto riguarda la modalità di rinvenimento, nel nostro pool di dati sono compresi: 13 abbattimenti eutanasi, di cui 7 per rogna e 6 per altre cause; 17 abbattimenti di animali rognosi, che rientrano nel normale piano di abbattimento venatorio; 334 animali morti rinvenuti durante le operazioni di sorveglianza.

Complessivamente sul totale di 364 camosci sono stati rinvenuti: 116 maschi (pari al 32% sul totale), 119 femmine (pari al 33%) e 129 individui per il quale non è stato possibile identificare il sesso, classificati quindi come indeterminati (35%).

Per quanto riguarda le classi d'età, i ritrovamenti vengono suddivisi in 24 piccoli, 28 jährling, 237 adulti. I camosci definiti indeterminati, per i quali non è stata possibile la valutazione dell'età, sono 75. La distribuzione percentuale dei rinvenimenti nelle diverse classi d'età e di genere è illustrata nel Grafico 2.

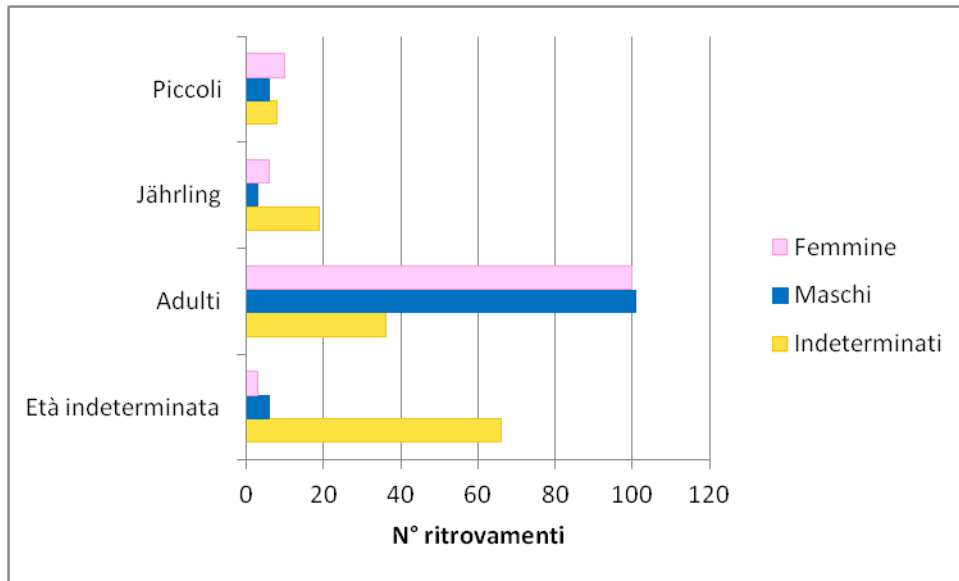


Grafico 2: Rapporto fra classi di sesso ed età.

- Analisi temporale annuale e mensile dei ritrovamenti

I risultati dell'analisi temporale annuale dei ritrovamenti sono illustrati nel Grafico 3. Da tale analisi e' possibile osservare come l'anno 2009 sia quello in cui è stato registrato il picco di mortalità, con 121 ritrovamenti, pari al 33% dei rinvenuti nel periodo 2006-2013.

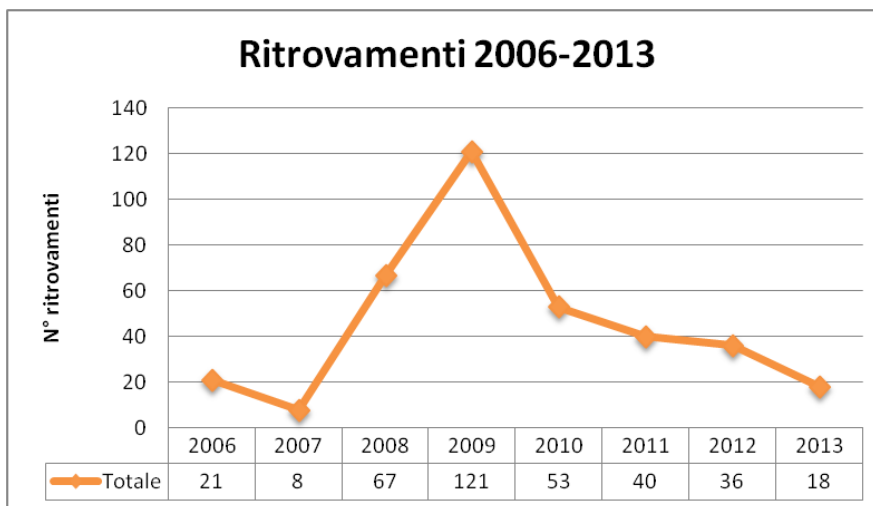


Grafico 3: Ritrovamenti nell'area di studio nel periodo 2006-2013.

Dall'analisi della distribuzione mensile dei casi emerge un picco stagionale primaverile, in corrispondenza del trimestre marzo-maggio, mentre il numero dei rinvenimenti registra i valori minimi da settembre a dicembre (Grafico 4). Tale andamento è evidenziabile anche nelle zone rogna per le quali era disponibile un numero consistente di ritrovamenti (Grafico 5).

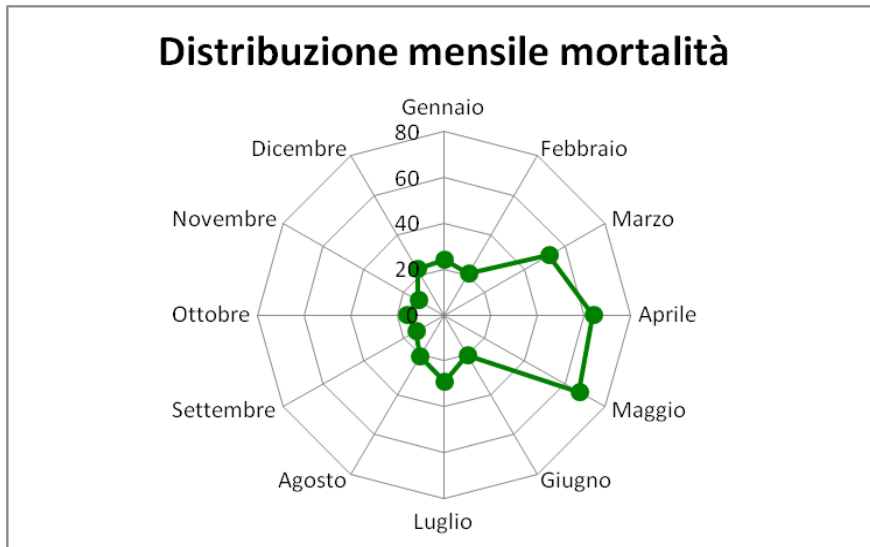


Grafico 4: Distribuzione della mortalità in riferimento al mese di ritrovamento.

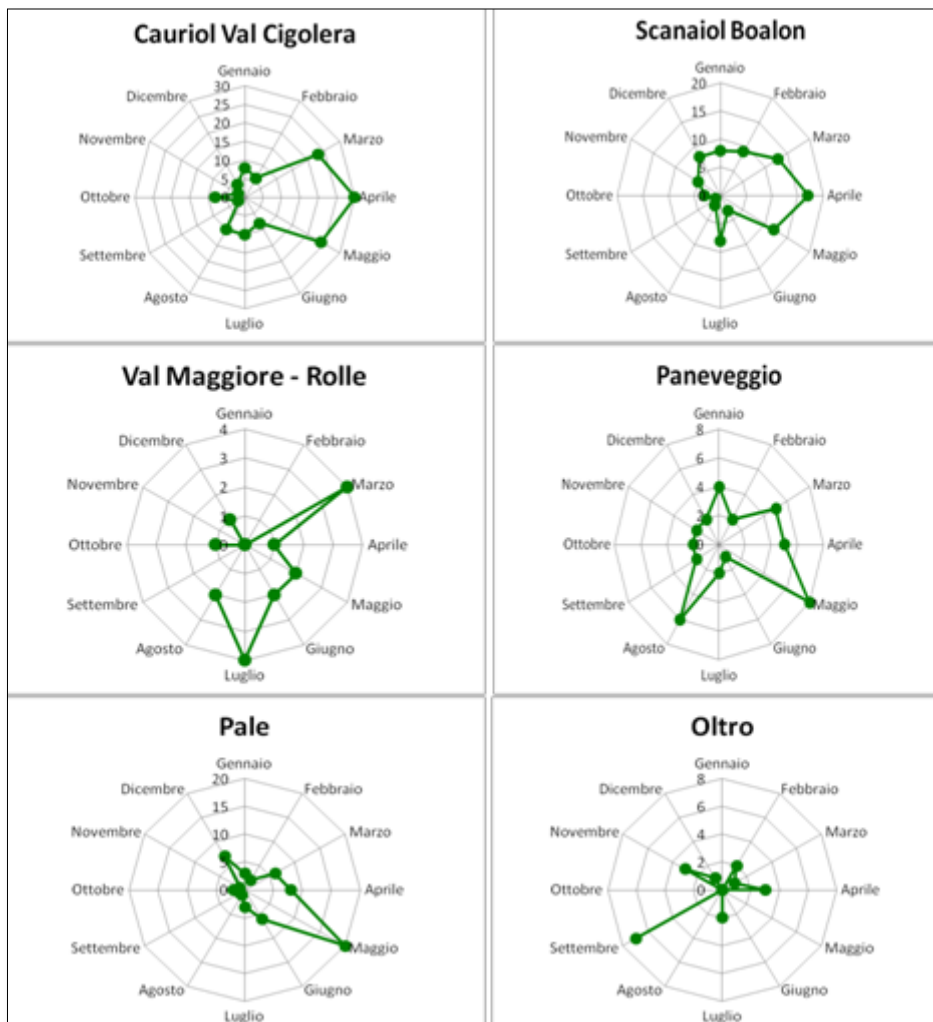


Grafico 5: Distribuzione della mortalità in riferimento al mese di ritrovamento nelle diverse zone rogna.

6.2.2 Cause di mortalità e descrizione dell' epidemia di rogna nel PPPSM

La suddivisione dei ritrovamenti nelle classi di mortalità “rognosi”, “non rognosi” e “indeterminati” viene illustrata nel Grafico 6, mentre la Tabella 14 riassume i casi di camosci “rognosi”.

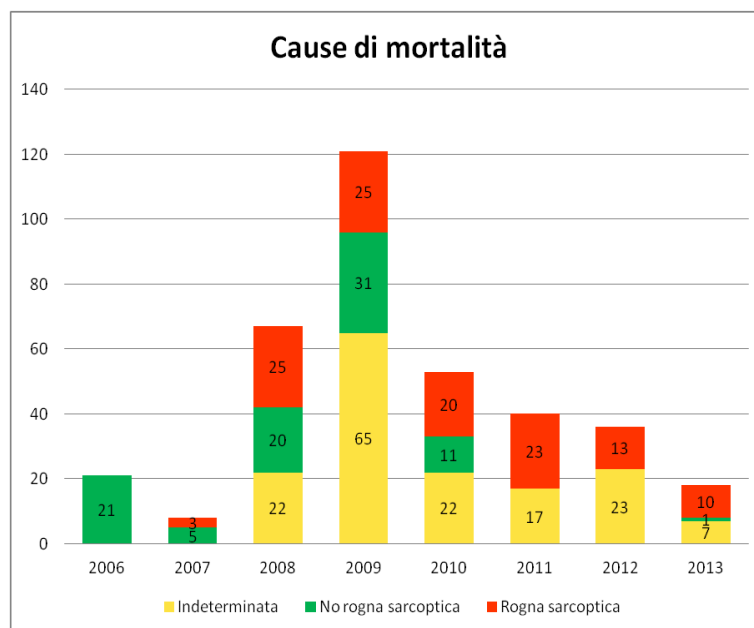


Grafico 6: Classi di mortalità.

Tabella 14: Camosci rognosi rinvenuti dal 2007 al 2013, suddivisi per zone rogna.

AREA FAUNISTICA ZONA ROGNA	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Totale Rognosi
Lagorai	1	16	17	11	12	10	2	69
Cauriol ValCigolera		15	13	7	3	2		40
Lagorai Sud Occidentale								
Scanaiol-Boalon	1	1	4	3	6	7	2	24
Val Maggiore Litegosa					1			1
Val Maggiore Rolle				1	2	1		4
Pale di San Martino	2	4	3	7	8	3	8	35
Oltro					2	3	5	10
Pale	2	4	3	7	6		3	25
Paneveggio		5	5	2	3			15
Paneveggio		5	5	2	3			15
Totale per anno	3	25	25	20	23	13	10	119

La suddivisione nelle tre classi di mortalità, secondo genere e classi d'età, è rappresentata nel Grafico 7 e nel Grafico 8.

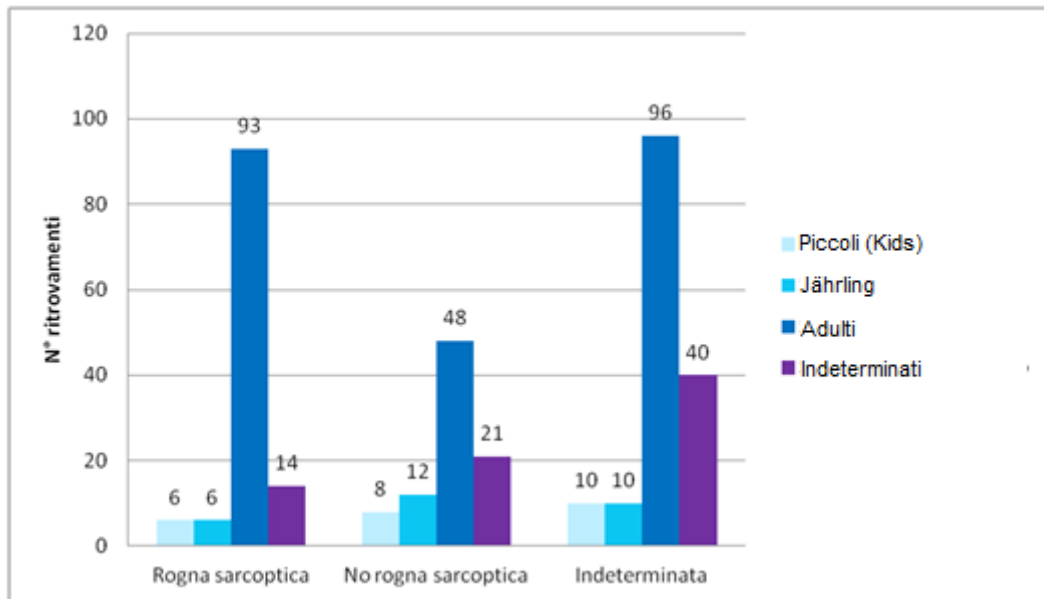


Grafico 7: Distribuzione dei ritrovamenti per cause di mortalità e classi di età.

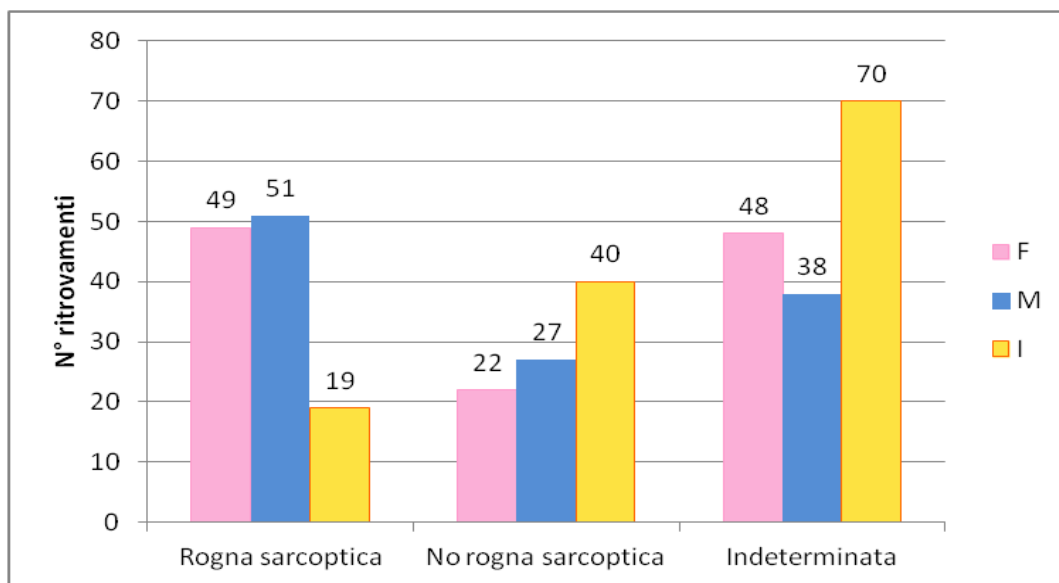


Grafico 8: Distribuzione dei ritrovamenti per cause di mortalità e sesso.

Per quanto riguarda la distribuzione mensile e stagionale dei rinvenimenti per le diverse classi di mortalità, è possibile osservare come il trimestre marzo-maggio rappresenti per tutte le classi il periodo di picco (Grafico 9).

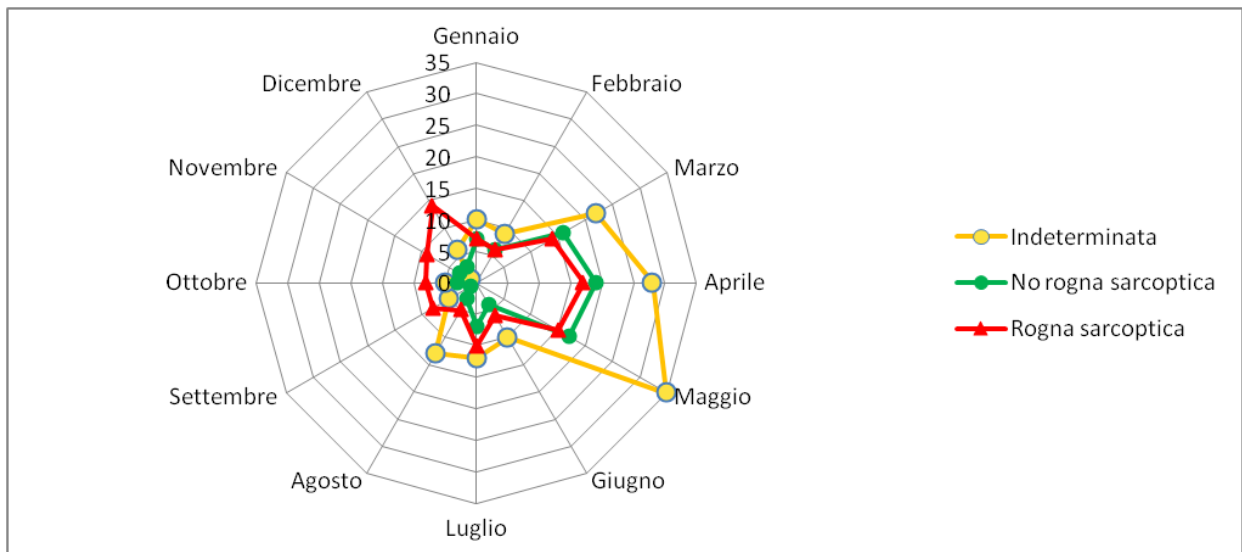


Grafico 9: Grafico a radar della distribuzione mensile dei rinvenimenti di camosci con diverse cause di morte.

Il Grafico 10 rappresenta i risultati dell'analisi dell'andamento temporale della mortalità, questa volta ponendo a confronto il numero totale dei rinvenimenti con il numero dei camosci delle classi "rognosi" e "indeterminati".

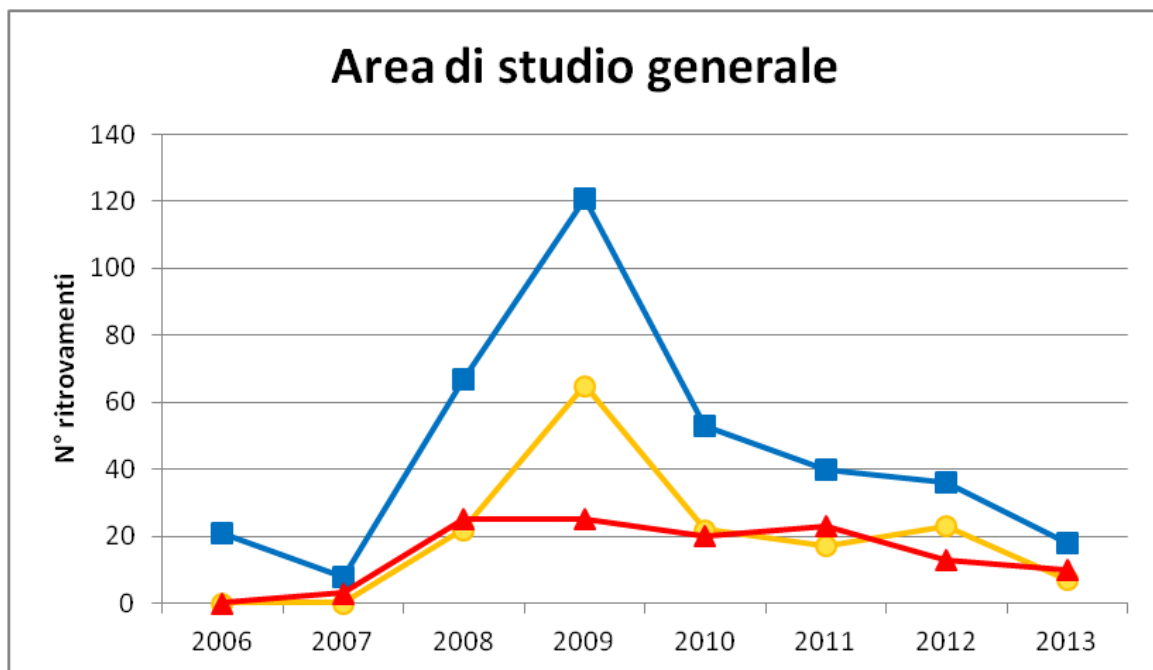


Grafico 10: Confronto fra l'andamento temporale dei ritrovamenti totali (in azzurro) con i ritrovamenti "rognosi" (in rosso) e i ritrovamenti con causa di morte indeterminata (in giallo) nell'Area di Studio Generale.

Tale andamento temporale complessivo e il picco di mortalità nell'anno 2009 vengono evidenziati anche nelle zone rognia Cauriol-Val Cigolera, Val Maggiore-Rolle, Paneveggio e Pale di San Martino, mentre non viene osservato in due zone rognia: Scanaiol Boalon e Oltro (Grafico 11). In Scanaiol-Boalon il picco di mortalità è stato registrato nel 2012, mentre Oltro mostra un andamento diverso rispetto a quello generale dell'area di studio: la mortalità si presenta con valori molto bassi fino al 2012, per arrivare al numero massimo dei rinvenuti nel 2013.

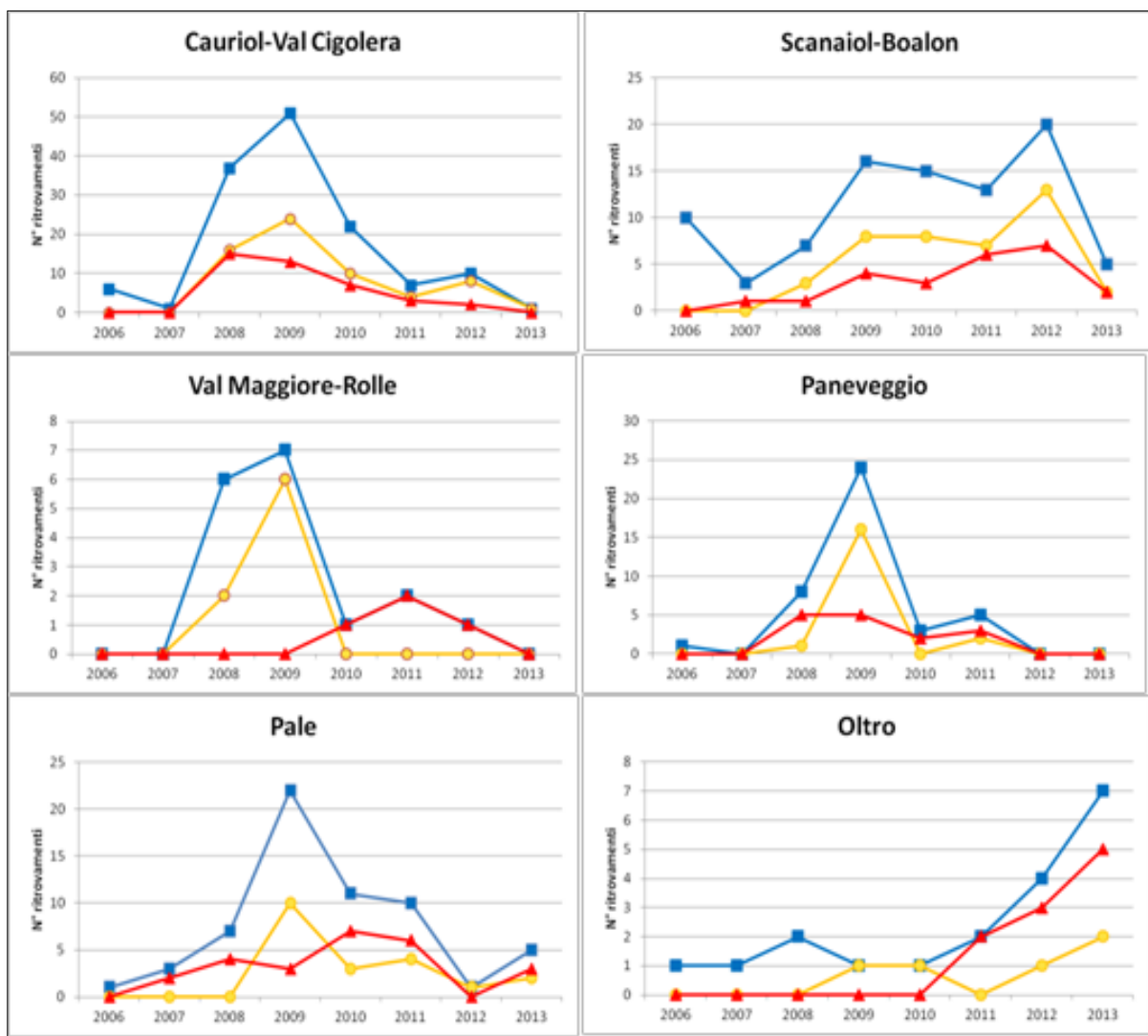
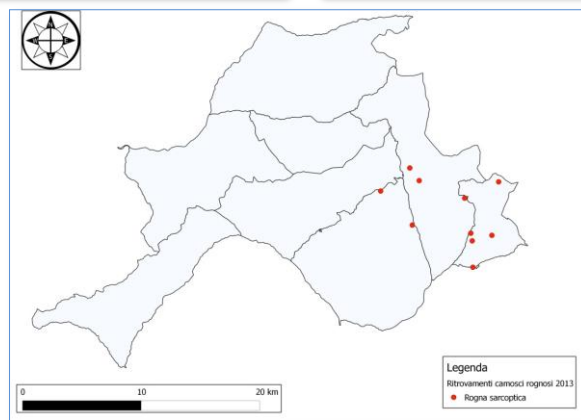
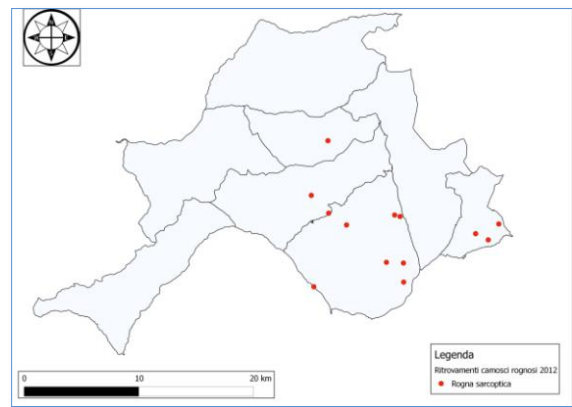
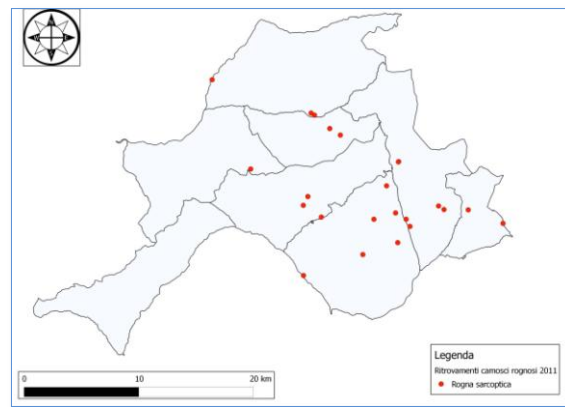
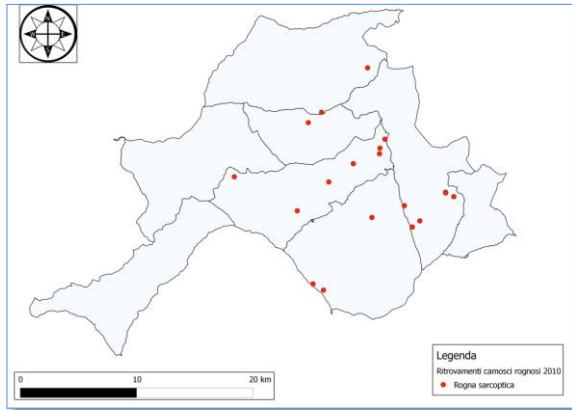
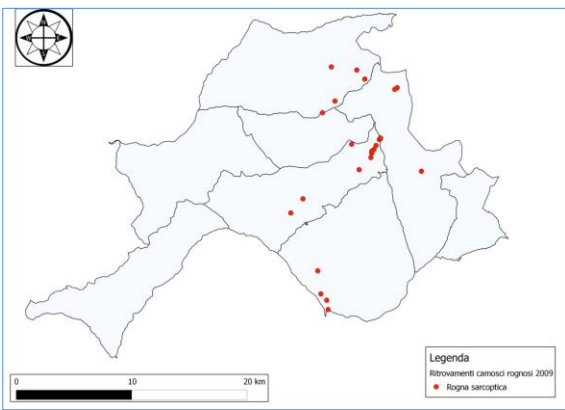
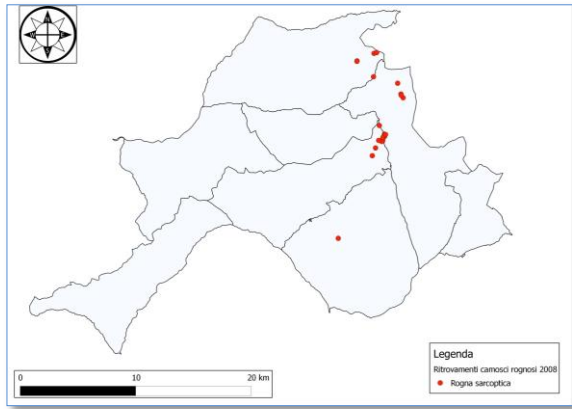
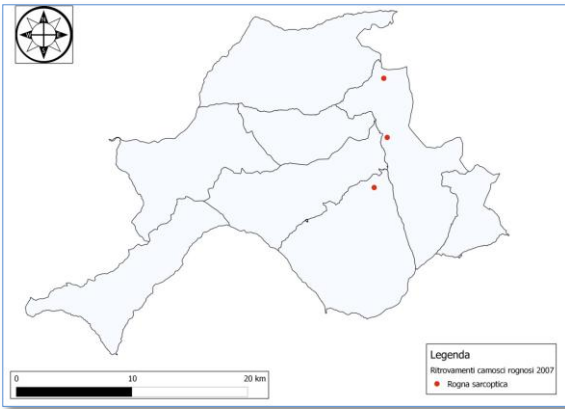


Grafico 11: Confronto fra l'andamento temporale dei ritrovamenti totali (in azzurro) con i ritrovamenti "rogna" (in rosso) e i ritrovamenti con causa di morte indeterminata (in giallo) nelle diverse zone rognia.

Concentrando ora l'attenzione sulla mortalità dovuta alla rogna sarcoptica, la progressione dell'epidemia nell'area di studio è riassunta di seguito e nella Mappa 19:

- Il primo caso di rogna sarcoptica viene ritrovato presso le Buse del Secia, nella zona di **Scanaiol-Boalon**, in data 27/10/2007.
- Nella zona delle **Pale** la patologia viene segnalata sempre nell'anno 2007, con due casi che vengono rilevati nei giorni 21-22/12/2007, rispettivamente in località Rio Marmor e lungo il Sentiero Palon, due mesi dopo l'*index case*.
- Nel 2008 la rogna viene confermata anche nella zona di **Cauriol-Val Cigolera**, a nord di Scanaiol Boalon. La località del ritrovamento è Villa Pisoni, all'interno della zona di sorveglianza intensiva.
- Nel 2008 si rileva il primo caso manifesto di rogna anche nella zona di **Paneveggio**, il 18/03/2008.
- L'epidemia si estende anche alla zona di **Oltro**, il 23/03/2011, nelle vicinanze della Malga Canali.
- Infine vengono colpite anche le altre zone del Lagorai: **Val Maggiore-Rolle** (02/08/2010) e **Val Maggiore -Litegosa** (30/09/2011).



Mappa 19: Ritrovamenti di camosci rognosi nell'area di studio, dall'anno 2007 all'anno 2013.

6.2.3 *Dati di mortalità nell'area di studio Cavallazza*

Il numero di ritrovamenti per l'area Cavallazza nel periodo 2008-2011 è riportato nel Grafico 12, mentre la suddivisione per classi di età e *sex-ratio* è riassunta nella Tabella 15.

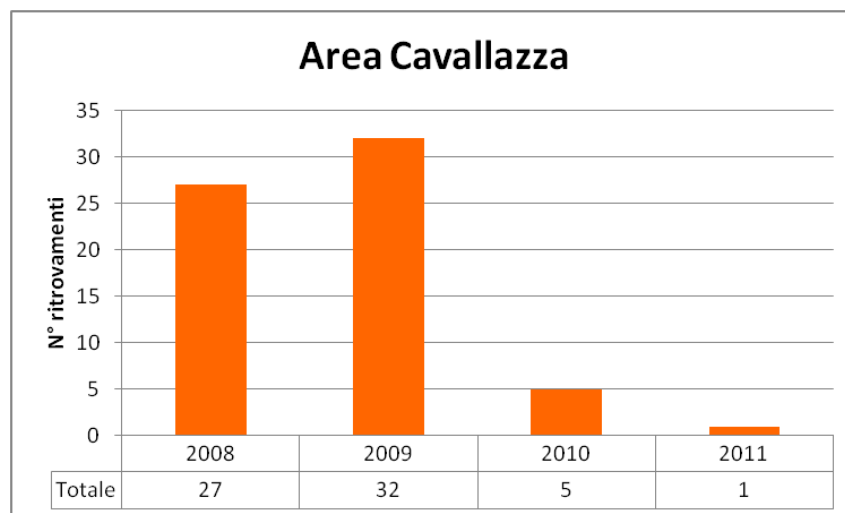


Grafico 12: Distribuzione dei rinvenimenti nei quattro anni di monitoraggio intensivo.

Tabella 15: Suddivisione in classi di età dei ritrovamenti dell'area Cavallazza

ANNO	ADULTI (F+M+I)	FF	MM	II	KK	JJ	IND	TOTALE	Sex-ratio (FF/MM)
2008	17	8	5	4	1	0	9	27	1.6
2009	16	8	5	3	0	2	14	32	1.6
2010	2	1	1	0	0	0	3	5	1
2011	1	0	0	1	0	0	0	1	n.d.

Per quanto riguarda le classi di mortalità dei 65 camosci ritrovati in Cavallazza, il 37% è risultato positivo alla diagnosi di rogna (Tabella 16). La stagionalità coincide con quella dell'area di studio generale (Grafico 13).

Tabella 16: Cause di morte dei camosci rinvenuti nell'area intensiva Cavallazza.

Causa di morte	Rinvenuti
Indeterminata	20 (31%)
No rogna sarcoptica	21(32%)
Rogna sarcoptica	24(37%)
Totale complessivo	65

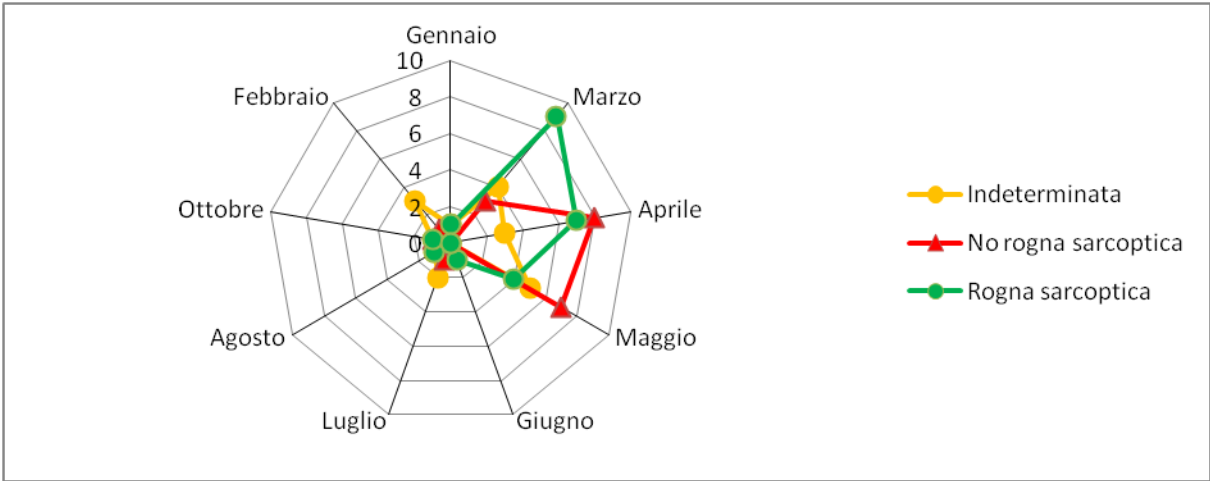


Grafico 13: Grafico a radar della distribuzione mensile dei rinvenimenti di camosci con diverse cause di morte.

6.3 Analisi della mortalità in relazione ai metodi di sorveglianza

6.3.1 *I decline rates*

Il decremento di popolazione è stato calcolato sia per l'area generale (Tabella 17), sia per l'area Cavallazza (Tabella 18).

E' possibile evidenziare come in tutte le zone rognà, salvo poche eccezioni, è stato registrato un costante decremento inter-annuale nella popolazione di camoscio.

Considerando tutto il periodo 2006-2013, il valore massimo di decremento è stato registrato nella zona Val Maggiore-Rolle (-78,5%), mentre quello minimo è relativo alla zona Lagorai Sud-Occidentale (-21,1%).

Per quanto riguarda l'area della Cavallazza, anche la ripresa osservata tra il 2011 e il 2012 non è stata sufficiente a compensare il decremento registrato in tutti gli altri anni dal 2008 al 2013.

Tabella 17: Tassi di decremento (Δ %) annui nel numero di animali censiti (n) e animali rinvenuti morti (rinv) nelle diverse zone rogna, periodo 2006-2013.

ZONA ROGNA	2006		2007			2008			2009			2010	2011			2012			2013			2006 2013
	n	rinv	n	Δ %	rinv	n	Δ %	rinv	n	Δ %	rinv	rinv	n	Δ %	rinv	n	Δ %	rinv	n	Δ %	rinv	Δ %
Scanaioi Boalon	277	10	280	+1.1	3 R			7	312	+11	16	15	248	-21	13			20	113	-54	5	-59.6
Cauriol Val Cigolera	427	6	434	+1.6	1			37 R	352	-19	51	22	272	-23	7			10	165	-39	1	-61.9
Val Maggiore Rolle	1752	0	321		0			6	232	-28	7	1 R	117	-50	2			1	69	-41	0	-78.5
Val Maggiore Litegosa*		0	521		0			0	543	+4	0	0	484	-11	1 R			0	374	-23	0	-28.2
Lagorai Sud Occidentale *		2	307		0			0	289	-6	0	0	265	-8	0			0	242	-9	0	-21.1
Paneveggio	321	1	300	-6.5	0	306	2	8 R			24	3	231	-25	5			0	196	-15	0	-34.6
Pale	313	1			3 R	240	-23	7	164	-32	22	11	175	+7	10	166	-5	1			5	-46.9
Oltro	220	1			1	221	0	2	172	-22	1	1	225	+31	2 R	206	-8	4			7	-35.6

*I valori dei rinvenimenti relativi a queste due aree possono costituire delle sottostime in quanto non raccolti dalle Stazioni Forestali da noi considerate.

Tabella 18: Tassi di decremento (Δ %) annui nel numero di animali censiti (n) nell'area intensiva Cavallazza, nel periodo 2008-2013.

AREA CAVALLAZZA	2008		2009			2010			2011			2012		2013		2008-2013	
	n	rinv	n	Δ %	rinv	n	Δ %	rinv	n	Δ %	rinv	n	Δ %	n	Δ %	Δ %	rinv
Dati di consistenza	124	27 R	78	-37.1	32	44	-46.6	5	35	-20.4	1	64	+82.8	56	-12.5	-60.5	65

Per ogni zona rogna abbiamo quindi confrontato i conteggi e i ritrovamenti di camosci (Grafico 14). E' possibile evidenziare come in corrispondenza del picco di mortalità, o al massimo nel biennio successivo, si registri un netto trend negativo nella popolazione in esame. Fa eccezione la zona Oltro, in cui il picco di mortalità si è raggiunto solo nel 2013, con un ritardo rispetto alle altre zone che va dai 2 ai 4 anni, e in cui non è ancora stato registrato un deciso decremento nella popolazione.

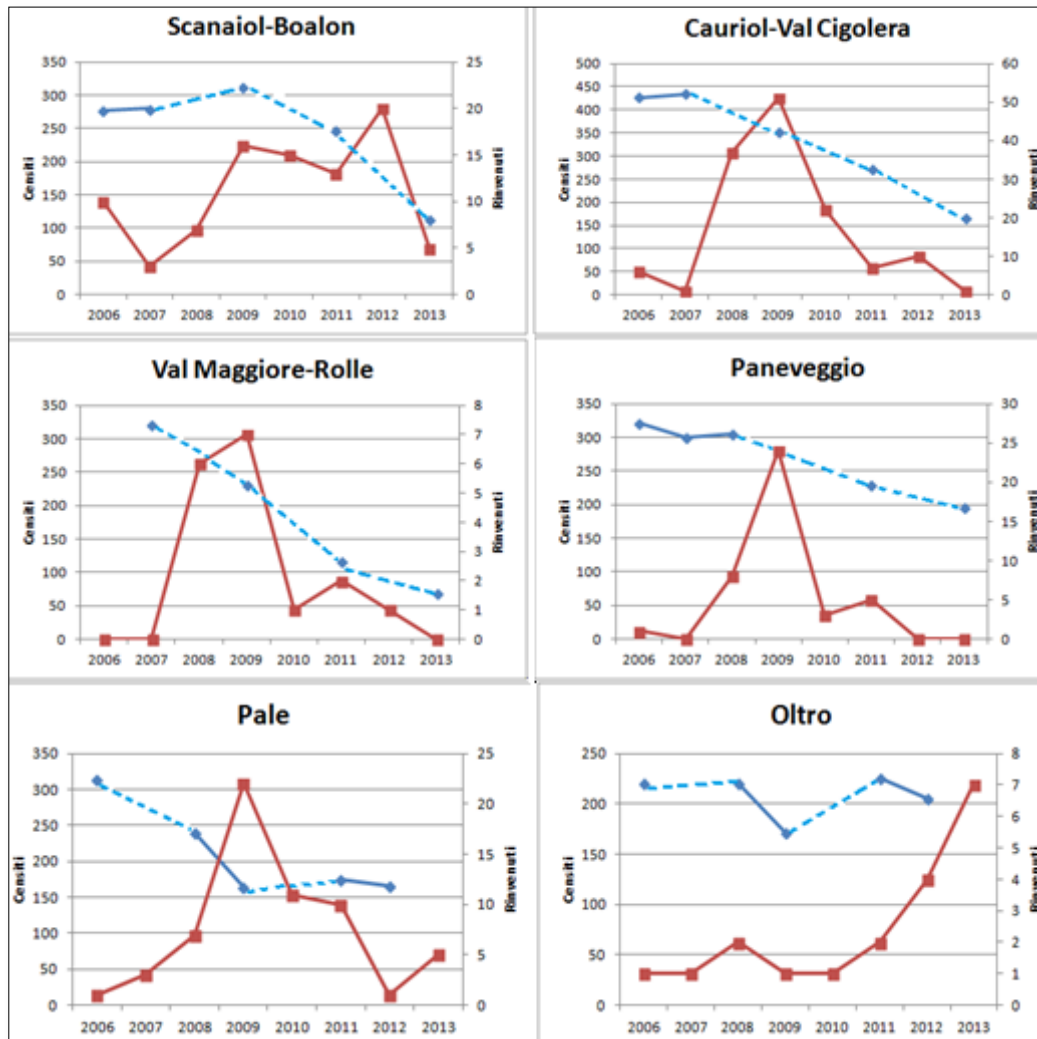


Grafico 14: Confronto fra i dati di consistenza (linea azzurra, riferita all'asse verticale di sinistra) e i dati di mortalità (numero di ritrovamenti, rappresentato dalla linea rossa, riferita all'asse verticale di destra).

Il confronto è stato eseguito anche per l'area intensiva Cavallazza (Grafico 15).

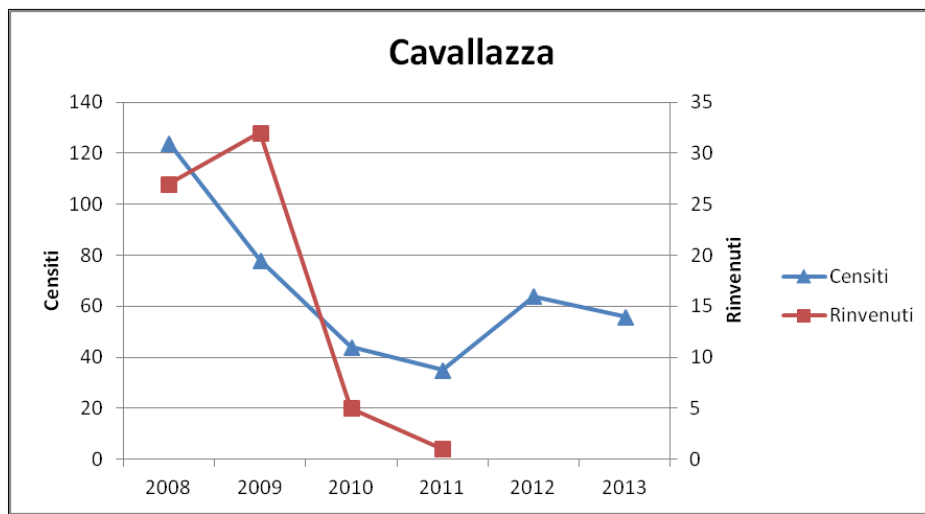


Grafico 15: Confronto dati di consistenza (linea azzurra, riferita all'asse verticale di sinistra) e i dati di mortalità (linea rossa riferita all'asse verticale di destra), nell'area intensiva Cavallazza.

6.3.2 *Analisi statistiche sulla mortalità e la sorveglianza*

Nell'ambito del totale degli animali ritrovati nell'area di studio generale, abbiamo considerato i soggetti per i quali è stata determinata una diagnosi certa ("rognosi" o "non rognosi"): per essi non si osserva alcuna differenza significativa nella distribuzione tra i sessi ($\chi^2=0,09$; $p = 0,77$) (Tabella 19).

Tabella 19: Tabella di contingenza in base a "sesso" e "causa di morte" nei camosci dell'area di studio generale.

		Sesso	
		Femmine	Maschi
Rogna	Si	49	51
	No	22	27

In merito alla distribuzione della mortalità nelle diverse classi di età, come già accennato, non abbiamo ritenuto il campione rappresentativo ai fini della valutazione statistica.

Nella comparazione tra la sorveglianza intensiva e quella ordinaria in relazione alla causa di morte nei camosci ritrovati, abbiamo considerato i soggetti rinvenuti morti per i quali è stato possibile arrivare a una diagnosi ("rognosi" e "non rognosi") e i soggetti con causa di morte indeterminata. La sorveglianza intensiva appare significativamente più efficiente nel reperire soggetti idonei alla diagnosi eziologica ($\chi^2=7,32$; $p < 0,01$ - Tabella 20).

Tabella 20: Tabella di contingenza in base a "sorveglianza" e "causa di morte" nei camosci rinvenuti dalla sorveglianza ordinaria e intensiva.

		Sorveglianza	
		Intensiva	Ordinaria
Causa di morte	Determinata	45	134
	Indeterminata	20	136

E' interessante notare che, sebbene la probabilità di trovare soggetti idonei alla diagnosi sia costantemente più elevata con la sorveglianza intensiva rispetto a quella ordinaria, tale incremento di probabilità si limiti a circa 1,4 volte (rapporto di prevalenza 1.39; intervallo di confidenza 95%, 1,1-1,8).

In merito all'efficienza dei due tipi di sorveglianza nell'individuare i soggetti morti, sono stati messi a confronto i decrementi osservati in Cavallazza con quelli dell'intera area di studio, escludendo da quest'ultima le zone rogna Val Maggiore Litegosa e Lagorai Sud-Occidentale, in quanto i dati di rinvenimento ad esse riferite non erano completi (Tabella 21).

Tabella 21: Decrementi numerici (Δ) e rinvenimenti (rinv) realizzati nel periodo 2008-2013 nelle zone rogna considerate e in Cavallazza. A partire da questi dati sono stati calcolati i camosci "sfuggiti".

Aree di studio	Δ 2008- 2009	Δ 2009- 2010	Δ 2010- 2011	Δ 2011- 2012	Δ 2012- 2013	$\Sigma\Delta$	rinv 2008- 2013	SFUGGITI*
Scanaiol - Boalon			-64		-135	-199	270	542
Cauriol - Val Cigolera			-80		-107	-187		
Val Maggiore - Rolle			-115		-48	-163		
Paneveggio			-75		-35	-110		
Pale	-76			-9		-85		
Oltro	-49			-19		-68		
TOTALE in area a sorveglianza ordinaria						-812		
CAVALLAZZA	-46	-34	-9	29	-8	-97	65	32

*con SFUGGITI (2008-2013) = $\Sigma\Delta - \text{rinv}$

Anche in questo caso la sorveglianza intensiva appare significativamente migliore ($\chi^2 = 42,4$; $p < 0,05$) (Tabella 22), offrendo una probabilità significativamente maggiore di ritrovare i soggetti morti rispetto a quella ordinaria (rapporto di prevalenza 2,0; intervallo di confidenza 95%; 1,6-2,5).

Tabella 22: Tabella di contingenza in base a "tipo" ed "efficienza" della sorveglianza ordinaria e intensiva.

		Tipo di sorveglianza	
		Intensiva	Ordinaria
Efficienza di sorveglianza	Rinvenuti	65	270
	"Sfuggiti"	32	542

7 DISCUSSIONE

7.1 Dati di popolazione

Le mappe annuali delle densità (Mappa 4-Mappa 9) evidenziano un generale decremento nella popolazione di camoscio del PPPSM e delle aree limitrofe, passando dai valori di densità del 2006, tipici di una popolazione all'equilibrio (3,8-10 camosci/100 ha - Carnevali *et al.*, 2009; Mustoni *et al.*, 2002) ai valori ben più bassi del 2013. Tale andamento viene evidenziato in quasi tutte le zone rogna. L'unica eccezione è rappresentata da Oltro, zona in cui non si registra un abbassamento nei conteggi, ma al contrario si evidenzia un incremento dall'anno 2009 all'anno 2011 (Mappa 7-Mappa 8). Va tuttavia evidenziato che il dato relativo a questa zona è difficilmente comparabile con gli altri, a causa della differente modalità con cui si è realizzato il censimento nell'anno 2011.

Di particolare interesse sono le zone rogna Val Maggiore-Rolle e Scanaiol Boalon, in cui nel 2013 vengono raggiunti valori inferiori a quelli stimati come soglia per la trasmissione della rogna sarcoptica, ovvero 1,8 camosci/100 ha (Rossi, 1995), con 1,76 camosci/100 ha in Val Maggiore-Rolle e 1,22 camosci/100 ha in Scanaiol-Boalon (Mappa 9). Nelle altre zone, dove pure non sono stati raggiunti valori così esigui, dopo cinque anni dall'ingresso della rogna la consistenza della popolazione pare essersi assestata su valori molto bassi, in linea con quanto osservato in altre popolazioni di camoscio (González-Quirós *et al.*, 2002)

Anche nell'area Cavallazza è stato registrato un progressivo decremento nei conteggi dei censimenti intensivi (Tabella 10). La densità non ha però raggiunto valori prossimi al valore soglia.

Questa differenza fra l'area di studio generale e quella intensiva era in un certo senso attesa in quanto, come già descritto, nell'area di studio generale le densità sono state calcolate considerando la superficie totale di ciascuna zona rogna, e non il solo effettivo areale di distribuzione del camoscio all'interno di esse. Ciò ha comportato dei valori di densità bassi, soprattutto per l'area Pale, dove si osserva una proporzione elevata di territorio non fruibile dal camoscio. In Cavallazza, invece, la superficie dell'area intensiva coincide con l'areale di distribuzione del camoscio. I dati di densità riportati, quindi, sono

utili non tanto per effettuare confronti tra aree diverse, quanto per osservare il declino della popolazione nel suo complesso.

I dati dei censimenti intensivi della Cavallazza ci permettono di valutare anche alcuni parametri demografici della popolazione. Il rapporto tra i sessi non si discosta in maniera significativa dall'1,1-1,2 considerato ottimale (Mustoni *et al.*, 2002).

Dai risultati (Tabella 11-Tabella 12) si può osservare come la struttura di popolazione coincida con il modello di una popolazione ecologicamente assestata (Mustoni *et al.*, 2002), anche se la classe degli jährling evidenzia delle percentuali molto inferiori. Il range dei tassi di natalità (66,7 - 91,7 KK/100FF) addirittura supera i valori di una popolazione stabile (63,9KK/100FF – Rossi e Meneguz, 1997), mentre il tasso di sopravvivenza al primo inverno (36,4 - 66,7 JJ/100FF) assume valori simili a quelli di una popolazione stabile, tranne che per l'anno 2009, che con un valore di 14,7 JJ/100FF risulta essere tre volte inferiore al 41,9 di una popolazione ideale (Rossi e Meneguz, 1997). Il netto calo evidenziato nel 2009 è verosimilmente imputabile non solo alla rogna, ma anche alla mortalità dovuta alle eccezionali neviccate dell'inverno 2008-2009: esse hanno determinato un peggioramento delle condizioni di sopravvivenza per i camosci in generale, ma soprattutto per i piccoli nati nell'estate dell'anno 2008, che in gran parte non hanno superato il periodo invernale. Ciò ha determinato la netta flessione nel tasso di sopravvivenza osservata nel 2009, come tratteremo in maniera più estesa nel corso della discussione (Grafico 16).

7.2 Dati di mortalità

L'analisi temporale dei ritrovamenti ci ha permesso di visualizzare l'andamento della mortalità nelle varie zone rogna: da quelle più colpite (Cauriol Val Cigolera – 135 ritrovamenti nei 7 anni considerati) a quelle meno colpite (Lagorai Sud-Occidentale e Val Maggiore-Litegosa, con rispettivamente 2 ed 1 ritrovamenti). Questi dati vanno però interpretati considerando il fatto che le unità di territorio considerate sono unità gestionali piuttosto che distinte unità ecologiche, per cui il passaggio di animali da una all'altra zona è facilmente realizzabile. Per quanto riguarda le zone marginali del Lagorai, esse sono state incluse per completezza, ma si pongono ai limiti della nostra area di studio, facendo riferimento per l'archiviazione dei dati di sorveglianza anche a Stazioni Forestali da noi non

prese in considerazione per questo studio. Nella zona di Cauriol-Val Cigolera, inoltre, dalle mappe tematiche (Mappa 11-Mappa 18) risulta evidente il contributo alla numerosità di ritrovamenti portato dal monitoraggio intensivo della Cavallazza, area appartenente alla suddetta zona rognata.

Relativamente all'efficacia della sorveglianza, va sempre tenuto in considerazione il contesto alpino, ambiente caratterizzato dalle difficoltà dovute al dislivello, alla conformazione del terreno, alle condizioni meteorologiche.

Analizzando l'andamento temporale della mortalità, osserviamo il delinearsi di un picco in corrispondenza del 2009 (Grafico 3). Rispetto ad altri studi (Rossi *et al.*, 2007; Turchetto, 2011) che hanno analizzato i dati di picco come base per esaminare la velocità di progressione dell'epidemia, va osservato che essi si basavano sui gruppi montuosi, unità territoriali più estese ed isolate rispetto alle zone rognate. Per il presente studio non è stata possibile un'analisi basata sui gruppi montuosi, in ragione delle dimensioni relativamente ristrette della nostra area di studio, che va a interessare in forma parziale ben tre gruppi montuosi (Pale di San Martino, Lagorai, Cime Lusia-Bocche), senza però comprenderne nessuno per intero. I picchi di mortalità considerati nell'area di studio e per le varie zone rognate (Grafico 11), pur su scala territoriale diversa rispetto ai gruppi montuosi, ci forniscono comunque delle informazioni riguardo alle caratteristiche temporali di mortalità (anno di picco, distanza dall'*index case*, andamento mensile della mortalità), ma non ci permettono di valutare la velocità di avanzamento del fronte epidemico.

Relativamente alle caratteristiche dei camosci ritrovati, i nostri risultati non evidenziano differenze nella prevalenza di mortalità fra soggetti maschi e femmine, mentre è evidente come sia nettamente più rappresentata la classe degli adulti (Grafico 7). Ciò è con ogni probabilità dovuto al fatto che le carcasse di camosci piccoli e jährling sono più difficili da individuare in campo, per la poca appariscenza ed anche perché le dimensioni ridotte ne facilitano un consumo precoce e completo da parte degli animali necrofagi (Rossi *et al.*, 1995). Indicativo di quanto questo incida sulla sorveglianza è il fatto che i ritrovamenti di piccoli e jährling non aumentano neppure nella Cavallazza, pur essendo un'area sottoposta a sorveglianza intensiva.

La distribuzione mensile della mortalità (Grafico 4) evidenzia dei valori massimi in corrispondenza dei mesi primaverili (marzo-maggio), come risultato della mortalità invernale, dello scioglimento del manto nevoso che fa emergere le carcasse degli animali

deceduti durante l'inverno e del miglioramento delle condizioni per il lavoro di campo e il monitoraggio dell'areale che sopraggiunge con la fine del periodo invernale. Questa distribuzione viene rispettata in tutte le zone rognate che presentano un numero di ritrovamenti significativo, così come nell'area intensiva Cavallazza (Grafico 5).

7.3 La mortalità dovuta a rogna

I risultati che abbiamo ottenuto confermano il ruolo della rogna come fattore determinante per la mortalità e la dinamica di una popolazione di camoscio alpino.

A partire dal 2007, un'ampia percentuale dei ritrovamenti è costituita da camosci che hanno ricevuto una diagnosi eziologica certa di rogna, con valori che vanno da un minimo del 20% sul totale dei ritrovati, registrato nel 2009, a un massimo del 57% registrato nel 2011 (Grafico 6). In linea è anche il dato della Cavallazza, dove la percentuale dei camosci "rognosi" rispetto al totale dei ritrovamenti è del 37% (Tabella 16).

Le dinamiche con cui l'epidemia di rogna si è evoluta fino ad ora all'interno della nostra area di studio sono in linea con quelle descritte dalla letteratura (Rossi *et al.*, 1995; León-Vizcaíno *et al.*, 1999).

Abbiamo potuto rilevare un notevole declino della popolazione in corrispondenza con la prima ondata epidemica che ha raggiunto il PPPSM. Il calcolo del decremento realizzatosi nella popolazione di camoscio oggetto dello studio dall'anno 2005-2006 (anteriore all'ingresso della rogna nell'area di studio) fino al 2013 è risultato variare dal 21% al 78,5% nelle varie zone (Tabella 17). Questo risultato è in linea con i dati forniti dalla letteratura (Rossi *et al.*, 2007) riguardanti popolazioni di camosci esposte alla prima ondata epidemica (range che va dal 47 al 77% in 6 anni). Relativamente all'impatto della malattia, tuttavia, vanno tenuti in considerazione anche gli animali per i quali è stato impossibile identificare la causa di morte a causa delle cattive condizioni delle carcasse al momento del ritrovamento. Possiamo infatti certamente supporre che all'interno di questa categoria di "indeterminati" rientrino numerosi altri casi di camosci "rognosi" che non è stato possibile identificare con certezza.

Per quanto riguarda il periodo considerato nel nostro studio (2006-2013), fino al 2009 la popolazione di camoscio si è mantenuta stabile o addirittura in crescita (Scanaiol-Boalon,

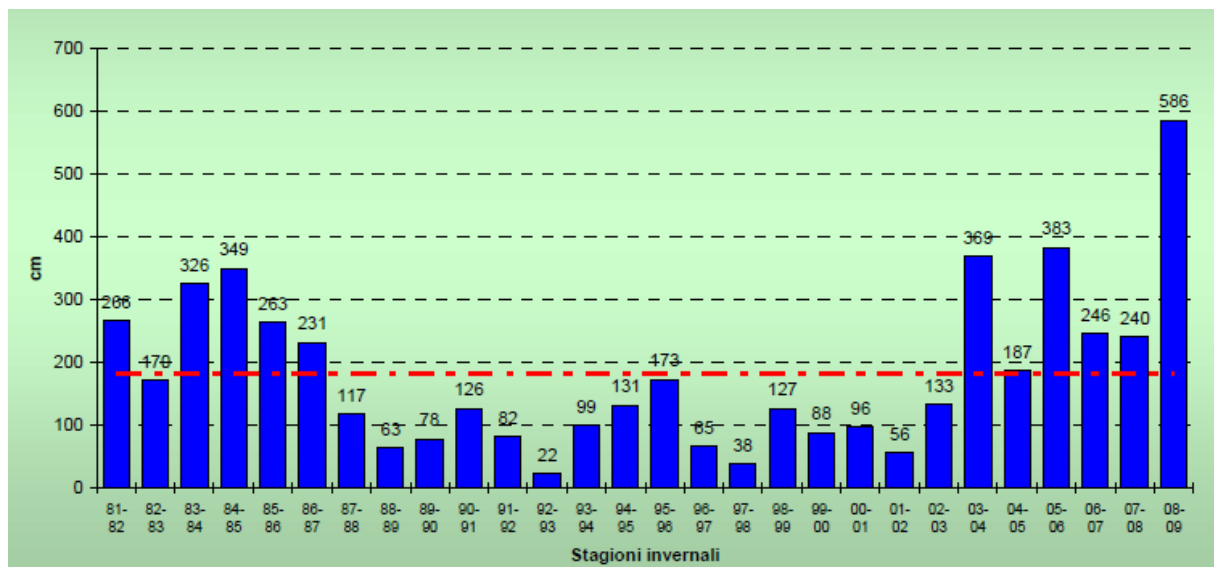
Val Maggiore-Litegosa), come osservato da altri Autori (González-Quirós *et al.*, 2002). I decrementi massimi si registrano fra il primo e il terzo anno dopo l'entrata dell'epidemia, dato anche questo in linea con quanto osservato da González-Quirós *et al.*, 2002.

I dati dei ritrovamenti hanno confermato la stagionalità della mortalità per rogna già osservata in precedenti studi (Rossi *et al.*, 1995; Fernández-Morán *et al.*, 1997), con un picco che interessa i mesi di marzo-maggio sia nell'area generale, sia nell'area Cavallazza (Grafico 9 e Grafico 13). La stagionalità dei morti per rogna è dovuta primariamente all'interazione fra ecologia dell'ospite e del parassita: infatti le femmine di *S. scabiei* mostrano un aumento della fertilità e della conseguente produzione di uova durante l'autunno; ciò è associato al fatto che i nuovi individui infettati tardano fino a due mesi per sviluppare una risposta sintomatica. A questi due fattori si aggiunge la componente ambientale, con le precipitazioni nevose che coprono le fonti di cibo dei camosci, provocano valanghe e aumentano il dispendio energetico che gli animali devono affrontare per compiere gli spostamenti. Durante la stagione invernale anche il lavoro di sorveglianza viene complicato dalle condizioni ambientali: il rischio valanghe è reale anche per gli operatori e il manto nevoso ostacola l'individuazione delle carcasse.

Riguardo alle variabili d'ospite, non è stata osservata una significativa differenza di predisposizione a contrarre la malattia a seconda del sesso. Camosci maschi e femmine appaiono ugualmente vulnerabili alla rogna, come già osservato in studi precedenti (Rossi *et al.*, 1995; Fernández-Morán *et al.*, 1997). Una lieve prevalenza di maschi adulti potrebbe essere spiegata considerando il maggior dispendio energetico e l'effetto immunosoppressivo legati al periodo riproduttivo autunnale (Betház *et al.*, 2010; Pioz *et al.*, 2008; Rossi *et al.*, 1995; Rossi *et al.*, 2007), che li renderebbe più sensibili alla patologia; oppure con una effettiva abbondanza di camosci maschi in zone particolarmente idonee alla riproduzione (*hotspot* riproduttivi - Von Hardenberg *et al.*, 2006), quale per esempio sembra essere la Cavallazza, dove peraltro potrebbe essere un fattore influente anche l'assenza di attività venatoria. Per quanto riguarda le classi d'età, come già detto per quanto riguarda la mortalità in generale, non è possibile effettuare un confronto statistico, dato che i giovani individui hanno molte meno probabilità di essere individuati.

Grazie ai grafici che pongono a confronto la mortalità totale con quella attribuibile a rogna (Grafico 10-Grafico 11) abbiamo osservato come il "fattore inverno" abbia avuto un ruolo fondamentale nel sommarsi alla mortalità indotta dalla malattia. I Quaderni nivologici

della provincia di Trento ci documentano l'eccezionalità dell'inverno 2008-2009, caratterizzato da precipitazioni nevose decisamente superiori alla media stagionale, descritte come le più consistenti osservate nei 30 anni precedenti. Riportiamo a titolo d'esempio gli andamenti registrati presso la Stazione di rilevamento di Canal San Bovo, località compresa nella nostra area di studio e rappresentativa delle precipitazioni osservate sull'area generale (Grafico 16).



**Grafico 16: Andamento annuale dell'altezza della neve fresca nelle stagioni invernali degli anni 1981-'82 fino al 2008-'09 (la linea rossa rappresenta la media del periodo rappresentato, pari a 182 cm).
Dati della Stazione di rilevamento 18SB – CANAL SAN BOVO (quota 1150m s.l.m.).**

Le precipitazioni nevose verificatesi in quell'inverno, oltre a raggiungere valori record, sono iniziate fra la fine dell'autunno e l'inizio dell'inverno, un periodo di primaria importanza nella biologia del camoscio. Questi due elementi hanno creato delle condizioni notevolmente ostili alla sopravvivenza degli ungulati selvatici (reperibilità di cibo, stress da freddo, aborti, maggior dispendio energetico per gli spostamenti e maggior suscettibilità alle infezioni da parte di macroparassiti). Questa osservazione è in linea con altri studi (Pioz *et al.*, 2008, Rughetti *et al.*, 2011) che identificano il tempo meteorologico come la variabile che influisce maggiormente sulla vitalità e sulla fertilità degli ungulati selvatici. All'elemento nivo-meteorologico si è aggiunta la rogna, con la determinazione del picco di mortalità a soli 2 anni dall'ingresso della patologia nella popolazione, periodo relativamente breve rispetto ai dati riportati in letteratura (Rossi *et al.*, 1995; León-Vizcaíno *et al.*, 1999; González-Quirós *et al.*, 2002; Rossi *et al.*, 2007; Permunion, 2008).

Alcune zone rognia presentano un andamento di picco differente da quello generale. È il caso di Scanaiol-Boalon, che presenta il picco di mortalità nell'anno 2012. La mortalità corrispondente al 2009 è comunque piuttosto elevata. Nettamente diverso è invece l'andamento nella zona Oltro, in cui la mortalità mostra valori minimi fino al 2011, quando la curva comincia a crescere. Tuttavia, il territorio particolarmente impervio che caratterizza la zona, la morfologia del terreno e la difficoltà di realizzarvi dei percorsi per la sorveglianza passiva, possono aver determinato una notevole sottostima della mortalità.

A partire dall'*index case* dell'ottobre del 2007, la rognia si è estesa nel giro di quattro anni a tutto il territorio dell'area di studio (Mappa 19). E' possibile ipotizzare che vi sia stato un ritardo nell'individuare i primi soggetti rogniosi, e che la rognia fosse già presente nell'area di studio anche prima di quell'*index case* rilevato il 27/10/2007 presso le Buse del Secia. Questa località infatti è situata nella zona di Scanaiol-Boalon, praticamente al centro dell'area di studio, mentre i successivi due casi di camosci "rogniosi" vengono individuati a distanza di due mesi in zona Pale, nella parte nord-orientale del PPPSM. Questa situazione va a confermare come l'infezione possa avere una scala più ampia di quel che carcasse e dati clinici permettono di osservare (Meneguz *et al.*, 1996; Menzano, 2003; Rossi *et al.*, 2007), suggerendo quindi che la rognia fosse già entrata da tempo nel territorio del PPPSM prima di essere individuata.

Attualmente non è ancora possibile affermare che la popolazione di camoscio studiata abbia superato la prima ondata epidemica: il decremento di popolazione continua nel 2013 con un trend nettamente negativo, e i valori di mortalità, per quanto ridotti rispetto al picco misurato nel 2009, sono ancora elevati. Tuttavia il fatto che in alcune zone rognia (Scanaiol-Boalon, Val Maggiore-Rolle) si siano raggiunti dei valori di densità molto bassi è indicativo di un approssimarsi della fase post-epidemica, con una presumibile evoluzione del declino della popolazione fino all'inversione del trend, e il ritorno a consistenze e densità tali da permettere una nuova consistente circolazione dell'acaro e un eventuale secondo picco di mortalità, di solito decisamente inferiore al primo per entità (generalmente inferiore al 30% - Rossi *et al.*, 1999).

7.4 Il confronto fra i dati di censimento e i dati di sorveglianza

Nell'area di studio generale, così come nella Cavallazza, il drastico calo di popolazione registrato dai censimenti è accompagnato in parallelo dall'aumento nel numero di camosci ritrovati morti. In particolare, in corrispondenza all'andamento di picco presentato dalla mortalità, i dati di consistenza mostrano un generale trend negativo, che inizia fra il 2007 e il 2009 e si mantiene fino al 2013.

La percentuale degli animali "indeterminati", per i quali non è stato possibile giungere ad una diagnosi eziologica, resta alta sia nell'area generale, sia nella Cavallazza. A questo proposito è interessante notare come i ritrovamenti di camosci "indeterminati" si concentrino in maniera evidente nel trimestre primaverile (Grafico 9). Questo periodo corrisponde alla normale stagionalità della mortalità generale e a quella tipica della rogna sarcoptica; d'altro canto dobbiamo tenere presente come i rinvenimenti collocati alla fine dell'inverno siano spesso costituiti da animali travolti e trasportati a valle da valanghe, da carcasse rimaste a lungo sepolte dalla coltre nevosa o da resti di ossa e pelo, residui della predazione da parte dei necrofagi durante la stagione invernale. Queste condizioni necessariamente diminuiscono la quantità di informazioni che il rinvenimento può fornirci, fra le quali la causa della morte.

Le analisi statistiche ci permettono di affermare che nel contesto di una sorveglianza intensiva, quale è quella realizzata in Cavallazza, la probabilità di raggiungere una diagnosi eziologica per i camosci ritrovati morti è significativamente più alta, sebbene solo di un 30% rispetto alla sorveglianza ordinaria. Ciò, come è facilmente intuibile, dipende dalla maggior frequenza delle uscite dedicate alla sorveglianza sul territorio della Cavallazza, fatto che consente il rinvenimento di carcasse ancora in buono stato di conservazione, o per lo meno sufficiente da permettere di riconoscere le lesioni da rogna o di prelevare un campione utile di cute da inviare all'IZSVE. Questo aspetto costituisce sicuramente un elemento positivo della sorveglianza intensiva, ma il margine di miglioramento nella raccolta di informazioni rispetto alla sorveglianza ordinaria andrebbe valutato rispetto anche al fattore costo/beneficio.

La sorveglianza intensiva appare invece più efficace nel rilevamento sul campo degli animali morti. È probabile che tale sorveglianza, estesa in più aree campione, possa fornire

dati maggiormente rappresentativi della mortalità effettiva, da confrontare con i risultati dei censimenti. Ciò sarebbe utile a maggior ragione in caso non tanto di eclatanti eventi epidemici, quanto nel caso di mortalità più contenute, difficilmente rilevabili con la sorveglianza ordinaria.

8 CONCLUSIONI

Il presente lavoro evidenzia ancora una volta l'importanza dell'armonizzazione nei metodi di raccolta dei dati di popolazione e dei dati sanitari: la prima fase dello studio, infatti, ha previsto la formazione di un database unico che ha raccolto ed uniformato i dati di mortalità riferiti al PPPSM e alle Stazioni Forestali considerate. Questa raccolta di dati può essere considerata come la base di una banca dati condivisa da proseguire ed aggiornare, andando a creare un archivio di informazioni utile a future indagini sulla popolazione di camoscio alpino.

I punti più interessanti emersi dai nostri risultati sono i seguenti:

- L'importante componente della mortalità invernale non legata a rogna, coincidente con il picco della malattia, raccomanda particolare attenzione nel definire i livelli di mortalità determinati da *Sarcoptes scabiei* nel camoscio. A tal proposito, è interessante notare come, anche volendo per assurdo attribuire tutti i camosci con causa di morte indeterminata alla classe "rognosi", nel nostro campione il contributo dato dai soggetti "non rognosi" rimarrebbe comunque importante. Questa considerazione non vuole sminuire l'impatto di questa malattia sulle popolazioni e sulla loro conservazione e gestione, ma si inserisce nel novero delle nuove conoscenze in cui inquadrare il rapporto camoscio- *S.scabiei*.
- La sorveglianza intensiva è risultata decisamente più efficace nell'individuare i soggetti morti sul campo, fornendo quindi dei dati maggiormente affidabili sulla dinamica di popolazione. Nello stesso tempo, tuttavia, rimane critico l'aspetto dell'individuazione efficace dei morti delle classi più giovani, per la quale sarebbe probabilmente necessario ricorrere ad mezzi di sorveglianza ancor più sensibili, quale ad esempio l'utilizzo di cani appositamente addestrati (Alasaad *et al.*, 2012). Tuttavia è evidente come l'adozione di tali metodi dovrebbe essere preceduta da una valutazione del rapporto costi/benefici.
- Infine, è interessante notare come l'efficienza di una sorveglianza intensiva nell'individuare soggetti idonei per una diagnosi eziologica, pur essendo di fatto superiore a quella di una sorveglianza ordinaria, non manifesta una differenza significativa rispetto a quest'ultima. Anche in questo caso è opportuno

procedere a una valutazione del costo/beneficio tra la prosecuzione di una sorveglianza intensiva a carico del personale di vigilanza del PPPSM, piuttosto che incrementare a livello generale della sorveglianza ordinaria, soprattutto in termini di un maggior numero di personale formato disponibile sul territorio.

Fondamentale infine la collaborazione fra gli Enti, che ha permesso la realizzazione di questo lavoro e che ogni giorno permette una valida cooperazione fra ricerca scientifica e gestione della fauna.



Figura 28: La Val Canali con Villa Welsberg, la sede del PPPSM, all'ombra dei bastioni rocciosi delle Pale (foto di Lia Morpurgo).

BIBLIOGRAFIA

- Alasaad, S., Sarasa, M., Heuklelbach, J., Mijele, D., Soriguer, R.C., Zhu, X.Q., Rossi, L., 2014.** Advances in studies of disease-navigating webs: *Sarcoptes scabiei* as a case study. *Parasites and Vectors* 7:16
- Alasaad, S., Granados, J.E., Fandos, P., Cano-Manuel, F.-., Soriguer, R.C., Pérez, J.M., 2013.** The use of radio-collars for monitoring wildlife diseases: A case study from Iberian ibex affected by *Sarcoptes scabiei* in Sierra Nevada, Spain. *Parasites and Vectors* 6: 242
- Alasaad, S., Rossi, L., Heukelbach, J., Pérez, J.M., Hamarsheh, O., Otiende, M., Zhu, X., 2013.** The neglected navigating web of the incomprehensibly emerging and re-emerging *Sarcoptes* mite. *Infection, Genetics and Evolution* 17:253-259
- Alasaad, S., Permunian, R., Gakuya, F., Mutinda, M., Soriguer, R.C., Rossi, L., 2012.** Sarcoptic-mange detector dogs used to identify infected animals during outbreaks in wildlife. *BMC Veterinary Research* 8: 110
- Alasaad, S., Oleaga, A., Casais, R., Rossi, L., Min, A.M., Soriguer, R.C., Gortazar, C., 2011.** Temporal stability in the genetic structure of *Sarcoptes scabiei* under the host-taxon law: empirical evidences from wildlife-derived *Sarcoptes* mite in Asturias, Spain. *Parasites and Vectors* 4: 1-151
- Anel, L., Álvarez, M., de Paz, P., Martínez-Pastor, F., 2010.** Rebeco (*Rupicapra pyrenaica* Bonaparte, 1845). In *Ungulados silvestres de España: biología y tecnologías reproductivas para su conservación y aprovechamiento cinegético. Monografía INIA: Serie Medioambiental – n°2 - 2010*
- Apollonio, M., 2004.** Gli ungulati in Italia: status, gestione e ricerca scientifica. *Hystrix-The Italian Journal of Mammology* 15:21-34
- Apollonio, M., Ciuti, S., Pedrotti, L., Banti, P. 2010.** Ungulates and their management in Italy. In *European Ungulates and their Management in the 21st Century*. Apollonio, M., Andersen, R., Putman, R. Pp 475-506. Cambridge University Press. Cambridge.
- Arlian, L.G., Morgan, M.S., Paul, C.C., 2006.** Evidence that scabies mites (Acari: Sarcoptidae) influence production of interleukin-10 and the function of T-regulatory cells (Tr1) in humans. *Journal of Medical Entomology* 43(2):283-287
- Arlian, L.G., Morgan, M.S., Estes, S.A., Walton, S.F., Kemp, D.J., Currie, B.J., 2004.** Circulating IgE in patients with ordinary and crusted scabies. *Journal of Medical Entomology* 41(1):74-77
- Arlian, L.G., Morgan, M.S., Rapp, C.M., Vyszynski-Moher, D.L., 1996.** The development of protective immunity in canine scabies. *Veterinary Parasitology* 62(1-2):133-42
- Arlian, L.G., Vyszynski-Moher, D.L., 1995.** Response of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* (Acari: Sarcoptidae) to lipids of mammalian skin. *Journal of Medical Entomology* 32(1):34-41
- Arlian, L.G., 1989.** Biology, host relations, and epidemiology of *Sarcoptes scabiei*. *Annual Review of Entomology* 34:139-161

- Arlian, L.G., Vyszynski-Moher, D.L., Pole, M.J. 1989.** Survival of adults and developmental stages of *Sarcoptes scabiei* var. *canis* when off the host. *Experimental and Applied Acarology* 6:181-187
- Artois, M., 2003.** Wildlife infectious disease control in Europe. *Journal of Mountain Ecology* 7 (Suppl.):89-97
- Béthaz, S., 2010/2011.** Carica parassitaria e immunosoppressione ormonale nel camoscio alpino. *Tesi di laurea in Biotecnologie Applicate alla Sanità Umana ed Animale. Università degli Studi di Torino.*
- Bolchi Serini, G., Pagani, M., 2000.** Elementi di Entomologia e Acarologia veterinarie e zootecniche. Calderoni Edizioni Agricole.
- Boldt, A., Ingold, P., 2005.** Effects of air traffic, snow cover and weather on altitudinal short-term and medium-term movements of female Alpine chamois *Rupicapra rupicapra* in winter. *Wildlife Biology* 11:351-362
- Borja Palacios, A., 2009.** Seguimiento del Rebeco en el Macizo Oriental del Parque Nacional Picos de Europa. *Locustella-Anuario de la Naturaleza Cantabrica* 6:102-109
- Boschi, C., Nievergelt, B., 2003.** The spatial patterns of Alpine chamois (*Rupicapra rupicapra*) and their influence on population dynamics in the Swiss National Park. *Mammalian Biology Journal* 68: 16-30
- Buzan, E.V., Bryja, J., Zemanová, B., Kryštufek, B., 2013.** Population genetics of chamois in the contact zone between the Alps and the Dinaric Mountains: Uncovering the role of habitat fragmentation and past management. *Conservation Genetics Resources Journal* 14:401-412
- Cabrera, R., Agar, A., Dahl, M.V., 1993.** The immunology of scabies. *Seminars in Dermatology* 12(1):15-21.
- Cadei, A., 2007/2008.** La gestione faunistico-venatoria tra scienza e tradizione: il caso del cervo *Cervus elaphus* (Linnaeus, 1758) nel Trentino orientale. *Tesi di laurea in Scienze Forestali e Ambientali. Università degli Studi di Padova.*
- Calabrese, M.S., Graziadei, M., Zanghellini, P., 2006.** Rapporto rogna sarcoptica in provincia di Trento. Ufficio Faunistico – Servizio Foreste e Fauna, Provincia Autonoma di Trento.
- Capurro, A. F., Gatto, M., and Tosi, G., 1997.** Delayed and inverse density dependence in a chamois population of the Italian Alps. *Ecography* 20:37-47
- Carmignola, G., Stefani, P., Gerstgrasser, L., 2006.** Rapporto rogna sarcoptica. Ufficio Caccia e Pesca Ripartizione Foreste, Provincia Autonoma di Bolzano.
- 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. *Biological Conservation Journal*, 117:1-168 (Italian-English text)
- Caro, T. M., Graham, C. M., Stoner, C. J., Vargas, J. K., 2004.** Adaptive significance of antipredator behaviour in artiodactyls. *Animal Behaviour* 67:205-228
- Caughley, G., 1963.** Dispersal rates of several ungulates introduced into New Zealand. *Nature* 200:280-281

Chelazzi, G., Provini, A., Santini, G., 2004. Ecologia – dagli organismi agli ecosistemi. Casa editrice Ambrosiana. Milano, prima edizione 2004, ristampa ultima 2008.

Chirichella, R., Ciuti, S., Apollonio, M., 2013. Effects of livestock and non-native mouflon on use of high-elevation pastures by Alpine chamois. *Mammalian Biology Journal* 78:344-350

Corlatti, L., Béthaz, S., von Hardenberg, A., Bassano, B., Palme, R., Lovari, S., 2012. Hormones, parasites and male mating tactics in Alpine chamois: Identifying the mechanisms of life history trade-offs. *Animal Behaviour* 84:1061-1070.

Corlatti, L., 2007. Sex-age structure of a chamois *Rupicapra rupicapra rupicapra* (Linnaeus, 1758) population in the Italian Alps. *Il Naturalista Valtellinese* 18:81-100

Cox, E G., 1996. Parassitologia – Zanichelli, Bologna

Dagleish, M.P., Ali, Q., Powell, R.K., Butz, D., Woodford, M.H., 2007. Fatal *Sarcoptes scabiei* infection of blue sheep (*Pseudois nayaur*) in Pakistan. *Journal of Wildlife Diseases* 43:512-517

Dal Compare, L., 2008. Interventi di restocking di camoscio (*Rupicapra rupicapra*) e stambecco (*Capra ibex*): comportamento post-rilascio e uso dell'habitat. *Tesi per la Scuola di Dottorato di Ricerca in Scienze Animali. Università degli Studi di Padova.*

Fernández-Morán, J., Gómez, S., Ballesteros, F., Quirós, P., Benito, J., Feliu, C., Nieto, J., 1997. Epizootiology of sarcoptic mange in a population of cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) in Northwestern Spain. *Veterinary Parasitology* 73:163-171

Fondazione Iniziative Zooprofilattiche e Zootecniche, 2012. Atlante di patologia della fauna selvatica italiana – Mammiferi. Tipografia Camuna. Brescia, 2012.

Fowler, J., Cohen, L., 1993. Statistica per ornitologi e naturalisti. Franco Muzzio & C. editore, Padova.

Fuchs, K., Deutz, A., Gressmann, G., 2000. Detection of space-time clusters and epidemiological examinations of scabies in chamois. *Veterinary Parasitology* 92:63-73

Gakuya, F., Rossi, L., Ombui, J., Maingi, N., Muchemi, G., Ogara, W., Soriguer, R. C., Alasaad, S., 2011. The curse of the prey: *Sarcoptes* mite molecular analysis reveals potential prey-to-predator parasitic infestation in wild animals from Masai Mara, Kenya. *Parasites and Vectors* 4:193

Gatto, M., 1985. Introduzione all'ecologia delle popolazioni. CittàStudiEdizioni. Torino.

Gatto, M., Paris, G., Ranci Ortigosa G., Scherini, G., 2003. Metodi quantitativi per la gestione della fauna selvatica in provincia di Sondrio. *Journal of Mountain Ecology* 7 (Suppl.): 17-26

Giadinis, N.D., Farmaki, R., Papaioannou, N., Papadopoulos, E., Karatzias, H., Koutinas, A.F., 2011. *Case Report*-Moxidectin efficacy in a Goat Herd with Chronic and Generalized Sarcoptic Mange. *Veterinary Medicine International* 2011.

Girard, I., 2000. Dymnamique des populations et expansion géographique du bouquetin des Alpes (*Capra ibex ibex*, L.) dans le Parc national de la Vanoise. *Tesi presentata in vista del diploma di Dottorato dell'Università de Savoie nella specialità "Biologie des populations et des écosystèmes"*.

- González-Candela, M., Leónzcaíno, L., Cubero-Pablo, M.J., 2004.** Population effects of sarcoptic mange in Barbary sheep (*Ammotragus lervia*) from Sierra Espuña Regional Park, Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 40(3):456-465
- González-Quirós, P., Silva Manzano, P., Solano Rodríguez, S., 2002.** Population evolution of Cantabrian chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) with sarcoptic mange (*Sarcoptes scabiei*) in centre-eastern Asturias (Northwest Spain). *Pirineos* 157:201-209
- Grauer, A., König, A., 2009.** Management of chamois in Bavaria (Germany): The importance of game activities in scabies control. *Wildlife Biology in Practice* 5(2):115-127.
- Guberti, V., Zamboni, L., Corrain, R., 2003.** Interventi di controllo numerico delle popolazioni recettive e dinamica delle infezioni. *Journal of Mountain Ecology* 7 (Suppl.):75-84
- Guberti, V., Zamboni, L., 1999.** Epidemiologia e controllo della rogna sarcoptica nel camoscio alpino. In: *Il camoscio. Gestione e sanità – atti dell’Euroconvegno 1999*: 129-137.
- Guerra, L., 2009/2010.** Analisi dell’andamento post-epidemico di una colonia di stambecchi (*Capra ibex*) affetta da rogna sarcoptica. *Tesi di laurea in Medicina Veterinaria. Università degli Studi di Padova.*
- Gulland, F.M.D., 1997.** The impact of parasites on wild animal populations. *Parassitologia* 39:287-291
- Hamr, J., Czakert, H., 1986.** Circadian activity rhythms of chamois in Northern Tyrol, Austria. *Proc.Fifth Bienn. Symp. North. Wild Sheep and Goat Council*
- Herrero, J., García-Serrano, A., Prada, C., Fernández-Arberas, O., 2011.** Using block counts and distance sampling to estimate populations of chamois. *Pirineos* 166:123-133
- Herrero, J., Garin, I., García-Serrano, A., García-González, R., 1996.** Habitat use in a *Rupicapra pyrenaica pyrenaica* forest population. *Forestal Ecology and Management* 88:25-29
- Horowitz, P., Wilcox, B.A., 2005.** Parasites, ecosystems and sustainability: an ecological and complex systems perspective. *International Journal for Parasitology* 35:725-732
- Hudson, P.J., Dobson, A.P., Lafferty, K.D., 2006.** Is a healthy ecosystem one that is rich in parasites? *TRENDS in Ecology and Evolution* 21:381-385
- Ingrosso, S. 2008/2009.** Variabilità genetica di MHC di classe II DRB in popolazioni selvatiche di camoscio alpino (*Rupicapra r. rupicapra*) e camoscio pirenaico (*Rupicapra p. pyrenaica*). *Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze di sanità Pubblica e Microbiologi. Università La Sapienza di Roma.*
- Ladini, F., 1985.** Il Camoscio Delle Alpi. Ghedina & Tassotti. Bassano del Grappa, 1985
- Lastras, M.E., Pastor, J., Marco, I., Ruiz, M., Viñas, L., Lavin, S., 2000.** Effects of sarcoptic mange on serum proteins and immunoglobulin G levels in chamois (*Rupicapra pyrenaica*) and Spanish ibex (*Capra pyrenaica*). *Veterinary Parasitology* 88:313-319
- Lavin, S., Ruiz-Bascaran, M., Marco, I., Fondevila, M.D., Ramis, A.J., 2000.** Experimental infection of chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) with *Sarcoptes scabiei* derived from naturally infected goats. *Journal of veterinary medicine. B, Infectious diseases and veterinary public health.* 47:693-699

- León-Vizcaíno, L., Cubero, M.J., González-Capitel, E., Simón, M.A., Pérez, L., Ruíz de Ybáñez, M.R., Ortíz, J.M., González Candela, M., Alonso, F., 2001.** Experimental Ivermectin treatment of sarcoptic mange and establishment of a mange-free population of Spanish Ibex. *Journal of Wildlife Diseases* 37:775-785
- León-Vizcaíno, L., Ruíz de Ybáñez, M.R., Cubero, M.J., Ortíz, J.M., Espinosa, J., Pérez, L., Simón, M.A., Alonso, F., 1999.** Sarcoptic mange in Spanish Ibex from Spain. *Journal of Wildlife Diseases* 35:647-659
- Lovari, S., Mainardi, D., 1980.** *Etologia Di Campagna*. Boringhieri. Torino, 1980.
- Lunelli, A., 2010.** An SEI model for sarcoptic mange among chamois. *Journal of Biological Dynamics* 4(2):140-157
- Martin, C., Pastoret, P.P., Brochier, B., Humblet, M.F., Saegerman, C., 2011.** A survey of the transmission of infectious diseases/infections between wild and domestic ungulates in Europe. *Veterinary Research* 42:70
- Masini, F., Lovari, S., 1988.** Systematics, phylogenetic relationships, and dispersal of the chamois (*Rupicapra spp.*). *Quatern Res* 30(3):339-349
- Mason, T.H.E., Chirichella, R., Richards, S.A., Stephens, P.A., Willis, S.G., Apollonio, M., 2011.** Contrasting Life Histories in Neighbouring Populations of a Large Mammal. *PLoS ONE* 6(11):1-8
- McCarthy, J.S., Kemp, D.J., Walton, S.F., Currie, B.J., 2013.** Scabies: more than just an irritation. *Postgraduate Medical Journal* 80:382-387
- McKenzie, J., Simpson, H., Langstaff, I., 2007.** Development of methodology to prioritise wildlife pathogens for surveillance. *Preventive Veterinary Medicine* 81:194-210
- Meneguz, P.G., Rossi, L., Somnavilla, G., De Martin, P., Rodolfi, M., 1996.** Sulla più temibile parassitosi della fauna alpina: la rogna sarcoptica del camoscio. *Large Animals Review*, 2:75-83
- Menzano, A., 2003.** La risposta immunitaria in corso di rogna sarcoptica nel camoscio (*Rupicapra rupicapra*). *Tesi di Dottorato di Ricerca in "Epizootologia, epidemiologia e chemioterapia delle malattie parassitarie"*. *Facoltà di Medicina Veterinaria. Università degli Studi di Torino*.
- Monaco, A., Nicoli, F., Gilio, N., Fraquelli, C., 2005.** Effetti demografici della mortalità invernale e della rogna sarcoptica nella popolazione di stambecco della Marmolada. *Hystrix (Suppl.1) – Atti V Congresso Italiano di Teriologia*.
- Monaco, A., Lovari, S., 2003.** Parametri ambientali determinanti la dispersione e l'uso dell'habitat nel camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra rupicapra*) nel Parco Naturale Paneveggio-Pale di S.Martino. Relazione conclusiva 1998-2003. *Università di Siena. Dipartimento di Scienze Ambientali. Sezione di Etologia, Ecologia Comportamentale e Gestione della Fauna*.
- Mörner, T., 1992.** Sarcoptic mange in Swedish wildlife. *OIE Revue Scientifique et Technique* 11 (4):1115-1121
- Mounsey, K., Ho, M.F., Kelly, A., Willis, C., Pasay, C., Kemp, D.J., McCarthy, J.S., Fischer, K., 2010.** A Tractable Experimental Model for Study of Human and Animal Scabies. *PLoS Negl TropDis* 4(7): e756. doi:10.1371/journal.pntd.0000756

Munang'andu, H.M., Siamudaala, V.M., Matandiko, W., Munyeme, M., Chembensofu, M., Mwase, E., 2010. Sarcoptes mite epidemiology and treatment in African buffalo (*Syncerus caffer*) calves captured for translocation from the Kafue game management area to game ranches. BMC Veterinary Research 6:29

Mustoni, A., Pedrotti, L., Zanon, E., Tosi, G., 2002. Ungulati delle Alpi – Nitida Immagine Editrice, Cles (TN).

Myserud, A., 2000. The relationship between ecological segregation and sexual body size dimorphism in large herbivores. Oecologia 124:40-54

Oleaga, A., Casais, R., Prieto, J.M., Gortázar, C., Balseiro, A., 2012. Comparative pathological and immunohistochemical features of sarcoptic mange in five sympatric wildlife species in Northern Spain. European Journal of Wildlife Research 58 (6), 997-1000

Oleaga, A., Casais, R., González-Quirós, P., Prieto, J.M., Gortázar, C., 2008. Sarcoptic mange in red deer from Spain: Improved surveillance or disease emergence? Veterinary Parasitology 154:108-113

Pachlatko, T., Nievergelt, B., 1985. Time budgeting, range use pattern and relationships within groups of individually marked chamois. In *The Biology and Management of Mountain Ungulates*, pp. 93-101. Ed. S. Lovari. Croom-Helm, London.

Pañella, P., Herrero, J., Canut, J., García-Serrano, A., 2010. Long-term monitoring of pyrenean chamois in a protected area reveals a fluctuating population. Hystrix 21 (2):183-188

Park, A.W., 2012. Infectious disease in animal metapopulations: the importance of environmental transmission. Ecology and Evolution 2:1398-1407

Pence, D.B., Ueckermann, E., 2002. Sarcoptic mange in wildlife. OIE Revue Scientifique et Technique 21:385-398.

Pépin, D., Lamerenx, F., Chadelaud, H., Recarte, J., 1996. Human-related disturbance risk and distance to cover affect use of montane pastures by Pyrenean chamois. Applied Animal Behaviour Science 46:217-228

Perez, J.M., Serrano, E., Alpízar-Jara, R., Granados, J.E., Soriguer, R.C., 2002. The potential of distance sampling methods to estimate abundance of mountain ungulates: review of usefulness and limitations. Pirineos 157:15-23

Perez, J.M., Ruiz-Martinez, I., Granados, J.E., Soriguer, R.C., Fandos, P., 1997. The dynamics of sarcoptic mange in the Ibex population of Sierra Nevada in Spain – Influence of climatic factors. European Journal of Wildlife Research 2(1):86-89

Pérez, T., Albornoz, J., Domínguez, A., 2002. Phylogeography of chamois (*Rupicapra* spp.) inferred from microsatellites. Molecular Phylogenetics and Evolution 25:524-534

Permunion, R., 2008-2009. Rogna sarcoptica e camoscio: considerazioni gestionali. *Tesi di Laurea in Scienze Forestali e Ambientali. Università degli Studi di Padova.*

Piano Faunistico Parco di Paneveggio Pale di San Martino – A cura di Mustoni, A.. Adottato nel 2002, approvato nel 2003. Reperibile all'indirizzo www.parcopan.org/download/167_1.html

Piano Faunistico Provinciale – prima revisione – Dicembre 2010. Provincia autonoma di Trento – Servizio Foreste e Fauna. Trento.

Pioz, M., Loison, A., Gauthier, D., Gibert, P., Jullien, J.M., Artois, M., Gilot-Fromont, E., 2008. Diseases and reproductive succes in a wild mammal: example in the alpine chamois. *Oecologia* 155:691-704

Ponti, F., 1992. Il patrimonio camoscio. Carlo Lorenzini Editore. Udine.

Quaderno di nivologia n°26 – Stagione invernale 2008-2009, pubblicazione interna a cura dell'Ufficio Previsioni e Pianificazione – P.A.T. – Ed.2012

Rahman, M., Lecchi, C., Fraquelli, C., Sartorelli, P., Ceciliani, F., 2010. Acute phase protein response in Alpine ibex with sarcoptic mange. *Veterinary Parasitology* 168:293-298

Ramanzin, M., Contiero, B., Fuser, S., 2002. Spatial segregation and summer habitat use by alpine chamois (*Rupicapra rupicapra*) and mouflon (*Ovis orientalis musimon*) in the Dolomiti Bellunesi National Park, Italy. *Pirineos* 157:117-127

Rambozzi, L., Menzano, A., Lavin, S., Rossi, L., 2004. Biotin-avidin amplified ELISA for detection of antibodies to *Sarcoptes scabiei* in chamois (*Rupicapra* spp.). *Veterinary Research* 35:701-708

Rodríguez-Cadenas, F., Carbajal-González, M.T., Fregeneda-Grandes, J.M., Aller-Gancedo, J.M., Rojo-Vázquez, F.A., 2010. Clinical evaluation and antibody responses in sheep after primary and secondary experimental challenges with the mange mite *Sarcoptes scabiei* var. *ovis*. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 133:109-116

Rossi, L., Fraquelli, C., Vesco, U., Permunion, R., Somnavilla, G.M., Carmignola, G., Da Pozzo, R., Meneguz, P.G., 2007. Descriptive epidemiology of a scabies epidemic in chamois in the Dolomite Alps, Italy. *European Journal of Wildlife Research* 53:131-141

Rossi, L., Meneguz, P.G., Rambozzi, L., Ferroglio, E., 1999. Considerazioni su un nuovo focolaio di rogna sarcoptica nei camosci dell'altro Bellunese. In: *Il camoscio. Gestione e sanità – atti dell'Euroconvegno 1999*: 123-128.

Rossi, L., Meneguz, P., 1997. Relazione conclusiva del secondo anno di attività sul progetto "Rogna sarcoptica del camoscio". *Università di Torino, Produzioni Animali, Epidemiologia ed Ecologia*.

Rossi, L., Meneguz, P.G., De Martin, P., Rodolfi, M., 1995. The epizootiology of sarcoptic mange in chamois, *Rupicapra rupicapra*, from the Italian eastern Alps. *Parassitologia* 37:233-240

Ruckstuhl, K.E., Neuhaus, P., 2002. Sexual segregation in ungulates: a comparative test of three hypotheses. *Biological Reviews* 77:77-96

Rughetti, M., Toigo, C., Von Hardenberg, A., Rocchia, E., Festa-Bianchet, M., 2011. Effects of an exceptionally snowy winter on chamois survival. *Acta Theriologica* 56:329-333

Scillitani, L., Sturaro, E., Monaco, A., Rossi, L., Ramanzin, M., 2012. Factors affecting home range size of male Alpine ibex (*Capra ibex ibex*) in the Marmolada massif. *Hystrix – Online first* <http://www.italian-journal-of-mammalogy.it/article/view/4622/pdf>

- Scillitani, L., 2011.** Ecology of alpine ibex (*Capra ibex ibex*, Linnaeus 1758) in relation to the management actions in the Marmolada massif, Italy. *Tesi di Dottorato di Ricerca in Scienze Animali. Indirizzo "Genetica, Biodiversità, Biostatistica e Biotecnologie". Università degli Studi di Padova.*
- Soglia, D., Rossi, L., Cauvin, E., Citterio, C., Ferroglio, E., Maione, S., Meneguz, P.G., Spalenza, V., Rasero, R., Sacchi, P., 2010.** Population genetic structure of Alpine chamois (*Rupicapra r. rupicapra*) in the Italian Alps. *European Journal of Wildlife Research* 56:845-854
- Soglia, D., Rasero, R., Rossi, L., Sartore, S., Sacchi, P., Maione, S., 2007.** Microsatellites as markers for comparison among different populations of *Sarcoptes scabiei*. *Italian Journal of Animal Science* 6 (Suppl. 1):214-216
- Tarigan, S., Huntley, J.F., 2005.** Failure to protect goats following vaccination with soluble proteins of *S. scabiei*: evidence for a role for IgE antibody in protection. *Veterinary Parasitology* 133:101-9
- Thrusfield, M., 1995.** *Veterinary Epidemiology.* Blackwell Science Ltd. Oxford.
- Turchetto, S., 2010/2011.** Epidemiologia spazio-temporale della rogna sarcoptica del camoscio. – Quindici anni di sorveglianza passiva e sierologica in provincia di Belluno. *Tesi di Laurea in Medicina Veterinaria. Università di Bologna.*
- Urquhart, G.M., Armour, J., Duncan, J.L., Dunn, A.M., Jennings, F.W., 1998.** *Parassitologia veterinaria.* UTET. Torino.
- Vander Wal, E., van Beest, F.M., Brook, R.K., 2013.** Density-Dependent Effects on Group Size Are Sex-Specific in a Gregarious Ungulate. *PLoS ONE* 8
- Vescovi, M., 2011/2012.** Sorveglianza sindromica negli ungulati selvatici delle Alpi Orientali del Triveneto: come sviluppare un sistema informativo. *Tesi di specializzazione in Sanità Animale, Allevamento e Produzioni Zootecniche. Università degli Studi di Padova.*
- Von Hardenberg, A., Bassano, P., Peracino, A., Lovari S., 2000.** Male alpine chamois occupy territories at hotspots before the mating season. *Ethology* 106:617-630
- Wall, R., Shearer, D., 1997.** *Veterinary Ectoparasites – Biology, pathology & control.* Blackwell Science Ltd. Oxford.
- Walton, S.F., Pizzutto, S., Slender, A., Viberg, L., Holt, D., Hales, B.J., Kemp, D.J., Currie, B.J., Rolland, J.M., O’Hehir, R., 2010.** Increased Allergic Immune Response to *Sarcoptes scabiei* Antigens in Crusted versus Ordinary Scabies. *Clinical and Vaccine Immunology* 17 (9):1428-1438
- Walton, S.F., Currie, B.J., 2007.** Problems in Diagnosing Scabies, a Global Disease in Human and Animal Populations. *Clinical Microbiology Reviews* 20(2):268-279
- Walton, S.F., Dougall, A., Pizzutto, S., Holt, D., Taplin, D., Arlian, L.G., Morgan, M., Currie, B.J., Kemp, D.J., 2004.** Genetic epidemiology of *Sarcoptes scabiei* (Acari: Sarcoptidae) in northern Australia. *International Journal of Parasitology* 34:839-849
- Wobeser, G., 2006.** *Essentials of Disease in Wild Animals.* Blackwell Publishing Professional. Ames, Iowa, USA.
- Wobeser, G., 2003.** Disease management in wildlife. *Journal of Mountain Ecology* 7 (Suppl.):85-88

RINGRAZIAMENTI

Voglio innanzitutto ringraziare coloro che hanno reso possibile la realizzazione di questa tesi:

- Il Professor Rudi Cassini, per non aver mai scoraggiato il mio interesse per la fauna selvatica, ma avermi invece permesso, con pazienza e disponibilità, di concretizzare questa passione in una tesi.
- Il Parco di Paneveggio-Pale di San Martino e la Provincia Autonoma di Trento, per aver messo a disposizione i dati che hanno determinato la creazione di questo lavoro.
- L'IZSve – sezione di Belluno, per avermi fornito le conoscenze necessarie allo sviluppo della tesi. Ringrazio in maniera particolare il Dottor Carlo Vittorio Citterio, per la saggia supervisione dei lavori, e la Dottoressa Turchetto, la mia mentore informatica.
- la Dottoressa Obber, per la fiducia, l'aiuto instancabile, la musica e l'amicizia con cui mi ha sostenuto durante le intense giornate dedicate all'elaborazione della tesi;
- Piergiovanni Partel, per la disponibilità nel seguire ogni fase della raccolta dei dati e della scrittura, per i preziosi insegnamenti faunistici e le uscite in campo durante cui ho imparato a riconoscere sempre meglio i protagonisti di questa tesi;
- il personale delle Stazioni Forestali e del PPPSM: in particolare Lucia, per avermi accolto nel suo regno di libri; gli agenti del Corpo Forestale Provinciale e i Guardiaparco Maurizio, Massimo, Elio ed Alberto, per avermi aiutato durante la raccolta dei dati ed avermi fatto conoscere il Parco nei suoi aspetti più belli ed avventurosi;
- gli amici della Foresteria di Villa Welsperg, compagni di fiori, studi e camminate notturne;
- Marina e Benito, per avermi permesso di osservare camosci e stambecchi con il loro ottimo binocolo;
- Matteo Mosconi, per le splendide foto dei nostri amici camosci.

Ringrazio inoltre:

- Mia madre e mio padre, per avermi insegnato così tante cose, e tra esse due delle più importanti: l'amore per la Natura e che "ogni lasciata è persa".
- le mie mitiche coinquiline Eleonora e Giulia, per tutte le avventure estreme e dure affrontate insieme e quelle che ancora ci aspettano!
- Tutti coloro che amo, gli amici, i compagni di viaggio umani ed animali, che rendono ogni giorno la vita più folle, saggia e bella.