

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI AGRARIA

- Corso di Laurea Specialistica in Scienze Forestali ed Ambientali -

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali

TESI DI LAUREA

Caratteristiche demografiche di una popolazione di
camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra rupicapra* Linnaeus, 1758)
nel comprensorio delle Alpi Retiche centrali.

Relatore: Dottor Renzo De Battisti

Correlatori: Dottoressa Maria Ferloni
Signor Enzo Vanotti

Studente: Luca Corlatti
n° mat. 548343-AB

A.A. 2005/2006

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTÀ DI AGRARIA

- Corso di Laurea Specialistica in Scienze Forestali ed Ambientali -

Dipartimento di Agronomia Ambientale e Produzioni Vegetali

TESI DI LAUREA

Caratteristiche demografiche di una popolazione di
camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra rupicapra* Linnaeus, 1758)
nel comprensorio delle Alpi Retiche centrali.

Relatore: Dottor Renzo De Battisti

Correlatori: Dottoressa Maria Ferloni
Signor Enzo Vanotti

Studente: Luca Corlatti
n° mat. 548343-AB

A.A. 2005/2006

© Luca Corlatti

Si autorizza la riproduzione di qualsiasi parte del presente lavoro, previa citazione del nome dell'autore e del titolo del lavoro. Si raccomanda in particolare la seguente citazione:

“Corlatti L. (2006). Caratteristiche demografiche di una popolazione di camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra rupicapra* Linnaeus, 1758) nel comprensorio delle Alpi Retiche centrali. Tesi di Laurea Specialistica in Scienze Forestali ed Ambientali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, Anno Accademico 2005/2006.”

Corrispondenza a: Luca Corlatti, Via Lusardi 14, 23100 Sondrio (ITALY). E-mail: luccorlatti@interfree.it

Indice

RINGRAZIAMENTI	Pag. 5
PREMESSA	Pag. 8
RIASSUNTO	Pag. 10
SUMMARY	Pag. 12
1. INTRODUZIONE	Pag. 14
1.1 Il camoscio delle Alpi	<i>Pag. 14</i>
1.1.1 Inquadramento sistematico	Pag. 14
1.1.2 La tribù dei Rupicaprini: origini, classificazione e distribuzione	Pag. 14
1.1.3 Il genere <i>Rupicapra</i> : origini, classificazione e distribuzione	Pag. 17
1.1.4 Biometria e morfologia	Pag. 21
1.1.5 <i>Habitat</i>	Pag. 27
1.1.6 Alimentazione	Pag. 31
1.1.7 Comportamento sociale e biologia riproduttiva	Pag. 32
1.1.8 Interazioni interspecifiche	Pag. 35
1.1.9 Malattie	Pag. 38
1.1.10 Struttura e dinamica di popolazione	Pag. 39
1.2 Concetti generali di dinamica di popolazione	<i>Pag. 42</i>
1.2.1 Cinetica di popolazione e fattori limitanti	Pag. 42
1.2.2 A che cosa serve studiare la dinamica di popolazione?	Pag. 52
2 OBIETTIVI	Pag. 55
3 MATERIALI E METODI	Pag. 56
3.1 Area di studio	<i>Pag. 56</i>
3.1.1 Inquadramento generale	Pag. 56
3.1.2 Geologia e geomorfologia	Pag. 60
3.1.3 Clima	Pag. 69
3.1.4 Vegetazione	Pag. 71

3.1.5	Attività antropiche	Pag. 85
3.1.6	Quadro faunistico	Pag. 90
3.2	Indagine sulla popolazione di camoscio presente nell'area di studio	<i>Pag. 94</i>
3.2.1	Premessa	Pag. 94
3.2.2	Vicende pregresse (analisi storica)	Pag. 94
3.2.3	Criteri adottati per il riconoscimento del camoscio in natura	Pag. 98
3.2.4	Pianificazione dei rilevamenti	Pag. 100
3.3	Elaborazione dei dati	<i>Pag. 105</i>
3.3.1	Archiviazione dei dati	Pag. 105
3.3.2	Metodologia adottata per lo studio demografico della popolazione	Pag. 106
3.3.3	Parametri indagati per lo studio demografico della popolazione	Pag. 107
3.3.4	Metodologia di analisi dei dati	Pag. 112
4	RISULTATI	Pag. 120
4.1	Analisi dei parametri adottati per lo studio demografico della popolazione	<i>Pag. 120</i>
4.1.1	Distribuzione della popolazione di camoscio nell'area di studio	Pag. 120
4.1.2	Analisi dei parametri demografici	Pag. 124
4.2	Analisi di Vitalità della Popolazione	<i>Pag. 140</i>
5	DISCUSSIONE	Pag. 143
5.1	Analisi dei parametri adottati per lo studio demografico della popolazione	<i>Pag. 143</i>
5.1.1	Distribuzione della popolazione di camoscio nell'area di studio	Pag. 143
5.1.2	Analisi dei parametri demografici	Pag. 145
5.2	Analisi di Vitalità della Popolazione	<i>Pag. 155</i>
6	CONCLUSIONI	Pag. 157
7	BIBLIOGRAFIA	Pag. 158

RINGRAZIAMENTI

Il mio primo e sincero «grazie!» va ad Antonio “Toni” Bondini (coordinatore degli Ungulati per il Settore Arcoglio), col quale ho condiviso molte ore di chiacchierate e osservazioni sul campo, per avermi introdotto nell’ambiente venatorio, regalato preziosi insegnamenti e offerto un indispensabile appoggio logistico mai venuto meno. Senza il suo aiuto, questo lavoro non avrebbe davvero potuto procedere nel modo in cui è stato.

Grazie all’Ufficio Caccia e Pesca dell’Amministrazione Provinciale di Sondrio e al Corpo di Polizia Provinciale di Sondrio per la collaborazione nello svolgimento del progetto.

Grazie al Comitato di gestione del Comprensorio Alpino di caccia di Sondrio per l’appoggio logistico e per la collaborazione fornita nella raccolta dei dati.

Grazie a Renato Scarafoni, già Agente di Vigilanza del Corpo di Polizia Provinciale di Sondrio, il cui aiuto per approfondire la conoscenza delle popolazioni e del territorio è stato davvero prezioso.

Grazie ad Enrico Merli (collaboratore dell’Università di Pavia e dell’ufficio faunistico di Piacenza) per gli indispensabili consigli su statistiche e P.V.A.!

Un sentito grazie a tutti i cacciatori del Comprensorio di caccia di Sondrio con i quali ho condiviso buona parte del lavoro sul campo e lunghe chiacchierate sull’argomento; ricordarli tutti sarebbe impossibile, quindi mi limito a citare quelli con i quali più spesso è capitato di incontrarmi: in ordine alfabetico, Giuliano Bongiolatti, Andrea Confeggi, Giuliano Moroni, Lido Movigliatti e Silvano Vanotti.

Grazie alla Fondazione Fojanini di Studi Superiori di Sondrio, in particolare a Fausto Gusmeroli e Giampaolo Della Marianna per l’aiuto nel riconoscimento delle piante erbacee.

La scelta di relatori e correlatori rappresenta di per sé una dimostrazione di fiducia nei loro confronti; mi perdoneranno quindi se ho rivolto per primo il mio ringraziamento alle numerose altre persone che mi hanno offerto il loro aiuto. Detto questo... grazie a relatori e correlatori! Renzo De Battisti, Maria Ferloni -che nonostante l’appartenenza ad una classe particolarmente impegnativa (“femmina adulta con prole gemellare di classe 0”) è riuscita comunque a districarsi fra i diversi (e numerosi!) impegni e a darmi consigli preziosi- ed Enzo Vanotti -il principale “responsabile” per aver lanciato l’idea di questo progetto-.

*...poi di nuovo, primavera,
a sorridere e raccogliere
frammenti di fatica dell'estate...*

Ai miei genitori

PREMESSA

All'interno del panorama faunistico alpino e prealpino lombardo, il camoscio delle Alpi riveste un ruolo di primo piano per svariate ragioni di natura bioecologica, sociale e, non ultima, venatoria: sulla base della vigente legge nazionale 157/1992, esso rientra infatti a pieno titolo fra le specie oggetto di caccia.

Nonostante, a partire dagli anni '50 del secolo scorso, le popolazioni siano state in generale espansione e, nell'ultimo ventennio, la loro gestione venatoria sia andata in genere migliorando, prelievi non pienamente corretti da un punto di vista biologico continuano tuttora a determinare problemi a livello strutturale e demografico con conseguente impossibilità di massimizzare i vantaggi da esse ricavabili, fra i quali la fruizione venatoria (Pedrotti & Toso, 2002).

All'interno di questo quadro si profila la necessità di trovare delle strategie operative, il più possibile aderenti alle singole realtà, che possano permettere di operare una gestione razionale della fauna, garantendo contemporaneamente di avere sul territorio popolazioni in buona salute (per esempio ben strutturate) ed, eventualmente, la possibilità di usufruirne nel modo migliore possibile dal punto di vista venatorio, attraverso la realizzazione di un prelievo sostenibile.

Per applicare una corretta gestione della fauna è necessario passare attraverso diversi livelli, il primo dei quali è la conoscenza della popolazione che si desidera gestire: questo implica, *in primis*, la conoscenza della biologia della specie, nonché di parametri quali la distribuzione, la consistenza, la struttura o, ancora, i parametri demografici, la dinamica, i rapporti con l'ambiente, lo *status* sanitario.

Queste esigenze sono particolarmente sentite per le specie soggette a regime venatorio, i cui popolamenti vengono modificati qualitativamente e quantitativamente dall'intervento umano che molto spesso va incontro alle proprie esigenze senza tenere in debita considerazione quelle della specie cacciata: è il caso, ad esempio, della destrutturazione di molte popolazioni di ungulati come conseguenza di un eccessivo prelievo di maschi adulti, il "trofeo" maggiormente ambito. L'acquisizione delle sopraccitate conoscenze e il loro utilizzo nell'ambito della gestione faunistica potrebbe prevenire o "aggiustare", almeno in parte, tali danni e riportare la popolazione ad una situazione più idonea.

Resta inteso che qualsiasi intervento gestionale, per quanto corretto dal punto di vista biologico e sociale, rischia di venire vanificato qualora ad esso non venga affiancata un'efficace azione di vigilanza volta a garantirne il rispetto. D'altra parte dovrebbero essere *in primis* coloro che usufruiscono della fauna (e tra questi i cacciatori) a rispettare il piano di intervento, dal momento che questo rientra nel loro interesse di "usufruttuari": garantire il benessere di una popolazione animale significa infatti massimizzare i vantaggi che da essa ci derivano; ad esempio i cacciatori

potranno prelevare più capi se il popolamento si troverà in una ottimale situazione di densità e di struttura, rispetto al numero e alla qualità di capi che sarà possibile prelevare in una popolazione destrutturata.

Il presente lavoro si inserisce in un'ottica di contributo alla conoscenza di una popolazione di camoscio alpino nel comprensorio delle Alpi Retiche centrali, attraverso lo studio e l'analisi di alcune caratteristiche demografiche e strutturali. Queste informazioni, oltre ad implementare i contributi scientifici relativi alla conoscenza della specie, scarsi in rapporto alla sua ampia diffusione (Apollonio, 2004), potranno essere utilizzate da coloro che si occupano di gestire quella popolazione o altre in condizioni simili, per impostare un prelievo venatorio che sia il più possibile corretto dal punto di vista biologico.

RIASSUNTO

Gli studi a lungo termine delle popolazioni animali rivestono un ruolo di grande importanza nell'ambito dell'ecologia di popolazione, della gestione faunistica e della biologia della conservazione. Di particolare interesse risulta la comprensione dei fattori limitanti che agiscono sulle popolazioni e ne delineano la dinamica demografica.

Nelle popolazioni di grandi erbivori, le fluttuazioni dei tassi vitali, legate a variazioni stocastiche e di densità della popolazione, sembrano giocare un ruolo di primo piano. In tale contesto si inserisce il presente studio, relativo ad una specie di primaria importanza nell'ambito faunistico alpino, il camoscio delle Alpi (*Rupicapra rupicapra rupicapra*).

L'obiettivo è stato quello di delineare lo *status* attuale della popolazione indagata, attraverso la determinazione di parametri come la distribuzione, il *trend*, la struttura, i tassi di natalità, la sopravvivenza dei piccoli, l'incremento utile annuo, rapportandoli con la densità pre-riproduttiva e le strategie di gestione operate.

Per le stagioni 2003 e 2004 è stata indagata la popolazione di camoscio nell'area di studio "Alpe Colina", il cui territorio (2097 ha) rientra nel comprensorio delle Alpi Retiche centrali ed è caratterizzato, da un punto di vista vegetazionale, dalla presenza di boschi di conifere e praterie alpine e, da un punto di vista geomorfologico, da numerosi circhi glaciali ad ampio sviluppo superficiale scavati prevalentemente su rocce acide. Al suo interno, cospicua è la presenza di attività zootecniche. Numerose le specie di fauna selvatica, la cui presenza è favorita dalla Zona di Ripopolamento e Cattura, chiusa alla caccia, che rientra parzialmente all'interno dell'area di studio.

Utilizzando la metodologia del *block-census* sono stati raccolti dati relativi alla distribuzione, alla consistenza e alla struttura della popolazione di camoscio. Parallelamente, indagini "storiche" hanno permesso di raccogliere dati pregressi relativi alle consistenze, alle strutture di popolazione e all'attività venatoria.

Le indagini statistiche hanno riguardato sia l'utilizzo dello spazio in termini di pendenza e preferenza nell'uso della zona protetta, sia le variazioni temporali dei vari parametri, in relazione alle densità raggiunte dalla popolazione e alle strategie di gestione operate. È stata inoltre condotta un'analisi di vitalità della popolazione, per valutare le possibili dinamiche demografiche in futuro, e il ruolo dell'attività venatoria in relazione ad esse.

È emersa l'immagine di una popolazione "*patchy*" (a macchie) con distribuzione disomogenea, legata perlopiù a caratteristiche morfologiche (esposizione, elevate pendenze e sviluppo superficiale), e alla tranquillità offerta dalla zona protetta.

Da un punto di vista demografico, un *trend* numerico discontinuo sembra testimoniare l'importante ruolo giocato dal prelievo venatorio, la cui intensità è variata molto negli anni. La

struttura di popolazione testimonia una tendenza all'accrescimento numerico, con elevato reclutamento delle classi più giovani (piccoli e *jahrling*), in contrasto con valori di incremento utile annuo medio-bassi, peraltro non imputabili totalmente all'attività venatoria. Altri fattori limitanti agiscono probabilmente in modo cospicuo sulla dinamica demografica: fra questi, *in primis* la mortalità naturale e il bracconaggio che, negli Ungulati, tipicamente agiscono maggiormente a carico dei maschi. A testimonianza di questo, depongono i valori di *Sex-Ratio* profondamente squilibrati a favore delle femmine, riscontrati soprattutto nelle classi adulte (0,40), e non imputabili all'attività venatoria, che complessivamente ha inciso di meno sui maschi, nonché l'età media degli adulti, significativamente minore nei maschi, la quale confermerebbe una maggiore incisività dei sopra citati fattori limitanti su questa classe. Tale scostamento potrebbe peraltro avere conseguenze negative sia sulla dinamica demografica sia sulla *fitness* degli individui. L'elevata presenza di femmine adulte potrebbe inoltre spiegare il valore medio-basso del tasso specifico di natalità (70,7%) e quello piuttosto elevato del tasso generico di natalità (35,9%), in relazione, rispettivamente, all'inibizione delle femmine più giovani all'accoppiamento e alla maggiore possibilità di sopravvivenza offerta ai piccoli dalle femmine adulte. Quest'ultima presenta valori nella media (63,7%), pur con notevoli variazioni temporali legate probabilmente alle condizioni climatiche dell'ambiente alpino. Nessuna variazione significativa nel tempo è stata trovata per le misure corporee degli *jahrling*, che presentano anche valori biometrici simili nei due sessi, a conferma dell'assenza di un influsso della densità sulle caratteristiche morfologiche. Anche i parametri demografici indagati non hanno presentato relazioni significative con i valori di densità pre-riproduttiva, con parziale eccezione del tasso generico di natalità. La densità peraltro presenta valori complessivamente medio-bassi (5,72 capi/100 ha), tali probabilmente da impedire l'innescare di meccanismi di densità-dipendenza.

L'analisi di vitalità della popolazione ha messo in evidenza la criticità del parametro caccia, la cui diversa modulazione ha dato luogo a scenari profondamente dissimili: in particolare, emerge la rapidità di crescita ottenuta eliminando o diminuendo l'impatto venatorio, e il rischio di estinzione connesso invece alla mancanza di limiti numerici minimi imposti all'esercizio venatorio.

In sintesi, lo studio condotto ha permesso di delineare lo *status* attuale di una popolazione di camoscio che presenta delle problematiche legate soprattutto alla disparità nel rapporto sessi. Alla luce di questo, emerge l'importanza assunta dalla Zona di Ripopolamento e Cattura, in grado di mitigare l'impatto antropico sulla popolazione, garantendone la presenza e la vitalità, il ruolo giocato dall'impostazione dei piani di prelievo e la necessità di un attento controllo dell'attività di bracconaggio.

SUMMARY

The long term studies of animal populations are of great importance for the population ecology, wildlife management and conservation biology. One of the central themes lies on the understanding of limiting factors that shape population dynamics.

In large-herbivore populations, the vital rates fluctuations in response to stochastic variations and population density seem to play a key-role. The proposed study, based on an important ungulate Alpine species, the chamois (*Rupicapra rupicapra rupicapra*), becomes part of this context.

The main objective looked into the determination of the actual *status* of a chamois population, by carrying out parameters such as distribution, trend, structure, birth rates, kids' survival and annual increase, and linking them to the population structure and management.

The population of the "Alpe Colina" study area (2097 ha), which has been studied for two years (2003-2004), lives within the Retic Alps mountain range. The habitat is characterized by the presence of coniferous forests and alpine grasslands, as well as several glacial cirques with ample area development. The anthropogenic presence results, mainly, in zootechnical and hunting activities. Several wild species are well represented, especially thank to the presence of a protected area, which partially overlaps with the study area.

Using a block-census methodology, data concerning population distribution, numerical level and structure have been collected. Besides, "historical" researches have been carried out in order to collect data on both past population structures and numerical levels, and hunting activity.

Statistical analyses on habitat use, temporal variation of demographic parameters linked to density levels and population management have been performed. Besides, a population viability analysis has been run in order to understand the role played by hunting in shaping the short-term evolution of the chamois population.

It emerged a "patchy" population with a heterogenic distribution, mainly linked to geomorphologic features (exposure, steepness of cliffs, valleys with ample area development) and safety offered by the protected area.

From a demographic point of view, the discontinuous trend seems to be proof of the important role played by hunting, which has been highly variable throughout the years. The population structure highlights the numerical tendency of increasing, through a high recruitment of young classes (kids and *jabrling*); this is in contrast with the low values of annual increase, which cannot be justified only by hunting pressure. Likely, some other limiting factors act considerably on the population demography: among them, *in primis* natural mortality and poaching, that typically weigh more upon male ungulates. This is confirmed by the value of *Sex-Ratio* in adult classes (0.40), which is strongly unbalanced toward females and cannot be explained by hunting,

since it has weighed more on females so far. Besides, the mean age of adults shows a high difference between males and females, with lower male age, which could be a proof of greater incisiveness of limiting factors on this class. This unbalanced *Sex-Ratio* could lead to negative consequences on population dynamics and individuals' fitness. The high presence of adult females could explain the medium-low value of specific birth rate (70.7%) and the great value of generic birth rate (35,9%), with reference to the breeding inhibition of younger females and the higher kids' survival chances, respectively. The kids' survival rate has shown medium value (63.7%), even though a high variability throughout the years has been observed, likely linked to the climatic features of the Alpine environment. No significant variation has been observed throughout the years and between sexes, as far as biometrical measurements are concerned. Not any of the demographic parameters has shown density-dependence, with the partial exception of the generic birth rate: likely, the low mean density value (5.72 individuals/100 ha) cannot trigger off any density-dependence.

The population viability analysis highlighted the key-role played by hunting, since the several scenarios, built up with various hunting pressures, have shown profound differences: a high rate of increase for the scenario without hunting, versus low rates of increase for the scenarios with hunting.

This study allowed shaping the actual *status* of the chamois population, which shows problems of biased *Sex-Ratio* in favour of female. In the light of this, what emerges is the importance of both the protected area, which mitigates the anthropogenic pressure, and the hunting management. Besides, poaching impact needs to be carefully controlled.

1 INTRODUZIONE

1.1 Il Camoscio delle Alpi

1.1.1 Inquadramento sistematico

Sulla base di Mustoni *et al.* (2002) la classificazione sistematica del camoscio è la seguente:

CLASSE	<i>Mammalia</i>	
Superordine	<i>Ungulata</i>	
ORDINE	<i>Artiodactyla</i>	
Sottordine	<i>Ruminantia</i>	
FAMIGLIA	<i>Bovidae</i>	
Sottofamiglia	<i>Caprinae</i>	
TRIBÙ	<i>Rupicaprini</i>	
GENERE	<i>Rupicapra</i>	
SPECIE		Sottospecie
	<i>R. pyrenaica</i>	<i>R. p. ornata</i> (Neumann, 1899)
		<i>R. p. parva</i> (Cabrera, 1911)
		<i>R. p. pyrenaica</i> (Bonaparte, 1845)
	<i>R. rupicapra</i>	<i>R. r. asiatica</i> (Lydekker, 1908)
		<i>R. r. balcanica</i> (Bolkay, 1925)
		<i>R. r. carpatica</i> (Couturier, 1938)
		<i>R. r. cartusiana</i> (Couturier, 1938)
		<i>R. r. caucasica</i> (Lydekker, 1910)
		<i>R. r. rupicapra</i> (Linnaeus, 1758)
		<i>R. r. tatriva</i> (Blahout, 1971)

1.1.2 La tribù dei Rupicaprini: origini, classificazione e distribuzione

Origini: i primi Bovidi fossili risalgono a circa venticinque milioni di anni fa (Miocene inferiore eurasiatico). Nel periodo “Pontiano” (7-5 milioni di anni fa, all’interno del periodo pliocenico, compreso fra i 7 e i 2 milioni di anni fa) in Cina comparve il primo antenato dei Rupicaprini che si conosca: la *Pachygazzella grangeri*. Alcuni autori ritengono che *Pachygazzella* fosse il progenitore degli attuali Rupicaprini, mentre altri ritengono che esso fosse una forma rupicapride estintasi e gli antenati degli attuali Rupicaprini fossero invece il serau o il goral (sopravvissuti dal Pliocene fino

ad oggi senza aver subito grosse differenziazioni, grazie alla stabilità degli ambienti tropicali e subtropicali) (Lovari, 2001).

Tutti sono invece d'accordo sul centro di speciazione (origine) dei Rupicaprini, che viene localizzato in Asia sud-occidentale, in territorio himalayano. Come evidenziato in fig. 1, da qui i Rupicaprini si diffusero, nel tardo Pliocene, seguendo diverse direzioni: verso ovest (in Europa, attraverso i rilievi himalayani, caucasici e balcanici), verso sud e verso est (in Nord America, attraverso l'istmo di Bering affiorante, e in Giappone).



Fig. 1: probabile diffusione dei Rupicaprini su base paleontologica: 1. *Rupicaprino pliocenico* (*Pachygazzella?*); 2. *Naemorhedus* (*goral*); 3. *Capricornis* (*serau*); 4. *Oreamnos* (*capra delle nevi*); 5. *Rupicapra* (*camoscio*) (da Lovari, 1984, in Broglia et al., 2003).

Classificazione e distribuzione : la tribù dei Rupicaprini era rappresentata, nel Plio-Pleistocene, da un numero decisamente maggiore di generi rispetto a quelli attuali. La maggior parte di questi generi risulta ad oggi estinta. Fra questi si ricordano, in Europa:

- *Procamptoceras brivatense*, antilope-camoscio diffusa nei Balcani fra 1.500.000 e 800.000 anni fa;
- *Gallogoral meneghinii* (*goral europeo*), simile all'attuale goral e di dimensioni notevoli, diffuso nelle zone montuose fra 1.500.000 e 800.000 anni fa;
- *Naemorhedus melonii* (*goral sardo*) presente in Sardegna circa 300-400.000 anni fa;
- *Myotyragus balearicus* (*capra delle Baleari*), dai caratteristici incisivi centrali a crescita continua, fatto alquanto strano per un Artiodattile, presente fino al Neolitico nelle isole del Mediterraneo;
- *Soergelia* sp. altro Rupicaprino europeo estintosi.

In America invece vivevano: *Neotragocerus spp.* (in periodo Pleistocenico), dalle corna simili a *Pachygazzella*, e *Numidocapra sp.*, simile a *Soergelia sp.*

Ad ogni modo le informazioni sono piuttosto frammentarie e c'è disaccordo fra i paleontologi sulla collocazione sistematica dei diversi Rupicaprini, sia di quelli estinti sia di quelli attuali. La loro sistematica è dunque ancora in discussione (Tosi *et al.*, 1996).

Per quanto riguarda i Rupicaprini attuali, si individuano almeno 5 generi (Lovari, 2001):

1. **Il camoscio, *Rupicapra spp.***, oggetto del presente lavoro;
2. **Il goral, *Naemorhedus spp.* (Hardwicke, 1825)**: distribuito nella Thailandia settentrionale, in Cina meridionale, in Myanmar, in Assam e lungo la catena himalayana fino in Kashmir, dove predilige i territori montuosi secchi e ripidi. Le popolazioni sono in forte contrazione numerica;
3. **Il serau asiatico, *Capricornis sumatraensis* (Bechstein, 1799)**: distribuito in Assam, in Cina meridionale, in Myanmar, in Thailandia, in Malesia, a Sumatra, lungo la catena himalayana fino al Kashmir e al Punjab, dove predilige i territori boscati e molto ripidi, a diverse altitudini. Le popolazioni sono in forte contrazione numerica;
4. **Il serau giapponese, *Capricornis crispus* (Temminck, 1845)**: non molto dissimile dal serau asiatico, è distribuito oltre gli 800 m di quota nelle isole di Honshu, Shikoku e Kyushu, dove predilige i terreni boscati e ripidi. Una sottospecie endemica, il serau di Taiwan (*Capricornis crispus swinhoei*), è molto simile al serau giapponese, ma le sue popolazioni sono a concreto rischio di estinzione in seguito a disboscamenti e caccia.
5. **La capra delle nevi, *Oreamnos americanus* (De Blainville, 1816)**: l'unico Rupicaprino superstite nel Nord America è distribuito sui monti occidentali di Canada e Stati Uniti, dai fiordi dell'Alaska fino alle Montagne Rocciose e ai *canyons* dell'Idaho, dove predilige le pareti rocciose.

Talvolta, ai Rupicaprini sopra elencati, viene aggiunta una sesta specie:

6. **Il takin, *Budorcas taxicolor* (Hodgson, 1850)**: specie dalle dimensioni notevoli, da taluni tassonomi inclusa tra gli Ovibovini (come il bue muschiato) o addirittura in una tribù a sé stante (Budorcatini). Distribuito nelle zone montuose dell'Asia centrale fra 2.000 e 4.500 m s.l.m., questa specie vive sia nelle zone poste oltre il limite superiore del bosco sia, durante la stagione più fredda, nelle aree boscate.

I Rupicaprini si differenziano dal resto delle Caprine per le abitudini abitative, per alcune caratteristiche morfologiche (per esempio lo scarso dimorfismo sessuale e lo scarso sviluppo di caratteri secondari come corna, barbe e specchi anali) nonché per i moduli comportamentali.

1.1.3 Il genere *Rupicapra*: origini, classificazione e distribuzione

Origini: nel corso degli anni sono state proposte diverse teorie sull'origine del genere *Rupicapra*. Quella di seguito esposta è l'ipotesi ad oggi più accreditata ed anche la più recente, nonostante non sia ancora stata provata in modo esauriente dal punto di vista paleontologico (Lovari, 2001).

«La forma più simile a *Rupicapra* ritrovata in Europa è *Procamptoceras*, sopravvissuta fino al Pleistocene medio. Alcune caratteristiche del cranio non suggeriscono comunque una discendenza diretta di *Rupicapra* da *Procamptoceras*, quanto uno stretto grado di parentela fra i due attraverso un progenitore comune ancora ignoto» (Pedrotti & Toso, 2002).

I più antichi ritrovamenti fossili appartenenti al genere *Rupicapra*, scoperti sui Pirenei francesi, risalgono a circa 300.000 anni fa (Pleistocene Medio) (Pedrotti & Toso, *l.c.*). Il periodo seguente coincide con la glaciazione del Riss (250.000-150.000 anni fa), fase durante la quale si pensa che i camosci presenti in Europa appartenessero alla specie *R. pyrenaica*. Prima dell'avvento della nuova glaciazione (glaciazione del Würm, 80.000-12.000 anni fa), cioè nel periodo interglaciale, le condizioni climatiche mutarono profondamente: le temperature più alte determinarono una retrocessione dei ghiacci e un cambiamento del profilo vegetazionale; tutte le specie adattate alla vita in condizioni ambientali piuttosto rigide, tipiche del periodo glaciale, non poterono fare altro che rifugiarsi in quelle zone che più si avvicinavano alle caratteristiche ambientali del periodo precedente, cioè sui massicci montuosi. Questo significa che durante l'interglaciale Riss-Würm (150.000-80.000 anni fa), la distribuzione europea del camoscio non doveva essere profondamente differente da quella attuale (fig. 2).



Fig. 2: probabile areale di *R. pyrenaica* (i camosci “ornati”) prima dell’arrivo di *R. rupicapra* (i camosci di tipo alpino) (da Parco Naturale Val Tronca, 1992, in Broglia et al., 2003).

Successivamente, il clima rigido della “glaciazione del Würm” permise la creazione di “ponti” di freddo che favorirono il contatto fra popolazioni separate di camosci. Inoltre, grazie a questi ponti, in Europa giunsero gruppi di camosci appartenenti ad una nuova specie, *R. rupicapra* (il camoscio di tipo alpino, caratterizzato da un migliore adattamento al clima rigido), la cui origine

spaziale è di difficile localizzazione, ma probabilmente si situa ad est o nord-est. Questi nuovi camosci alpini entrarono in contatto con gli “ornati” e, probabilmente caratterizzati da un numero maggiore o più semplicemente da una maggiore vitalità (tipica delle popolazioni colonizzatrici) avrebbero vinto la competizione spaziale con i camosci “ornati”, relegandone la presenza alle sole estremità del loro areale, dove si trovano tuttora: Monti Cantabrici, Pirenei, Appennino Abruzzese. Questa ipotesi permetterebbe di spiegare perché animali appartenenti a popolazioni così lontane (*R. p. parva*, *R. p. pyrenaica*, *R. p. ornata*) non presentino tutto sommato grosse differenze fra loro, a parte quelle relative alle corna, più che comprensibili dopo oltre 150.000 anni di separazione geografica (Lovari, 2001).

Con la fine della glaciazione del Würm, circa 12.000 anni fa, le popolazioni di camosci alpini, analogamente agli “ornati” nell’interglaciale precedente, si rifugiarono sui massicci montuosi europei, separandosi geograficamente fra loro fino ai giorni nostri. Questa separazione geografica durata, ad oggi, 12.000 anni, non sarebbe stata sufficiente per permettere alle popolazioni di camosci “alpini” di differenziarsi in maniera consistente, tanto che le differenze fra loro sono scarsissime a tutti i livelli. Ciononostante, un tale lasso di tempo, unitamente alle diverse condizioni climatico-ambientali dei vari massicci montuosi, hanno determinato quelle seppur minime differenze che permettono di individuare 7 sottospecie di *R. Rupicapra*. Massei *et al.* (1994) suggeriscono, per quanto riguarda le misure craniometriche, la presenza di un cline dimensionale per il genere *Rupicapra* che si svolgerebbe secondo l’asse direzionale SO-NE, con le popolazioni di sud-ovest che presentano crani più piccoli di quelli dei camosci delle popolazioni di nord-est.

Classificazione e distribuzione: nonostante la difficoltà che implica la classificazione delle specie e delle relative sottospecie, attualmente si riconosce l’esistenza di due specie appartenenti al genere *Rupicapra*: *R. pyrenaica* (camoscio ornato, o sudoccidentale) e *R. rupicapra* (camoscio di tipo alpino, o nordorientale), differenziate sulla base di studi paleontologici, elettroforetici, morfologici e comportamentali (Lovari, 2001). La distribuzione europea delle 10 sottospecie di camoscio elencate è illustrata in fig. 3.

R. pyrenaica comprende tre sottospecie:

1. *R. pyrenaica pyrenaica* (Bonaparte, 1845): camoscio dei Pirenei, o *Isard*, presente sui Pirenei francesi e spagnoli;
2. *R. pyrenaica parva* (Cabrera, 1911): camoscio dei Cantabrici, presente sulla cordigliera cantabrica, nel nord della Spagna;
3. *R. pyrenaica ornata* (Neumann, 1899): camoscio d’Abruzzo, presente nel Parco Nazionale d’Abruzzo con una popolazione di circa 700 capi (Pedrotti & Toso, 2002) che non si può ancora considerare fuori pericolo d’estinzione a causa di una scarsa variabilità genetica al suo interno.

Complessivamente la consistenza di *R. pyrenaica* è stimata attorno ai 45.000 capi, dei quali circa 25.000 in territorio francese, più di 19.000 in territorio spagnolo e circa 800 in Italia (Pedrotti & Toso, *l.c.*).

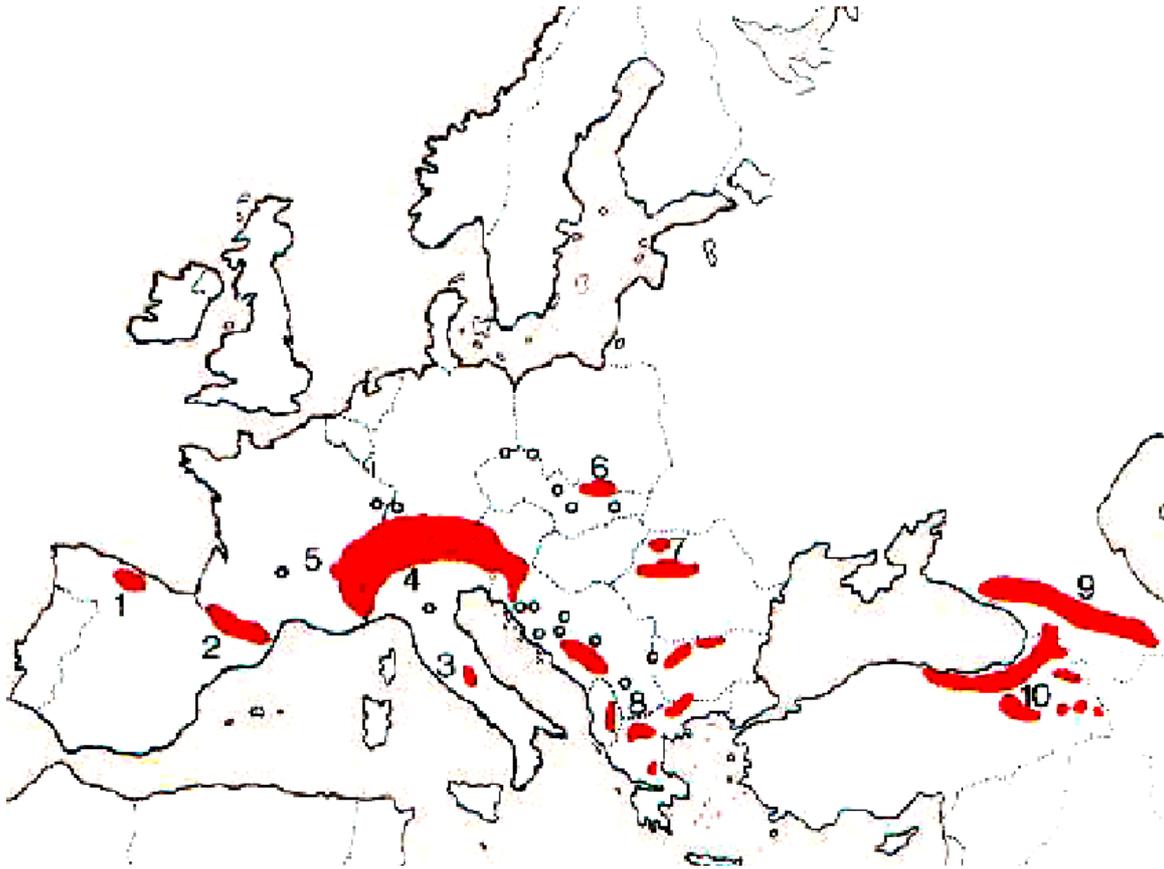


Fig. 3: distribuzione di specie e sottospecie di *Rupicapra* (da ONC, 1985, in Broglia et al., 2003, modificato): 1. *R. p. parva*; 2. *R. p. pyrenaica*; 3. *R. p. ornata*; 4. *R. r. rupicapra*; 5. *R. r. cartusiana*; 6. *R. r. tatrica*; 7. *R. r. carpatica*; 8. *R. r. balcanica*; 9. *R. r. caucasica*; 10. *R. r. asiatica*.

R. rupicapra comprende sette sottospecie, per un totale stimato di oltre 500.000 capi:

1. *R. rupicapra rupicapra* (Linnaeus, 1758): il camoscio delle Alpi è la sottospecie più numerosa, presente su tutto l'arco alpino con più di 420.000 capi stimati nel 2000 (Weber, 2001). In Italia la sua consistenza è stata stimata in più di 123.000 capi nel 2001 (Pedrotti *et al.*, 2001) (fig. 4). All'inizio del secolo scorso è stata effettuata una introduzione in Nuova Zelanda, dove attualmente si possono contare non meno di 30.000 capi (Pedrotti & Tosi, 2001);
2. *R. rupicapra cartusiana* (Couturier, 1938): camoscio dello Chartreuse, presente sul massiccio della Chartreuse, in Francia meridionale, con una popolazione ancora a rischio di estinzione, di 400 capi circa;
3. *R. rupicapra tatrica* (Blahout, 1971): camoscio dei Monti Tatra, presente nei Monti Tatra, sul confine fra Slovacchia e Polonia, con una popolazione di circa 800 capi (in crescita);

4. *R. rupicapra carpatica* (Couturier, 1938): camoscio dei Carpazi, presente sui Carpazi, in Romania e in Transilvania, con più di 9.000 capi;
5. *R. rupicapra balcanica* (Bolkay, 1925): camoscio dei Balcani, presente nella penisola balcanica con alcune migliaia di capi;
6. *R. rupicapra caucasica* (Lydekker, 1910): camoscio del Caucaso, presente sulla catena del Caucaso (Georgia e Russia) con una popolazione di circa 15.000 capi;
7. *R. rupicapra asiatica* (Lydekker, 1908): camoscio asiatico, presente sulla catena pontica, sui Monti Tauro e sugli Anti Tauro, in Turchia, con una popolazione considerata in regresso.

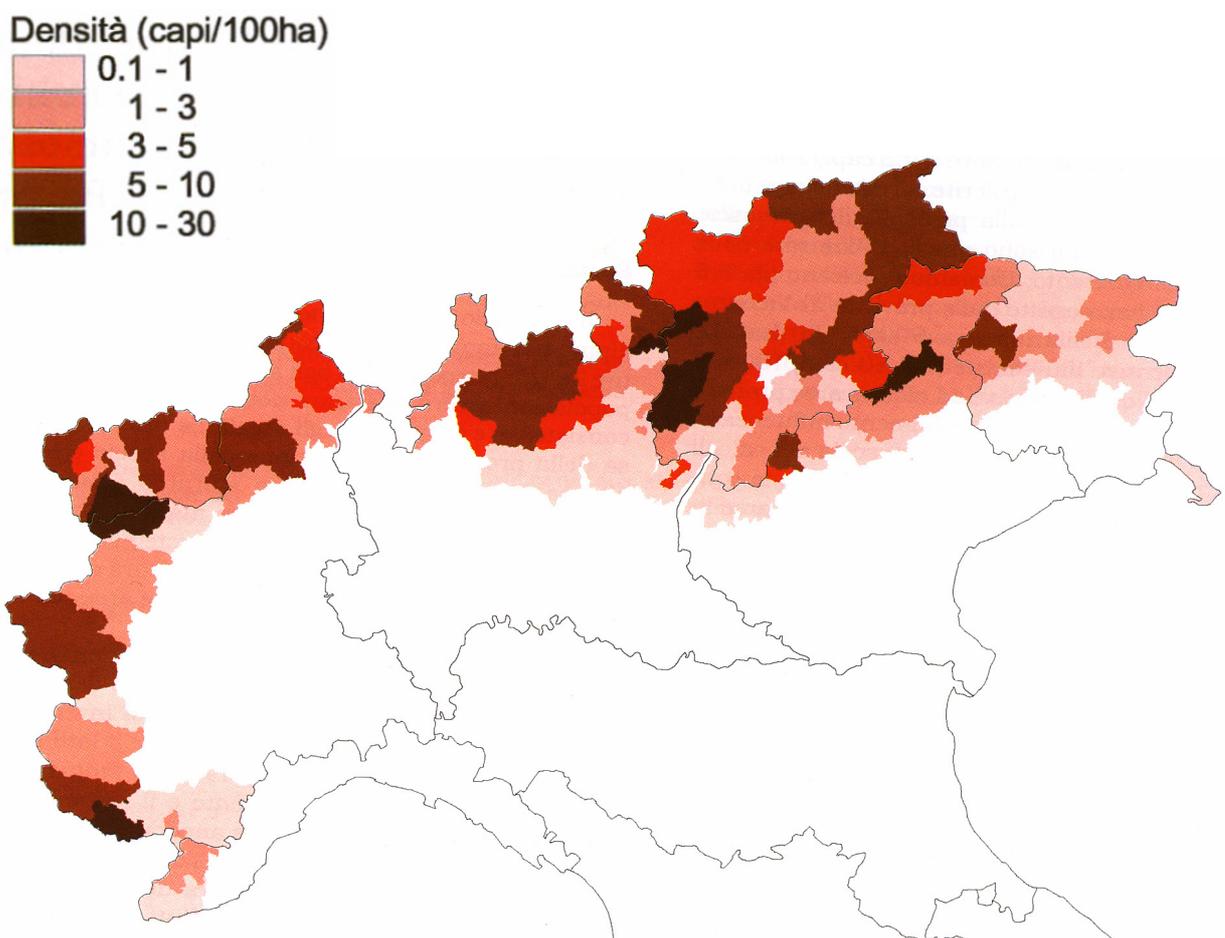


Fig. 4: distribuzione e densità delle popolazioni di camoscio delle Alpi nel territorio alpino italiano (da Pedrotti et al., 2001).

1.1.4 Biometria e morfologia

Il camoscio delle Alpi, nel suo aspetto generale, ricorda da vicino la capra domestica (fig. 5), anche se le sue forme sono decisamente più robuste, come si può notare dalle misure biometriche degli adulti riportate in tabella I tratte da Mustoni *et al.* (2002).

	Peso (vivo, in kg)	Altezza (al garrese, in cm)	Lunghezza (totale, in cm)
Maschio	30-45 (50)	76-86	120-140
Femmina	25-35 (40)	66-76	110-130

Tab. I: principali misure biometriche degli adulti di camoscio delle Alpi.

Nel camoscio delle Alpi diversi caratteri testimoniano il perfetto adattamento all'ambiente alpino e rupicolo. Il cuore ha pareti più robuste e la concentrazione di globuli rossi nel sangue è decisamente più elevata di quella umana (11-13 milioni per mm^3 contro $4,5 \text{ mm}^3$) (Weber, 2001). Gli zoccoli sono in grado di aderire perfettamente ai differenti substrati, grazie alla consistenza morbida ed elastica delle soles, ai bordi taglienti che permettono di ancorarsi alle più piccole sporgenze o di aderire su suoli ghiacciati, alla possibilità di muovere indipendentemente fra loro le due pinzette (III e IV dito modificati). La presenza di una plica cutanea (membrana interdigitale) fra le due pinzette garantisce una progressione ottimale anche su terreno innevato. Inoltre le ossa degli arti formano angoli molto chiusi che favoriscono il salto e il suo ammortizzamento (Casanova *et al.*, 1993).



Fig. 5: maschio adulto di camoscio delle Alpi in mantello invernale (foto: fonte internet).

Il dimorfismo sessuale è scarso: nonostante questo, il maschio ha una corporatura più massiccia rispetto alla femmina, che al contrario sembra più leggera. In particolare il treno anteriore dei maschi è maggiormente sviluppato (per la maggiore muscolatura). Questo carattere è più evidente col mantello estivo, dal momento che, in inverno, il pelo più lungo e folto può ingannare facendo sembrare le femmine più grosse di quanto siano in realtà. L'evidenza del

carattere è inoltre maggiore nei soggetti adulti, dal momento che i giovani ancora non hanno raggiunto la pienezza del loro sviluppo corporeo. I maschi hanno il collo più grosso delle femmine: questo è dovuto ad un maggiore sviluppo della laringe. Più in particolare (fig. 6), nel maschio il collo appare più largo che lungo ($A > C$), la sua larghezza appare maggiore della lunghezza della ganascia ($A > B$) e il muso che nel complesso appare più corto di quello femminile ha una forma assimilabile a quella di un triangolo (poiché l'angolo formato da B e C è molto ampio). Nelle femmine invece il collo appare più lungo che largo ($A < C$), la sua larghezza appare minore della lunghezza della ganascia ($A < B$) e il muso che appare decisamente più lungo di quello maschile ha una forma assimilabile a quella di un rettangolo (poiché l'angolo formato da B e C è più chiuso). Questo carattere è bene evidente negli adulti e anche nei subadulti (meno negli *jabrling*).

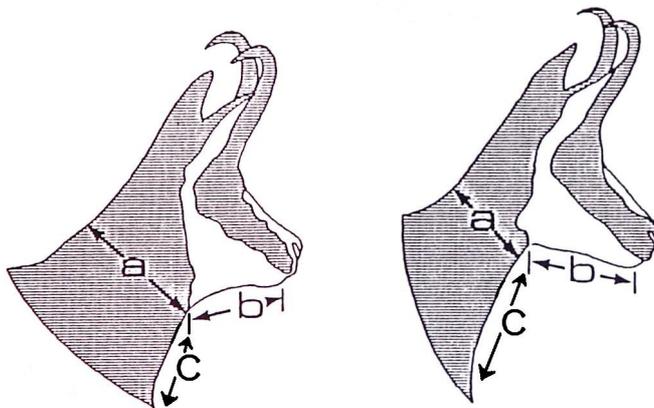


Fig. 6: nei maschi (a sinistra) il collo è più largo che lungo, mentre nelle femmine (a destra) è più lungo che largo (da Corti, 2002, modificato).

Come altri Ungulati alpini anche il camoscio presenta, nel corso dell'anno, due differenti mantelli (estivo e invernale), frutto di altrettante mute. La muta primaverile (marzo-giugno) porta l'animale ad acquisire il mantello estivo, caratterizzato da una colorazione giallastra-beige, piuttosto chiara, mentre zampe e coda mantengono colore più scuro; dorsalmente è evidente una striscia di peli scuri più marcata, soprattutto nei maschi, sul garrese e sulla groppa. Il mantello estivo dei maschi è solitamente più chiaro di quello delle femmine. I piccoli dell'anno sono in genere molto scuri. La muta autunnale (fine agosto-ottobre) porta al mantello invernale (ben differenziato in borra e giarra), decisamente più scuro di quello estivo e tendente al nerastro per favorire l'assorbimento delle radiazioni solari; la semplice striscia di peli dorsali presente in estate crea in questo periodo una "criniera", poco evidente nelle femmine, molto caratteristica nei maschi (denominata "*Gamsbart*" o semplicemente "*Bar*") (fig. 7). La parte posteriore della testa (così come le orecchie) assume colorazione analoga al resto del mantello, mentre la parte anteriore rimane per tutto l'anno di colore bianco, solcata da due strisce nere che decorrono dall'inserzione delle orecchie fino alla punta del muso, con contrasto cromatico più evidente in inverno. La macchia bianca si estende fino alla zona golare. Una piccola macchia bianca è pure presente nella zona perianale. Nei maschi, a partire dai 4-5 anni si rende visibile il "pennello", un ciuffo di peli che

ricopre l'organo genitale (ovviamente assente nelle femmine). La lunghezza del pennello tende ad aumentare con il passare degli anni (fig. 7). A questo proposito è necessario fare una precisazione: se ci si trovasse ad osservare un individuo dal basso verso l'alto, è intuibile capire come risulti più semplice apprezzare la presenza del pennello e quindi possa essere facile confondere un capo di 2-3 anni (nel quale il pennello di solito non è visibile) con un capo di età superiore (nel quale il pennello invece è apprezzabile anche da altre prospettive). È necessario quindi tenere bene in considerazione il punto dal quale si effettua l'osservazione. Il mantello dei maschi è generalmente più chiaro in estate e più scuro in inverno rispetto a quello delle femmine. Questo parametro è abbastanza aleatorio, dal momento che il colore del mantello dipende anche dalle caratteristiche proprie della popolazione in esame.

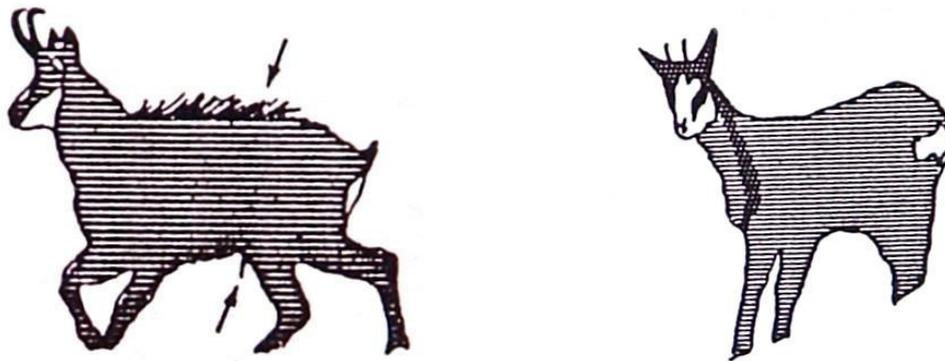


Fig. 7: nei maschi (a sinistra) sono visibili, soprattutto col mantello invernale, il “pennello” e la “criniera”, assenti nella femmina (da Corti, 2002, modificato).

Il camoscio delle Alpi possiede ghiandole sebacee e sudoripare, nonché ghiandole interdigitali, periorbitali, inguinali e retrocornuali; queste ultime, pur essendo presenti sia nei maschi sia nelle femmine, risultano maggiormente evidenti nei maschi, specialmente nel periodo degli accoppiamenti (Weber, 2001).

Le corna sono astucci cheratinici permanenti a crescita continua innestati su un cavicchio osseo. Di color ebano, sono tipicamente ritorte all'indietro nella loro porzione superiore (fig. 8).

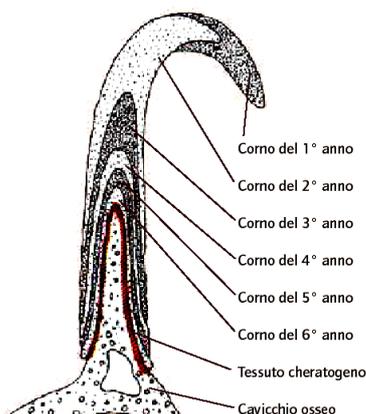


Fig. 8: le corna del camoscio, tipicamente ritorte all'indietro nella loro porzione superiore (da ONC, 1985, in Broglia et al., 2003).

Le corna crescono, seppur continuamente, “a salti” in quanto la cheratogenesi -cioè la formazione di materiale cheratinico- subisce uno *stop*, o perlomeno un rallentamento, in periodo invernale per poi riprendere in primavera. Questo determina la formazione dei cosiddetti “anelli di accrescimento”, estremamente utili per stimare l’età dell’animale (fig. 9).

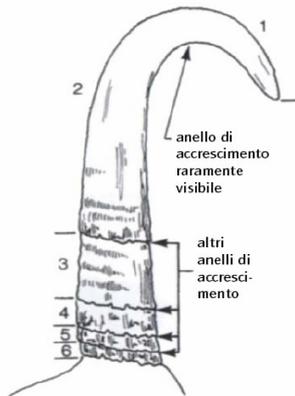


Fig. 9: oltre il quinto anno, per stabilire l’età dell’animale è opportuno fare riferimento agli anelli di accrescimento (il primo non è solitamente visibile), vere e proprie tacche discontinue che non devono essere confuse con gli anelli di ornamento (che sono delle semplici ondulazioni) (da ONC, 1985, in Broglia et al., 2003)

L’ampiezza degli anelli, quindi l’intensità della crescita, dipende sia dall’età sia dal sesso dell’animale: è evidente nei primi anni di vita, poi tende a diminuire e nei maschi è maggiore che nelle femmine. Le corna presentano, in linea di massima, delle differenze fra maschi e femmine: nei primi sono più grosse alla base e di sezione ovale, cosicché appaiono più grosse se osservate lateralmente (Pflieger, 1982) Nel maschio inoltre presentano una uncinatura decisamente più pronunciata (fig. 10).

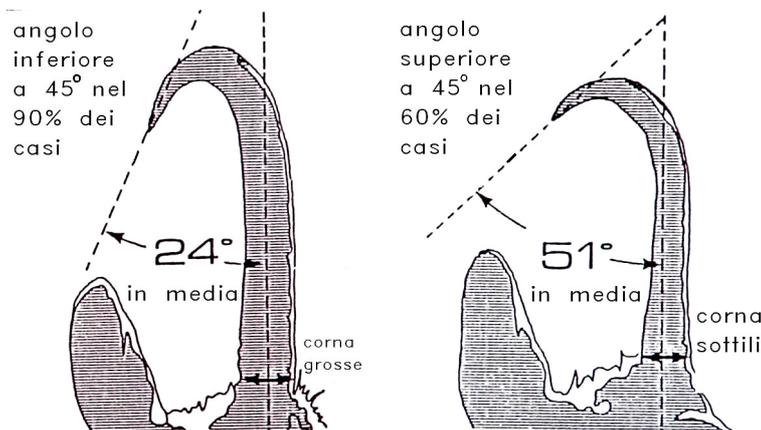


Fig 10: differenze fra corna di maschi (a sinistra) e femmine (a destra) (da Corti, 2002, modificato).

Si tenga tuttavia ben presente che quest’ultima rappresenta una caratteristica generale, non una regola. Infatti, come evidenziato in fig. 10, il *range* di variazione dell’angolo di chiusura dell’uncino dei maschi può sovrapporsi a quello delle femmine. Non sono perciò affatto rari i casi intermedi di maschi con corna “da femmina” e femmine con corna “da maschi”. Per questa ragione la forma delle corna non deve essere presa come unica prerogativa per distinguere maschi da femmine. Per una corretta valutazione sarà necessario dunque prendere in considerazione anche altri parametri

di riconoscimento. Ad ogni modo, quando presente, questa caratteristica si rende evidente già dai subadulti (2-3 anni). Non è possibile basarsi su di essa per distinguere il sesso dei piccoli. Difficile, anche se possibile, valutare il sesso degli *jabrling* sulla base della conformazione delle corna (lo sviluppo delle corna non è particolarmente elevato e l'uncinatura è meno evidente, ma pur sempre presente). Un'altra caratteristica delle corna è la loro divaricazione. In linea di massima nei maschi è più accentuata (e, soprattutto, le corna in genere non sono mai parallele, nemmeno per un tratto). Le femmine invece hanno corna maggiormente parallele, almeno per il tratto iniziale. Ciononostante, non sono rari i casi di femmine che hanno corna molto divaricate, tali da sembrare quelle di un maschio.

La formula dentaria del camoscio, per emimandibola, è la seguente:

$$P1 \ P2 \ P3 \ \quad M1 \ M2 \ M3$$

$$I1 \ I2 \ I3 \ \quad C1 \ \quad P1 \ P2 \ P3 \ \quad M1 \ M2 \ M3$$

per un totale di 32 denti. La dentizione definitiva è completa a 45 mesi di età, e la progressiva sostituzione dei denti da latte con i denti definitivi è molto utile per la determinazione dell'età dell'animale (fig. 11).

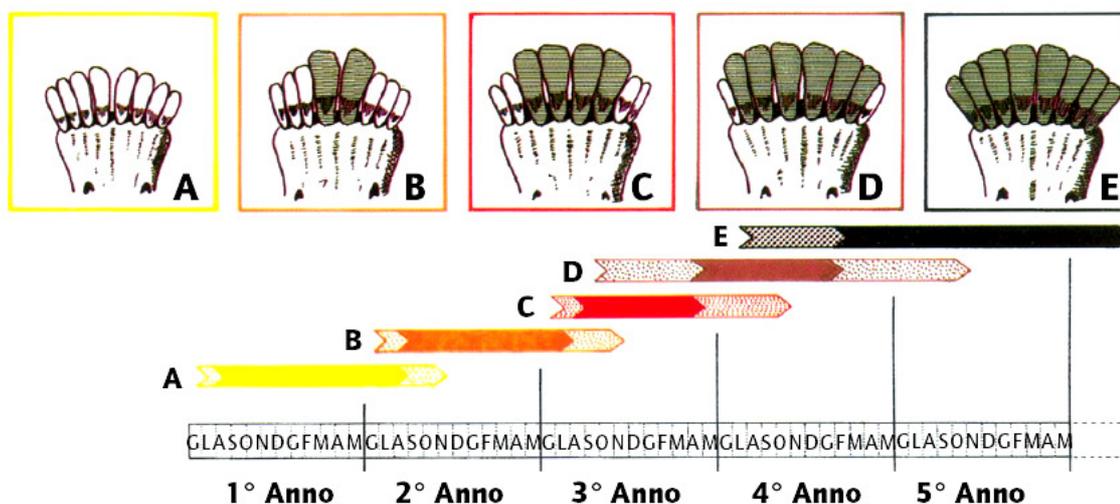


Fig. 11: progressiva sostituzione dei denti da latte con i denti definitivi, che permette di stabilire con una certa precisione l'età fino al quinto anno (da ONC, 1985 in Broglia et al., 2003).

Oltre i 45 mesi di vita la determinazione dell'età si basa sull'usura dei denti stessi e, soprattutto, sull'esame degli anelli di crescita visibili sulle corna. In natura invece, la determinazione dell'età si fonda su una serie di caratteristiche fisiologiche, comportamentali e anatomo-morfologiche: la suddivisione dei capi in diverse classi di età si basa sui modelli classici proposti da Bubenik & Schwab (1975) ripresi e semplificati da Tosi & Spagnesi (1985, in Pedrotti, 1989) in maniera tale da

risultare maggiormente spendibili da un punto di vista pratico. Sulla base di questi ultimi autori distinguiamo 5 classi (fig. 12):

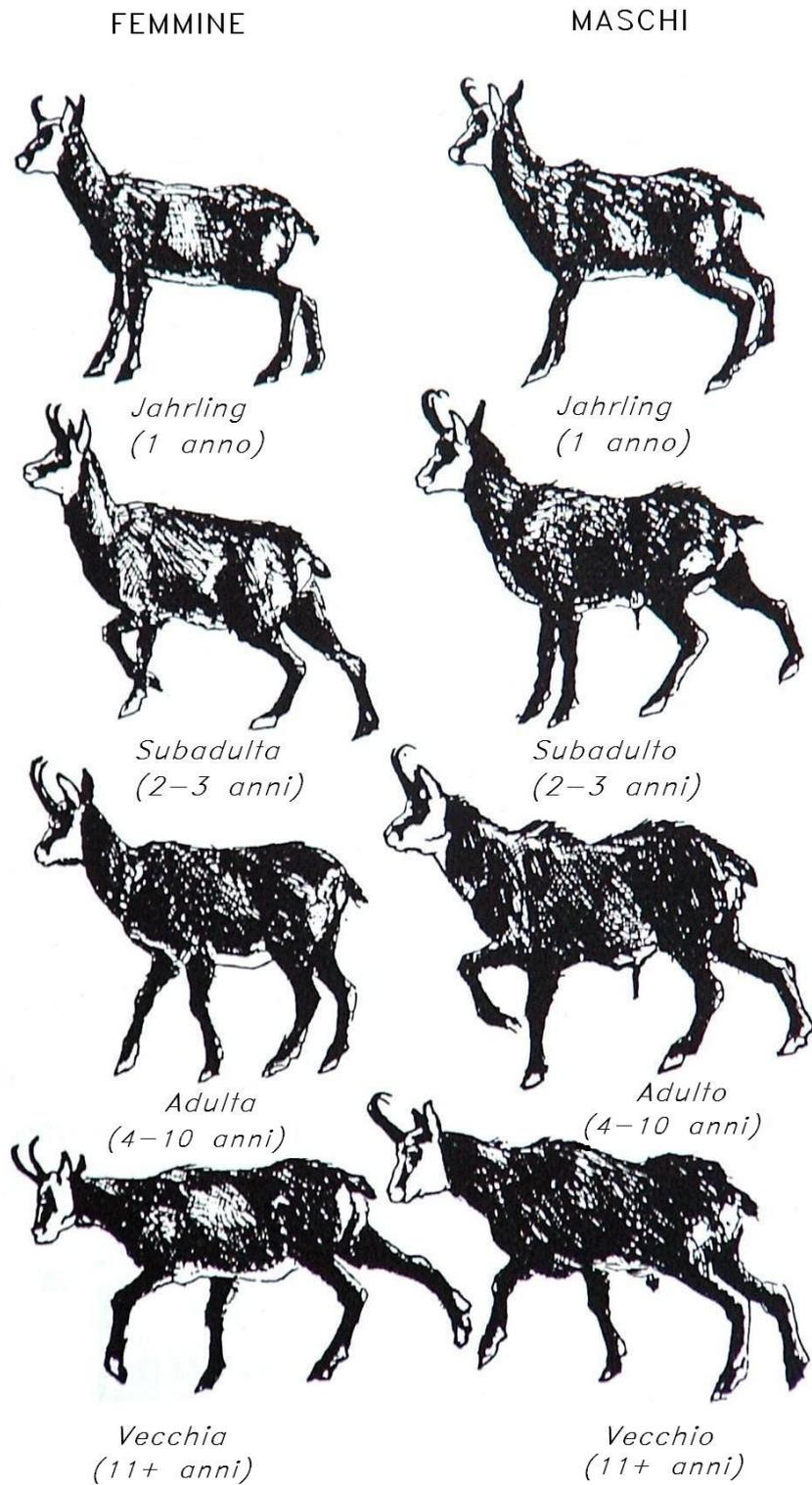


Fig. 12: caratteristiche morfologiche di maschi e femmine nelle diverse classi di età (da Meile, 1982, in Pedrotti, 1989, modificato).

- **piccoli (<1 anno):** la classe dei piccoli, o capretti, è certamente la più semplice da determinare e quindi quella soggetta a minori errori di valutazione. I piccoli hanno infatti dimensioni decisamente inferiori rispetto agli adulti e le corna sono limitate a degli abbozzi (in estate) o a strutture di piccole dimensioni (4-5 cm in autunno, inverno e inizio primavera);
- **jahrling (1 anno):** anche la classe degli *jahrling* è piuttosto semplice da riconoscere. Oltre alle dimensioni corporee inferiori rispetto agli adulti, in questo caso un parametro decisamente importante è rappresentato dall'altezza delle corna rispetto a quella delle orecchie: infatti le prime non superano quasi mai l'altezza delle orecchie (fig. 12). Possono verificarsi casi di capi particolarmente “buoni” nei quali le corna superino addirittura l'altezza delle orecchie. Questi individui possono essere confusi con i subadulti e per non incorrere in problemi di questo tipo è necessario osservare anche tutte le altre caratteristiche fisiche e comportamentali;
- **subadulti (2 - 3 anni):** quella dei subadulti è probabilmente la classe che presenta i maggiori problemi per il riconoscimento in natura: non è sempre facile infatti trovare il confine che separa i subadulti dagli adulti. Tuttavia alcuni particolari possono aiutare il riconoscimento: le corna sono 1 volta e $\frac{1}{2}$ o 1 volta e $\frac{3}{4}$ l'altezza delle orecchie, le zampe sono molto lunghe rispetto alla profondità del torace, cosicché l'animale sembra “camminare sui trampoli” (fig. 12);
- **adulti (4 - 10 anni):** gli adulti hanno una struttura corporea “definitiva”, più massiccia. Le corna sono alte circa due volte le orecchie, le zampe sono lunghe quanto è profondo il torace (fig. 12). Nei maschi comincia a rendersi visibile il pennello e la criniera (soprattutto col mantello invernale);
- **vecchi (11+ anni):** nei vecchi il portamento diventa più prostrato rispetto a quello degli adulti. La figura nel suo complesso appare più “spigolosa” (fig. 12). Il mantello comincia ad ingrigire, soprattutto a livello di mascherina facciale (anche se si riportano casi di individui sopra i 14 anni con mascherina facciale ancora piuttosto ben delineata, oss. pers.).

Le caratteristiche comportamentali sono trattate al par. 1.1.7.

1.1.5 *Habitat*

Il camoscio delle Alpi è un abitante tipico degli orizzonti montano, subalpino e alpino: in particolare, le quote più frequentate sono quelle comprese fra 1000 e 2500 m s.l.m. (Pedrotti & Toso, 2002). L'immagine che comunemente associa la presenza del camoscio esclusivamente alle zone alto alpine, aperte, ben al di sopra del limite superiore del bosco, dovrebbe in realtà essere smentita, o quantomeno precisata: è probabile infatti che in passato le popolazioni di camoscio siano state spinte alle quote più elevate (più sicure) in seguito a pressioni di natura antropica, caccia *in primis* (Rossi, 1999). Negli ultimi tempi una diminuzione dell'attività venatoria, associata ad altri

fattori quali un maggiore controllo del bracconaggio e il progressivo abbandono delle zone montane da parte dell'uomo (quindi, in ultima analisi, una diminuzione dei fattori di disturbo) ha spinto molte popolazioni di camoscio a (ri)colonizzare zone poste a quote decisamente più basse: sono ben noti i casi di popolazioni stabili attorno ai 400-500 m s.l.m. (Tosi & Perco, 1982). Da questo si può facilmente dedurre come l'altitudine non rappresenti un fattore determinante per la scelta dello *habitat* da parte del camoscio e le caratteristiche fondamentali che un ambiente deve possedere vanno ricercate altrove: questi ambienti devono essere generalmente caratterizzati da suoli con buona pendenza, alternanza di rocce affioranti e vallette, che determinano un elevato "sviluppo superficiale", offrendo rifugio e riparo e cenge erbose che offrono alimento (Ramanzin, 2004). Particolarmente gradite, anche per tutto l'anno, le zone boscate, che garantiscono rifugio, cibo e *comfort* termico (sia contro il caldo estivo sia contro il freddo invernale): non è raro incontrare popolazioni che scelgono di rimanere tutto l'anno al di sotto del limite della vegetazione, purchè questo territorio boscato sia anch'esso caratterizzato da buone pendenze con forte componente rocciosa e zone erbose per l'alimentazione (Von Elsner, 1985) (fig. 13).



Fig. 13: la cima del monte Canale, sponda orientale del circo glaciale dell'Arcoglio di Triangia (vedi par. 3.1.2), rappresenta il tipico habitat del camoscio, con pareti molto ripide solcate da diverse vallette che creano un ampio sviluppo superficiale; si noti l'alternanza di componente rocciosa e cenge erbose (foto Luca Corlatti).

D'altra parte il camoscio delle Alpi può mostrare una certa variabilità nella scelta dello *habitat* in relazione sia alla stagione (astronomica e fenologica) sia al sesso di appartenenza (Von Elsner, 1985). Durante il periodo **estivo** i camosci tendono infatti a salire di quota per andare ad occupare praterie e cenge erbose frammiste a pareti rocciose e canaloni (zone ad elevato sviluppo superficiale), e possono spingersi fino a 3000 m s.l.m. (fig. 14).

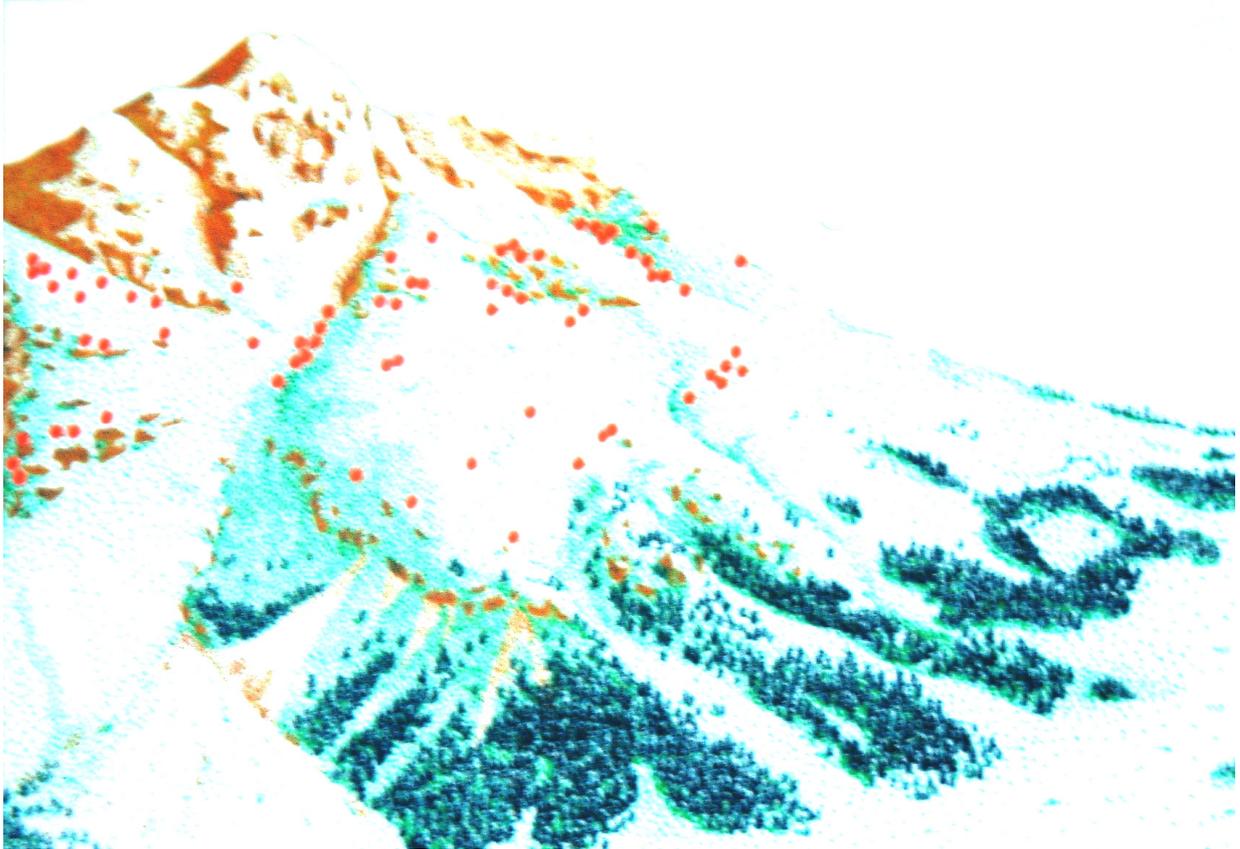


Fig. 14: i quartieri di estivazione del camoscio sono tendenzialmente posti a quote piuttosto elevate, spesso sopra il limite superiore del bosco (da Corti, 2002).

In questo periodo i maschi tendono ad abitare quote più basse, ai margini del bosco, a dispetto dei gruppi di femmine con i piccoli che occupano le fasce più elevate. Le esposizioni a sud sono meno gradite in periodo estivo, dal momento che portano ad eccessiva calura ed inducono la vegetazione a seccare troppo presto. Le medesime quote sono frequentate pure in periodo **autunnale**, in coincidenza con la fase degli amori: i maschi lasciano le loro zone di estivazione e si spostano nelle aree dove si trovano le femmine, in genere a quote più elevate di quelle che normalmente frequentano in estate, oppure mantengono territori occupati già dall'estate, dove potranno trovare le femmine in novembre-dicembre (vedi par. 1.1.7).

Una volta terminato il periodo degli amori, con l'avvicinarsi del periodo **invernale** i camosci tendono ad abbassarsi (anche notevolmente) di quota per cercare rifugio e nutrimento nel bosco (fig. 15) purché, come accennato in precedenza, questi ambienti siano caratterizzati da versanti ripidi (grazie ai quali evitano gli accumuli eccessivi di neve), rocciosi e con ampio sviluppo superficiale. In periodo invernale le esposizioni a sud sono preferite, dal momento che permettono sia un rapido scioglimento del manto nevoso, sia una precoce ripresa della vegetazione in primavera (Pedrotti & Toso, 2002). In questa fase dell'anno le risorse trofiche sono in genere piuttosto scarse e localizzate: questo fa sì che maschi e femmine possano andare ad occupare le medesime zone, non tanto per ragioni sociali quanto per necessità di reperire cibo.

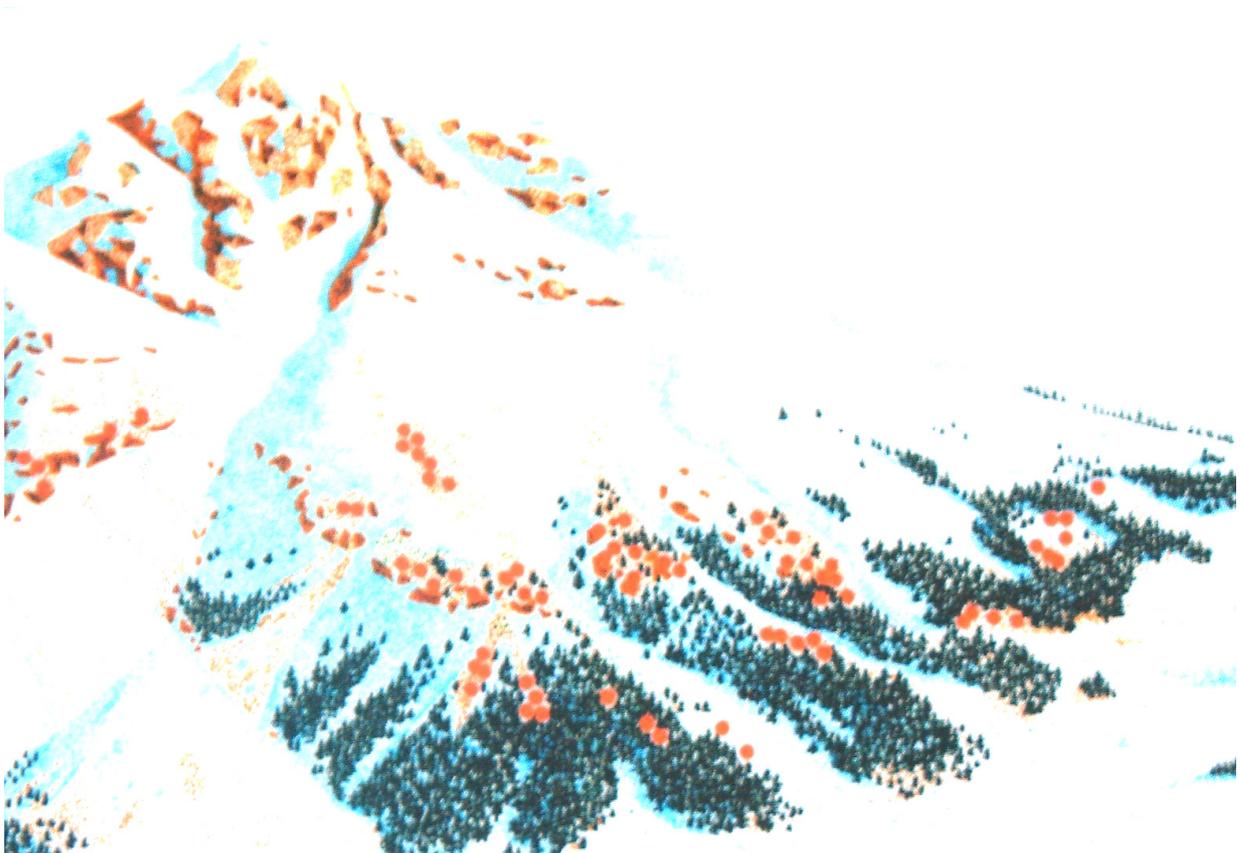


Fig. 15: i quartieri di svernamento del camoscio sono posti a quote più basse rispetto ai quartieri di svernamento; la maggior parte degli individui abitano tendenzialmente sotto il limite del bosco (da Corti, 2002).

In periodo **primaverile** il camoscio tende a seguire l'andamento della ripresa vegetativa, dal basso verso l'alto: all'inizio della primavera può raggiungere quote anche molto basse per approfittare della vegetazione appena spuntata, dopodiché tende a salire di quota fino a raggiungere, con l'approssimarsi dell'estate, i quartieri di estivazione. Lo scioglimento delle nevi gioca un ruolo in questi spostamenti: se le temperature consentono un rapido scioglimento della

neve, con conseguente rapida ripresa vegetativa, i camosci tendono a raggiungere i quartieri estivi con maggiore anticipo rispetto ad annate durante le quali la neve rimane al suolo più a lungo.

1.1.6 Alimentazione

I ruminanti vengono generalmente classificati sulla base delle loro abitudini alimentari. La classificazione più diffusamente utilizzata è quella proposta da Hoffmann (1985, in Ramanzin, 2001) in base alle differenze fisiologiche nei ruminanti, che vengono suddivisi in selettori di concentrati (brucatori, per esempio il capriolo), consumatori intermedi (per esempio il cervo) e consumatori di foraggi grezzi (pascolatori, per esempio le pecore).

Recentemente è stata proposta una nuova classificazione basata sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei foraggi (Clauss *et al.*, 2003). Tuttavia, poiché la questione esula dagli scopi di questo lavoro, verrà qui mantenuta la classificazione di Hoffmann, secondo la quale il camoscio delle Alpi viene indicato come “consumatore intermedio” (Hoffmann, 1985, in Ramanzin, 2001).

In linea di massima potremmo affermare che l'alimento preferito è rappresentato da componenti erbacee, perlopiù graminacee e leguminose; ciononostante il camoscio è caratterizzato da un certo “opportunismo” alimentare che gli permette di adattare la sua dieta alla disponibilità spaziale e stagionale, tanto che il suo spettro alimentare comprende almeno 300 diverse specie vegetali (Tosi & Perco, 1982). Per i camosci che vivono nelle zone boscate è presumibile che la componente erbacea nella dieta tenda a diminuire a favore di componenti arboree o arbustive, il contrario si verifica per gli animali che vivono in zone aperte (Ramanzin, 2001). Nella bella stagione l'erba rimane l'alimento maggiormente consumato: in primavera (metà marzo-fine maggio) gli animali si abbassano anche molto di quota per approfittare dell'erba appena spuntata (graminacee e dicotiledoni, fra le quali *Agropyron sp.*, *Avena sp.*, *Bromus sp.*, *Dactylis sp.*, *Festuca sp.*, *Poa sp.*, *Trisetum sp.*, *Crocus sp.*, *Colchium sp.*), mentre in estate (giugno-settembre) la dieta si indirizza per più del 50% verso infiorescenze di dicotiledoni, foglie e rami di arbusti (*Centaurea sp.*, *Heraclenum sp.*, *Lactuca perennis*, *Lotus sp.*, *Medicago sp.*, *Prunus sp.*, *Sorbus sp.*); il rimanente 48% circa della dieta estiva è rappresentato da monocotiledoni (30%) come graminacee e cyperacee, nonché da ericacee e conifere (18%). In autunno (ottobre e novembre) sono appetite le graminacee tardive (*Festuca sp.*, *Phleum sp.*, *Poa sp.*), mentre nella stagione fredda, da dicembre a metà marzo, il camoscio si adatta ad una alimentazione più povera (accompagnata da un aumento di volume ruminale del 30%) caratterizzata da graminacee e cyperacee secche (*Carex sp.*, *Festuca sp.*, *Koeleria sp.*, *Sesleria sp.*), da foglie e rami di arbusti (mirtillo), da aghi di resinose (*Juniperus communis*, *Picea abies*, *Abies alba*, *Pinus sp.*) (Mustoni *et al.*, 2002). Secondo alcuni autori (Mustoni *et al.*, *l.c.*) il camoscio eviterebbe di alimentarsi di foglie di pino mugo (*Pinus mugo*) se non in casi di elevate densità di popolazione, ipotesi smentita da osservazioni personali condotte durante il presente studio, nel quale è stato

ripetutamente osservato un piccolo gruppo di camosci in fase di colonizzazione (bassa densità) che si nutriva sistematicamente di aghi di pino mugho. Il camoscio beve di rado, dal momento che è generalmente in grado di soddisfare le sue esigenze idriche grazie all'acqua presente nei vegetali (nel periodo estivo), oppure leccando la neve, nei mesi invernali, ma anche in quelli estivi (Weber, 2001). Non di rado è possibile osservare camosci leccare rocce (Mustoni *et al.*, 2002) o, in alternativa, muri di case (osservazione personale, 2004) per garantirsi un corretto apporto di sali minerali.

Il camoscio è generalmente ritenuto animale diurno. Tuttavia, ancora poco è conosciuto a proposito, e l'attività notturna potrebbe rivelarsi importante (Corti, 2002). Ad ogni modo, durante il giorno l'attività principale è l'alimentazione, la cui frequenza e durata delle fasi variano molto a seconda della stagione: in estate l'attività di alimentazione inizia prima ed è più frazionata nell'arco della giornata. In periodo invernale la tendenza è invertita: l'alimentazione inizia dopo ed è più continua (fig. 16) (Corti, *l.c.*). Tali ritmi variano anche a seconda del sesso e della classe di età dell'animale: sono più stabili per le femmine e per i piccoli, mentre nei maschi adulti subiscono importanti variazioni in primavera e, soprattutto, in autunno, quando gli animali investono più tempo nelle interazioni sociali.

L'alimentazione coincide, generalmente, con i momenti di maggiore contattabilità degli individui: questo si riflette nella scelta del momento della giornata ottimale per effettuare i censimenti (vedi par. 3.2.4).

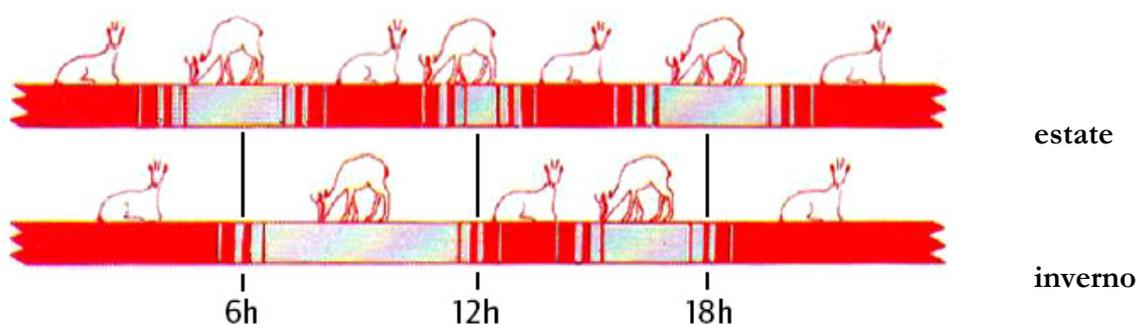


Fig. 16: frequenza e durata delle fasi alimentari del camoscio in periodo estivo (sopra) e in periodo invernale (sotto) (da ONC, 1985, in Broglia *et al.*, 2003).

1.1.7 Comportamento sociale e biologia riproduttiva

Il camoscio delle Alpi è una specie caratterizzata da gregarismo e segregazione sessuale: per gran parte dell'anno, con l'eccezione del periodo degli amori, è possibile incontrare gruppi di maschi e di femmine fra loro separati.

Gruppi di femmine: l'associazione di base è costituita dalla femmina col piccolo. Il gruppo femminile può essere composto dalla semplice associazione di base, oppure dall'aggregazione di più associazioni di base alle quali possono unirsi *jabrling* (maschi e femmine), subadulti (più spesso femmine, più raramente maschi), femmine subadulte o adulte senza piccolo e femmine vecchie senza piccolo (queste ultime possono anche condurre vita solitaria). Raramente si incontrano maschi adulti al loro interno. I gruppi femminili sono aperti, dal momento che gli individui possono uscire o entrare da essi piuttosto liberamente, e possono raggiungere dimensioni notevoli: a seconda della densità e delle caratteristiche ambientali, fino ad oltre 100 individui. Tali gruppi tendono a sciogliersi temporaneamente con l'approssimarsi del periodo dei parti, che cade in maggio-giugno, dal momento che le femmine si portano, sole, in luoghi impervi per partorire i piccoli. Quando i nuovi nati sono in grado di seguire la madre, poco dopo la nascita, i gruppi femminili tendono a ricomporsi. Nel frattempo gli altri individui che erano uniti al gruppo nel periodo pre-natale (*jabrling*, subadulti ecc.) si caratterizzano per una notevole mobilità. Tipica è la formazione, come accade per lo stambecco, di "asili" (*nurseries*), gruppi temporanei di piccoli tenuti sotto controllo da alcune femmine adulte, mentre le altre madri si dedicano all'alimentazione (Ramanzin, 2001).

Gruppi di maschi: giovani (*jabrling*) e subadulti, come già detto, possono stare nel gruppo delle femmine. D'altra parte è possibile incontrare *jabrling* maschi in gruppi caratterizzati da notevole mobilità. A due anni di età i maschi tendono a staccarsi dalle madri, anche se difficilmente cominciano da subito a condurre vita solitaria e più spesso tendono a formare gruppo fra loro. Gli adulti preferiscono in genere vivere soli; tuttavia alcuni possono essere accompagnati dai cosiddetti "scudieri" (maschi più giovani). È difficile (anche se possibile) incontrare associazioni di maschi adulti, se non in casi particolari: ad esempio un maschio adulto accompagnato da un altro maschio adulto di rango inferiore. Ponti (1992) riporta il caso di due maschi di 4 anni che probabilmente troppo giovani per stare da soli ma troppo vecchi per stare con il gruppo delle madri, sembravano aver deciso di stare assieme pur essendo dello stesso rango.

Stagione degli amori: fra la metà di novembre e la metà di dicembre maschi e femmine si riuniscono per la stagione degli amori. Talvolta è possibile incontrare associazioni di maschi e femmine anche al di fuori del periodo degli amori; in particolare nella stagione fredda, per un migliore sfruttamento delle risorse trofiche, spesso concentrate in poche aree. Nel periodo riproduttivo i maschi sono caratterizzati da una intensa attività, soprattutto gli adulti dai 5-6 anni in poi, i quali mostrano una serie di comportamenti caratteristici (che permettono fra l'altro una sicura determinazione del sesso): il cosiddetto "*body shake*", lo scuotimento del corpo che avviene contemporaneamente all'orinazione, per impregnare il mantello, le lotte fra maschi con frequenti rincorse, il marcaggio di arbusti e ciuffi d'erba col secreto delle ghiandole retrocornuali (fig. 17)

oppure il crepitio emesso con le labbra. Questo periodo è piuttosto dispendioso per i maschi, che possono arrivare a perdere fino al 30% del proprio peso (Ramanzin, 2001).



Fig. 17: comportamenti caratteristici dei maschi nel periodo degli amori: “body shake” (a sinistra) e sfregamento degli arbusti con le ghiandole retrocornuali (a destra) (da ONC, 1985, in Broglia et al., 2003).

Le femmine invece in questo periodo sembrano essere più passive, anche se mostrano alcuni comportamenti tipici, come l'intimidazione laterale (fig. 18).

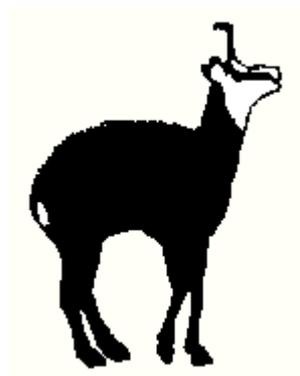


Fig. 18: atteggiamento di intimidazione laterale, tipico della femmina (da ONC, 1985, in Broglia et al., 2003).

La strategia riproduttiva più nota è di tipo non territoriale: con l'approssimarsi del periodo degli amori i maschi si spostano sul territorio per raggiungere le zone frequentate dai gruppi di femmine e successivamente entrano in competizione fra loro per assicurarsi il possesso di un gruppo, il quale verrà difeso allontanando altri eventuali maschi che cercano di avvicinarsi ad esso. Questa strategia sembra preferita quando la densità della popolazione è elevata e le risorse trofiche sono molto disperse sul territorio con conseguente distribuzione non prevedibile dei gruppi di femmine.

Il camoscio è però una specie poliginica e, come accade per altre specie poliginiche come il daino o il cervo, ha la possibilità di scegliere fra diverse strategie riproduttive. In effetti, piuttosto recentemente è stata dimostrata l'esistenza di una ulteriore strategia riproduttiva, in questo caso di tipo territoriale (Hardenberg *et al.*, 2000): i maschi già dall'estate si spostano in quelle aree che in autunno saranno ricche di risorse alimentare o che, probabilmente, saranno libere dalla neve

(permettendo facile accesso al foraggio) e che saranno occupate dai gruppi femminili. Tali aree vengono difese a partire dall'estate fino alla fine del periodo degli amori e si è notata una certa fedeltà ai territori nel corso degli anni. Questa strategia territoriale sembrerebbe preferita quando la densità di popolazione non è elevata e le risorse trofiche sono ben localizzate, in quanto la difesa del territorio non è troppo costosa e la distribuzione dei gruppi di femmine è prevedibile (Ramanzin, 2001). Inoltre, fra le ipotesi formulate per questo comportamento, si riporta quella di Stamps & Krishnan (1999, in Hardenberg *et al.*, 2000) secondo la quale la scelta di un particolare territorio sarebbe da attribuire ad un semplice processo di apprendimento: gli individui tendono a ritornare nelle aree dove hanno precedentemente vissuto esperienze positive. Come visto, nel primo caso quindi viene difeso un *harem*, mentre nel secondo caso viene difeso un territorio.

Terminato il periodo degli amori i gruppi si separano nuovamente e le femmine fecondate cominciano la gestazione che dura 165-185 giorni (Ramanzin, 2001). I parti avvengono in maggio-giugno, quando in genere viene partorito un solo piccolo dal peso di circa 2 kg. In ambiente alpino molto raramente i parti sono gemellari, anche se la loro incidenza aumenta in popolazioni che vivono stabilmente in ambienti boscati a quote più basse (Mustoni *et al.*, 2002). La lattazione si protrae regolarmente per 2-3 mesi, successivamente si fa sempre più diradata, per terminare nel mese di ottobre circa (fig. 19).



Fig. 19: schematizzazione del ciclo riproduttivo del camoscio.

In genere il primo parto avviene a 3-4 anni (quindi la prima fecondazione avviene a 2-3 anni), anche se in talune condizioni femmine di 2 anni possono essere già accompagnate dal piccolo, poichè le femmine sono sessualmente mature a 1 anno e mezzo. I maschi, nonostante siano anch'essi fisiologicamente maturi già a 1 anno e mezzo, sono inibiti socialmente all'accoppiamento fino a circa 5-6 anni, a meno di destrutturazioni della popolazione (Bubenik & Schwab, 1975).

1.1.8 Interazioni interspecifiche

Interazioni di natura sanitaria, trofica e spaziale sembrano essere presenti con specie domestiche (Ovini, Caprini). Più complesso è il problema relativo alle interazioni con altri selvatici: il muflone (*Ovis [orientalis] musimon*), lo stambecco (*Capra ibex*), il cervo (*Cervus elaphus*), il capriolo (*Capreolus capreolus*), la marmotta (*Marmota marmota*), l'aquila (*Aquila chrysaetos*), la volpe (*Vulpes vulpes*), la martora (*Martes martes*), la lince (*Lynx lynx*), il lupo (*Canis lupus*) e l'orso (*Ursus arctos*).

Per quanto riguarda gli Ungulati domestici, sono ormai comprovate le interazioni del camoscio con pecore e capre domestiche, tanto che in Francia sono addirittura stati osservati accoppiamenti fra camosci maschi e femmine di pecora (Hoboux, 1994, in Ryser-Degiorgis *et al.*, 2002): ad ogni modo, nonostante «gli incontri fra (...) individui di differenti specie di Caprine, domestiche e selvatiche, non siano insoliti nelle Alpi (...) i contatti fisici interspecifici sono rari, e la probabilità di trasmissione interspecifica di agenti infettivi da contatto fisico sembra essere bassa» (Ryser-Degiorgis *et al.*, 2002). Tuttavia, in base agli stessi autori «gli incontri possono (...) essere considerati quale fattore predisponente per trasmissioni interspecifiche di *Mycoplasma conjunctivae* dal momento che sono possibili infezioni tramite aerosol o trasmissioni per mezzo di insetti che frequentano le zone oculari». È quindi accertato che la convivenza comporti trasmissioni di parassiti o di malattie quali la cheratocongiuntivite; gli animali domestici possono rappresentare dei serbatoi di *Mycoplasma conjunctivae* che causano ricorrenti infezioni e malattie nel camoscio, mentre non è accertato il passaggio contrario. Lavin *et al.* (2000) riportano anche la possibilità che l'agente eziologico della rogna sarcoptica, *Sarcoptes scabiei*, venga trasmesso al camoscio da capre domestiche naturalmente infette. Ramanzin (2001) riporta infine la possibilità di trasmissione di altre malattie come la brucellosi o la paratubercolosi; tuttavia una corretta gestione del problema (profilassi e vaccinazioni preventive dei domestici) può scongiurare eventuali rischi (Ramanzin, l.c.). Parallelamente, la coesistenza su un medesimo territorio di popolazioni di camoscio e di Ungulati domestici (soprattutto Ovini) può, in talune condizioni, portare all'instaurarsi di competizione trofica e spaziale che va a discapito del selvatico (Brehm, 1963; Ramanzin, 2001): è opportuno però precisare che ciascuna situazione deve essere valutata a sé, considerando parametri come la distribuzione e gli spostamenti degli individui, nonché il carico di bestiame domestico, che deve essere in genere molto elevato per comportare problemi di competizione. Uno studio condotto in Francia (Berducou, 1982, in Ramanzin, 2001) ha mostrato come un limitato carico di domestici, con pascolamento contenuto, possa addirittura portare dei vantaggi alle popolazioni di camoscio della zona, le quali, una volta che i primi sono scesi a valle, si avvantaggiano dell'erba autunnale e primaverile la cui crescita è stata favorita proprio dalle deiezioni estive dei domestici.

Il problema delle interazioni con gli altri Ungulati selvatici è invece più complesso, anche in virtù delle scarse conoscenze finora acquisite relativamente a questo problema.

Diversi Autori (Perco, 1987; Ladini, 1999; Mustoni *et al.*, 2002) segnalano l'influenza negativa del muflone sul camoscio laddove vi sia convivenza fra le due specie, sia per motivi legati ad una intolleranza spaziale sia per una probabile competizione alimentare (la sovrapposizione trofica è in effetti notevole). Tuttavia, un'indagine a scala di dettaglio condotta nel Parco delle Dolomiti Bellunesi ha permesso di evidenziare come possibili interazioni si manifestino solo in estate e comunque, anche in situazioni di coesistenza, le due specie sembrano abitare sottoaree diverse,

evitando così eventuali competizioni (Ramanzin, 2004). Sempre nel bellunese, gruppi di camosci e di mufloni sono stati osservati pascolare contemporaneamente nelle medesime aree senza apparenti interazioni negative (De Battisti, com. per.). In inverno invece non si sono rilevate sovrapposizioni, dal momento che il muflone sopporta la neve molto meno del camoscio (Ramanzin, 2004). D'altra parte Mustoni *et al.* (2002) sottolineano come la progressiva ricolonizzazione degli ambienti boscati e a quote più basse, da parte del camoscio, potrebbe in futuro portare ad una competizione fra le due specie anche in periodo invernale. Esiste quindi una certa contraddittorietà fra i dati a disposizione e sarà necessario in futuro approfondire le ricerche in merito. Rimane comunque accertato che il camoscio è maggiormente adatto del muflone alla vita in ambiente alpino.

Non sembrano invece esserci problemi di competizione con l'altro Bovide alpino, lo stambecco, che generalmente frequenta ambienti differenti per tutto l'anno, se non nel caso di elevate densità e scarsa disponibilità di aree favorevoli per lo svernamento, quando si può creare una competizione spaziale per sovrapposizione di nicchia (Mustoni *et al.*, 2002). Ryser-Degiorgis *et al.* (2002) riportano l'osservazione di un piccolo di camoscio e uno di stambecco osservati giocare assieme per più di un quarto d'ora.

Per quanto riguarda i Cervidi, con il capriolo non si segnalano particolari casi di interazione se non in seguito a sovrapposizione delle zone di svernamento: in questo caso il camoscio si pone come specie dominante (Mustoni *et al.*, 2002); come nel caso del muflone la progressiva espansione delle popolazioni di camoscio nelle zone boscate a bassa quota potrebbe portare in futuro ad un aumento della competizione fra le due specie, che si risolverebbe plausibilmente a svantaggio del Cervide.

I rapporti del camoscio con il cervo sono, allo stato attuale delle conoscenze, ancora difficili da valutare, soprattutto per quanto riguarda il territorio italiano, dove il cervo è ricomparso da relativamente troppo poco tempo per avere a disposizione dati certi. Ad ogni modo, possibili interazioni spaziali e trofiche fra le due specie possono verificarsi nel momento in cui le densità di entrambe le popolazioni siano elevate e le aree di svernamento vadano a sovrapporsi (Mustoni *et al.*, 2002). In questo caso, dal momento che il cervo si pone generalmente in rapporto di dominanza con le altre specie di Ungulati, questa eventuale interazione si risolverebbe plausibilmente a svantaggio del camoscio.

Altro animale selvatico che condivide il suo *habitat* con quello del camoscio è la marmotta, con la quale non si segnala alcun tipo di competizione (il camoscio non appare turbato dalla sua presenza, anche se la marmotta sopporta di meno la presenza del Bovide). I "fischi" emessi dal roditore in caso di potenziale pericolo vengono sfruttati come campanello d'allarme dal camoscio,

il quale si pone in attenta osservazione fino all'individuazione della fonte di disturbo (Ladini, 1999).

Per quanto riguarda la predazione, questa non sembra ad ora giocare un ruolo determinante nella regolazione delle popolazioni di camoscio (Mustoni *et al.*, 2002): attualmente, il maggiore predatore è rappresentato dall'aquila, la quale attacca quasi esclusivamente i piccoli: Ferrario (1980, in Capurro *et al.*, 1997) ha osservato una coppia di aquile predare circa 10 piccoli in ciascuna stagione riproduttiva, indipendentemente dalla densità della popolazione di camoscio; Ondersheka *et al.* (1968, in Capurro *et al.*, *l.c.*) stimano in 2,5 il numero medio di camosci predati annualmente da un'aquila. In secondo luogo è possibile segnalare la predazione da parte della volpe e della martora, in entrambi i casi sempre a carico dei piccoli. Laddove presenti, lince (Molinari-Jobin *et al.*, 2004) e lupo -meno l'orso- possono in varia misura incidere sulle popolazioni di camoscio (De Matteis *et al.*, 2001).

1.1.9 Malattie

Svariate sono le malattie che possono interessare il camoscio delle Alpi. Sulla base di Broglia *et al.* (2003), quelle che sembrano incidere maggiormente sulla dinamica delle popolazioni sono:

- **cheratocongiuntivite infettiva:** l'agente eziologico è *Mycoplasma conjunctivae*, che causa spesso una congiuntivite bilaterale. Questa può evolvere sia verso la guarigione sia verso una cheratocongiuntivite grave, che conduce l'animale alla cecità con ulcerazione e perforazione della cornea, con fuoriuscita di umor acqueo. Possono verificarsi lesioni al sistema nervoso centrale e spesso la morte a causa di incidenti, indebolimento e insorgenza di altre patologie. L'impatto della cheratocongiuntivite si attesta attorno a perdite del 15-20% degli effettivi, anche se possono essere raggiunti picchi del 30%. «Di regola le epidemie di cheratocongiuntivite nel camoscio e nello stambecco si estinguono dopo essersi diffuse lungo una catena montuosa ad una velocità di circa un chilometro al mese» (Giacometti, 2003).
- **ectima contagioso:** l'agente eziologico è un DNA virus del genere *Parapoxvirus*; la malattia si esprime con la formazione di vescicole e pustole che lasciano il posto a formazioni crostose localizzate soprattutto nelle zone perilabiale, nasale, mammaria e interdigitale, determinando difficoltà di alimentazione e di deambulazione. Nei casi più gravi può condurre alla morte. La sua diffusione nella popolazione è lenta;
- **brucellosi:** gli agenti eziologici sono batteri del genere *Brucella*; la malattia ha come fonte di contagio i ruminanti domestici e si manifesta con lesioni osteo-articolari e genitali. Altamente contagiosa, può essere trasmessa all'uomo;
- **ectoparassitosi:** gli ectoparassiti sono organismi che vivono a spese dell'ospite fissandosi sulla pelle o sui peli. Fra le ectoparassitosi si ricorda la rogna sarcoptica, malattia il cui responsabile è

l'acaro *Sarcoptes scabiei* var. *rupicaprae*, che causa alopecia e formazione di croste sulla pelle: le femmine dell'acaro scavano nello spessore dell'epidermide e depongono uova per uno-due mesi; «dalle uova fuoriescono le larve che tornano sulla superficie cutanea, mutano a ninfe ed evolvono infine a parassiti adulti. Il periodo completo di sviluppo avviene per i maschi in 13-16 giorni, per le femmine in 18-24 giorni. A causa di questo rapido ciclo di sviluppo l'infestazione può progredire con estrema rapidità» (Broglia *et al.*, 2003). La morte sopraggiunge per generale indebolimento e insorgenza di infezione secondarie. Di difficile controllo, dopo 3-5 anni può portare ad una riduzione della popolazione anche del 75-95 %. «Superata l'epidemia, si sviluppa un'immunità di popolazione che permette alla malattia di restare silente fino a ricomparire con cicli di circa 10-15 anni» (Broglia *et al.*, 2003);

- **afta epizootica:** l'agente eziologico è un virus del genere *Aphthovirus* che determina l'eruzione di vescicole su tutti gli organi e tessuti.

Naturalmente esistono molte altre malattie a carico del camoscio, le quali possono colpire con diversa incisività. Fra queste si ricordano le strongilosi gastrointestinale e broncopolmonare, le infestazioni da cestodi e da zecche, la distomatosi, la trombiculosi, la dermatofiosi, la pasteurellosi (che ha portato a drastiche riduzioni delle popolazioni, anche dell'ordine del 40-70%) e la coccidiosi.

1.1.10 Struttura e dinamica di popolazione

Per il camoscio delle Alpi si ritiene plausibile proporre lo schema di dinamica di popolazione in figura 20.

In bibliografia si riportano valori di D.B. (densità biotica) compresi fra 3-5 e 11-20 individui/100 ha (Tosi *et al.*, 2003). Tuttavia, valori fino a 40 individui/100 ha sono stati registrati nel Parco delle Alpi Marittime (Mustoni *et al.*, 2002), e Pflieger (1982) e Weber (2001) riportano di popolazioni perfettamente sane con densità compresa fra 20 e 30 animali/100 ha. Ad ogni modo, i valori più alti si registrano all'interno di zone protette, viceversa per zone aperte alla caccia (Poubelle *et al.*, 1989). La densità può influire molto sulla struttura delle popolazioni. In linea generale, a bassa densità vi è un alto reclutamento di individui appartenenti alle classi più giovani, viceversa per le popolazioni a densità elevata. Sono state proposte strutture teoriche all'equilibrio (Stringham & Bubenik, 1975 e Pedrotti, 1989).

La caccia, oltre a influire sulla densità, può incidere anche sul rapporto maschi:femmine (*Sex-Ratio*, S.R.): l'effetto è, generalmente, quello di spostare la S.R. da valori di equilibrio attorno a 1:1,2-1:1,4 (Corti, 2002) a valori sbilanciati a favore delle femmine (anche attorno a 1:3, Parc National de la Vanoise, 1983). Tale sbilanciamento si può riflettere in un ritardo dei parti, una

maggior mortalità dei piccoli ed un indebolimento permanente dei maschi giovani (Stringham & Bubenik, 1975).

Il tasso specifico di natalità (numero di piccoli sul numero di femmine di 2+ anni, percentualizzato) varia fra 50 e 95%, mentre il tasso generico di natalità (numero di piccoli sul numero di individui totali, piccoli esclusi, percentualizzato) varia fra 20 e 30% (Corti, 2002). La densità-dipendenza di tali parametri è controversa: alcuni studi infatti (Allaine *et al.*, 1990; Capurro *et al.*, 1997) hanno mostrato, al contrario, una sostanziale indipendenza.

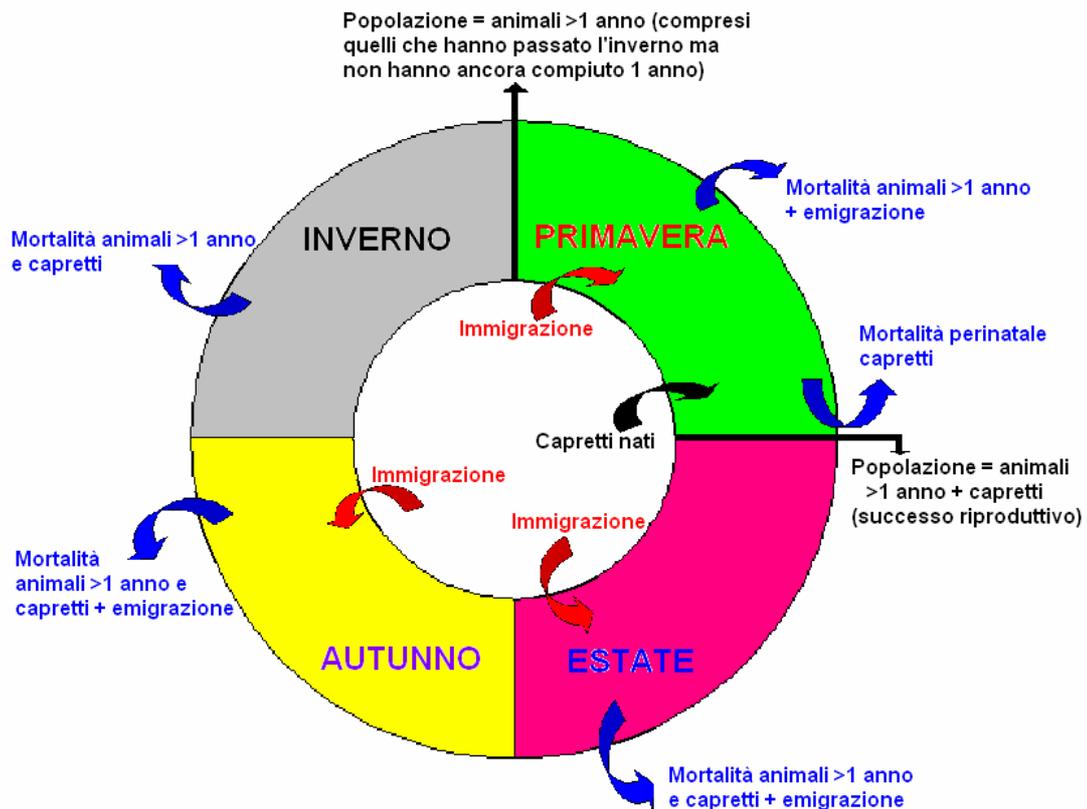


Fig. 20: schema della dinamica di popolazione del camoscio delle Alpi.

L'età al primo parto si colloca generalmente attorno ai 3-4 anni, anche se le femmine sono sessualmente mature già a 18 mesi: tale età tenderebbe ad innalzarsi con l'aumento della densità della popolazione, almeno per quanto riguarda l'Europa, dal momento che in Nuova Zelanda valori bassi di età al primo parto sono stati registrati anche in popolazioni con densità elevate (Bauer, 1985). I tassi di mortalità, densità-dipendenti, sembrano giocare un ruolo chiave nella dinamica delle popolazioni di camoscio. Le classi più colpite, secondo un modello comune negli ungulati (Henderson & Clarke, 1986), sono quelle "estreme", cioè i soggetti più giovani (la mortalità dei piccoli si colloca generalmente fra 30 e 50 %, Corti, 2002) e quelli più vecchi. Inoltre,

i maschi mostrano una maggiore mortalità rispetto alle femmine (Toïgo & Gaillard, 2003), probabilmente in seguito a maggiori richieste energetiche e più alti costi energetici (durante il periodo degli amori). Anche per quanto riguarda le migrazioni, i maschi sembrano mostrare una maggiore propensione delle femmine con picchi, rispettivamente, di 17-18 km contro 7,2 km (Dematteis *et al.*, 2001). Il tasso annuo di incremento varia generalmente fra 10 e 20%. Tuttavia, poichè densità-dipendente, non ci si dovrebbe stupire se si riscontrassero, soprattutto in popolazioni in fase di colonizzazione, valori attorno al 30% (Ramanzin, 2001). La definizione di “tasso di fecondità” è piuttosto controversa: secondo alcuni autori (Mustoni *et al.*, 2002) sarebbe la percentuale di femmine gravide all'interno della popolazione, con valori massimi di 90% per le femmine adulte (4-10 anni), mentre altri autori (Loison *et al.*, 2002) lo definiscono come percentuale di femmine che hanno partorito, con valori elevati, 96%, per femmine fra 4 e 11 anni. Uno studio di Gaillard *et al.* (1998) ha confermato come l'aumento di densità influisca *in primis* sulla sopravvivenza dei giovani (diminuisce) e solo in seguito sull'età al primo parto (aumenta) e sulla sopravvivenza degli adulti (diminuisce). I fattori climatici, perlopiù in periodo invernale, sembrano giocare un ruolo fondamentale nella regolazione delle popolazioni di camoscio; tuttavia, vi sono dati contrastanti: mentre alcuni studi (Schröder, 1971, 1985, in Capurro *et al.*, 1997; Gonzalez & Crampe, 2001) hanno mostrato l'esistenza di una relazione positiva fra altezza del manto nevoso e mortalità invernale dei piccoli, altri (Capurro *et al.*, 1997) non hanno trovato alcun legame. Anche le malattie sono importanti per la regolazione delle popolazioni, in particolare la cheratocongiuntivite infettiva (perdite fino a 10-15%) e, soprattutto, la rogna sarcoptica (perdite fino al 95% della popolazione) (Dematteis *et al.*, 2001). L'inanizione (esaurimento per mancanza di nutrizione) è strettamente legata ai fattori climatici ed è particolarmente incisiva alla fine dell'inverno. Gli incidenti (cadute, fulmini, valanghe...) non sono generalmente determinanti per la dinamica di popolazione. Anche la predazione non sembra, ad oggi, giocare un ruolo particolarmente importante: tuttavia, vi è una intrinseca difficoltà nel valutare l'impatto di certi predatori (per esempio volpe e aquila) dal momento che l'analisi della loro dieta potrebbe comprendere anche camosci ritrovati già morti per altre cause (Dematteis *et al.*, *l.c.*). Laddove presenti, lince e lupo potrebbero incidere in maniera significativa. La caccia spesso ha gravato sulle popolazioni in maniera eccessiva, portando a conseguenze già viste in precedenza: diminuzione di densità e S.R. sbilanciata a favore delle femmine. Da sottolineare come per il camoscio non sia stata registrata compensazione fra mortalità dovuta alla caccia e mortalità dovuta ad altri fattori: al contrario, Capurro *et al.* (1993, in Tosi *et al.*, 2003) hanno trovato essere additive le due mortalità. L'impatto del bracconaggio è pressochè impossibile da quantificare in maniera univoca, dal momento che è strettamente legato alle singole realtà locali.

1.2 Concetti generali di dinamica di popolazione

Premessa

La dinamica di popolazione si basa su tre modelli elementari: quello di crescita esponenziale, quello di crescita logistica e le equazioni di Lotka-Volterra per i rapporti preda-predatore. In accordo con quanto affermato da Turchin (2001), «nessuno dei modelli elementari può essere considerato quale modello realistico per qualsivoglia popolazione reale. Tuttavia, essi mettono a nudo alcune caratteristiche fondamentali della dinamica di popolazione e servono da modelli molto semplici che incorporano ciascun principio». Per questo è forse possibile affermare che i tre modelli base della dinamica di popolazione, nonostante siano solo delle approssimazioni, rappresentino delle vere e proprie “leggi generali dell’ecologia” al pari di alcune leggi in certi campi della fisica (Turchin, 2001).

Per introdurre la dinamica di popolazione è innanzitutto opportuno dare una definizione di popolazione. Definire che si intenda esattamente per “popolazione” è un problema particolarmente discusso in ecologia e molti autori, in tempi diversi, hanno proposto una propria definizione. Indubbiamente tale eterogeneità può portare a una certa confusione sull’argomento. D’altra parte, Berryman (2002) sottolinea come la popolazione rappresenti un concetto fondamentale in ecologia e perciò, in quanto tale, richieda una precisa e non ambigua definizione. Cosicché «tutti almeno possiamo sapere di che cosa stiamo parlando» (Berryman, *l.c.*). Riprendendo ed estendendo quanto espresso da questo autore, la popolazione potrebbe essere definita come un insieme di individui di una stessa specie che condividono uno stesso *pool* genico (e sono perciò in grado di originare prole fertile), che vivono in un medesimo istante in un’area di dimensioni sufficienti perché i cambiamenti numerici siano largamente determinati dai processi di nascita e di morte e i tassi di immigrazione ed emigrazione possano essere considerati trascurabili o, almeno, approssimativamente bilanciati (Berryman, 2002; White & Winkelman, 2005).

Quando si parla di dinamica di popolazione gli interrogativi che bisogna porsi sono essenzialmente due:

1. che cosa è la dinamica di popolazione? (par. 1.2.1);
2. a che cosa serve studiare la dinamica di popolazione? (par. 1.2.2).

1.2.1 Cinetica di popolazione e fattori limitanti

La dinamica di popolazione si presenta come un’area di investigazione fra la biologia di popolazione (che non si cura, o si cura poco, delle rappresentazioni matematiche) e la matematica di popolazione (che, all’opposto, non si cura della realtà biologica) (White & Winkelman, 2005). Più in particolare, la dinamica di popolazione è lo studio delle variazioni numeriche (fluttuazioni)

che una popolazione subisce nel tempo e dei fattori che influenzano queste variazioni (fattori limitanti). Nell'analisi proposta è stata volutamente omessa la trattazione relativa ai rapporti preda-predatore dal momento che la predazione non sembra (ad oggi) giocare un ruolo particolarmente significativo nella dinamica delle popolazioni di camoscio delle Alpi (Dematteis *et al.*, 2001).

a) Le fluttuazioni (concetti generali di cinetica di popolazione)

Risulta piuttosto intuitivo comprendere che col passare del tempo una popolazione non rimane fissa, statica, bensì è dinamica, si evolve, si modifica (numericamente, ma non solo). In particolare, in un dato momento dell'anno, una popolazione può, numericamente parlando: crescere -perché ci sono nuovi nati (B = nascite, dall'inglese *births*) o perché nuovi individui provenienti da popolazioni più o meno distanti si uniscono alla popolazione in esame, cioè immigrano (I = immigrazione, dall'inglese *immigration*)- oppure al contrario può calare -perché alcuni individui muoiono (D = morti, dall'inglese *deaths*) o perché alcuni individui si staccano dalla popolazione in esame per unirsi con altri gruppi, cioè emigrano (E = emigrazione, dall'inglese *emigration*)- (fig. 21).

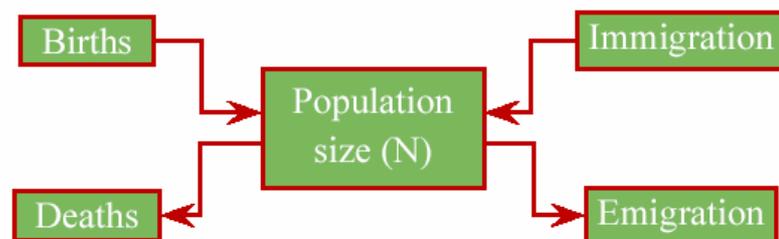


Fig. 21: la dimensione della popolazione (Population size N) dipende dalle nascite (Births), dalle morti (Deaths), nonché dai fenomeni di immigrazione (Immigration) ed emigrazione (Emigration) (da Barnsley, 2003).

L'accrescimento degli effettivi di una popolazione (che sia nel suo complesso maggiore, minore o uguale a zero fa lo stesso) in un dato intervallo di tempo dt può essere tradotto in una equazione di questo tipo:

$$dN / dt = B + I - D - E \quad (1)$$

con N = numerosità (effettivi) della popolazione

dt = intervallo di tempo considerato

dN / dt = andamento della numerosità N nell'istante di tempo dt

B = nascite

I = immigrazione

D = morti

E = emigrazione

Partendo dall'equazione (1), con opportune sostituzioni è possibile costruire due modelli di crescita.

- **Modello “teorico” (malthusiano, o di crescita esponenziale, o densità-indipendente)**

In una situazione teorica nella quale la popolazione cresce in assenza di fattori limitanti (teorica perché in natura dei fattori limitanti esistono sempre, o quasi), i due tassi medi b e d (rispettivamente tasso medio di nascita e di morte) per ciascun individuo nell'unità di tempo sono costanti e la crescita può essere espressa dall'equazione:

$$dN / dt = r N \quad (2)$$

con $r = \text{costante}$ (tasso intrinseco di accrescimento).

Questa, come si può facilmente vedere, è la tipica equazione di crescita esponenziale. Se $b > d$ (cioè le nascite superano le morti) allora $r > 0$: questo significa che la popolazione si accrescerà secondo una curva esponenziale del tipo raffigurato in fig. 22.

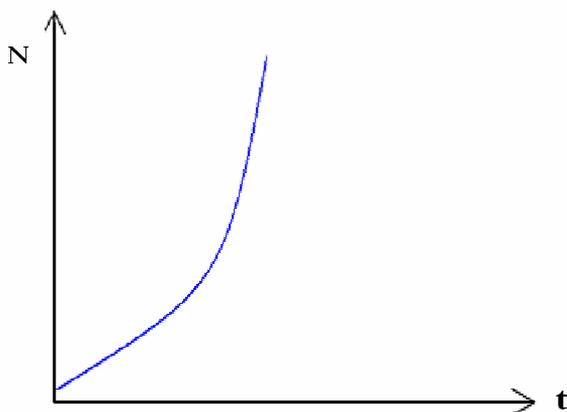


Fig. 22: curva di crescita esponenziale quando $r > 0$ ($b > d$). Secondo questo modello, col passare del tempo il numero degli effettivi (N) tenderebbe a crescere in maniera indefinita e «...supererebbe ben presto quello degli atomi dell'universo visibile e il loro volume complessivo andrebbe espandendosi ad una velocità pari a quella della luce» (Wilson & Bossert, 1974).

Tale modello è anche conosciuto come modello malthusiano di crescita, o modello densità indipendente. La crescita malthusiana implica ulteriori assunzioni, oltre all'assenza di fattori limitanti: la presenza di un ambiente con caratteristiche idonee; la popolazione deve essere isolata, gli individui non devono danneggiarsi e non deve variare la capacità di sopravvivenza e riproduzione (Gatto, 1985). Nonostante il diffuso appellativo di “modello teorico” è tuttavia noto che tale modello può esprimere anche particolari situazioni reali. Ad esempio, quando una popolazione è all'inizio della sua crescita dovrebbe trovarsi (in teoria) in un ambiente che offre, relativamente a quell'intervallo di tempo e a quella numerosità, risorse infinite. In questo caso la popolazione potrebbe accrescersi seguendo un andamento esponenziale: Susmel (1987) cita il caso della riserva di caccia Gacina (in Russia) dove una popolazione di caprioli è aumentata in senso esponenziale per un arco di tempo di 15 anni. Quando r assume valore massimo, viene detto potenziale biotico, «la proprietà intrinseca di riprodursi e sopravvivere, cioè di aumentare di numero» (Chapman, 1928, citato da Casanova *et al.*, 1993). In sostanza il potenziale biotico

rappresenta il massimo accrescimento che una popolazione può mettere in atto quando si trova in condizioni ideali (natalità massima e mortalità minima). Specie che adottano una crescita di questo tipo sono le cosiddette “specie r” (caratterizzate da piccole dimensioni corporee, scarsa longevità, precoce maturità sessuale, elevato numero di figli), tipiche di ambienti dalle condizioni imprevedibili, dove per sopravvivere è necessario avere una elevata capacità reattiva. Le “specie r” si adattano alle perturbazioni del loro ambiente perlopiù aumentando la riproduzione (Sinclair, 2003).

- **Modello reale (o di crescita logistica, o densità-dipendente)**

Uno dei presupposti fondamentali del modello malthusiano di crescita è che ciascun individuo non influenza e non è influenzato dagli altri componenti della popolazione. «Esiste abbondante evidenza sperimentale per poter affermare che in quasi tutte le popolazioni ciò non è vero. Nella maggior parte dei casi questa reciproca influenza è negativa, nel senso che contribuisce a diminuire la capacità di sopravvivenza e di riprodursi di ciascun individuo» (Gatto, 1985). In natura b e d dipendono da N , e perciò dalla densità, secondo una funzione di tipo lineare. Sinclair (2003) afferma che «le popolazioni persistono in natura attraverso un meccanismo di *feed-back* negativo chiamato ‘densità-dipendenza’. Operativamente, la dipendenza da densità si osserva quando il tasso di crescita pro-capite di una popolazione (r) è negativamente correlato alla densità della popolazione. Il decremento di r avviene anche attraverso un aumento della mortalità pro-capite o un calo della natalità pro-capite». Quando $b=d$, N è posto uguale a K e viene detta “capacità portante dell’ambiente” (*carrying capacity*). Il concetto di capacità portante assume una grande valenza da un punto di vista demoecologico, dal momento che rappresenta il numero massimo di individui che la popolazione può raggiungere compatibilmente con l’ambiente nel quale vive e l’equilibrio al quale tende la popolazione.

Con opportuni passaggi si ottiene:

$$dN / dt = r N [(K - N) / K] \quad (3)$$

con dN / dt = andamento della numerosità N nell’istante di tempo dt

r = potenziale biotico

N = effettivi della popolazione che possono riprodursi

K = capacità portante dell’ambiente

$(K - N) / K$ = resistenza opposta dall’ambiente

L’equazione (3) prende il nome di equazione di accrescimento logistico, e può essere genericamente rappresentata dalla curva di accrescimento in fig. 23. La curva logistica è anche detta “sigmoide”, in relazione alla forma che assume, dove K rappresenta l’asintoto della curva stessa. In questo modello l’intensità di crescita della popolazione (cioè il suo tasso di crescita) varia

al variare della numerosità della popolazione stessa, ed in particolare varia al variare della sua densità: per questo motivo questo modello viene detto “densità dipendente”.

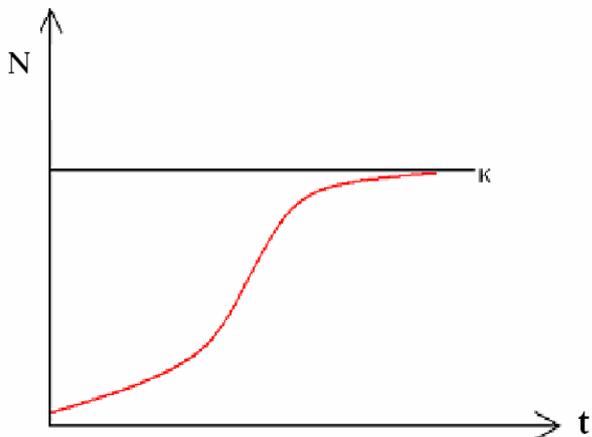


Fig. 23: curva di accrescimento logistico.

Quando viene raggiunto il valore K , la popolazione può non rimanere stabile bensì oscillare attorno al valore K , assumendo alternativamente valori di poco superiori o inferiori (fig. 24) a seconda, per esempio, dell'andamento climatico stagionale. Queste oscillazioni sono la conseguenza diretta dell'effetto di densità-dipendenza ritardato (*delayed density-dependent effect*, Sinclair, 2003).

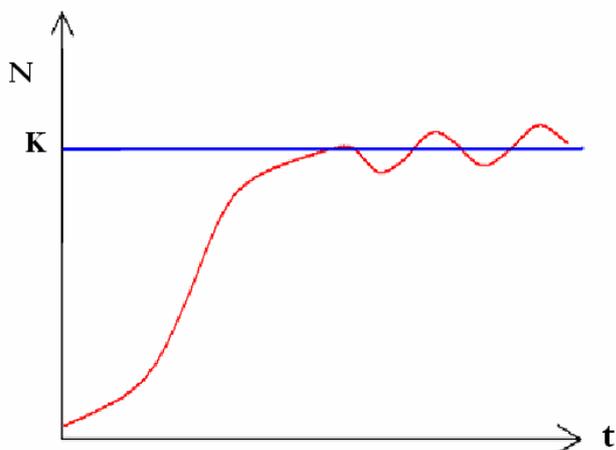


Fig. 24: oscillazioni attorno al valore K di capacità portante. Queste oscillazioni al di sopra e al di sotto del punto di equilibrio K sono date dovute, per esempio agli andamenti climatici stagionali, i quali determinano periodi di abbondanza o periodi di carestia ecc..

Tuttavia, poiché la popolazione tenderà sempre a K (la popolazione è pur sempre regolata dai processi di *feed-back* negativo che operano su di essa), è comunque possibile affermare che - matematicamente parlando- K è un equilibrio stabile (Sinclair, 2003). D'altra parte il livello K non è fisso: pur essendo un equilibrio stabile, per far sì che sia anche fisso si dovrebbe assumere che la produttività dell' ambiente e i fattori limitanti non cambino nel tempo, cosa che molto difficilmente può realizzarsi (Caugley & Sinclair, 1994, in Ramanzin, 2001; Simonetta & Dessì-Fulgheri, 1998).

Molte specie spesso non seguono esattamente l'andamento di fig. 24, bensì subiscono delle forti oscillazioni dovute, ad esempio, a «epidemie violente e decimanti [che] si manifestano periodicamente (...) quando si raggiungono densità di popolazione critiche» (Simonetta & Dessì Fulgheri, 1998). È opportuno precisare come fluttuazioni periodiche e regolari nella dimensione della popolazione sono estremamente rare nel mondo animale. La causa di questi cicli è largamente imputabile a fattori estrinseci. Tuttavia, essi possono anche rappresentare la risultante di «proprietà biologiche intrinseche della specie» (Sinclair, 2003). Perciò alcune popolazioni mostreranno fluttuazioni maggiori di altre. In effetti, è risaputo che quando i fattori limitanti esterni sono assenti, il tasso di crescita r è determinato da caratteristiche biologiche specie-specifiche (Fisher, 1930, in Sinclair, 2003). Secondo quanto riproposta da Sinclair (*l.c.*), le specie caratterizzate da piccole dimensioni mostrerebbero una maggiore grado di variabilità nel tempo, rispetto a quelle di dimensioni maggiori che all'opposto si “proteggono” attraverso un elevato tasso di sopravvivenza che si traduce in una maggiore stabilità delle popolazioni. In effetti, anche nel caso del camoscio delle Alpi le ben note epidemie di cherato-congiuntivite o rogna sarcoptica determinano andamenti fluttuanti con violente decimazioni degli effettivi. Tuttavia, «vi sono buoni motivi per ritenere che [in queste fluttuazioni, nda] un ruolo giochi l'assenza o l'eccessiva scarsità di predatori specifici. Essi infatti, eliminando prontamente ed in modo preferenziale quegli animali che sono indeboliti dalle circostanze o addirittura dalle malattie stesse, rendono assai più difficile l'insorgere di epidemie» (Simonetta & Dessì Fulgheri, 1998). Nonostante manchino studi a lungo termine a questo proposito, è quindi plausibile ritenere che l'evoluzione naturale (in ecosistemi con adeguata presenza di predatori specifici) e intrinseca delle popolazioni di camoscio (mammifero di medie dimensioni) sia simile a quella in fig. 24, mentre un andamento con evidenti fluttuazioni periodiche possa manifestarsi in popolazioni di camoscio che vivono in ecosistemi alterati dall'assenza di predatori specifici.

Il raggiungimento della capacità portante può determinare una diminuzione della produttività dell'ambiente, e se «la biomassa del consumatore non tende a ridursi prontamente, adeguandosi alle ridotte risorse si può giungere ad un vero collasso dell'ecosistema» (Simonetta & Dessì-Fulgheri, *l.c.*): in sostanza gli effettivi della popolazione scendono drasticamente e a questo punto possono seguire due strade differenti. Nel primo caso la numerosità rimane sopra una certa soglia (popolazione minima, che mette al sicuro dall'estinzione) e la popolazione potrà riprendere a crescere. Nel secondo caso gli effettivi scendono sotto la soglia minima e la popolazione andrà incontro all'estinzione. È opportuno precisare che una popolazione che si trova in condizioni naturali, o comunque che sia a livello di saturazione (limite della capacità portante) difficilmente raggiungerà, in seguito a meccanismi di regolazione densità-dipendenti o anche densità-indipendenti, una densità tale da danneggiare se stessa, cioè -in questo caso- una densità tanto

bassa da portarla all'estinzione: «disastri meteorologici ed epidemie, pur potendo falciarla, ben difficilmente la distruggeranno e si potrà presumere che la ripresa sarà pronta» (Simonetta & Dessi-Fulgheri, 1998). Tuttavia, nel caso in cui la popolazione fosse sotto al livello di saturazione e subentrassero fenomeni perturbanti di eccessiva intensità, gli effettivi potrebbero scendere sotto la soglia minima e la popolazione rischierebbe di non accrescersi per nulla, andando incontro ad estinzione. Tale soglia, oltre a rappresentare il numero di individui che la popolazione deve avere per non estinguersi, rappresenta anche il numero N di effettivi in corrispondenza del quale si avrà la possibilità di realizzare l'accrescimento. Il parametro che esprime l'entità della soglia, indicato come M , è chiamato "biomassa critica" o "densità critica" o ancora "popolazione minima vitale" (PMV). Il valore di M varia da specie a specie: in particolare, le popolazioni di grandi Mammiferi, trovandosi ad un livello numerico basso, sono poco regolate dal meccanismo di densità-dipendenza (che difficilmente potrà compensare effetti perturbanti come le condizioni meteo, la predazione o la competizione); perciò, a tali livelli, la popolazione è potenzialmente soggetta a estinzione (Sinclair, 2003). Esistono numerosi modelli matematici che permettono, una volta introdotti i parametri biologici della popolazione in esame, di stabilire in quanto tempo la popolazione stessa correrebbe il rischio di estinguersi se si scendesse al di sotto di M .

Il modello di crescita logistica è tipico delle specie "K-selezionate" (che in qualche modo si contrappongono alle "r-selezionate" viste in precedenza), le quali vivono in ambienti stabili e sono caratterizzate generalmente da grande taglia corporea, elevato tasso di sopravvivenza, elevata longevità, maturazione sessuale relativamente tarda e basso numero di figli. A differenza delle "specie r", le "specie K" si adattano alle perturbazioni del loro ambiente perlopiù aumentando la sopravvivenza (Sinclair, *l.c.*). Specie r sembrano essere (per quanto riguarda il contesto faunistico italiano di interesse venatorio) la lepre, i conigli, il lupo, il cinghiale e forse il capriolo. Tipiche specie K sono invece il cervo, lo stambecco e il camoscio delle Alpi (oggetto della presente ricerca). In particolare, il camoscio delle Alpi è una specie non univoltina (cioè le cui generazioni si sovrappongono) a dinamica periodica annuale (la stagione riproduttiva è abbastanza ristretta e avviene ad intervalli regolari, la mortalità ha andamento abbastanza periodico) (Gatto, 1985) (fig. 25).

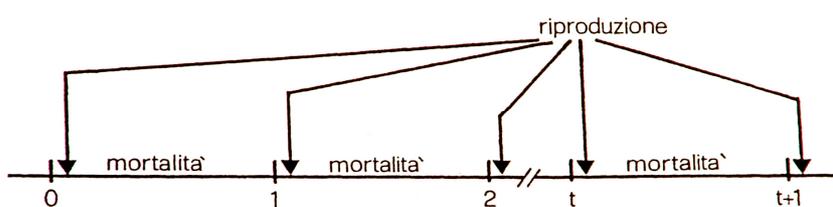


Fig. 25: schematizzazione del ciclo vitale di una popolazione non univoltina con dinamica periodica annuale (da Gatto, 1985).

b) I fattori limitanti

Ciò che determina il passaggio da una curva di accrescimento esponenziale ad una curva di accrescimento logistico è il manifestarsi dell'azione dei fattori limitanti, i quali vanno a costituire la resistenza dell'ambiente. Definita come «tutto ciò che si oppone alla crescita esponenziale di una popolazione animale: risorse alimentari limitate, predatori, malattie, mortalità giovanile, ecc. e tutte le altre variabili che, per un motivo o per l'altro, costituiscono fattori naturalmente limitanti e impediscono alla popolazione di saturare il proprio habitat e di portare ad esaurimento le risorse che le sono indispensabili» (Simonetta & Dessì-Fulgheri, 1998), la resistenza dell'ambiente può essere rappresentata dallo spazio fra le curve esponenziale e logistica (fig. 26).

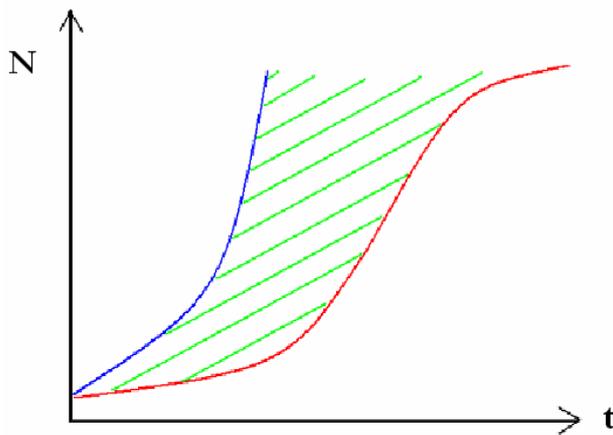


Fig. 26: rappresentazione della resistenza ambientale (righe verdi trasversali). Anche graficamente è possibile vedere come la resistenza dell'ambiente (cioè l'area che separa le due curve) aumenti con l'aumentare del numero N degli effettivi della popolazione.

I fattori limitanti sono elementi, naturali o antropici, biotici o abiotici, che hanno il compito di regolare gli effettivi delle popolazioni attraverso la regolazione dei quattro parametri B, I, D, E; si tratta cioè di elementi «di qualsivoglia natura, la cui quantità condiziona, rendendolo possibile o ostacolando, il ciclo biologico di un certo organismo vivente» (Simonetta & Dessì-Fulgheri, *l.c.*).

Sorvolando sul pur interessante dibattito speculativo fra Berryman (2004) e White (2004) (“limitazione” e “regolazione” sono processi fundamentalmente diversi oppure sono parte di uno stesso fenomeno?) e rimanendo invece ad un livello più pragmatico, è possibile fare alcune distinzioni a seconda delle caratteristiche intrinseche dei fattori limitanti:

- fattori naturali e fattori antropici:
 - i fattori naturali sono quelli non dovuti ad intervento antropico (clima, predazione, malattie...);
 - i fattori antropici sono quelli legati all'intervento dell'uomo sulla popolazione, che può manifestarsi sia in maniera diretta (caccia, bracconaggio) sia in maniera indiretta (distruzione degli *habitat*);

- fattori biotici e fattori abiotici:
 - i fattori biotici sono tipicamente rappresentati dalle malattie, o dai predatori...;
 - i fattori abiotici sono tipicamente rappresentati dalle condizioni climatiche, o dagli incidenti (frane, valanghe, cadute, fulmini ecc.).

Tuttavia, la distinzione forse più interessante è quella che riguarda la dipendenza o l'indipendenza dei fattori limitanti dalla densità raggiunta dalla popolazione, cioè la distinzione fra:

- fattori densità-dipendenti e fattori densità-indipendenti:
 - i fattori densità-dipendenti agiscono sui tassi di natalità e di mortalità, e il loro effetto dipende dal livello di densità raggiunto dalla popolazione. Fra questi tipicamente troviamo la competizione intra-specifica, la predazione, la disponibilità di cibo, l'incidenza dei parassiti, le migrazioni ecc. (Wilson & Bossert, 1974);
 - i fattori densità-indipendenti agiscono sui tassi di natalità e di mortalità ma il loro effetto non dipende dal livello di densità raggiunto dalla popolazione. In genere questi fattori sono rappresentati da eventi naturali come ad esempio le frane, le valanghe, le tempeste, i fulmini, o da attività umane come la distruzione degli habitat. Quando agiscono, la popolazione perde il suo stato di equilibrio e ricomincia a regolare il suo tasso di crescita solo quando le condizioni ambientali tornano favorevoli. D'altra parte, Gaillard *et al.* (2000) sottolineano come «...la limitazione densità-indipendente e la regolazione densità-dipendente coagiscono nella maggior parte delle popolazioni, tanto che l'impatto di fattori densità-indipendenti come le cattive condizioni climatiche sulla crescita della popolazione tipicamente aumenta all'aumentare della densità della popolazione stessa». Lo stesso concetto, secondo cui le condizioni climatiche modificano la forza dell'effetto di densità-dipendenza era già stato affermato da Coulson *et al.* (2001, in Sinclair, 2003).

«Le popolazioni che esperiscono un tale meccanismo di *feed-back* negativo si dicono regolate. Questo *feed-back* negativo può essere immediato, dovuto a processi come la competizione intraspecifica. Comunque, effetti negativi, come un calo di fertilità dovuto a scarsità di cibo, *stress* fisiologico, ecc., o mortalità causata da predatori, potrebbero richiedere tempo per influire sulla numerosità della popolazione, così essi possono avere un effetto 'densità dipendente ritardato'» (Sinclair, 2003). Se il *feed-back* agisce in modo immediato, la popolazione viene mantenuta all'equilibrio senza fluttuazioni. Queste invece si manifesteranno qualora sia presente un meccanismo di *feed-back* densità-dipendente ritardato che genera, appunto, oscillazioni numeriche che portano la popolazione ad essere sempre sopra o sotto il livello di equilibrio (fig. 24).

La regolazione può avvenire attraverso due meccanismi noti con i nomi di “*top-down*” e “*bottom-up*”, cioè, rispettivamente, dall'alto verso il basso (per esempio la predazione) e dal basso verso

l'alto (per esempio la mancanza di cibo). «In assenza di predatori (o parassiti) i processi “*bottom-up*” devono regolare tutte le popolazioni» (Sinclair, 2003). I processi “*top-down*” invece possono realizzarsi quando:

1. le dimensioni corporee facilitano la predazione: i piccoli Mammiferi infatti sono maggiormente vulnerabili alla predazione (i grandi Mammiferi invece sembrano essere regolati prevalentemente dalla scarsità di cibo);
2. la posizione nella scala gerarchica degli erbivori è bassa (i piccoli Ungulati sono più soggetti a predazione rispetto agli Ungulati di dimensioni maggiori);
3. gli animali soggetti a predazione non migrano e perciò rimangono fedeli ad un territorio (la migrazione permette infatti anche agli animali di dimensioni piccole di fuggire dai predatori -i quali non migrano-);
4. gli ecosistemi sono semplificati e non esistono prede secondarie o alternative alla principale (per esempio alle latitudini più settentrionali esistono ecosistemi con un solo principale predatore e poche specie predate; in questo caso le prede possono essere regolate da meccanismi “*top-down*”, come nel caso della predazione di alci da parte del lupo in Canada o Alaska) (Sinclair, 2003).

Tuttavia, Sinclair (*l.c.*) evidenzia come la regolazione di una popolazione da parte di predatori si manifesti solamente qualora si realizzino «particolari circostanze nel comportamento del predatore (il loro responso funzionale) e nella dinamica di popolazione (il loro responso numerico)». Ad esempio, quando le prede rappresentano la fonte primaria di cibo e ci sono poche alternative idonee per il predatore.

La caccia dovrebbe inserirsi nel discorso relativo ai fattori limitanti come fattore densità-dipendente (per evitare il rischio di estinzione della popolazione), anche se troppo spesso essa ha agito come fattore densità-indipendente con eccessiva intensità (portando spesso all'estinzione di intere specie). In parte, questo atteggiamento è forse dovuto all'accettazione dei concetti di “mortalità compensativa” e “natalità compensativa”, secondo i quali all'aumentare della mortalità dovuta a fattori densità-indipendenti (valanghe ecc.) dovrebbe diminuire la mortalità imputabile a fattori densità-dipendenti (predazione, malattie ecc.) e parallelamente dovrebbe aumentare il tasso riproduttivo della popolazione. Questo concetto è stato spesso utilizzato per giustificare dei prelievi venatori molto intensi, affermando che un aumento di prelievi sarebbe stato comunque compensato da una diminuzione delle morti per malattie o predazione e da un aumento del tasso di riproduzione. È necessario tuttavia precisare che i concetti di mortalità compensativa e natalità compensativa sono stati (e sono tuttora) fortemente discussi: Pöysä *et al.* (2004) fanno notare come, a partire dal 1976, i concetti di mortalità e natalità compensative siano stati progressivamente sostituiti dal concetto di “mortalità additiva” (le morti dovute alla caccia si

sommano a quelle naturali). Simonetta & Dessì-Fulgheri (1998) affermano che la teoria della “mortalità compensativa” è valida solamente in condizioni di assoluta naturalità e integrità dell’ecosistema, ma non in ecosistemi fortemente modificati come quelli che caratterizzano le nostre zone: in queste situazioni infatti il prelievo venatorio ha spesso un effetto additivo non compensativo. Additive sono in effetti risultate le mortalità naturale e venatoria su popolazioni di camoscio nelle Alpi Orobie (Capurro 1991, Capurro *et al.*, 1993, 1997, in Tosi *et al.*, 2003).

1.2.2 A che cosa serve studiare la dinamica di popolazione?

Si è visto che le popolazioni sono dinamiche e che facendo a fine anno un bilancio di queste fluttuazioni è possibile stabilire se una popolazione nel suo complesso cresce, cala, oppure rimane stabile e, entro certi limiti, sapere a che cosa sono dovute queste variazioni. Ma, in definitiva, per quale motivo si dovrebbe studiare la dinamica di popolazione?

Da un punto di vista pratico, vi è una profonda utilità per la gestione delle popolazioni animali: secondo Gaillard (1993) «la dinamica di popolazione (...) resta la base fondamentale per la gestione delle popolazioni di grandi Mammiferi». Quando la popolazione raggiunge il punto K, significa che è stato raggiunto il livello massimo di densità possibile compatibilmente con l’ambiente nel quale la popolazione vive. Questo non significa però che a tale livello la produttività sia massima. Ovviamente una popolazione che ha raggiunto il livello di saturazione non correrà nessun rischio di estinzione o di perdita eccessiva di effettivi (a meno che intervengano fenomeni perturbanti dei quali si è detto in precedenza). Tuttavia, è presumibile che ad un tale livello essa possa essere oggetto di interessamento per interventi di prelievo venatorio. Per realizzare il massimo prelievo possibile compatibilmente con una buona gestione della popolazione (prelievo sostenibile) risulta intuitivo comprendere che anche la produttività della popolazione dovrà essere ai massimi livelli. Prendendo in esame quanto detto finora a proposito della crescita esponenziale e della crescita logistica, si potrebbe essere indotti a pensare che il tasso massimo di crescita per una popolazione venga raggiunto quando l’effettivo della popolazione stessa è molto basso. Nella realtà questo difficilmente accade: basti pensare alle difficoltà che una popolazione composta da pochi individui può incontrare per riprodursi. Per esempio maschi e femmine faranno fatica ad incontrarsi, oppure si andrà incontro al rischio di *inbreeding*. Questo significa che il tasso di accrescimento massimo della popolazione non si avrà nel momento in cui N è molto basso, bensì con un numero di effettivi maggiore. Facendo la derivata della curva logistica si ottiene l’andamento della curva relativa al tasso di crescita della popolazione (fig. 27). Il punto culminante, in corrispondenza del quale la produzione risulta ottimale, è K/2 (punto di flesso), dove la curva logistica assume pendenza massima.

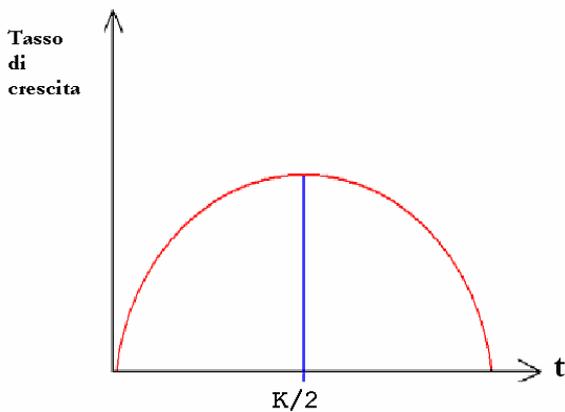


Fig. 27: andamento del tasso di crescita (reclutamento) nel tempo, come derivata della curva logistica

Nel complesso la curva è speculare e questo significa che, presupponendo che il prelievo dovrà coincidere con l'incremento (cioè con il tasso di crescita), si potrà avere lo stesso numero di animali da prelevare stando sia sopra $K/2$ sia sotto (fig. 28).

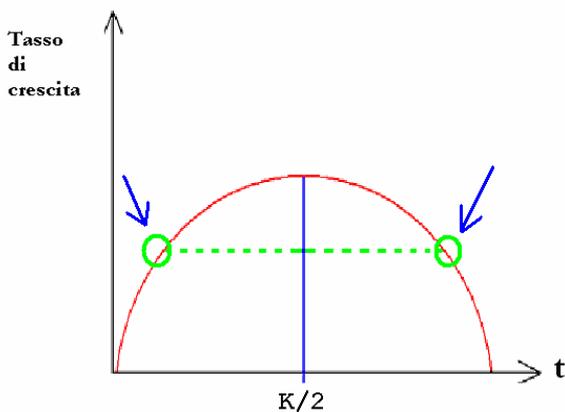


Fig. 28: lo stesso numero di capi da prelevare lo si può avere sia stando sopra $K/2$, sia stando sotto $K/2$.

Sulla base di Ramanzin (2004), nel primo caso -sotto $K/2$ - l'incremento è ottenuto con un numero minore di animali e questa strategia di caccia comporta:

- un maggiore sforzo di caccia (perché gli animali sono pochi);
- animali più belli (fenotipo migliore se la densità è bassa);
- rischio maggiore di deriva genetica in caso di perturbazioni (crolli della popolazione).

Nel secondo caso -sopra $K/2$ - l'incremento è ottenuto con un numero maggiore di animali e questa strategia di caccia comporta:

- un minore sforzo di caccia (gli animali sono di più);
- animali meno belli (a densità maggiori il fenotipo peggiora);
- rischio minore di deriva genetica in caso di perturbazioni.

Se si vuole massimizzare il prelievo, l'ideale sarebbe fissare il livello della popolazione a $K/2$, cioè nel punto di flesso della curva, dove, come detto sopra, la pendenza è massima e quindi sarà

massima anche la produttività della popolazione (incremento massimo, o tasso di crescita massimo). Questo discorso però è valido solo da un punto di vista teorico: infatti l'esperienza ha dimostrato che prevedere gli andamenti climatici stagionali è pressoché impossibile, quindi mantenere la popolazione a $K/2$ è piuttosto rischioso perché sarebbe altamente probabile che in seguito ad un andamento climatico stagionale sfavorevole le perdite sarebbero tali da non permettere più alla popolazione stessa di crescere con ritmo sufficiente per sostenere un prelievo. È quindi opportuno non scendere mai sotto $K/2$ e, anzi, mantenere il livello della popolazione poco al di sotto della capacità portante (di solito fra l'80 e il 90% di K) (Simonetta & Dessì-Fulgheri, 1998). In questo modo si otterrà un giusto compromesso fra un tasso di crescita non troppo basso e la sicurezza di non perdere la popolazione in seguito a eccessive pressioni esterne.

Partendo da questi presupposti, si può comprendere l'utilità di uno studio di dinamica di popolazione, che può permettere, una volta indagati tutti i parametri demografici, di conoscere il livello raggiunto dalla popolazione, nonché il suo andamento (*trend*). Si potrà sapere cioè “a quanto ammonta” la popolazione e se questa stia crescendo o calando (e con quali ritmi) oppure se stia rimanendo stabile. Sulla base dei dati forniti dai MVA (modelli di valutazione ambientale), confrontati con i dati di dinamica raccolti, sarà poi possibile stabilire la strategia di intervento più opportuna (se sia più opportuno prelevare -ed eventualmente quanti e quali capi- oppure evitare il prelievo, oppure ancora se si debba intervenire in altro modo) in relazione agli obiettivi di gestione prefissati. Questa strategia per definire il numero di effettivi da prelevare è conosciuta come “approccio predittivo del prelievo sostenibile” e fonda la sua validità proprio sulla conoscenza dei meccanismi di dinamica di popolazione. È tuttavia corretto precisare che questa strategia non è la sola, e forse nemmeno la più idonea, fra le strategie di gestione: essa si basa, infatti, sulla conoscenza della dinamica delle popolazioni, conoscenza che presenta tuttora dei limiti. Spesso quindi il calcolo del prelievo viene effettuato seguendo non dei criteri predittivi bensì seguendo dei metodi empirici che permettano, sulla base delle conoscenze della popolazione, di raggiungere gli obiettivi che di volta in volta ci si prefigge. Si adotta cioè un “approccio adattativo del prelievo sostenibile”, il quale riconosce i limiti relativi alle conoscenze sulla dinamica delle popolazioni e all'efficacia dei metodi di censimento, proponendo invece una strategia molto più pragmatica. In ogni caso, rimane fondamentale l'apporto della dinamica di popolazione per conoscere i parametri demografici e i fattori limitanti. Uno studio di questo tipo può permettere di comprendere quali siano le relazioni fra i vari parametri, per esempio della densità sui tassi di natalità. Inoltre, grazie all'analisi dei parametri demografici, è possibile indagare gli effetti dell'impatto antropico (es. caccia) sulle popolazioni. Allo stesso modo, lo studio demografico può fornire delle informazioni preziose per costruire modelli predittivi di evoluzione delle popolazioni.

2 OBIETTIVI

L'obiettivo del presente lavoro è definire lo *status* attuale della popolazione di camoscio studiata. Inizialmente ne verrà indagata la distribuzione all'interno dell'area di studio prescelta, con particolare riferimento all'utilizzo dello spazio in termini di pendenze. Saranno poi indagati i principali parametri demografici: il *trend*, la struttura di popolazione, il rapporto fra i sessi (*Sex-Ratio*), i tassi di natalità, il tasso di sopravvivenza dei piccoli, l'incremento utile annuo (IUA). Inoltre, si cercherà di stabilire la presenza di eventuali rapporti fra la densità e i parametri sopra elencati.

Infine, verrà considerato il prelievo venatorio in relazione allo *status* della popolazione delineato in precedenza, per comprendere l'effetto che le strategie di gestione realizzate possono aver avuto sulla popolazione stessa.

3 MATERIALI E METODI

3.1 Area di studio

Per questo studio è stata scelta l'area denominata "Alpe Colina" (il nome deriva dalla ZRC - Zona di Ripopolamento e Cattura- presente al suo interno), nel comprensorio delle Alpi Retiche Centrali. Tale scelta è stata effettuata in considerazione di una serie di caratteristiche particolarmente favorevoli, quali la presenza di una consistente colonia di camosci (garantita dall'esistenza della ZRC) che presenta probabilmente flussi di emigrazione-immigrazione ridotti e quindi è possibile considerare isolata, la presenza contemporanea di una zona protetta e di una zona soggetta a regime di caccia, utile a valutare gli effetti della caccia sull'andamento della popolazione, nonché una buona accessibilità dei punti di vantaggio per le osservazioni (ad eccezione del periodo invernale).

3.1.1 Inquadramento generale

L'area di studio "Alpe Colina" si trova nella porzione centrale della Valtellina (Provincia di Sondrio), vallata che si snoda per oltre 100 km in direzione O-E nel nord della Lombardia ed è localizzata all'interno delle Alpi Retiche, massiccio compreso fra il Passo dello Spluga a ovest e la linea dello Zebrù a est (fig. 29).

Il "settore" Retico può essere suddiviso in 4 comprensori omogenei sia da un punto di vista geologico sia da un punto di vista vegetazionale:

1. Alpi Retiche occidentali;
2. Alpi Retiche centrali;
3. Alpi Retiche sud-orientali;
4. Alpi Retiche nord-orientali.

L'area di studio si trova all'interno del comprensorio delle Retiche centrali, delimitato dal fiume Mera a est, dal fiume Adda a sud, dal torrente Poschiavino a est e dal confine italo-svizzero a nord, così da comprendere lembi di Valchiavenna, Valtellina e Valposchiavo. È posizionata fra l'imbocco della Valmalenco a est e la Valle di Preda Rossa (una traversa della Valmasino) a ovest. È sovrastata a nord-ovest dal massiccio del Monte Disgrazia (3678 m s.l.m.) ed è limitata a sud dal fondovalle valtellino. I confini dell'area di studio (fig. 30) sono stati tracciati *ad hoc* prendendo in esame le aree solitamente utilizzate nell'arco dell'anno, con l'eccezione del periodo invernale, dalla popolazione di camoscio, in base a quanto emerso da un'indagine preliminare (interviste a guardie venatorie, cacciatori e tecnici del settore). Eventuali spostamenti da parte di singoli individui in fase di colonizzazione non sono stati considerati nella delimitazione.

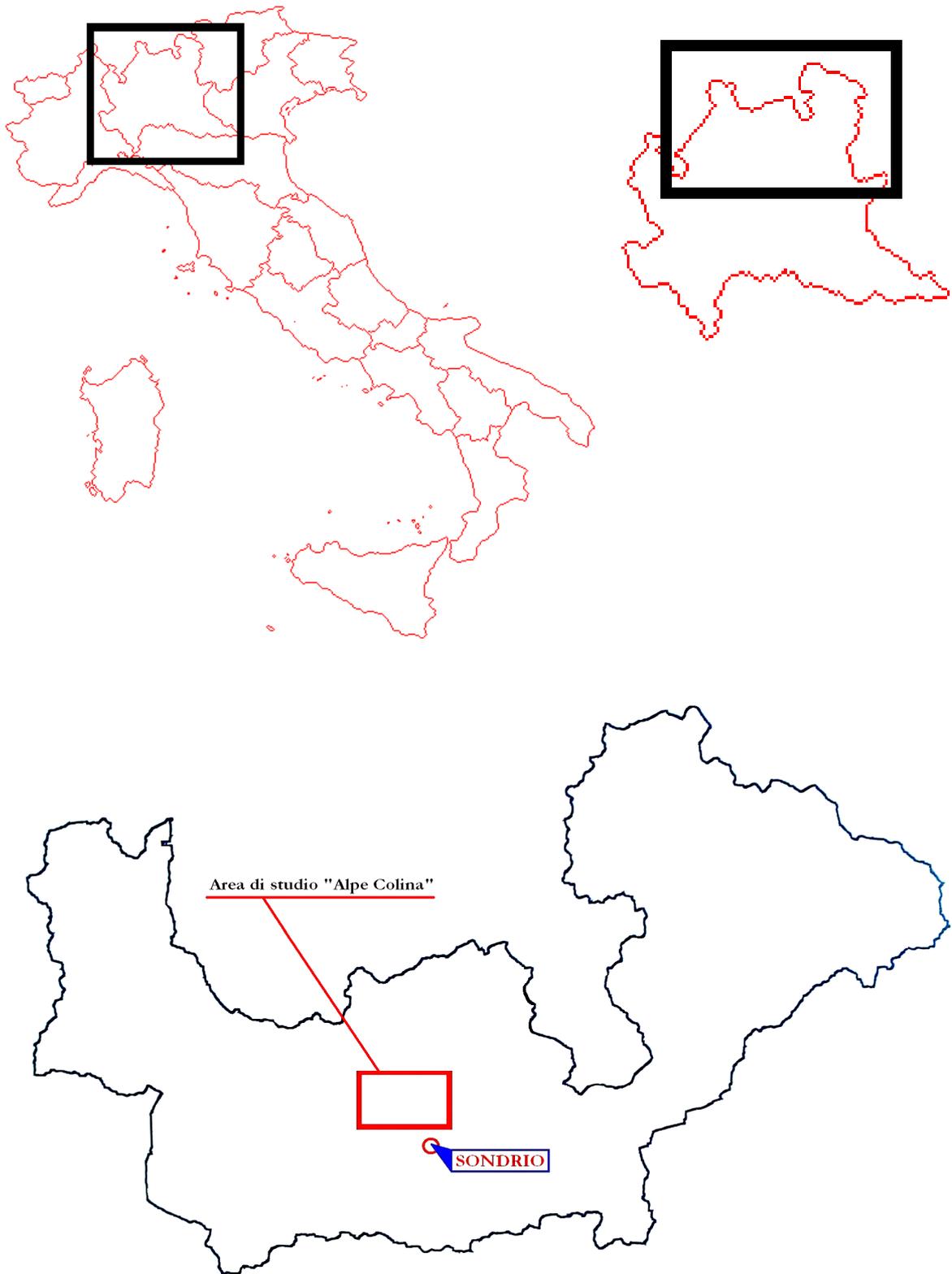


Fig. 29: localizzazione dell'area di studio "Alpe Colina".

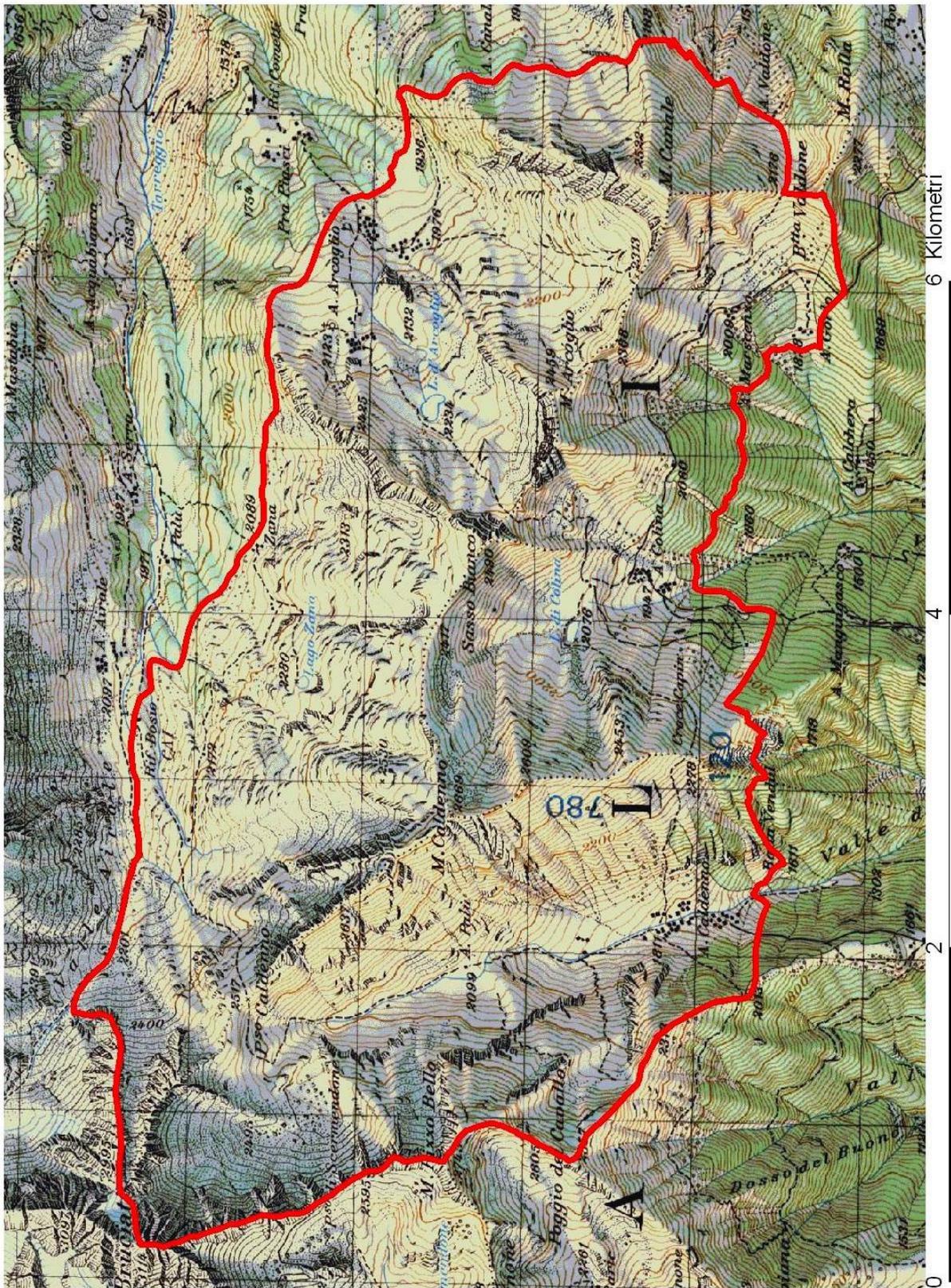


Fig. 30: confini dell'area di studio.

L'area si estende per 2097 ha sui comuni di Sondrio, Torre di Santa Maria, Castione Andevenno, Postalesio e Berbenno di Valtellina.

L'intera area è divisa in due da una linea di cresta che passa trasversalmente in direzione NO-SE unendo le sommità di Passo Caldenno (2517 m s.l.m.), Monte Caldenno (2669 m s.l.m.), Sasso Bianco (2490 m s.l.m.), Monte Arcoglio (2459 m s.l.m.) e Monte Canale (2522 m s.l.m.). Si vengono così a creare due versanti, uno esposto a nord (nel comune di Torre S. Maria) e uno esposto a sud (nei comuni di Sondrio, Castione, Postalesio e Berbenno). Questa divisione nord-sud è, come si vedrà, giustificata da un punto di vista sia geologico e, in parte, anche geomorfologico, sia vegetazionale.

All'interno dell'area di studio sono inoltre presenti numerosi alpeggi dove l'attività zootecnica è ancora cospicuamente praticata.

La maggior parte dei punti strategici ("punti di vantaggio") per effettuare le osservazioni (Alpe Caldenno, Alpe Colina, Alpe Arcoglio) sono facilmente raggiungibili grazie alla presenza di strade rotabili, come evidenziato dalla cartina in fig. 31, con la parziale eccezione della Valle Airale, più difficilmente raggiungibile.

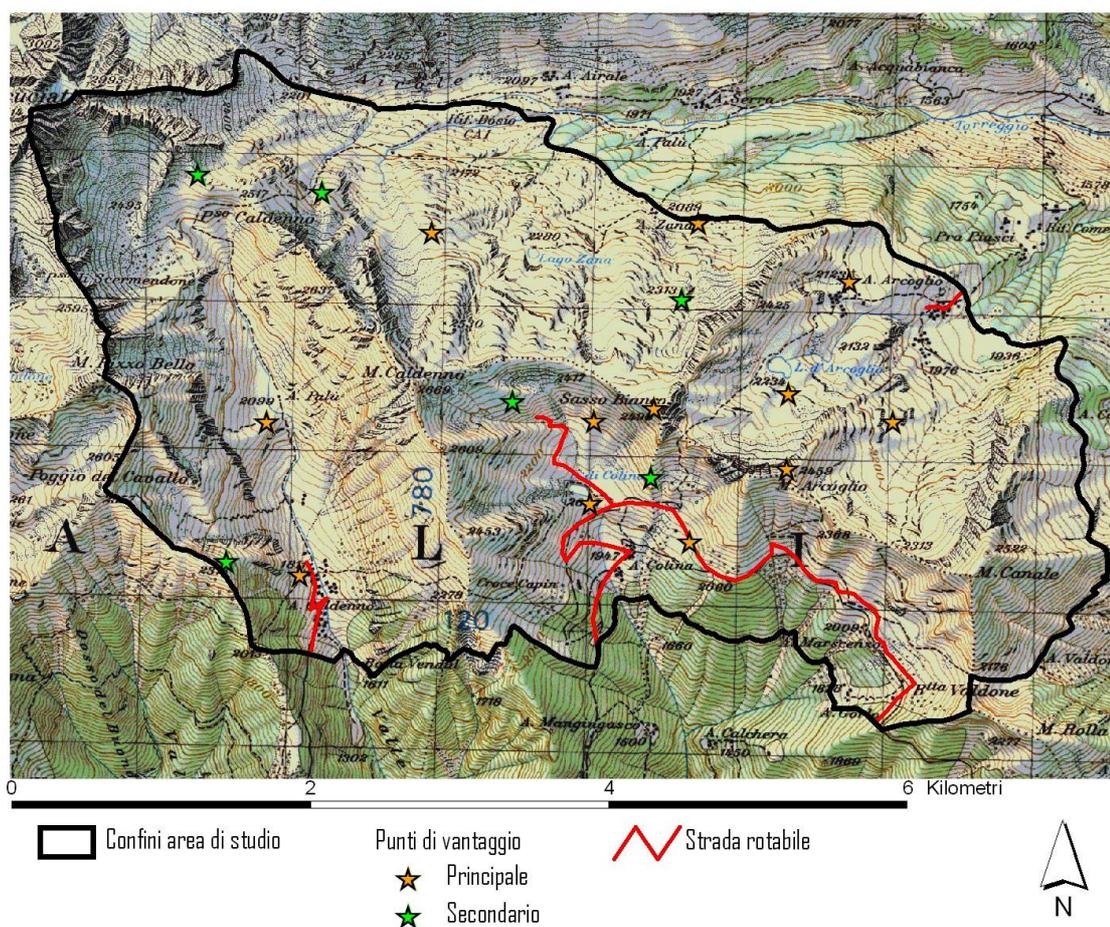


Fig. 31: in rosso sono evidenziate le strade rotabili grazie alle quali è possibile raggiungere i punti di vantaggio e i percorsi per le osservazioni.

3.1.2 Geologia e geomorfologia

*“Valtolina... valle circumdata
d’alti e terribili monti...”*

Leonardo Da Vinci, *Codice Atlantico*

L’affioramento delle Alpi (orogenesi alpina) ebbe inizio nel Cretaceo Medio, circa 70 milioni di anni fa, in seguito alle spinte tangenziali esercitate dalla zolla crostale africana verso la zolla eurasiatica, inizialmente separate da un braccio di mare detto “golfo della Tetide”. Il contatto fra le due zolle causò, da una parte, la sovrapposizione delle falde di ricoprimento, originando le Alpi vere e proprie, mentre dall’altra parte il margine della zolla africana subì un “semplice” ripiegamento verso sud (dando origine alle Prealpi). La linea di frattura che divide le Alpi dalle Prealpi è conosciuta col nome di “Linea Insubrica” o “Linea del Tonale”, ed attraversa buona parte della Valtellina.

L’analisi geologica, sia a livello comprensoriale sia a livello di area di studio, è stata condotta pressoché interamente sulla base della bibliografia esistente (Bonsignore *et al.*, 1970, 1971; Amanti *et al.*, 2002) mentre per la parte geomorfologica dell’area di studio si è ritenuto opportuno effettuare diverse uscite sul campo per verificare ed eventualmente implementare le informazioni bibliografiche a disposizione (Nangeroni, 1927, 1928, 1931).

a) Geologia

Il comprensorio delle Retiche centrali risulta, da un punto di vista geologico, piuttosto eterogeneo e per questo motivo sono state individuate 4 sottozone omogenee (Scherini, 1995):

1. massiccio del Monte Gruf (nella zona di Chiavenna);
2. massiccio intrusivo della Valmasino-Val Bregaglia;
3. versante fra Ardenno e Tirano;
4. Valmalenco.

L’area di studio “Alpe Colina” appartiene alla sottozona della Valmalenco. Quest’ultima è caratterizzata, nella sua parte più settentrionale (massiccio del Bernina, dominato dall’omonima cima, 4049 m s.l.m.), essenzialmente dall’affioramento di masse intrusive del ciclo magmatico ercinico (per la maggior parte dioriti e granodioriti) e da affioramenti di formazioni metamorfiche riconducibili a filladi clorotiche e granatifere. Sono pure presenti affioramenti di micascisti e gneiss biotitico-granatiferi (Alpe Senevedo), di micascisti e gneiss muscovitici e fasce di formazioni sedimentarie pennidiche (calcarei e calcari dolomitici).

La parte centrale è dominata da affioramenti di ofioliti delle unità pennidiche (in prevalenza serpentini e serpentinoscisti antigorici con olivina e pirosseni relitti) anche se si segnala l’affioramento, fra Chiareggio e San Giuseppe, risalendo poi fino al Lago Palù, di micascisti e

gneiss muscovitici, nonché l'affioramento di scisti e gneiss anfibolico-cloritici attorno al Lago Pirola, e le formazioni sedimentarie (calcari) attorno a Lanzada-Tornadri. La parte meridionale, dove troviamo l'area di studio, è caratterizzata dalla presenza, nella porzione più settentrionale, di micascisti e lenti di gneiss occhiadini cloritici e, nella porzione meridionale, di gneiss e micascisti muscovitico-epidotici, spesso cloritico-anfibolici.

L'intero sistema finora descritto si trova a nord della Linea Insubrica e si tratta di un sistema di rocce che sono state metamorfosate. In effetti, in linea di massima si potrebbe dire che l'area di studio risulta essere pressoché interamente costituita da formazioni metamorfiche del Precarbonifero con alcuni affioramenti di intercalazioni e filoni di età diverse, e la presenza di un affioramento sedimentario del Triassico, ben localizzato e di limitata estensione.

Più in particolare, considerando il territorio entro i confini di studio, si osserva che tutta l'area a sud della linea di cresta che va dal Monte Canale fino a Passo Caldenno, così come l'area a nord del tratto Monte Canale - Sasso Bianco, hanno come matrice comune la presenza degli gneiss del Monte Canale (gneiss e micascisti muscovitico-epidotici). In particolare, nella zona Prà Isio-Caldenno assumono particolare importanza, oltre ai componenti tipici di queste formazioni (quarzo e plagioclasio) anche anfiboli di tipo orneblenda. All'interno di questo quadro generale, si inseriscono alcuni affioramenti di masse e lenti di gneiss occhiadini cloritici o granitoidi (Alpe Caldenno) e di marmi, calcari e calcari dolomitici cristallini in lenti (a monte e a valle dell'Alpe Caldenno, a sud del Sasso Bianco, a sud del Monte Canale e presso l'Alpe Arcoglio).

Al contrario, la rimanente porzione dell'area di studio (cioè quella a nord della linea di cresta che va dal Sasso Bianco fino a Passo Caldenno) ha come matrice di base micascisti e gneiss muscovitici. Le varianti sono rappresentate dall'affioramento di lenti di gneiss occhiadini cloritici (Passo Caldenno, Monte Caldenno, Lago di Zana e Alpe Palù) e dalla presenza di marmi, calcari e calcari dolomitici cristallini in lenti (Passo Caldenno, Valle Airale e Alpe Zana). Tutte queste formazioni (ad eccezione delle intercalazioni), sia a nord sia a sud della linea di cresta rappresentano le formazioni metamorfiche del Precarbonifero a cui si è accennato sopra.

Una particolarità estranea alle due porzioni esaminate è rappresentata da un affioramento di roccia calcarea in corrispondenza del Sasso Bianco (il cui nome deriva infatti dalla colorazione delle rocce affioranti) (fig. 32). Si tratta, nello specifico, di dolomia, formazione sedimentaria austroalpina, tipica -per quanto riguarda la Valtellina- della zona dell'Alta Valle (Bormio) e risalente al periodo Triassico. L'estensione di questo affioramento è comunque decisamente limitata, circoscritta ad una piccola area attorno alla cima del Bianco. Ciononostante, le sue caratteristiche intrinseche, e soprattutto il pH, incidono in maniera sensibile nel determinare la presenza di una tipologia vegetazionale basifila, decisamente differente dal resto delle tipologie presenti nel resto dell'area di studio, e cioè acidofile.



Fig. 32: la vetta del Sasso Bianco, 2490 m s.l.m., rappresenta un'eccezione nel panorama geologico dell'area di studio, dal momento che risulta costituita da roccia calcarea, di colore chiaro (a cui deve il suo nome), mentre il resto dell'area è costituito da rocce acide (foto Luca Corlatti).

b) Geomorfologia

Il comprensorio montuoso delle Retiche centrali è compreso fra la quota minima di 200 m s.l.m. del fondovalle valtellinese (in prossimità del lago di Como) e la quota massima di 4049 m s.l.m. della cima svizzera del Pizzo Bernina.

Per quanto riguarda l'area di studio, la geomorfologia sembra essere, *in primis*, il risultato dell'azione di fattori morfogenetici glaciali. L'erosione idrica e, meno marcatamente, l'attività di dissesto, hanno poi concorso al delineamento del paesaggio attuale.

L'area di studio è compresa fra quote minime di 1600 m s.l.m. nel versante sud (a valle dell'Alpe Caldenno) e 1900 m s.l.m. nel versante nord (Alpe Arcoglio inferiore) e la quota massima di 2669 m s.l.m. del Monte Caldenno. Al suo interno troviamo altre tre cime: Monte Canale (2522 m s.l.m.), Monte Arcoglio (2459 m s.l.m.) e Sasso Bianco (2490 m s.l.m.). Come già accennato, l'area può essere suddivisa in due versanti, nord e sud, individuati dalla linea di cresta fra Monte Canale e Passo Caldenno (2517 m s.l.m.). Nel complesso il versante nord è caratterizzato da

pendenze più dolci rispetto al versante sud il quale, grazie alla presenza di pareti decisamente più ripide e ad una esposizione favorevole, rappresenta una zona maggiormente favorevole allo svernamento della fauna (il versante nord invece sembrerebbe più adatto all'estivazione) (fig. 33).



Fig. 33: da sinistra a destra il Sasso Bianco (in primo piano a centro foto), il Monte Arcoglio e il Monte Canale (visti dal Monte Caldenno) (foto Luca Corlatti).

Per una migliore comprensione delle caratteristiche geomorfologiche dell'area, di particolare importanza per l'analisi della distribuzione della popolazione di camoscio, la descrizione viene effettuata considerando separatamente i due versanti e procedendo, per ciascun versante, da est ad ovest.

- **Versante nord:** dai 2522 m s.l.m. del Monte Canale parte una linea di cresta che si sviluppa in direzione NNE e che permette di individuare due versanti, uno affacciato ad est, piuttosto ripido, con presenza di canali valanghivi attivi soprattutto nella zona del Valdome, ed uno affacciato ad ovest, caratterizzato da pareti rocciose molto ripide, che rappresenta la parete orientale del circo glaciale di Arcoglio di Triangia.

La linea di cresta che va dal Monte Canale al Monte Arcoglio sottende il circo glaciale dell'Arcoglio di Triangia, di sezione semicircolare, che scende fino a circa 1900 m s.l.m. con

fondo inizialmente poco ripido (l'antica zona di accumulo dei ghiacci) e piuttosto regolare, con l'eccezione di alcuni avvallamenti poco rilevati. Scendendo progressivamente di quota, il fondo aumenta la sua pendenza per poi tornare ad essere poco ripido in prossimità dell'abitato di Arcoglio Inferiore. La parete est è piuttosto rilevata e con pendenze molto accentuate, mentre la parete ovest è decisamente meno elevata e ripida. Diversi depositi detritici si trovano soprattutto sotto la linea di cresta e sotto la sponda orientale.

Da quota 2459 m s.l.m. (Monte Arcoglio) parte una breve linea di cresta che separa il circo glaciale dell' Arcoglio di Triangia, ad est, dal circo glaciale dell'Arcoglio di Torre, ad ovest. Tale cresta, localmente conosciuta come "Corno d'Arcoglio" ("Corgn d'Arcò" o "Coren d'Arcò"), tecnicamente viene indicata col termine francese "*arête*" e la sua origine è legata alla formazione di due circhi glaciali contigui (Smiraglia, 1992).

La linea che congiunge il Monte Arcoglio al Sasso Bianco sottende il circo glaciale dell'Arcoglio di Torre di S. Maria. Anche questo circo, di dimensioni inferiori al precedente, ha sezione semicircolare ma nella parte superiore il fondo è decisamente più irregolare, con la presenza di numerose formazioni a conca piuttosto rilevate e un salto che permette di passare repentinamente dai 2234 m s.l.m. del Lago d'Arcoglio ai 2123 m s.l.m. della chiesetta d'Arcoglio. Il fondo del circo, antica zona di accumulo dei ghiacci, è quindi conformata in maniera tale da favorire la formazione di bacini lacustri: è il caso del sopraccitato Lago d'Arcoglio, alimentato da due ruscelli, provenienti uno da sud e uno da ovest (fig. 34). Le pareti del circo, pur non molto elevate, sono caratterizzate da una buona pendenza, soprattutto la parete occidentale nella parte inferiore del circo -poco sopra la chiesetta- dove spesso si registrano fenomeni valanghivi di piccola entità. Depositati detritici si trovano tutto attorno alle sponde del circo, e in modo particolare sotto la cima del Monte Arcoglio. Al di sotto dei due circhi appena descritti (che si incontrano attorno ai 1900 m s.l.m.) si assiste ad un sensibile aumento della pendenza del versante, nel quale l'azione erosiva dei torrenti ha portato alla formazione di diverse vallette.

Dal Sasso Bianco, a 2490 m s.l.m., parte una *arête* che si estende per un buon tratto verso NE individuando due versanti, uno esposto ad est che si affaccia sul Lago di Arcoglio e sull'Alpe di Arcoglio di Torre (in particolare sull'Alpe Arcoglio Superiore) e che rappresenta la sponda occidentale del circo descritto in precedenza, l'altro esposto ad ovest con pareti decisamente più ripide e rocciose, alla base delle quali troviamo abbondanti depositi detritici, anche di notevoli dimensioni, che sovrastano l'Alpe Zana (2089 m s.l.m.).



Fig. 34: il Lago di Arcoglio, nella parte superiore del circo glaciale dell'Arcoglio di Torre Santa Maria, ha preso origine in una delle diverse conche che caratterizzano questa zona del circo (foto Luca Corlatti).

La linea di cresta che si svolge dal Sasso Bianco fino al Monte Caldenno sottende un esteso circo glaciale di forma trapezoidale. Le pareti del circo sono presenti solo lateralmente, cioè la linea di cresta coincide con l'inizio del fondo del circo: da questa linea parte subito una spianata (la "spianata di Zana", localmente denominata "*ciatéé de Zana*"), dolcemente convessa e molto ripida. È formata principalmente da gneiss che vanno a costituire costoni rocciosi montonati paralleli alla direzione del fondovalle di Valle Airale (O-E). La montonatura indica la direzione del flusso dell'antico ghiacciaio (Smiraglia, 1992; Bell, 2001). La spianata è cosparsa, soprattutto nella parte più alta, di numerose cunette la cui origine è riconducibile probabilmente al modellamento glaciale e sembra essere indipendente dal substrato litologico, dal momento che sono presenti sia sotto il Sasso Bianco (substrato a calcari) sia spostandosi verso ovest (substrato a gneiss). La spianata, nel suo complesso, sembra derivi da un processo di esarazione (cioè erosione glaciale, Smiraglia, 1992) che agì allargando la giovane valle già in formazione. Questa escavazione avrebbe agito in maniera irregolare così da creare le conche sopra citate (che inizialmente erano sede di pozzanghere, mentre molte ora si sono riempite di

terra). La più grande di queste è tuttora sede di un piccolo lago, il Lago di Zana (2280 m s.l.m.), il quale occupa la conca di fondo di un circo scavato nell'omonima spianata, con parete a monte molto ripida (fig. 35).



Fig. 35: la “spianata di Zana”; a sinistra si può intravedere il Lago glaciale di Zana, mentre sullo sfondo è visibile l'arête che diparte dal Sasso Bianco in direzione NNE, con abbondanti depositi detritici alla base (foto Luca Corlatti).

Mentre ad est, come già accennato, la spianata è delimitata dalla parete laterale rappresentata dalla cresta dentellata che parte dal Sasso Bianco e si svolge verso NE, a ovest è interrotta da un vallone con evidente montonatura (parallela all'andamento della Valle Airale). Questo vallone, che parte dall'anticima del Monte Caldenno con un piccolo circo glaciale e scende fino al fondo della Valle Airale, è di probabile origine interglaciale, fase durante la quale il tratto sarebbe stato tagliato da un torrente: successivamente, la nuova glaciazione avrebbe trasformato la piccola valle in un vallone con circo.

Dalla cima del Monte Caldenno, verso NO parte una linea di cresta che si svolge compatta per un breve tratto, per poi dividersi “a forbice” originando due creste che si interrompono l'una a Passo Caldenno (2517 m s.l.m.), l'altra poco sopra il fondo di Valle Airale. L'origine di questa formazione è da ricondurre ancora all'azione glaciale di scavo e si tratta quindi anche in

questo caso di un piccolo circo glaciale, con sezione piuttosto allungata e pareti non molto elevate ma decisamente ripide. Le due creste quindi, che coincidono con le pareti del circo, possono essere definite delle *arêtes*. La porzione più elevata di questo piccolo circo vede la presenza di abbondanti depositi detritici.

- **Versante sud:** la linea di cresta che va dal Monte Canale al Sasso Bianco sottende un versante caratterizzato da pendenze decisamente più accentuate rispetto a quelle della corrispondente area del versante nord. Qui non si trova alcun circo glaciale, mentre l'azione erosiva idrica ha portato alla formazione di vallette caratterizzate da una intensa attività valanghiva e dalla presenza, nella loro parte inferiore, di abbondanti depositi detritici.

Sotteso dalla linea di cresta Sasso Bianco-Monte Caldenno si trova il grande circo glaciale di Colina, un tipico circo a sezione semicircolare con fondo poco ripido e pareti elevate e ripide. Al fondo del circo un laghetto di chiara origine glaciale, il Lago di Colina (2079 m s.l.m.), è alimentato da due ruscelli provenienti da ovest e bloccato a sud da una morena. Questo lago si trova allo sbocco di un piccolo circo glaciale “parassita” che si sviluppa lungo il versante ovest del circo principale, con partenza posta fra quota 2600 e 2453 m s.l.m. Dal momento che il Lago di Colina assume una forma allungata in senso O-E ed è più profondo nella porzione occidentale, si è indotti a pensare che a scavare la conca del lago sia stato proprio il ghiacciaio di questo piccolo circo parassita e non il ghiacciaio del circo principale (ghiacciaio di testata). Anche nell'anfiteatro di Colina si incontrano diversi accumuli detritici, in particolare sotto la linea di cresta Sasso Bianco-Monte Caldenno (nella sua porzione centrale) e poco sopra il Lago di Colina (lungo il circo parassita) (fig. 36).



Fig. 36: il circo parassita all'interno del grande circo glaciale di Colina sovrasta il Lago omonimo; si può plausibilmente pensare che sia stato proprio il ghiacciaio di questo piccolo circo a creare il lago stesso, e non il ghiacciaio di testata (foto Luca Corlatti).

Nella zona di passaggio fra il circo di Colina e quello di Caldenno, in particolare a valle di Croce Capin, si trova una zona di dissesto piuttosto estesa (“rovine del *Capin*”).

La linea di cresta che si svolge dal Monte Caldenno fino a Passo Caldenno sottende un ulteriore circo glaciale: il grande circo glaciale del Caldenno, di sezione piuttosto allungata (semiellittica) con asse principale in direzione SSE-NNO (fig. 37). Il fondo, “tagliato” dal torrente Caldenno, è decisamente poco inclinato (con l’eccezione del salto che porta repentinamente dai 2099 m s.l.m. dell’Alpe Palù ai 1850 m s.l.m. circa della zona a monte delle baite dell’Alpe Caldenno) mentre le pareti sono molto elevate e ripide, con forte presenza di componenti rocciose. Molto importante per capire la distribuzione delle popolazioni di camoscio presenti nell’area è la presenza di un maggiore sviluppo superficiale nella zona a valle del salto (cioè nei versanti orografici destro e sinistro a livello delle baite dell’Alpe Caldenno) rispetto a quello delle pareti a monte.



Fig. 37: la parte sommitale del grande circo del Caldenno, presso l’Alpe Palù (foto Andrea Confeggi).

Questo maggiore sviluppo è imputabile forse ad una azione erosiva idrica più intensa, o più prolungata, che ha creato una numerosa serie di vallette. Anche in questo caso i depositi detritici sono abbondanti, concentrati perlopiù sul versante orografico sinistro a livello dell’Alpe Caldenno e a livello del salto (“rovine del *Nisciulàsc*”).

Al di sotto di tutte le zone descritte per il versante sud, i pendii diventano ancora più accentuati e l'azione erosiva dei torrenti ha portato alla formazione di diverse vallette, sulle sponde delle quali sono tuttora evidenti i segni di un'attività idrica di scavo.

3.1.3 Clima

Il clima della Valtellina è fortemente influenzato dalla presenza delle catene montuose che si svolgono in direzione O-E. In particolare il versante retico, dove si trova l'area di studio, è protetto dalla catena prealpina Orobica nei confronti dei venti che provengono da sud, venti che invece sono presenti nella contigua Valchiavenna (non protetta a sud) cosicché ne consegue una maggiore abbondanza di precipitazioni in Valchiavenna rispetto alla Valtellina.

In linea generale si può affermare che la Valtellina è caratterizzata da un clima continentale umido e freddo (Pelfini & Belloni, 1990). La continentalità comporta elevate escursioni termiche anche per effetto della variazione stagionale dell'angolo di incidenza dei raggi solari.

Per quanto riguarda il comprensorio delle Retiche centrali, i dati disponibili non sono molti. La posizione del versante retico, più soliva, tende ad accentuarne le caratteristiche di continentalità. Le temperature sono strettamente correlate alle esposizioni delle diverse vallate, ma in linea generale le temperature più alte si registrano in luglio, le più basse in gennaio (tab. II).

Mese	<i>gennaio</i>	<i>aprile</i>	<i>luglio</i>	<i>ottobre</i>
Piano altitudinale				
- piano basale (0-400 m s.l.m.)	+ 2 °	+ 7 °	+ 22 °	+ 14 °
- piano subalpino (1800-2200 m s.l.m.)	- 6 °	+ 1 °	+ 10 °	+ 3 °
- piano nivale (>2700 m s.l.m.)	- 18 °	- 12 °	- 6 °	- 8 °

Tab. II: temperature medie dei mesi più rappresentativi di ciascuna stagione astronomica per tre diversi piani altitudinali nel versante retico della Provincia di Sondrio (da Credaro & Pirola, 1975, modificato).

Le temperature medie annue attorno ai 2000 m s.l.m. sono comprese fra 1 e 2 °C, mentre nel fondovalle oscillano fra 11,5 e 12 °C. Il massimo delle precipitazioni è compreso fra giugno e

novembre (estate ed autunno), anche se la piovosità autunnale è complessivamente maggiore di quella estiva. Le precipitazioni medie annue si collocano fra i 1300 mm della zona lariana e i 693 mm del tiranese (mediamente il valore è attorno ai 1000 mm/anno). Per quanto riguarda i venti, quando questi giungono in Valtellina hanno caratteristiche diverse da quelle iniziali. La loro presenza è maggiore in estate, mentre in inverno soffiano solo quando il tempo è stabile. Più frequenti sono i venti provenienti da sud e da nord, più rari quelli da NE, anche se di intensità maggiore (Pelfini & Belloni, 1990).

Più in particolare nella zona di Sondrio, riferendosi al periodo 1 aprile - 31 ottobre, si registra al fondovalle una temperatura media annua di 17,69 °C (Bongiolatti, 2004). I giorni di pioggia sono in media 99 all'anno, con precipitazioni medie annue di 1099 mm (molto influente è la vicinanza del lago di Como, che apporta notevoli quantità di aria umida): la piovosità media annua è quindi dell'ordine degli 850-1200 mm. La neve persiste generalmente, in maniera discontinua, fra novembre e aprile: la permanenza del manto nevoso è, fra 2200 e 2300 m s.l.m., di circa 200 giorni (ovviamente questa è correlata ad altitudine, esposizione e morfologia del territorio). Il massimo della copertura nevosa si registra in dicembre-gennaio, mentre l'altezza media del manto nevoso a 2000 m di quota è attorno ai 90 cm (Centro Nivometeorologico, 1996). Sempre nella zona di Sondrio prevalgono i venti da SO e da O, soprattutto al pomeriggio, mentre al mattino prevalgono venti da NE e da ENE. Per quanto riguarda le radiazioni, nella fascia vitata della zona di Sondrio la PAR media annua è di 2700-3200 MJ per metro quadrato di terreno (Bongiolatti, 2004);

Per quanto riguarda l'area di studio, i dati a disposizione sono decisamente scarsi. Le precipitazioni piovose massime variano fra i 1600 mm della zona attorno al Monte Canale e i 1750 mm della zona attorno al Passo Caldenno; le minime variano fra i 500 mm della zona fra Monte Canale e Alpe Colina e i 700 mm di Valle Airale e le precipitazioni medie sono comprese fra i 1000 mm della zona attorno a Monte Canale e i 1200 mm della zona attorno a Passo Caldenno. A Torre di Santa Maria si registrano annualmente precipitazioni di circa 993 mm (Pelfini & Belloni, 1990). Altri dati particolareggiati non sono ad ora disponibili. È però doveroso precisare come, sulla base di osservazioni personali, a livello climatico vi siano probabilmente delle importanti differenze fra i due versanti, quello esposto a nord e quello a sud. In effetti, il versante sud ha una esposizione tale da permettere al suolo di ricevere, nell'arco dell'intero anno, una quantità di energia solare maggiore rispetto al versante nord (e con raggi di incidenza meno inclinati) così da determinare un più elevato e rapido assorbimento di calore che porta condizioni di maggiore xericità, le quali si riflettono anche a livello vegetazionale. Inoltre, questa esposizione determina anche una minore permanenza della neve al suolo, sia per motivi di esposizione sia per motivi legati alla morfologia di versante (vedi par. 3.1.2) rispetto al versante nord. Nel corso dello studio è stata osservata una permanenza della neve al suolo, a 2000 m s.l.m., dalla seconda metà di novembre 2003 fino alla

metà di maggio 2004 nel versante sud, per un totale di circa 180 giorni, mentre il versante nord è rimasto coperto da fine ottobre - inizio novembre 2003 fino a metà giugno 2004, per un totale di circa 220 giorni. La differenza fra i due versanti per quanto riguarda i venti è invece più difficilmente apprezzabile, anche se nel complesso sembrerebbero prevalere i venti provenienti da sud e da ovest.

3.1.4 Vegetazione

Per fornire un quadro vegetazionale sufficientemente dettagliato verrà descritta inizialmente la situazione a livello comprensoriale, per poi focalizzare l'attenzione sull'area di studio.

La descrizione vegetazionale a livello di comprensorio è stata condotta prevalentemente attraverso l'analisi delle fonti bibliografiche disponibili, prime fra tutte -per i tipi vegetazionali erbacei- la carta della vegetazione della Provincia di Sondrio predisposta da Credaro & Pirola (1975) e -per i tipi vegetazionali arborei- il manuale dei tipi forestali della Lombardia (Del Favero, 2002). È doveroso quindi segnalare l'introduzione dell'utilizzo dei tipi forestali, «un sistema di classificazione delle aree forestali (...) con evidente significato applicativo e perciò, da una parte, (...) semplificato rispetto a quelli predisposti con finalità di carattere più strettamente scientifico (...) e [che] dall'altra, prevede, per ogni unità evidenziata, la formulazione di indicazioni tecnico-selvicolturali» (Del Favero *et al.*, 1990, in Del Favero, 2002) poiché, seppur già da tempo utilizzato in altre regioni italiane (Veneto *in primis*), rappresenta una novità per la realtà lombarda.

La descrizione vegetazionale a livello di area di studio invece, sia per quanto riguarda l'aspetto forestale, sia per quanto riguarda i pascoli, è stata condotta solo in parte sulla base di ricerche bibliografiche (rispettivamente Del Favero, 2002; Credaro & Pirola, 1975). Per poter redigere una carta della vegetazione attuale caratterizzata da un maggiore grado di precisione si è infatti ritenuto opportuno procedere a diversi rilievi condotti personalmente sul campo. In particolare, per quanto riguarda i rilievi forestali, si è fatto ricorso all'utilizzo delle chiavi dicotomiche per l'individuazione dei tipi forestali contenute in Aa.Vv. (2002), mentre per i rilievi della vegetazione erbacea si è proceduto ad individuare, nell'area di studio, i tipi vegetazionali erbacei sulla scorta di quanto indicato da Gusmeroli (2004) per i pascoli dell'alta Valtellina (tab. III).

a) Il comprensorio delle Retiche centrali

Sulla base di Del Favero (2002) è possibile individuare, per la Lombardia, una serie di comprensori omogenei dal punto di vista geobotanico. Quello dove è localizzata l'area di studio "Alpe Colina" prende il nome di Distretto Geobotanico Valtellinese, si estende da Colico a Tirano comprendendo sia il versante retico sia quello orobico ed è situato a sua volta all'interno del Distretto Alpino della Regione Mesalpica. Questo distretto geobotanico coincide solo in parte con il Comprensorio delle Retiche centrali descritto al par. 3.1.1: infatti, mentre esso racchiude al suo

interno sia il versante retico sia il versante orobico, il comprensorio delle Retiche centrali, oltre a comprendere anche parte della Valchiavenna (non racchiusa dal distretto geobotanico), considera solo il versante retico.

Dal momento che i due versanti (retico e orobico) sono fortemente differenziati dal punto di vista vegetazionale, per evitare eccessiva eterogeneità nella descrizione si è optato per una ideale sovrapposizione del Distretto Geobotanico Valtellinese con il comprensorio delle Retiche centrali, tralasciando rispettivamente da una parte il versante orobico e dall'altra l'area valchiavennasca, in modo da individuare un'area che si estende sul solo versante retico da Colico a Tirano e che risulta caratterizzata, da un punto di vista botanico, sia da una maggiore omogeneità sia da una maggiore significatività per l'inquadramento generale dell'area di studio. D'ora in avanti quindi la descrizione vegetazionale del comprensorio sarà riferita all'area sopra individuata (fig. 38).

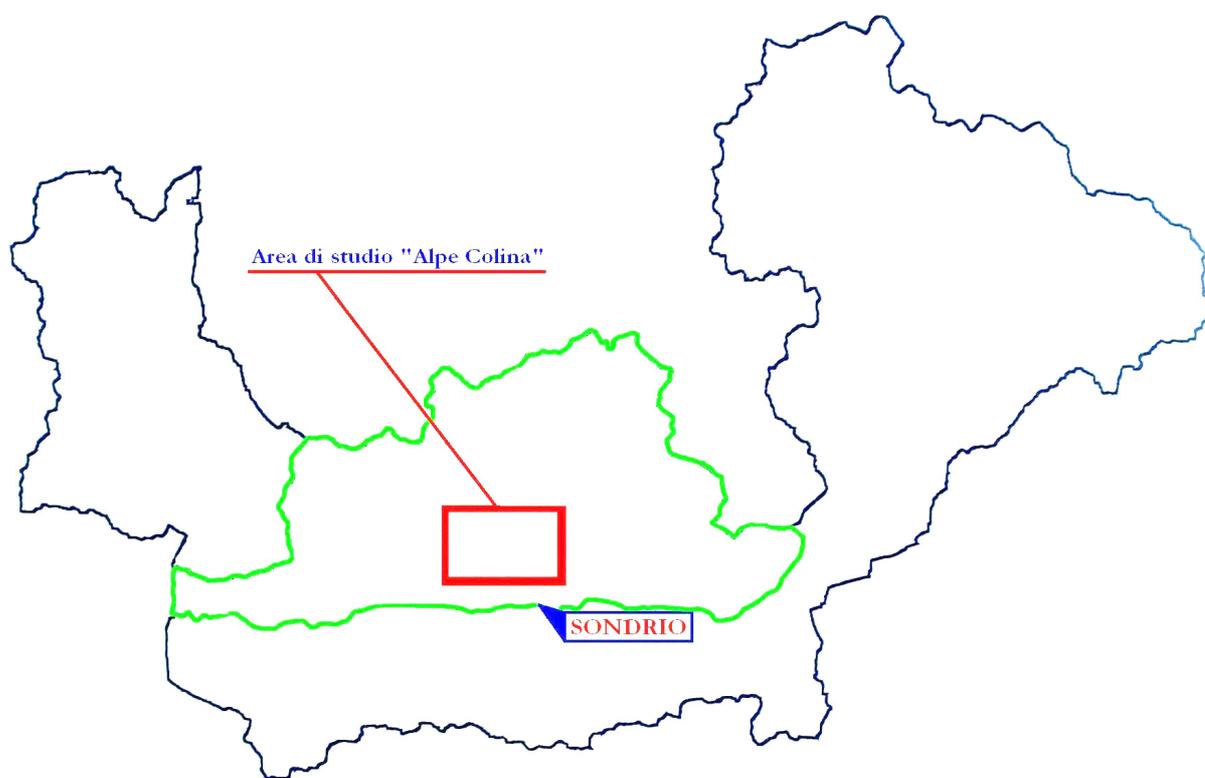


Fig. 38: in verde i confini dell'area considerata nella descrizione vegetazionale a livello di comprensorio, ricavata dalla sovrapposizione del Distretto Geobotanico Valtellinese con il comprensorio delle Retiche centrali.

In linea di massima si può affermare che il versante retico è caratterizzato da una maggiore xericità rispetto al versante orobico, da un clima continentale e da substrati di natura prevalentemente acida (tranne locali nuclei di serpentini e calcari). Per avere un quadro più dettagliato dell'area è possibile individuare diversi orizzonti. A seconda del luogo geografico che si prende in considerazione (e... dell'autore che li propone!) i limiti delle diverse fasce altitudinali

possono essere differenti: per quanto riguarda l'area considerata, si ritiene plausibile individuare 7 diversi piani:

1. piano basale (0-400 m s.l.m.);
2. piano submontano (400-800 m s.l.m.);
3. piano montano (800-1400 m s.l.m.);
4. piano altimontano (1400-1800 m s.l.m.);
5. piano subalpino (1800-2200 m s.l.m.);
6. piano alpino (2200-2700 m s.l.m.);
7. piano nivale (> 2700 m s.l.m.).

È necessario tuttavia precisare come l'appartenenza di un dato popolamento a uno dei piani sopra individuati non dipenda esclusivamente da considerazioni di natura altitudinale, ma anche da caratteristiche strutturali e/o ecologiche dei popolamenti stessi. Ad esempio, una pecceta cosiddetta "montana" può trovarsi, per una serie di condizioni microstazionali favorevoli, a vegetare nel piano subalpino: tale popolamento viene comunque definito "montano" perché presenta una serie di caratteristiche strutturali tipiche montane, ben diverse da quelle dei popolamenti subalpini.

Inoltre, dal momento che le zone comprese fra i diversi piani non sono distinte in maniera netta, si è ritenuto opportuno prendere in considerazione anche le zone di transizione.

- **Piano basale:** dal fondovalle fino ai 400 m s.l.m.. È una fascia fortemente influenzata, fin dall'antichità, dall'azione antropica (Scherini, 1995): nel fondovalle, da Colico a Tresenda, sono presenti svariate coltivazione agrarie (perlopiù cereali e patate) che, salendo lievemente di quota, trovano espressione in numerosi vigneti (concentrati per lo più fra Berbenno e Poggiridenti e fra Chiuro e Teglio) e frutteti (perlopiù meleti concentrati fra Poggiridenti e Ponte in Valtellina). Nella fascia più bassa del piano basale le condizioni di xericità raggiungono il loro livello massimo, permettendo la presenza di una vegetazione di tipo submediterraneo quale i cespuglieti a *Cistus salviaefolius* o steppico (praterie a *Festuca vallesiaca*). Le piante arboree sono rappresentate da ontano nero (*Alnus glutinosa*) che può formare alnete di ontano nero perilacustre (ad esempio a Cedrasco e Morbegno), rare formazioni stabili localizzate in zone di ristagno idrico, dove vi è anche presenza (minoritaria) di frassino (*Fraxinus excelsior*), salice bianco (*Salix alba*), pioppo (*Populus sp.*), robinia (*Robinia pseudoacacia*). Sono presenti inoltre saliceti (di ripa e a *Salix caprea*) lungo i greti di corsi d'acqua e nei conoidi alluvionali.
- **Piano basale-submontano:** è la zona di passaggio fra i due piani (~ 400 m s.l.m.). Le praterie sono dominate da *Arrhenatherum elatius*. Fra le specie arboree, da segnalare la presenza della robinia che va a formare robinieti misti (presenti più o meno ovunque), formazioni

antropogene con tendenza ad evolvere lasciando il posto alla vegetazione autoctona rappresentata da roverella (*Quercus pubescens*), nocciolo (*Corylus avellana*), bagolaro (“spaccasassi”, *Celtis australis*), frassino, carpino bianco (*Carpinus betulus*), rovere (*Quercus petrae*), farnia (*Quercus robur*) e castagno (*Castanea sativa*). Cominciano inoltre ad affermarsi formazioni come castagneti, querceti ed aceri-frassineti.

- **Piano submontano:** compreso fra 400 e 800 m s.l.m. Le praterie submontane sono dominate da *Trisetum flavescens* (avena bionda), talvolta intercalata a nardeti secondari. Localmente (ad esempio a Samolaco, Ardenno, Triasso, Poggiridenti Alta e Teglio) le praterie sono dominate da *Arrhenaterum elatius*. Per quanto riguarda la copertura arborea, piuttosto abbondante è la presenza di querceti dei substrati silicatici dei suoli xerici: si tratta di boschi dominati da rovere e roverella dove talvolta queste specie possono trovarsi allo stato arbustivo; altre specie presenti in queste formazioni sono l’orniello (*Fraxinus ornus*), la robinia, il castagno, il bagolaro, il faggio (*Fagus sylvatica*), il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*) e il pino silvestre (*Pinus sylvestris*). Abbastanza continua appare la diffusione del castagno che va a formare due tipi di castagneti:
 - castagneto dei substrati silicatici dei suoli xerici (dove, oltre al castagno, si trovano anche bagolaro, betulla -*Betula pendula*-, rovere e olmo campestre -*Ulmus minor*-), formazione che ha tendenza ad evolvere lentamente verso il rovereto dei substrati silicatici dei suoli xerici;
 - castagneto dei substrati silicatici dei suoli mesoxerici dove, assieme al castagno, vi sono betulla, nocciolo, pioppo tremulo -*Populus tremula*-, pino silvestre, robinia e tiglio -*Tilia sp.*-), formazione che tende (in alcuni casi anche piuttosto rapidamente) ad evolvere verso il querceto di rovere dei substrati silicatici dei suoli mesici.

Acero e tiglio formano aceri-tiglieti (Torre di Santa Maria), popolamenti stabili con presenza anche di nocciolo e castagno. Nella parte più elevata del piano si affermano (ad esempio sopra Berbenno) faggete submontane dei substrati silicatici, popolamenti stabili composti da faggio con presenza di castagno o betulla, e pinete di pino silvestre dei substrati silicatici submontane, popolamenti composti da pino silvestre a cui si associano nocciolo e rovere, che hanno la tendenza ad evolvere verso i rovereti dei substrati silicatici.

- **Piano submontano-montano:** fascia di transizione fra i due piani (~ 800 m s.l.m.), è caratterizzata da vegetazione erbacea con prevalenza di *Trisetum flavescens*. La copertura arborea vede la presenza di popolamenti quali il querceto di rovere dei substrati silicatici dei suoli mesici (Torre di Santa Maria), popolamento stabile con presenza di rovere, castagno, nocciolo, betulla, frassino e acero. Decisamente più abbondante la presenza di aceri-frassineti tipici (Valmasino, Berbenno, Valmalenco, Montagna in Valtellina), popolamenti stabili con presenza di acero, frassino, rovere, tiglio, ontano bianco (*Alnus incana*). In Valmasino e in Valmalenco sono presenti anche aceri-frassineti con ontano bianco, popolamento che ha comunque la

probabile tendenza ad evolvere verso l'acero-frassineto tipico. Abbastanza diffusi i betuleti secondari, formazioni instabili costituite da betulla, nocciolo, castagno, larice (*Larix decidua*), abete rosso (*Picea abies*), pioppo tremulo, salicone e sorbo degli uccellatori (*Sorbus aucuparia*). Piuttosto abbondanti i corileti, unità formate in prevalenza da nocciolo, accompagnato da betulla, frassino e tiglio, con tendenza relativamente rapida ad evolvere verso formazioni della fascia dai querceti alle faggete secondarie. Localmente (Berbenno, sotto Prato Maslino) è possibile trovare la pineta di pino silvestre primitiva di rupe, stadio durevole costituito da pino silvestre e betulla. In Val di Tegno e in Valmasino sono presenti alnete di ontano bianco, formazioni con tendenza a evolvere verso gli aceri-frassineti.

- **Piano montano:** compreso fra 800 e 1400 m s.l.m.. Le praterie montane sono dominate da *Trisetum flavescens*. Fra le Briofite da segnalare *Hylocomium splendens* e *Rhytidiadelphus triquetus*. La componente arborea è rappresentata da diverse formazioni, fra le quali:
 - faggeta primitiva (Valmasino), stadio durevole con faggio, betulla, larice e farinaccio (*Sorbus aria*);
 - faggeta montana dei substrati silicatici dei suoli mesici (Valmasino, Ardenno), popolamento stabile con faggio, abete bianco (*Abies alba*), betulla e abete rosso;
 - faggeta montana dei substrati silicatici dei suoli acidi (versante fra Sondrio e Ardenno, Costiera dei Cek), formazione stabile se in stato di *optimum* vegetativo, formata principalmente da faggio, betulla e pino silvestre;
 - pineta di pino silvestre dei substrati silicatici montana (lungo tutto il versante fra Teglio e Colico, anche se in maniera discontinua), con tendenza ad evolvere lentamente verso una faggeta o una pecceta;
 - picco-faggeto dei substrati silicatici (Prato Isio -Berbenno-), popolamento formato principalmente da abete rosso e faggio, con tendenza ad una frequente alternanza fra le due specie, nella dominanza;
 - pecceta montana dei substrati silicatici dei suoli xerici (versante fra Sondrio e Ardenno), formazione stabile con abete rosso, larice e nocciolo;
 - pecceta montana dei substrati silicatici dei suoli mesici (Berbenno), unità stabile con netta dominanza di abete rosso.

Nel versante fra Ponte in Valtellina e Ardenno, seppur con diverse soluzioni di continuità, è presente la pecceta secondaria montana, formazione con tendenza ad evolvere (teoricamente) verso faggete o abieteti, anche se l'abbondante rinnovazione dell'abete rosso la rende piuttosto stabile.

- **Piano montano-altimontano:** fascia di transizione fra i due piani (~ 1400 m s.l.m.); nelle praterie cominciano ad affermarsi i nardeti (*Nardetum alpigenum*), con presenza di *Nardus stricta*.

Fanno la loro comparsa anche *Trifolium montanum* e *Trifolium alpinum*. Fra i popolamenti arborei è da segnalare la presenza di betuleti secondari (Valmalenco, Valmasino), formazioni stabili con betulla, acero, ontano verde (*Alnus viridis*), frassino, pino silvestre e pioppo tremulo. Piuttosto abbondante la presenza del lariceto tipico, formazione stabile nel breve periodo, costituita in prevalenza da larice con possibile presenza di betulla, nocciolo, pioppo tremulo e abete bianco. Presente pure il lariceto in successione con pecceta (Alta Valmalenco, Valfontana), formazione in rapida evoluzione verso un tipo di pecceta (le specie dominanti sono larice e abete rosso).

- **Piano altimontano:** compreso fra 1400 e 1800 m s.l.m., è un piano dominato, per quanto riguarda le praterie, da *Nardus sp.*, *Trifolium sp.*, *Festuca sp.*, *Carex sp.*, *Juncus sp.*. Nelle zone pascolate, laddove il bestiame si riposa favorendo la restituzione di sostanze organiche attraverso le deiezioni, si insedia perlopiù il *Rumicetum alpini*, associazione nitrofila tipica -alle nostre latitudini- sia del piano altimontano sia del piano subalpino. In tale associazione domina *Rumex alpinus*, che tende a soffocare le altre specie formando popolamenti anche puri nei casi estremi. Il popolamento arboreo è rappresentato soprattutto dal lariceto tipico; sono presenti anche faggete altimontane dei substrati silicatici (Novate Mezzola e Valmasino), formazioni stabili con presenza di faggio, larice e betulla. È ancora possibile trovare la pecceta montana dei substrati silicatici dei suoli xerici e la pecceta montana dei substrati silicatici dei suoli mesici. Nella porzione più elevata della fascia si afferma la pecceta altimontana e subalpina dei substrati silicatici dei suoli xerici (versante fra Ponte in Valtellina e Ardenno), formazione stabile a dominanza di abete rosso.
- **Piano altimontano-subalpino:** fascia di transizione fra i due piani (~ 1800 m s.l.m.). Le praterie sono caratterizzate perlopiù dalla presenza di *Nardus sp.* e *Trifolium sp.*; inoltre, cominciano ad affermarsi più abbondantemente *Carex sp.* e *Juncus sp.*. Fra i popolamenti arborei assumono rilevante importanza (data la loro ampia diffusione) la pecceta altimontana e subalpina dei substrati silicatici dei suoli xerici, la pecceta altimontana e subalpina dei substrati silicatici e dei suoli mesici (formazione stabile con netta dominanza di abete rosso) e l'alneto di ontano verde (formazione a dominanza di ontano verde con tendenza ad evolvere verso cenosi boschive più mature, quali i lariceti, le peccete o le cembrete). In Valmalenco è ben diffuso anche il lariceto primitivo, stadio durevole a dominanza di larice, con possibile presenza di abete rosso e betulla.
- **Piano subalpino:** compreso fra 1800 e 2200 m s.l.m.. Le praterie sono rappresentate principalmente da *Aveno-nardetum* per quanto riguarda le rocce silicee, mentre su rocce calcaree si incontrano *Caricetum ferruginei* e *Festucetum*. In alcune aree (es. Alpe Campagneda e Alpe Aquanegra -Alta Valmalenco-) persistono ambienti relitti di torbiera. La componente arbustiva è rappresentata perlopiù da ginepro nano (*Juniperus communis* subsp. *nana*), rododendro

ferrugineo (*Rhododendron ferrugineum*) e mirtillo nero (*Vaccinium myrtillus*). Per quanto riguarda la copertura arborea, questa è rappresentata da mughete microterme dei substrati silicatici (formazioni durevoli con dominanza di pino mugo -*Pinus mugo*-), da lariceti tipici, da larici-cembreti primitivi (Valmalenco, formazioni stabili a dominanza di larice e pino cembro -*Pinus cembra*-), oppure ancora da larici-cembreti tipici (stabili, dominanza di larice e pino cembro, con possibile presenza di ontano verde) o da larici-cembreti con abete rosso (media e alta Valmalenco, popolamenti a dominanza di pino cembro, larice e abete rosso, con tendenza ad evolvere verso una pecceta).

- **Piano subalpino-alpino:** fascia di transizione fra i due piani (~ 2200 m s.l.m.). Nelle praterie naturali acidofile cominciano ad affermarsi *Carex curvula* e *Festuca varia*, mentre nelle sporadiche praterie basifile si affermano *Carex firma* e *Carex elyna*. In questa fascia, per quanto riguarda soprattutto le praterie acidofile a *Carex curvula* (ma anche per le praterie a *Festuca varia*), il pascolo può intervenire con azione meccanica interrompendo il cotico erboso favorendo l'insediamento di buone specie foraggere come *Phleum sp.*, *Agrostis sp.*, *Leodonton sp.*, *Festuca sp.* e *Trifolium sp.*; d'altra parte, se l'azione di pascolo si fa troppo intensa può insediarsi il cervino (*Nardus stricta*), specie di valore foraggero nullo e difficilmente migliorabile a fini di pascolamento (Masutti, 1992). La componente arbustiva è rappresentata da *Juniperus communis* sub. *nana*, *Rhododendron ferrugineum* e *Vaccinium myrtillus*. A queste quote la componente arborea si limita a sporadiche presenze con individui dal portamento spesso arbustivo (larice, abete rosso, cembro): è la cosiddetta fascia degli arbusteti contorti.
- **Piano alpino:** compreso fra 2200 e 2700 m s.l.m.. Le praterie naturali che si insediano su substrato siliceo sono tipicamente rappresentate da associazioni a *Carex curvula* (*Caricetum curvula*, o Curvuleto) e *Festuca varia* (*Festucetum variae*, o Varieto). L'associazione *Caricetum curvula* è il *climax* «verso il quale si evolvono tutte le altre associazioni vegetali (...) del piano alpino» (Credaro & Pirola 1975); tipicamente, il Curvuleto è dominato dalla presenza di *Carex curvula* (localmente conosciuto come “*carécb*”), il quale contribuisce a dare al popolamento una colorazione giallastra piuttosto uniforme, in quanto la sua elevata competitività tende a soffocare le altre specie. Nei versanti esposti a sud, più caldi e aridi si afferma il *Festucetum variae*, associazione a dominanza di *Festuca varia* (localmente conosciuta come “*visega*”), una graminacea che forma cespi vistosi e pungenti. Laddove, localmente, sono presenti affioramenti di rocce basiche troviamo la presenza di *Carex firma* che forma praterie basifile, associazioni denominate *Caricetum firmae* (o Firmeto), di scarso valore foraggero ma molto importanti da un punto di vista idrogeologico (difesa del suolo da dilavamento superficiale). Nelle zone ventose, soprattutto in prossimità delle creste, è presente *Juncus trifidus*, specie resistentissima alle basse temperature e ai venti. Ancora possibile la presenza di arbusti di

ginepro nano e rododendro; la componente arborea è praticamente assente, con l'eccezione di sporadici individui con portamento arbustivo (larice soprattutto).

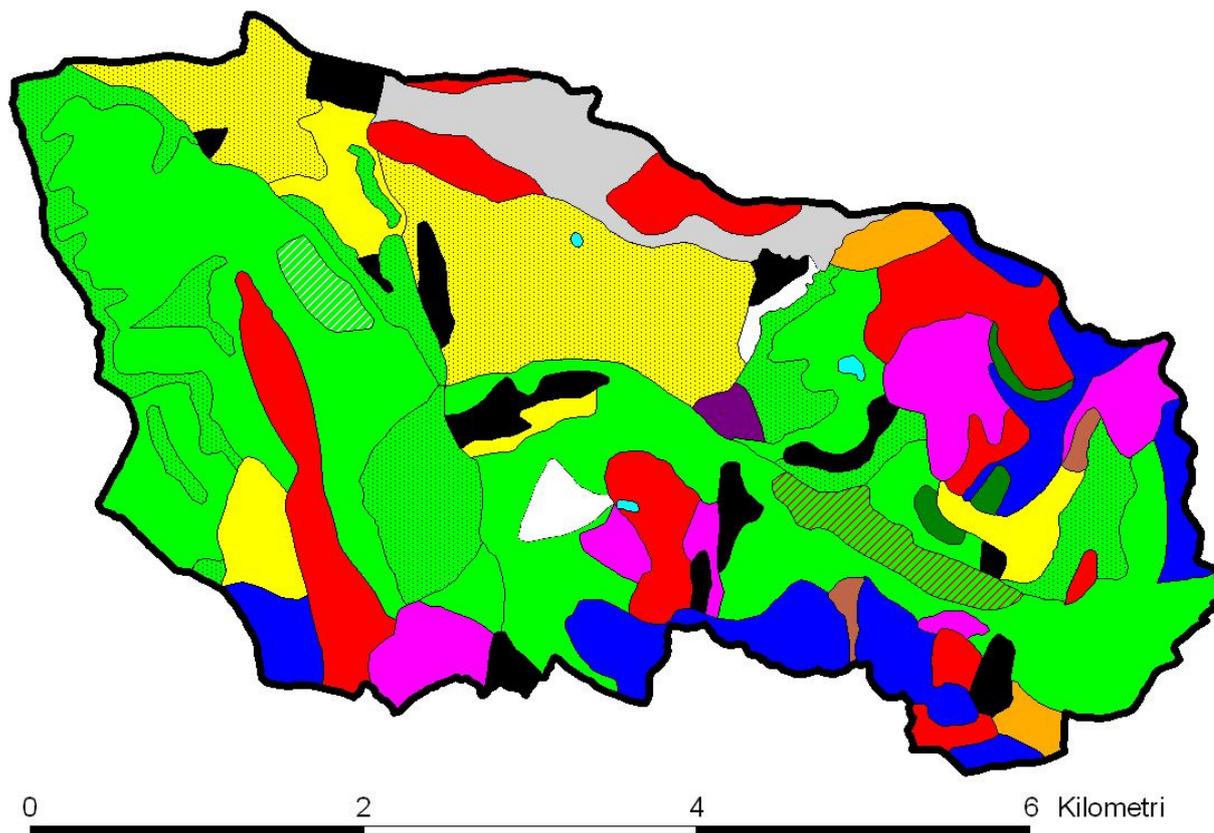
- **Piano alpino-nivale:** attorno ai 2700 m s.l.m. «il passaggio dalla prateria (...) [alle zone più elevate] è segnato dal limite delle zolle pioniere, una stretta fascia in cui le specie erbacee che compongono la cotica erbosa non sono in grado di svolgere un accrescimento sufficiente a confluire in una prateria continua» (Credaro & Pirola, 1975).
- **Piano nivale:** oltre 2700 m s.l.m.. Sporadiche presenze di zolle a *Carex sp.* o *Festuca sp.*, di frequente alternate a rocce dei ghiacciai. La restante vegetazione è rappresentata prevalentemente da *Salix sp.*, *Saxifraga sp.*, Muschi e Licheni; queste specie si presentano disperse, perlopiù in interstizi nelle pareti rocciose, dove risentono meno delle variazioni di temperatura nel corso del giorno e delle stagioni. Laddove i pendii rocciosi rimangono a lungo innevati si insediano specie quali *Linaria alpina*, *Ranunculus glacialis* e *Silene acaulis*. Quest'ultima associazione è pure presente nelle morene laterali dei ghiacciai. Tuttavia, nelle zone frontali di regressione dei ghiacciai, da poco abbandonate dai ghiacci e perciò aperte alla colonizzazione da parte della vegetazione, tendono ad insediarsi altre specie frugali quali *Oxyria digyna*, *Sieversia reptans*, *Adenostyles tormentosa* (associazione *Oxyrietum digynae*). Successivamente, con la progressiva modificazione del substrato, che col tempo tende ad arricchirsi, si insediano specie più gregarie e di mole maggiore, che vincono la competizione con l'associazione precedente e formano nuove associazioni, come ad esempio il *Luzuletum spadiceae*: tipicamente, fra queste specie si ritrova *Luzula spadicea*. All'interno del piano nivale possono spesso essere presenti alcuni ambienti che, per una serie di particolari condizioni, soprattutto di esposizione e pendenza, rimangono innevati per gran parte dell'anno (la neve è assente solo per 2-4 mesi): si tratta delle cosiddette "vallette nivali"; tipicamente, su substrati silicei, nelle porzioni più innevate delle vallette, si insedia il *Polytrichetum sexangularis* (costituito da molti Muschi e Licheni e poche Fanerogame), mentre nelle zone meno rigide aumenta la componente di Fanerogame. Laddove aumentano i mesi senza copertura nevosa si fa più consistente anche la presenza di *Salix sp.*. Assenti, nel piano nivale, le componenti arbustiva e arborea.

b) L'area di studio "Alpe Colina"

L'analisi vegetazionale dell'area di studio ha permesso di redigere la carta in fig. 39.

In tab. III vengono riportate le tipologie riscontrate nell'area di studio, e le relative percentuali in termini di superficie occupata.

Per ciascuna tipologia è stato elaborato sia un quadro generale sia un riferimento alle particolarità riscontrate in ciascuna zona campionata.



 Confini area di studio

Tipi vegetazionali

-  Alneta a ontano verde
-  Arbusteto a *Juniperus communis* sub. *nana*, *Rhododendron ferrugineum* e *Larix decidua*
-  Laghi, specchi d'acqua
-  Lariceto primitivo
-  Lariceto tipico
-  Larici-cembreto tipico
-  Macereto
-  Praterie acidofile a *Carex curvula*
-  Praterie acidofile a *Festuca varia*
-  Praterie acidofile a *Festuca varia* con cespi di *Juncus trifidus*
-  Praterie acidofile a *Festuca varia* con stadi pionieri a *Rumex scutatus*
-  Praterie acidofile discontinue a *Carex curvula*
-  Praterie acidofile discontinue a *Festuca varia*
-  Praterie basifile a *Carex firma* e *Carex sempervirens*
-  Praterie secondarie con riposi a *Rumex alpinus*
-  Rodereto a *Rhododendron ferrugineum*
-  Stadi pionieri a *Rumex scutatus*



Fig. 39: vegetazione attuale dell'area di studio "Alpe Colina".

• Vegetazione forestale-arbustiva (21,7%)	Percentuale
- <u>Lariceto tipico</u>	8,5%
- <u>Lariceto primitivo</u>	7,4%
- <u>Larici-cembreto tipico</u>	4,7%
- <u>Alneto di ontano verde</u>	0,4%
- <u>Rodereto a <i>Rhododendron ferrugineum</i></u>	0,7%
• Vegetazione erbacea (73,8%)	
- <u>Praterie secondarie con riposi a <i>Rumex alpinus</i></u>	11,9%
- <u>Praterie acidofile a <i>Festuca varia</i></u>	43,3%
- <u>Praterie acidofile a <i>Carex curvula</i></u>	15,0%
- <u>Praterie basifile a <i>Carex firma</i></u>	0,5%
- <u>Stadi pionieri a <i>Rumex scutatus</i></u>	1,9%
- <u>Pascoli inarbustiti</u>	1,3%

Tab III: tipi vegetazionali forestali ed erbacei riscontrati all'interno dell'area di studio "Alpe Colina".

• **Vegetazione forestale:**

- Lariceto tipico: il larice (*Larix decidua*), unica conifera decidua italiana, grazie ai semi leggeri e alla spiccata tendenza al pionierismo tende spesso a colonizzare i pascoli abbandonati d'alta quota, soprattutto laddove il terreno risulta per qualche ragione smosso (frane superficiali, sentieramenti ecc.) e qui tende a formare lariceti tipici che, a lungo termine, vanno a formare un bosco a struttura monoplana regolare colma con lunghi tempi di permanenza: questi garantiscono la possibilità della perpetuazione della tipologia, in seguito al probabile verificarsi di qualche "accidente" che ne permetterà la rinnovazione.

Questa tipologia è stata riscontrata principalmente nel versante sud, in maniera minore nel versante nord. In quest'ultimo, il lariceto tipico caratterizza la parte bassa dei circhi glaciali dell'Arcoglio di Triangia e dell'Arcoglio di Torre, nonché la porzione a monte dell'Alpe Canale: qui troviamo sporadiche presenze di abete rosso, sia in individui adulti sia come rinnovazione; a livello arbustivo abbonda il rododendro, mentre più modesta è la presenza del ginepro nano e del mirtillo. Nel versante sud il lariceto occupa la fascia basale dell'area di studio, fra l'Alpe Gorlo e le "rovine del Capin", senza consistenti soluzioni di continuità: anche in questo caso è presente

l'abete rosso (soprattutto nella porzione occidentale) e, a livello arbustivo, soprattutto rododendro ferrugineo.

- Lariceto primitivo: laddove sono presenti aree rupestri (costoni rocciosi) il larice riesce comunque ad affermarsi, spesso con la betulla oppure talvolta anche con il pino mugo o -laddove ci siano frequenti movimenti nevosi- con l'ontano verde e va a formare lariceti primitivi, tipologia in grado di perpetuarsi a lungo grazie ai fenomeni di disturbo frequenti in queste zone, che permettono al larice di rinnovarsi.

Questa tipologia è presente sia nel versante nord sia nel versante sud. Nel versante nord è stata riscontrata nelle porzioni orientali e occidentali del circo glaciale di Arcoglio di Triangia, alla base delle due *arêtes* dalle quali è delimitato (caratterizzate da una forte componente rocciosa): in particolare, nella porzione orientale è da segnalare la presenza, minoritaria, di *Alnus viridis* e rododendro ferrugineo, mentre quest'ultimo domina il sottobosco della porzione occidentale. Per quanto riguarda il versante sud invece, il lariceto primitivo si trova poco sopra Morscenzo, sopra le baite dell'Alpe Colina, dalle baite dell'Alpe Caldenno alle "rovine del Capin" e sul versante orografico destro a livello delle baite dell'Alpe Caldenno.

- Larici-cembreto tipico: laddove presente, il pino cembro va spesso a mescolarsi con il larice e, al di sopra dei 1800 m s.l.m. in zone dove l'attività alpicolturale era, o è tuttora, presente, va a formare il larici-cembreto tipico, formazione dove può essere presente in maniera marginale anche l'abete rosso. Si tratta di formazioni generalmente multiplane con distribuzione perlopiù a cespi, «la forma più evoluta di ricolonizzazione dei pascoli alpini» (Mlinsek, 1975, in Del Favero, 2002).

Questa tipologia è stata riscontrata esclusivamente nel versante nord, fra l'*arête* occidentale del circo di Arcoglio superiore e la zona posta poco oltre il Rifugio Bosio, nella Valle Airale, dove abbondante risulta la presenza di ginepro nano, mirtillo e soprattutto rododendro ferrugineo.

- Alneta di ontano verde: è una tipologia che spesso si incontra in corrispondenza dei cosiddetti "*Krummbolz*" soprattutto su substrati silicatici, in stazioni con suoli fertili (grazie all'accumulo di materiale e alla presenza di microorganismi simbiotici azotofissatori presenti nelle radici dell'ontano verde) e a lungo innevati. Le alnete di ontano verde derivano da processi di colonizzazione in seguito a movimenti franosi. Spesso insieme all'ontano verde troviamo anche salici (*Salix sp.*) e rododendro ferrugineo.

Questa tipologia si incontra in entrambi i versanti. Per quanto riguarda il versante nord è presente nel circo glaciale dell'Arcoglio di Triangia e in particolare sul costone

occidentale dell'*arête* orientale, nella sua porzione centrale. Si tratta in questo caso di un popolamento puro. Nel versante sud, invece, l'alneto di ontano verde si trova solamente in una valletta fra Morscenzo e Colina.

- Rodereto a *Rhododendron ferrugineum*: si tratta di un'associazione denominata *Vaccinio-Rhododendretum ferruginei*, in cui la specie dominante è *Rhododendron ferrugineum*, alla quale si affiancano spesso diverse specie di mirtilli. Rodereti puri si trovano nel versante nord, a monte degli abitati dell'Alpe Arcoglio di Triangia, dove costituiscono una stretta fascia che funge da separazione fra la sottostante prateria secondaria e il sovrastante lariceto, nonché nella porzione centrale e nella porzione superiore occidentale del medesimo circo glaciale.

- **Vegetazione erbacea**

- Praterie secondarie con riposi a *Rumex alpinus*: le praterie secondarie sono pascoli la cui composizione floristica è frutto della presenza di attività zootecnica, la quale garantisce una adeguata fertilizzazione del terreno, sia grazie all'accumulo delle acque superficiali sia grazie alle restituzioni organiche del bestiame. Si tratta in genere di pascoli pregiati, di elevato valore foraggero sia quantitativo sia qualitativo, e ricchi di specie. Per garantire il mantenimento di tali pascoli è necessario che la pressione esercitata dal bestiame caricato non diminuisca né aumenti eccessivamente, pena la perdita della ricchezza floristica e l'evoluzione, rispettivamente, verso i pascoli dei riposi oppure verso pascoli naturali più magri. All'interno delle praterie secondarie, laddove il bestiame riposa a lungo con conseguente massiccia deposizione di deiezioni, il terreno si arricchisce molto in azoto permettendo la vita solo a poche specie particolarmente resistenti, fra le quali la più diffusa è certamente *Rumex alpinus*, che in casi limite può arrivare a soffocare qualsiasi altra specie. Si tratta dei cosiddetti pascoli dei riposi, che hanno valore pastorale scarso o addirittura nullo.

Queste tipologie si riscontrano, sia per il versante nord sia per il versante sud, in prossimità di tutti gli alpeggi sfruttati a fini alpicolturali (Arcoglio di Triangia, Arcoglio di Torre -Inferiore e Superiore-, Zana, Morscenzo, Colina, Caldenno e Palù). Si tratta perlopiù di praterie dominate da *Deschampsia caespitosa* e *Phleum alpinum*, con presenza relativamente abbondante di *Campanula scheuchzeri*, *Festuca rubra*, *Leodonton helveticus*, *Cerastium arvense* subsp. *strictum* e *Agrostis tenella*. Attorno agli abitati è spesso presente *Rumex alpinus*. Una particolarità è rappresentata dalla sommità del Monte Canale (2522 m s.l.m.) la quale, pur essendo ben distante dagli alpeggi, presenta una componente a prateria secondaria (*Phleum alpinum* e *Deschampsia caespitosa*) dovuta molto probabilmente all'intensa attività di brucamento dei greggi di capre presenti.

- Praterie acidofile a *Festuca varia*: si tratta di una *facies* distribuita perlopiù al di sopra del limite superiore del bosco, e in condizioni particolari anche al di sotto. La ricchezza floristica non è elevata, dal momento che le condizioni climatiche (lunga permanenza della neve al suolo, temperature rigide, vento e brevità della buona stagione) sono decisamente severe. Nei Varieti, la specie dominante è *Festuca varia*, decisamente aggressiva e con tendenza a formare cespi frammentati e molto pungenti. Tipicamente i Varieti si trovano su versanti aridi e caldi esposti a sud e sud-est. Il valore foraggero è mediocre, mentre rilevante è l'importanza nella protezione idrogeologica dei versanti in quanto specie consolidatrice del suolo.

In accordo con quanto appena affermato, questo popolamento si ritrova perlopiù nel versante sud (fig. 40), dove rappresenta la *facies* dominante, svolgendosi praticamente senza soluzioni di continuità da Passo Caldenno fino al Monte Canale. In particolare, nell'area del versante sud sottesa dalla linea di cresta fra Monte Canale e Sasso Bianco, assieme alla dominante *Festuca varia* si nota una buona presenza di *Juncus trifidus* (in virtù del fatto che questo versante risulta essere molto ventoso). Nel versante nord invece, il Varieto è poco rappresentato, se non in alcune zone caratterizzate da esposizione sud o sud-est: è il caso ad esempio dei versanti orientali delle *arêtes* che partono dal Monte Canale, dal Monte Arcoglio (il "Corno d'Arcoglio") o dal Sasso Bianco. Oppure ancora, è possibile incontrare piccole aree a *Festuca varia* nella spianata di Zana, dominata dal Curvuleto, in piccoli avvallamenti che creano condizioni favorevoli alla sua crescita.

- Praterie acidofile a *Carex curvula*: come nel caso delle *facies* a *Festuca varia*, anche in questo caso si tratta di comunità che stanno perlopiù al di sopra del limite superiore del bosco; la ricchezza floristica si rivela però maggiore rispetto alla *facies* precedente, così come pure il valore foraggero. Nei Curvuleti la specie dominante è *Carex curvula*, la quale, grazie alla sua elevata competitività, tende a soffocare le altre specie e a dare al popolamento un aspetto uniforme e di colore giallastro.

Questo popolamento si trova perlopiù nel versante nord, dove domina da Passo Caldenno lungo tutta la spianata di Zana con sporadiche presenze di avvallamenti che creano condizioni favorevoli all'insediamento di zolle di *Festuca varia* (fig. 40). Nella spianata di Zana, nella sua porzione più occidentale, è piuttosto abbondante la presenza di *Gentiana punctata*. Sempre nel versante nord, il Curvuleto si trova anche nella porzione sommitale del circo glaciale dell'Arcoglio di Triangia (in questo caso l'azione del pascolo ha permesso l'affermarsi di altre specie quali *Lotus alpinus* e *Deschampsia caespitosa* -di valore foraggero più elevato- soprattutto spostandosi ad est

verso la base dell'*arête* orientale del circo medesimo). Per quanto riguarda il versante sud invece, il Curvuleto è decisamente poco rappresentato: è infatti presente solo nella porzione centro-occidentale sommitale del circo di Colina.

- Praterie basifile a *Carex firma*: detti anche Firmeti, si tratta di *facies* in cui domina *Carex firma*, specie tipica dei suoli basici (specie basifila). Poco rappresentata nel comprensorio delle Retiche centrali (dove si trovano perlopiù rocce acide) non assume comunque importanza da un punto di vista foraggero, mentre risulta importante la sua azione di protezione contro il dilavamento superficiale del terreno.



Fig. 40: la parte sommitale della spianata di Zana (a destra) e la parte alta del circo di Colina (a sinistra) osservate dalla cima del Sasso Bianco. La spianata è dominata dalla presenza del Curvuleto, di aspetto omogeneo giallastro, mentre il versante sud è dominato dal Varieto (foto Luca Corlatti).

In quanto popolamento tipico dei substrati basici, all'interno dell'area di studio è possibile ritrovarlo solamente in corrispondenza della vetta del Sasso Bianco (vedi par 3.1.2), dove occupa un'area molto circoscritta. Nella porzione più occidentale di questo popolamento si trova anche una componente a *Carex sempervirens*.

- Stadi pionieri a *Rumex scutatus*: nei piani subalpino e alpino vi sono tratti caratterizzati da colate di pietra o erosione del suolo, dove spesso la neve e le piogge dilavano il

substrato. In queste zone la vegetazione si trova in uno stato di perenne pionierismo. Su substrati silicei l'associazione più frequente è il Rumiceto-Galeopsideto, formato dalle specie colonizzatrici *Rumex scutatus* e *Galeopsis ladanum*, molto efficaci nella stabilizzazione del pietrame. Nei versanti esposti a sud, a queste specie possono associarsi anche *Robus idaeus* e *Festuca varia*.

Questa tipologia si riscontra in entrambi i versanti: a nord si trova alla base del versante occidentale dell'*arête* che diparte dal Sasso Bianco (cioè sopra il macereto che sovrasta l'Alpe Zana), mentre a sud è più estesa e occupa la parte medio-bassa del circo parassita che sovrasta sulla sinistra il Lago di Colina. Sempre nel versante sud, è pure presente all'interno del circo glaciale del Caldenno, a livello dell'Alpe Palù, poco sotto la linea di cresta che congiunge la vetta del Monte Caldenno con Passo Caldenno: in questo caso è associato a *Festuca varia*.

- Pascoli inarbustiti: si tratta di *facies* di rinaturalizzazione dei pascoli in seguito a sospensione o alleggerimento del pascolamento. Le specie più frequenti sono il ginepro nano (*Juniperus communis* subsp. *nana*) e il rododendro ferrugineo, ai quali possono affiancarsi il larice e soprattutto il mirtillo. La componente floristica, seppur impoverita, è comunque presente e perciò questi pascoli mantengono ancora un certo significato da un punto di vista pastorale, anche se si tratta di formazioni destinate a trasformarsi in brughiera o bosco.

Questa tipologia è presente sia nel versante nord sia nel versante sud. Per quanto riguarda il primo, la si trova nella parte più settentrionale della sponda occidentale del circo dell'Arcoglio di Torre, mentre per quanto riguarda il versante sud la si trova lungo una striscia che scende dalla Bocchetta Valdona fino alla strada rotabile che sovrasta l'Alpe Gorlo.

3.1.5 Attività antropiche

All'interno dell'area di studio le attività antropiche sono tipicamente rappresentate dalla zootecnia, dal turismo e dall'attività venatoria.

a) Zootecnia: in fig. 41 sono riportati i confini degli alpeggi presenti all'interno dell'area, per un totale di 7 alpeggi. L'attività zootecnica interessa il territorio dell'area di studio esclusivamente in periodo estivo (mesi di luglio e agosto), in considerazione della notevole altitudine media della zona, ben oltre i 2000 m s.l.m.. Le informazioni di base sull'attività zootecnica negli alpeggi, di seguito riportate, sono state tratte pressoché interamente da Della Marianna *et al.* (2004); i dati relativi al carico di bestiame sono aggiornati all'estate 2003.

1. **Alpe Prà Isio-Caldenno:** di proprietà consortile, è situato nel Comune di Berbenno a quote comprese fra 1600 e 2200 m s.l.m., per una superficie di 682 ha. Le pendenze poco pronunciate (soprattutto nella zona di Prà-Isio) favoriscono l'affermarsi di pascoli di ottima qualità. Il bestiame caricato ammonta a 81 bovini e 1 equino, per un totale di 76 UBA (Unità di Bovini Adulti).
2. **Alpe Caldenno:** di proprietà privata, è situato nel Comune di Berbenno, nella valle di Postalesio, a quote comprese fra 1900 e 2300 m s.l.m., per una superficie di 80 ha. Il fondo della valle di Postalesio, nella parte superiore, è decisamente poco ripido e favorisce l'insediarsi di pascoli ad elevato valore foraggero. I versanti invece sono piuttosto ripidi, anche se pascolabili (perlopiù pascoli magri). Il bestiame caricato ammonta a 51 bovini e 4 equini, per un totale di 51 UBA.
3. **Alpi Palù e Zana:** l'Alpe Palù è di proprietà del Comune di Torre di Santa Maria, mentre l'Alpe Zana è proprietà di una società privata. Entrambi fanno parte del territorio della Val Torreggio (Comune di Torre di Santa Maria) e sono compresi fra 1800 e 2350 m s.l.m., per una superficie totale di 660 ha. A parte poche aree pianeggianti di elevato valore foraggero, situate soprattutto nella parte sommitale della valle, l'area nel complesso non appare particolarmente adatta al pascolamento del bestiame, per il pendio piuttosto impervio. Il bestiame caricato ammonta a 52 bovini, per un totale di 50 UBA.
4. **Alpe Arcoglio di Torre di Santa Maria:** di proprietà del Comune di Torre di Santa Maria, si trova nel territorio dell'omonimo Comune a quote comprese fra 1650 e 2500 m s.l.m.; occupa un territorio di 204 ha ed è diviso nelle stazioni di Arcoglio Inferiore e Arcoglio Superiore. In prossimità delle abitazioni e del Lago di Arcoglio i pendii sono poco acclivi e la vegetazione è di elevato valore foraggero, mentre i versanti del circo glaciale sono molto ripidi e i pascoli hanno valore foraggero più basso. Il bestiame caricato ammonta a 90 bovini, 3 equini e 38 caprini, per un totale di 89 UBA.
5. **Alpe Arcoglio di Triangia** e 7. **Alpe Colina:** l'Alpe Arcoglio di Triangia è di proprietà consortile mentre l'Alpe Colina è di proprietà del Comune di Postalesio. Il primo è situato nel Comune di Torre di Santa Maria, mentre il secondo è situato nel Comune di Postalesio; le quote sono comprese fra 1650 e 2450 m s.l.m., per un totale di 502 ha. Per quanto riguarda l'Arcoglio di Triangia, la parte superiore del circo glaciale è caratterizzata da pascoli magri a monte e pascoli grassi a valle. Per quanto riguarda invece l'Alpe Colina, mentre i versanti del circo glaciale sono piuttosto ripidi, il fondo ha scarsa acclività, che permette l'affermarsi di pascoli ad elevato valore foraggero. Il bestiame caricato ammonta a 145 bovini e 1 equino, per un totale di 136 UBA totali.

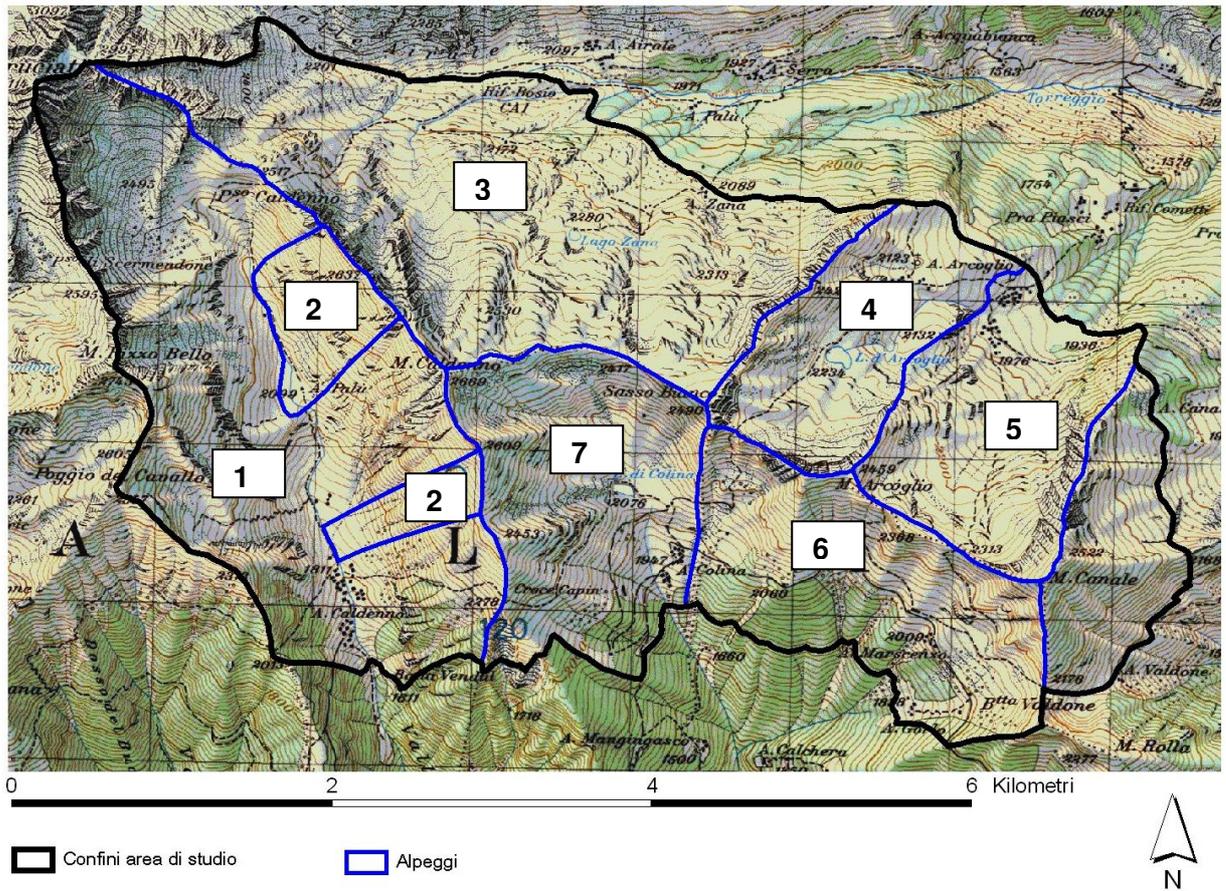


Fig. 41: confini degli alpeggi presenti all'interno dell'area di studio (da Della Marianna et al., 2004, modificato):

- | | |
|--|--|
| 1. Alpe Prà Isio-Caldenno | 5. Alpe Arcoglio di Triangia |
| 2. Alpe Caldenno | 6. Alpi Vendul-Gorlo-Ortica-Sterli, Prato Secondo, Morscenzo e Poverzone |
| 3. Alpi Palù e Zana | 7. Alpe Colina |
| 4. Alpe Arcoglio di Torre di Santa Maria | |

6. Alpi Vendul-Gorlo-Ortica-Sterli, Prato Secondo, Morscenzo e Poverzone: Vendul-Gorlo-Ortica-Sterli, Prato Secondo e Morscenzo sono di proprietà del Comune di Castione Andevenno e fanno parte del territorio dell'omonimo Comune. Poverzone è di proprietà consortile e fa parte del territorio amministrativo del Comune di Sondrio. Le quote sono comprese fra 1450 e 2400 m s.l.m., per una superficie totale di 418 ha. I pascoli sono magri e frequentemente intervallati da lariceti. Il bestiame caricato ammonta a 51 bovini, per un totale di 48 UBA.

b) Turismo: non ci sono dati che permettano di valutare l'entità del turismo e in particolare l'eventuale impatto sulla fauna selvatica presente. Tuttavia, sulla base di osservazioni personali, i sentieri maggiormente frequentati dai turisti non sembrano interferire con le aree occupate dal

camoscio, bensì rimangono esterni ad esse, mentre i sentieri che entrano nelle aree di presenza sono perlopiù poco percorsi (fig. 42).

L'area non è comunque interessata da turismo di massa; inoltre, molte zone in cui sono presenti i camosci risultano difficilmente praticabili dagli escursionisti. Questo fa ritenere che l'impatto dell'attività turistica sulle popolazioni di camoscio non sia particolarmente elevato. Un discorso a parte merita il "periodo del bramito" dei cervi, da metà settembre a metà ottobre, durante il quale, negli ultimi anni, si assiste alla frequentazione dell'anfiteatro di Colina da parte di numerose persone interessate.

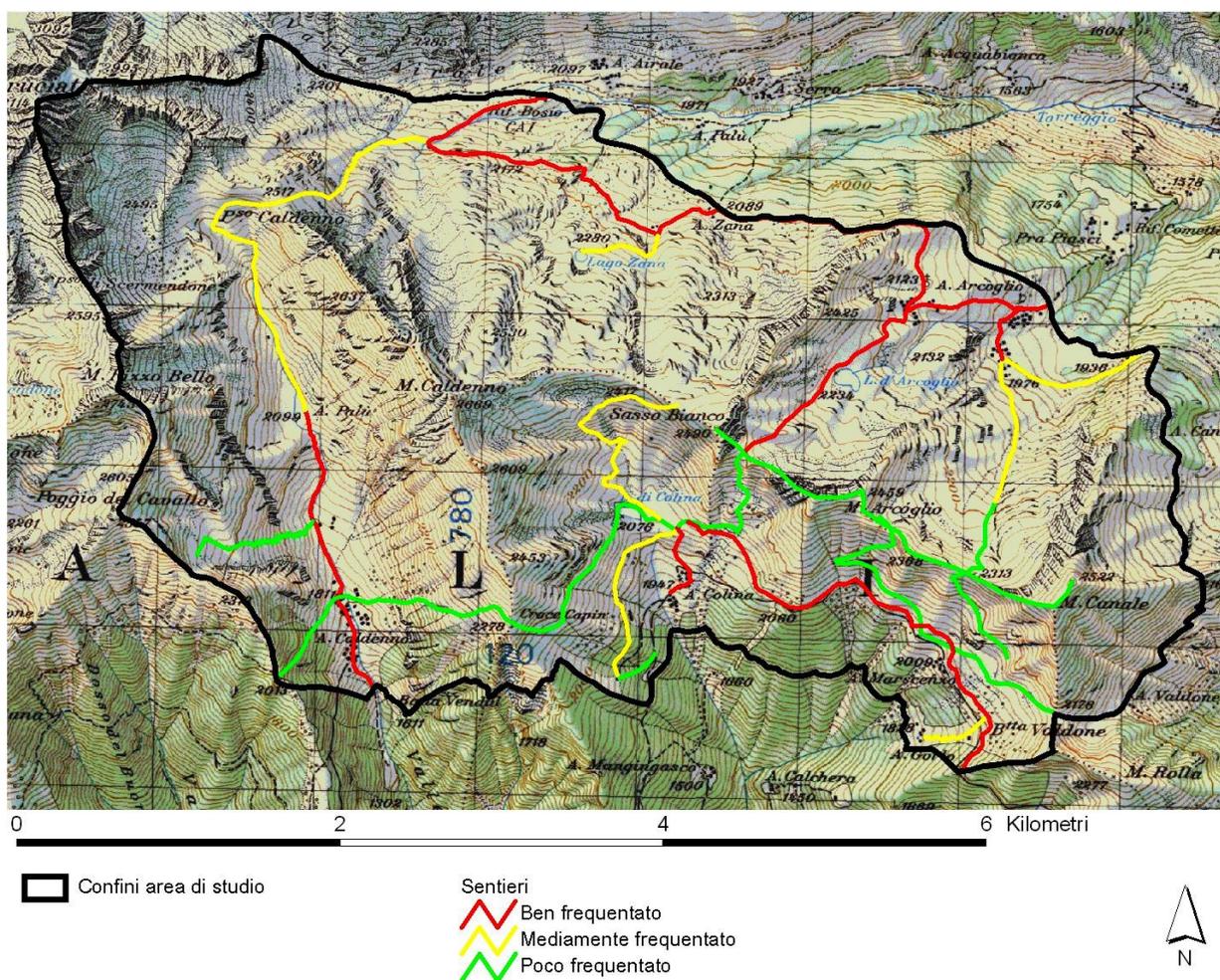


Fig. 42: i sentieri più frequentati tendono ad essere periferici rispetto all'area di presenza del camoscio, mentre quelli che la interessano sono perlopiù poco frequentati.

In questo momento dell'anno il numero di camosci presenti in quest'area è notevole (ho osservato personalmente gruppi di oltre 70 individui) ed è probabile che l'eccessiva presenza antropica arrechi disturbo a questa specie, oltre che al cervo. A causa di questo disturbo causato al cervo, il Comitato di Gestione del CA di Sondrio si è accordato, per le stagioni 2004 e 2005, con i

Comuni interessati per adottare provvedimenti mirati, quali il divieto di accesso all'area con mezzi motorizzati e l'invito al rispetto dei sentieri. Questa linea di azione ha consentito un'evidente riduzione di disturbo antropico sul cervo, rappresentando anche per il camoscio un fattore positivo.

c) Caccia: l'area di studio "Alpe Colina" rientra nel Comprensorio Alpino di Caccia di Sondrio (la cui superficie totale è di 77.775,74 ha) e, più in particolare, all'interno del Settore SO1 di Arcoglio, il quale si estende su una superficie di 11.586,78 ha, di cui 10.705 di TASP (territorio agro-silvo-pastorale (fig. 43).

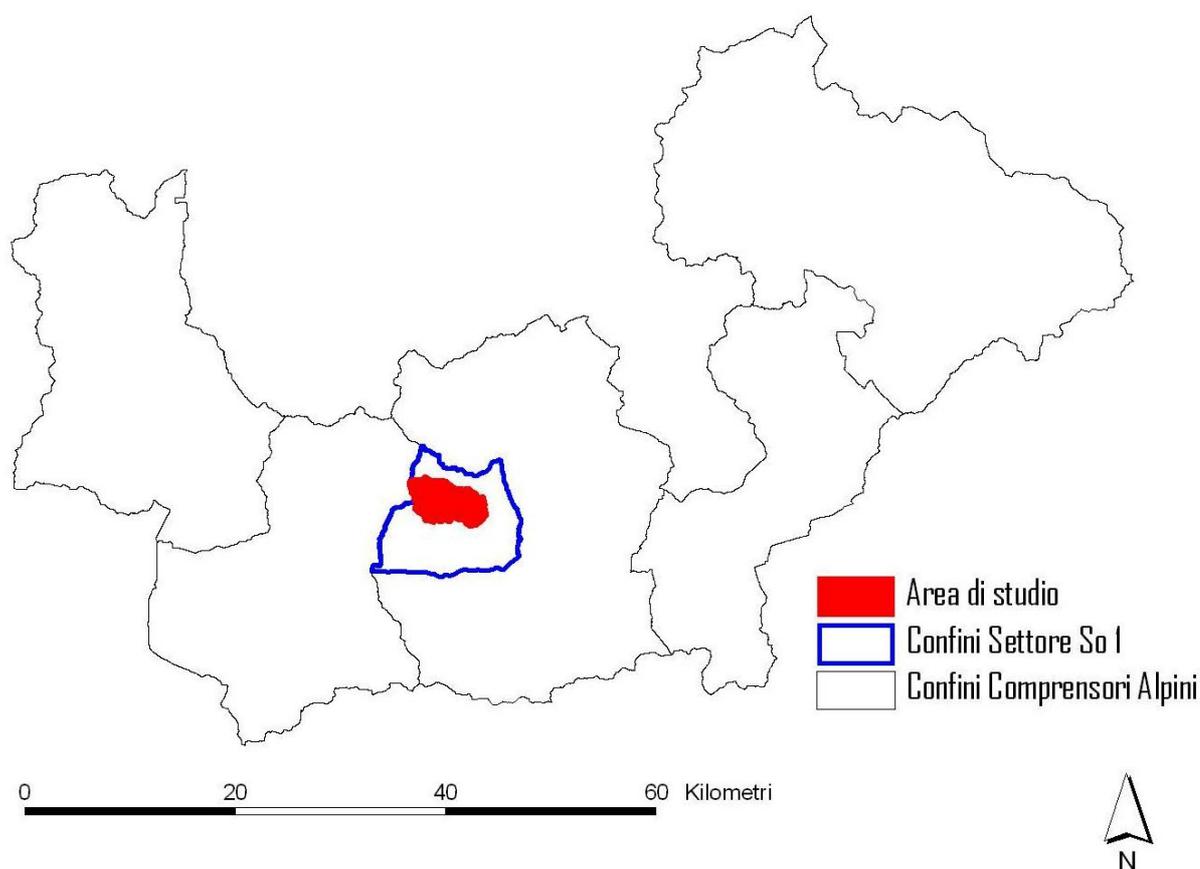


Fig. 43: in blu i confini del settore SO1 di Arcoglio, all'interno del Comprensorio Alpino di Sondrio, dove si trova l'area di studio "Alpe Colina" (in rosso).

Il territorio dell'area di studio è solo in parte aperto alla caccia, dal momento che al suo interno è compresa una parte rilevante della Zona di Ripopolamento e Cattura "Alpe Colina", chiusa all'attività venatoria. Nel settore di Arcoglio, vengono praticate tutte le specializzazioni di caccia consentite in Provincia di Sondrio: caccia alla migratoria, all'avifauna ripopolabile, alla lepre (comune e bianca), alla tipica fauna alpina (gallo forcello, pernice bianca, coturnice) e agli Ungulati. La caccia agli Ungulati è esercitata da 114 cacciatori (dato 2004) secondo la modalità della caccia di

selezione a squadre, che prevede l'abbattimento dei capi assegnati per classe di sesso ed età. Vengono cacciati il cervo, il capriolo e, dal 1993, il camoscio.

I dati relativi all'attività venatoria a carico degli ungulati, estrapolati dagli annuari redatti dai Comitati di gestione del CA di Sondrio, vengono riportati per il cervo e il capriolo: i prelievi a carico del camoscio saranno trattati approfonditamente nei capitoli seguenti. Per quanto riguarda il cervo (*Cervus elaphus*), dopo un progressivo aumento (fino al 1997) dei capi abbattuti, negli ultimi anni si è assistito ad una loro progressiva riduzione: mediamente, dal 1997 sono stati annualmente prelevati circa 80 capi, con un massimo di 120 capi nel 1997 e un minimo di 62 nel 2001 e 2002. Per quanto riguarda invece il capriolo (*Capreolus capreolus*), dopo un progressivo aumento dei prelievi dagli anni '70, con un notevole incremento in particolare dal 1994, questi sono progressivamente diminuiti fino al 1997. Dal 1997 al 2000 i piani di abbattimento si sono stabilizzati attorno ai 10-12 capi. A partire dal 2001, le scelte gestionali si sono indirizzate verso un'ulteriore diminuzione dei capi da prelevare (4, dal 2001 al 2004).

3.1.6 Quadro faunistico

L'area di studio racchiude parte della Zona di Ripopolamento e Cattura (ZRC) "Alpe Colina", chiusa alla caccia (fig. 44).

I dati di censimento riportati qui di seguito sono stati estrapolati dagli annuari redatti dai Comitati di gestione del CA di Sondrio e dal PFV (Piano Faunistico Venatorio, Ferloni, 2001).

Poiché il "Settore di caccia" è l'unità territoriale di base per la gestione faunistico-venatoria degli Ungulati (organizzazione dei censimenti, predisposizione dei Pda) e considerando che non esistono particolari barriere che impediscano agli animali di spostarsi, la descrizione della fauna ungulata presente verrà condotta facendo riferimento al Settore di Arcoglio.

In base al Piano Faunistico Venatorio (Ferloni, 2001), le superfici vocate alle diverse specie, e il numero di capi potenziali sono:

- per il cervo, area vocata: 10.175 ha; numero capi potenziali: 272;
- per il capriolo, area vocata: 7.600 ha; numero capi potenziali: 652;
- per il camoscio, area vocata: 4.725 ha; numero capi potenziali: 437.

Attualmente però gli Ungulati maggiormente presenti sono il camoscio e il cervo: entrambe le specie, così come anche il capriolo, vengono censite tutti gli anni con censimenti appositi condotti dai cacciatori del settore, in collaborazione con la Provincia di Sondrio.

Nel 2004 la consistenza post-riproduttiva del camoscio si attestava sui 232 capi, pari ad una densità di 2,17 capi/100 ha sul TASP e di 4,91 capi/100 ha sull'area vocata. La specie occupa le zone a quote più elevate, ma negli ultimi anni sono aumentate le segnalazioni di animali gravitanti

anche a quote decisamente inferiori. Ulteriori informazioni relative a *trend* e gestione verranno riportate nei capitoli seguenti.

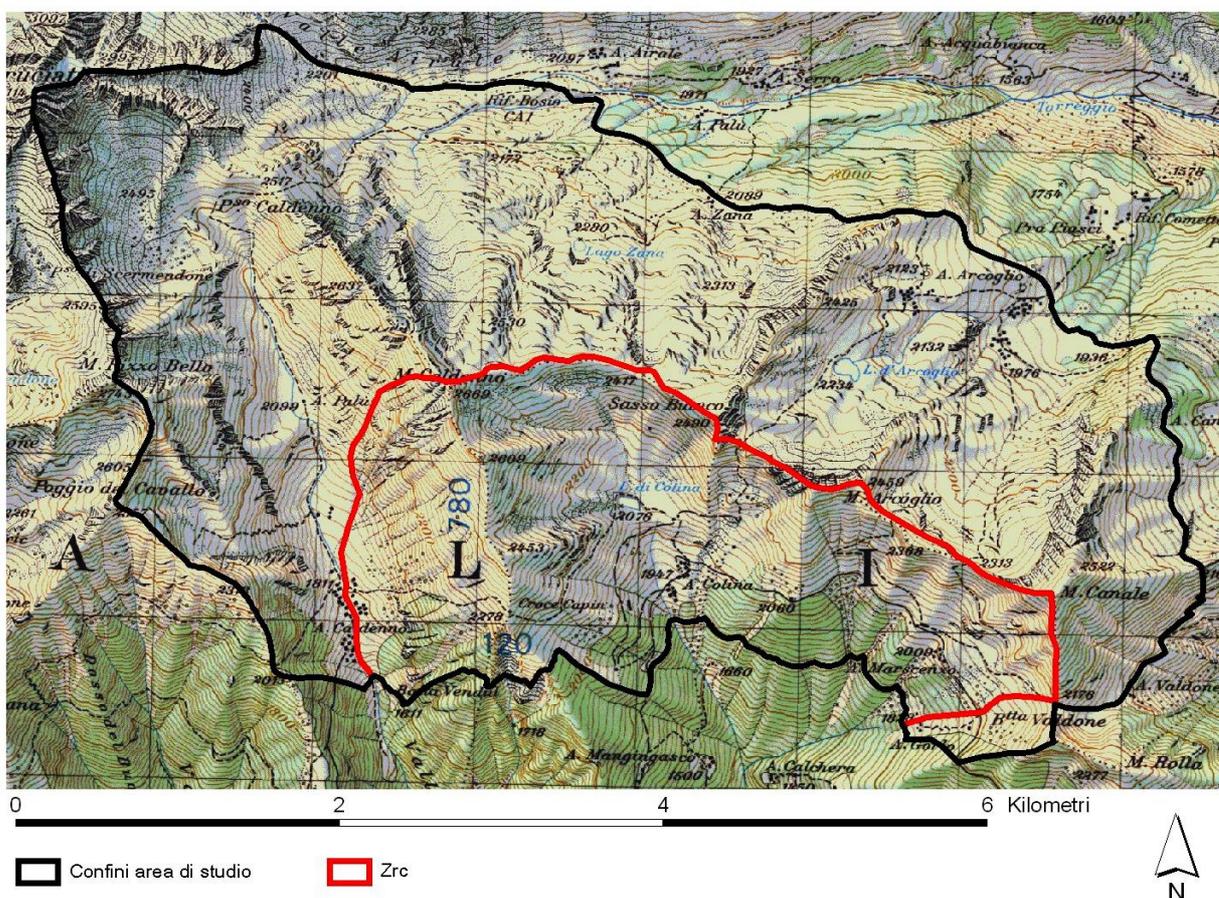


Fig. 44: in rosso i confini della ZRC “Alpe Colina” che rientrano in parte all’interno dell’area di studio.

Il cervo invece, al 2004 presentava una consistenza post-riproduttiva stimabile attorno ai 391 capi, per una densità di 3,65 capi/100 ha sul TASP e di 3,84 capi/100 ha sull’area vocata. Negli ultimi anni il *trend* delle popolazioni di cervo ha mostrato diverse oscillazioni: una crescita dal 1994 al 1997 (da 291 a 399 capi) e una successiva diminuzione dei capi fino al 2000, anno in cui la popolazione è scesa a 294 capi (censiti + stimati), frutto di piani di prelievo che miravano ad una riduzione dei capi. A partire dal 2001 le scelte gestionali si sono invece orientate verso una diminuzione dei capi da prelevare, al fine di consentire nuovamente una crescita della popolazione. I capi censiti sono quindi passati da 270 nel 2001 a 299 nel 2002, 281 nel 2003, fino a 391 nel 2004.

L’areale del cervo comprende tutto il territorio dal fondovalle fino a oltre 2000 m s.l.m., anche se le aree maggiormente frequentate sembrano essere comprese fra 700 e 1800 m s.l.m.. Per questa specie, la ZRC “Alpe Colina” rappresenta un’importante area di bramito (fra le più importanti del comprensorio retico italiano, e della stessa Provincia di Sondrio), tanto che in periodo autunnale, l’arrivo di gruppi di cervi provenienti anche da settori vicini, quali l’Alta Valmalenco, porta la

popolazione a circa 200 capi, concentrati in poco più di 1000 ha. In questo periodo anche la densità di camosci presenti nell'area raggiunge le punte più elevate e sarebbe pertanto interessante indagare l'eventuale influenza del cervo sulla popolazione di camoscio.

Nel settore è presente anche il capriolo, seppur con densità decisamente più basse rispetto agli altri due Ungulati; il censimento primaverile del 2004 riporta una consistenza di circa 90 capi, per una densità di 0,84 capi/100 ha sul TASP e di 1,18 capi/100 ha sull'area vocata; le altitudini frequentate sono analoghe a quelle del cervo, anche se gli spostamenti compiuti in senso altitudinale nell'arco dell'anno sono decisamente di minore entità. Negli ultimi anni il *trend* numerico delle popolazioni di capriolo è stato, così come per il cervo, altalenante: pur tenendo presente l'oggettiva difficoltà di effettuare una stima numerica corretta delle popolazioni di capriolo, tra il 1994 e il 1997 si è riscontrato un calo numerico, da 100 capi a 89, scesi ulteriormente a 72 nel 1998. I due anni successivi sembravano indicare una ripresa numerica della popolazione (109 capi nel 1999, 111 nel 2000), smentita negli anni seguenti dalle basse consistenze registrate. Ciononostante, tra il 2001 e il 2004 si nota la tendenza ad un aumento delle consistenze (60 capi nel 2001, 72 nel 2002, 87 nel 2003, fino ai 90 capi censiti nel 2004).

Lo stambecco è invece completamente assente, ma presente nelle vicine Val Masino e Alta Valmalenco, da dove potrebbe, in futuro, colonizzare il settore.

Per quanto riguarda le altre specie di fauna selvatica, cospicua appare la presenza della marmotta (*Marmota marmota*), sebbene non siano ad ora disponibili dati precisi di consistenza. Ad ogni modo, sulla base di osservazioni personali, questa specie sembra abbondante nell'area di studio, soprattutto in prossimità degli abitati di Alpe Caldenno, Palù, Arcoglio Superiore e Colina, nonché in alcune porzioni della Valle Airale.

Strettamente legata alla presenza delle popolazioni di marmotta (e, in parte, di camoscio) è l'esistenza di una coppia di aquile (*Aquila chrysaetos*) avvistata frequentemente durante la ricerca, che ha incluso nel proprio territorio almeno parte dell'area di studio, e vi nidifica con successo.

Alle quote più alte è presente la lepre bianca (*Lepus timidus*), sostituita più in basso dalla lepre comune (*Lepus europaeus*). Piuttosto consistente appare la presenza della volpe (*Vulpes vulpes*) che dalle quote più basse si spinge fino ad oltre 2600 m s.l.m. (osservazioni personali).

Tra i mustelidi, nel settore sono presenti il tasso (*Meles meles*), la faina (*Martes foina*), la martora (*Martes martes*), la donnola (*Mustela nivalis*) e l'ermellino (*Mustela erminea*).

Per quanto riguarda i Galliformi, il più abbondante è certamente il gallo forcello (*Tetrao tetrix*). I dati relativi ai maschi di gallo forcello censiti nelle sei arene campione presenti all'interno del territorio dell'area di studio riportano un *trend* complessivamente positivo, dal 1999 al 2003 (da 21 a 28 capi). Scarsa è invece la presenza di pernice bianca (*Lagopus mutus*), le cui popolazioni sembrano aver subito negli ultimi anni una notevole riduzione e si attestano probabilmente in

poche unità. La coturnice (*Alectoris graeca saxatilis*) ha mostrato negli anni passati un'evidente regressione, a causa anche dell'abbandono della montagna e delle attività antropiche (sfalcio, pascolamento) a cui la specie era legata. Alcuni segni di presenza di coturnice (penne di ornamento) sono però stati ritrovati personalmente nel corso dello studio in prossimità delle "rovine del Capin". Questo, congiuntamente agli ultimi accertamenti, sembra indicare una leggera ripresa della popolazione. Presente, con popolazioni numericamente piuttosto limitate, anche il francolino di monte (*Bonasa bonasia*).

Altre specie di avifauna la cui presenza all'interno del territorio di studio è stata accertata, sono:

- poiana (*Buteo buteo*);
- gheppio (*Falco tinnunculus*);
- astore (*Accipiter nisus*);
- sparviere (*Accipiter gentilis*);
- picchio nero (*Dryocopus martius*);
- picchio muraiolo (*Tichodroma muraii*);
- cincia mora (*Parus alter*);
- cincia dal ciuffo (*Parus cristatus*);
- cinciarella (*Parus caeruleus*);
- merlo (*Turdus merula*);
- gracchio alpino (*Pyrrhocorax graculus*);
- fringuello alpino (*Montifringilla nivalis*);
- fringuello (*Fringilla coelebs*);
- ghiandaia (*Garrulus glandarius*);
- nocciolaia (*Nucifraga caryocatactes*);
- pettirosso (*Erithacus rubecula*);
- codirosso (*Phoenicurus phoenicurus*);
- culbianco (*Oenanthe oenanthe*);
- lui piccolo (*Phylloscopus collybita*).

3.2 Indagine sulla popolazione di camoscio presente nell'area di studio

3.2.1 Premessa

L'analisi demografica della popolazione è stata condotta sulla base di dati pregressi raccolti da cacciatori e personale di vigilanza, per il periodo 1985-2002, e di dati raccolti personalmente, per gli anni 2003 e 2004. È stato perciò possibile analizzare l'andamento generale della popolazione per 20 anni (1985-2004). Ciononostante, la raccolta dei dati nel periodo 1985-1992 risulta a tratti frammentaria e imprecisa, ragion per cui questi dati non sono stati considerati nelle analisi dei parametri demografici. D'altra parte, nel 1993 è stata aperta la caccia al camoscio nel settore Arcoglio, il che ha probabilmente portato ad un maggiore interessamento verso questa specie e quindi, in ultima analisi, ad una migliore precisione nella raccolta dati, o quantomeno ad una sua maggiore standardizzazione.

Nell'ambito di questo studio, le indagini sul campo riguardanti la popolazione di camoscio sono state condotte da luglio 2003 a novembre 2004. Parallelamente, sono state effettuate ricerche di dati "storici" relativi alle reintroduzioni effettuate negli anni '80 e '90, ai censimenti realizzati dal 1985 ad oggi e all'attività venatoria.

3.2.2 Vicende pregresse (analisi storica)

L'analisi storica della popolazione presente all'interno dell'area di studio ha riguardato la raccolta di dati relativi ai seguenti argomenti:

- a) immissioni;
- b) serie storica dei censimenti;
- c) attività venatoria.

I risultati delle ricerche "storiche" condotte sono presentati di seguito, per meglio chiarire la situazione della specie nell'area di studio al momento della ricerca.

a) Le immissioni

La popolazione di camoscio presente nell'area di studio "Alpe Colina" è frutto di diverse reintroduzioni effettuate a partire dal 1984 e concluse nel 1992 (tab. IV).

Interviste ad agenti di vigilanza e persone del luogo hanno testimoniato la precedente presenza del camoscio, fino almeno agli anni '50, anche se risulta impossibile quantificare gli effettivi in tale periodo (Scarafoni, com. per.). Successivamente, una probabile intensa attività di bracconaggio ha portato alla pressoché totale scomparsa della popolazione presente, se si esclude l'occasionale presenza di individui provenienti da zone limitrofe (Val Masino, alta Valmalenco o territorio svizzero). In virtù di questa assenza, a partire dal 1984 si decise di effettuare una serie di

reintroduzioni (1984, 1985, 1986, 1987, 1992) con l'obiettivo di permettere l'instaurarsi di una popolazione tale da consentire, in seguito, anche una fruizione venatoria.

Anno	Periodo e luogo di immissione	Numero capi immessi	Origine	Sesso ed età
1984	luglio	3	Canton Vallese (CH)	- maschio 3 anni - femmina 1 anno - femmina 4 anni
1985	6 marzo, Piramidi di Postalesio	5	Canton Vallese (CH)	- maschio 1 anno - femmina 1 anno - femmina 1 anno - femmina 3 anni - femmina 7 anni
1986	11 luglio, Caldenno	4	Canton Vallese (CH)	- maschio 2 anni - femmina 2 anni - femmina 6 anni - femmina 11 anni
1987	6 marzo, <i>Capin</i>	6	Canton Vallese (CH)	- maschio 1 anno - maschio 1 anno - femmina 4 anni - femmina 5 anni - femmina 5 anni - femmina 7 anni
1992	5 maggio, Caldenno	4	Parco Naturale dell'Argentera	- maschio 4 anni - maschio 10 anni - femmina 6 anni - femmina 8 anni

Tab. IV: dati relativi alle immissioni di camoscio nel settore di Arcoglio

Più in particolare, dai documenti a disposizione emerge che negli anni dal 1984 al 1992 sono stati organizzati tre blocchi di immissioni: il primo dal 1984 al 1985, il secondo dal 1986 al 1987, il terzo nel 1992. In totale si registra l'immissione di 22 capi. La raccolta dei dati relativi a queste reintroduzioni è stata possibile grazie alla consultazione di documenti storici ritrovati negli archivi dell'Amministrazione Provinciale di Sondrio e del Comprensorio Alpino di Caccia di Sondrio.

b) Serie storica dei censimenti

I dati dei censimenti della popolazione sono disponibili a partire dal 1985 fino al 2004, come evidenziato in tabella V.

Anno	N° CAMOSCI OSSERVATI														Età indet.	Totali
	Piccoli (0-1 anni)	Jahrling (1 anno)			Subadulti (2-3 anni)			Adulti (4-10 anni)			Vecchi (11+ anni)					
		M	F	Ind	M	F	Ind	M	F	Ind	M	F	I			
1985														2	2	
1986														15	15	
1987														10	10	
1988	15	6			1	3		5	15						45	
1989	14	3	1		8	14	5	4	9	2			1		61	
1990	7				10	51	1	12	33						114	
1991	18	5	5		6	6		4	17	2	6	4			73	
1992	20	10	12		5	11	2	8	17	18	8		1		112	
1993	44	8	9	2	9	7	3	20	46		6	8	2		164	
1994	39	6	4	9	3	11	6	16	34	20	2	1	4	6	161	
1995	55	7	6	21	8	6	4	24	53	21	6	1	12	6	230	
1996	52	21	12	19	22	8	10	29	49	10	9	5	3	19	268	
1997	48	17	18	2	13	16	6	21	41	3	5	4		23	217	
1998	50	8	11	4	18	10	1	23	45		2	9		16	197	
1999	50	11	5	6	22	16	2	26	40	2	3	10	8	4	205	
2000	24	12	4	2	16	7		10	26		3	1		34	139	
2001	51	1		22	3	3	5	16	62	1				6	170	
2002	59	8	3	8	9	10	1	13	60	4				1	176	
2003	45	6	10	14	9	14	4	21	49		1	3		10	186	
2004	54	13	11	6	11	14		23	58	4		2			196	

Tab. V: serie storica di censimenti effettuati all'interno dell'area di studio dal 1985 al 2004.

I dati sono stati ricavati dalle schede di censimento archivate presso l'Amministrazione Provinciale di Sondrio e il Comprensorio Alpino di Sondrio. È doveroso precisare che nell'analisi sono stati esclusi gli animali individuati all'esterno dell'area di studio, ovvero a Vignone-Dosso del Termine, Prato Maslino-Dosso di Piaviana, Mastabbia e Cassandre, in base a quanto riportato nelle singole schede di censimento. Ciascun censimento (con l'eccezione di quelli effettuati nel 2003 e nel 2004) è frutto di un'unica uscita effettuata da cacciatori e guardie provinciali nel mese di luglio.

L'analisi dettagliata relativa all'evoluzione numerica delle popolazioni è riportata nei capitoli seguenti.

c) Attività venatoria

Le popolazioni di camoscio presenti nel settore di Arcoglio furono oggetto di caccia fino al 1983, quando questa fu sospesa per poi essere riaperta a partire dal 1993: come si può leggere infatti nel riepilogo dei censimenti del 1992 inviato dalla Provincia di Sondrio all'allora Istituto Nazionale di Biologia della Selvaggina (l'attuale INFS) «il settore è stato oggetto di ripopolamenti con camosci negli ultimi sette anni: si condivide la proposta di mantenere chiusa la caccia a tale specie almeno ancora per la corrente stagione venatoria». Qui di seguito vengono riportati i dati relativi alla pressione venatoria (n° di cacciatori di Ungulati presenti, tab. VI), ai piani di abbattimento e alla realizzazione dei prelievi dal 1993 al 2004 (per i prelievi sono riportati anche i dati relativi al 1982 e al 1983) (tab. VII).

Cacciatori Ungulati Settore Arcoglio		
Anno	N° CACCIATORI	Trend
1993	n.d	n.d.
1994	95	n.d.
1995	103	8,40%
1996	97	-5,80%
1997	112	15,50%
1998	111	-0,90%
1999	117	5,40%
2000	111	-5,10%
2001	116	4,50%
2002	114	1,70%
2003	113	-0,90%
2004	112	-0,88%

Tab. VI: numero di cacciatori di Ungulati (e relativo trend di crescita) nel settore di Arcoglio dal 1993 al 2004.

Parallelamente, sono stati raccolti i dati relativi alle misure biometriche dei capi di camoscio prelevati nel settore SO1 dal 1993 al 2004.

Pda e prelievi di camoscio nel settore Arcoglio da 1982 al 2004															
Anno	Jahrling				Subadulti				Adulti				Totale		
	M		F		M		F		M		F				
	Pda	Prelievo	Pda	Prelievo	Pda	Prelievo	Pda	Prelievo	Pda	Prelievo	Pda	Prelievo	Pda	Prelievo	realizzo
1982														2	
1983														2	
1984	CACCIA CHIUSA														
1992															
1993	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	1	0	6	3	50%
1994	1	0	1	1	1	3	1	1	2	2	2	1	8	8	100%
1995	3	4	3	3	1	1	1	1	2	2	2	1	12	12	100%
1996	2	1	2	3	2	3	1	0	3	2	4	3	14	12	86%
1997	2	2	2	2	2	0	1	1	3	4	4	3	14	12	86%
1998	2	1	2	3	2	2	1	0	3	3	4	4	14	13	93%
1999	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	4	2	17	15	88%
2000	3	4	3	1	2	2	2	1	3	1	4	4	17	13	76%
2001	2	1	2	3	1	0	0	0	1	1	2	2	8	7	88%
2002	2	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	8	8	100%
2003	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	3	3	10	10	100%
2004	2	2	3	3	1	0	1	1	2	3	3	3	12	12	100%

Tab. VII: Pda e relativi prelievi di camoscio realizzati nel settore Arcoglio dal 1982 al 2004.

3.2.3 Criteri adottati per il riconoscimento del camoscio in natura

Riconoscere un capo in natura, nell'ambito di una specie di Ungulati, significa innanzitutto cercare di stabilire nella maniera più corretta possibile a quale classe di sesso e di età appartenga l'animale. Tutto ciò si basa sull'osservazione di numerosi caratteri, sia di natura morfologica, come l'aspetto esteriore nel suo complesso o l'aspetto di alcuni particolari (es. le corna), sia di natura comportamentale.

Più in particolare, nell'ambito del presente studio si è proceduto identificando gli animali secondo una classificazione basata sui modelli classici proposti da Bubenik & Schwab (1975) (par. 1.1.4) ripresi e modificati da Tosi & Spagnesi (1985, in Pedrotti 1989), che presentano delle semplificazioni con il pregio di essere maggiormente utilizzabili da un punto di vista pratico. In questo senso, sia i maschi sia le femmine sono stati suddivisi nelle classi seguenti: piccoli (<1 anno), *jabrling* (1 anno compiuto), subadulti (2 e 3 anni compiuti), adulti (4-10 anni) e vecchi (oltre i 10 anni).

I piccoli, dei quali non è stato possibile determinare il sesso di appartenenza, non hanno comportato problemi per quanto riguarda il riconoscimento, date le loro dimensioni, il

comportamento spesso giocoso e l'attaccamento alla madre. Il periodo migliore per i censimenti dei piccoli è stato da luglio a settembre-ottobre.

Per quanto riguarda gli *jabrling*, non si sono verificati problemi nel riconoscimento della classe di età: in questo caso si è fatto riferimento principalmente alla dimensione delle corna, che non superano l'altezza delle orecchie, nonché alle dimensioni corporee, intermedie fra piccoli e adulti. Problematico invece il riconoscimento del sesso di appartenenza dell'animale: i caratteri secondari come le corna, non hanno ancora raggiunto, nella maggior parte dei casi, uno sviluppo sufficiente per permettere una differenziazione maschio/femmina, e di conseguenza non hanno fornito grande aiuto. Per sopperire a questa mancanza si è fatto riferimento, quando possibile, alla postura nella fase di orinazione. Negli altri casi, gli animali sono stati classificati come "indeterminati". Il periodo di maggiore contattabilità degli *jabrling* è stato il mese di ottobre.

Quella dei subadulti è certamente stata la classe che ha presentato i maggiori problemi di riconoscimento, dal momento che i suoi "confini" non si presentano ben definiti ed è possibile confonderli con animali di età leggermente superiore, già adulti. Ad ogni modo, i parametri maggiormente presi in considerazione sono stati l'altezza delle corna, di poco superiore a quella delle orecchie, e la lunghezza relativa degli arti rispetto all'altezza del torace, molto accentuata. La distinzione del sesso si è rivelata più semplice che negli *jabrling*, e i parametri maggiormente utilizzati sono stati la forma delle corna, la presenza del "pennello" nei maschi e il comportamento (più solitario nei maschi). Come già per gli *jabrling*, anche per i subadulti il periodo di maggiore contattabilità si è rivelato essere ottobre.

Gli adulti hanno raramente comportato problemi nel riconoscimento, per quanto riguarda la classe di età: la struttura corporea ormai definitiva, più robusta, permette di distinguerli piuttosto agevolmente. La distinzione del sesso si è invece rivelata a volte piuttosto impegnativa, visto lo scarso dimorfismo sessuale della specie: corna, presenza di pennello e comportamento sono stati, anche in questo caso, i parametri principalmente utilizzati. Il periodo di maggiore contattabilità è stato luglio, per le femmine, e ottobre-novembre per i maschi.

Riconoscere un animale come "vecchio" si è rivelato difficile: il confine che separa gli individui attorno ai 9-10 anni da quelli oltre gli 11 non è infatti sempre chiaro. La forma complessivamente più "spigolosa", il colore della mascherina facciale, più grigia, il comportamento più solitario sono stati i parametri presi in considerazione per il riconoscimento di questa classe di età. Il riconoscimento del sesso invece, data la presenza piuttosto evidente del pennello nei maschi, non ha comportato particolari problemi. Così come per gli adulti, anche per i vecchi il periodo di maggiore contattabilità è stato luglio, per le femmine, e ottobre-novembre per i maschi.

3.2.4 Pianificazione dei rilevamenti

La base per la realizzazione di uno studio demografico è rappresentata dai censimenti.

Il migliore metodo di conteggio per la realizzazione di uno studio demografico, per quanto riguarda gli Ungulati, è probabilmente rappresentato da una variante del metodo di Lincoln-Petersen (cattura-marcaggio-ricattura) dove la sessione di ricattura è sostituita dalla semplice osservazione degli animali catturati e marcati in precedenza. Questo tipo di conteggio presuppone un notevole sforzo per catturare e marcare gli animali con metodi in grado di permettere agli osservatori di riconoscerne il sesso e l'età anche a notevole distanza (grazie, ad esempio, a marche auricolari di colori differenti); tuttavia, permette una notevole precisione nel riconoscimento.

In questo studio non è stato possibile adottare il metodo sopra citato e si è optato invece per il metodo del “*block census*”, o censimento a vista per punti fissi di osservazione e percorsi che, in Italia, rimane ancora quello maggiormente utilizzato per il camoscio sia in ambito gestionale sia in ambito di ricerca (Ramanzin, 2004).

L'attendibilità del metodo del *block census* è, rispetto a quella del metodo Lincoln-Petersen, legata a una serie di variabili che possono incidere talvolta anche in maniera cospicua sulla attendibilità dei dati raccolti (Ramanzin, *l.c.*). Fra queste variabili ricordiamo:

1. la morfologia del territorio: la disomogeneità o la presenza di copertura forestale può portare a notevoli sottostime;
2. la possibilità di incorrere in problemi di doppi conteggi: gli animali non sono fissi sul territorio, possono facilmente e rapidamente spostarsi, favoriti in questo anche dalla morfologia del territorio, dal momento che individui in quota possono tranquillamente passare in breve tempo da un versante all'altro (varcando semplicemente la linea di cresta) e quindi dal dominio di un settore ad un altro;
3. la preparazione, a livello di conoscenze della biologia della specie e del metodo di conteggio, degli osservatori: il camoscio ha scarso dimorfismo sessuale e non è semplice effettuarne il riconoscimento in natura.

Per poter ridurre il più possibile gli errori dovuti a tutte queste variabili si è cercato di limitare la loro incidenza attraverso, rispettivamente:

1. la suddivisione (zonizzazione) del territorio dell'area di studio in più settori (5) caratterizzati da una certa omogeneità morfologica e da una buona visibilità: Caldèno-Colina, Bosio, Zana-Arcoglio, Canale e Morscenzo (fig. 45);
2. il conteggio contemporaneo dei soggetti presenti nei diversi settori dell'area di studio;
3. la scelta di persone di sicura competenza in relazione alla conoscenza della specie, del territorio e della metodologia di conteggio.

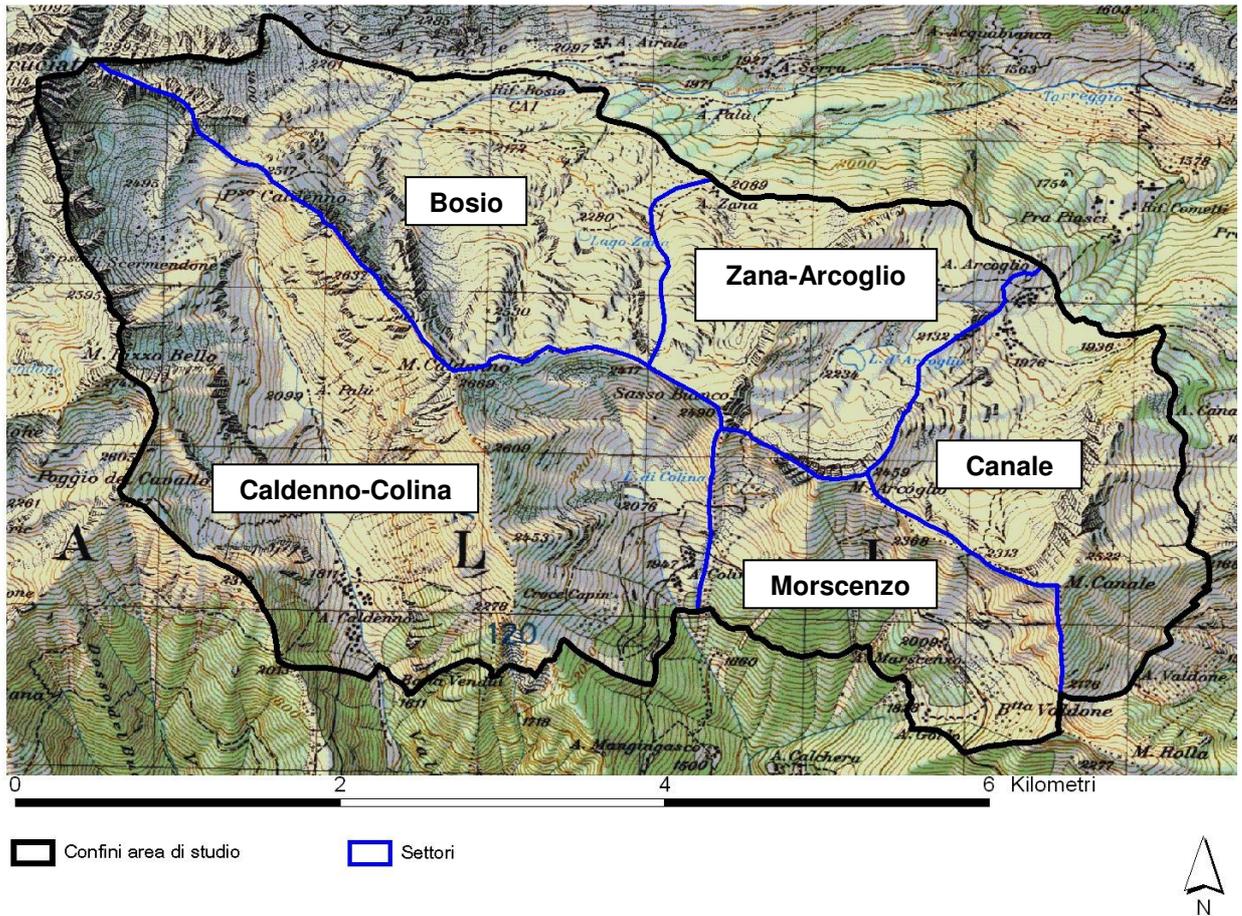


Fig. 45: settori di censimento all'interno dell'area di studio.

All'interno di ciascun settore sono stati individuati dei punti particolarmente favorevoli per l'osservazione degli animali, anche detti "punti di vantaggio". Si è poi fatto in modo che i diversi punti fissi di osservazione fossero collegati fra loro da percorsi che permettessero di migliorare ulteriormente la contattabilità degli animali (fig. 46).

È tuttavia doveroso sottolineare che, nonostante i diversi accorgimenti che si possono adottare per poter diminuire il più possibile gli errori di conteggio, questo rimane pur sempre una stima della consistenza delle popolazioni presenti e quindi, in quanto tale, soggetta ad errori, soprattutto di sottostima. Basti pensare agli individui che si stabiliscono all'interno delle zone boscate, molto difficilmente contattabili. Secondo diversi autori il conteggio da punti fissi di osservazione porterebbe, per il camoscio, a sottostime anche dell'ordine del 30% (Stringham & Bubenik, 1975). Secondo Houssin *et al.* (1994) il metodo del *block census* potrebbe portare a sottostime anche leggermente maggiori del 50% e comunque non permetterebbe di ottenere un quadro sufficientemente affidabile della struttura della popolazione.

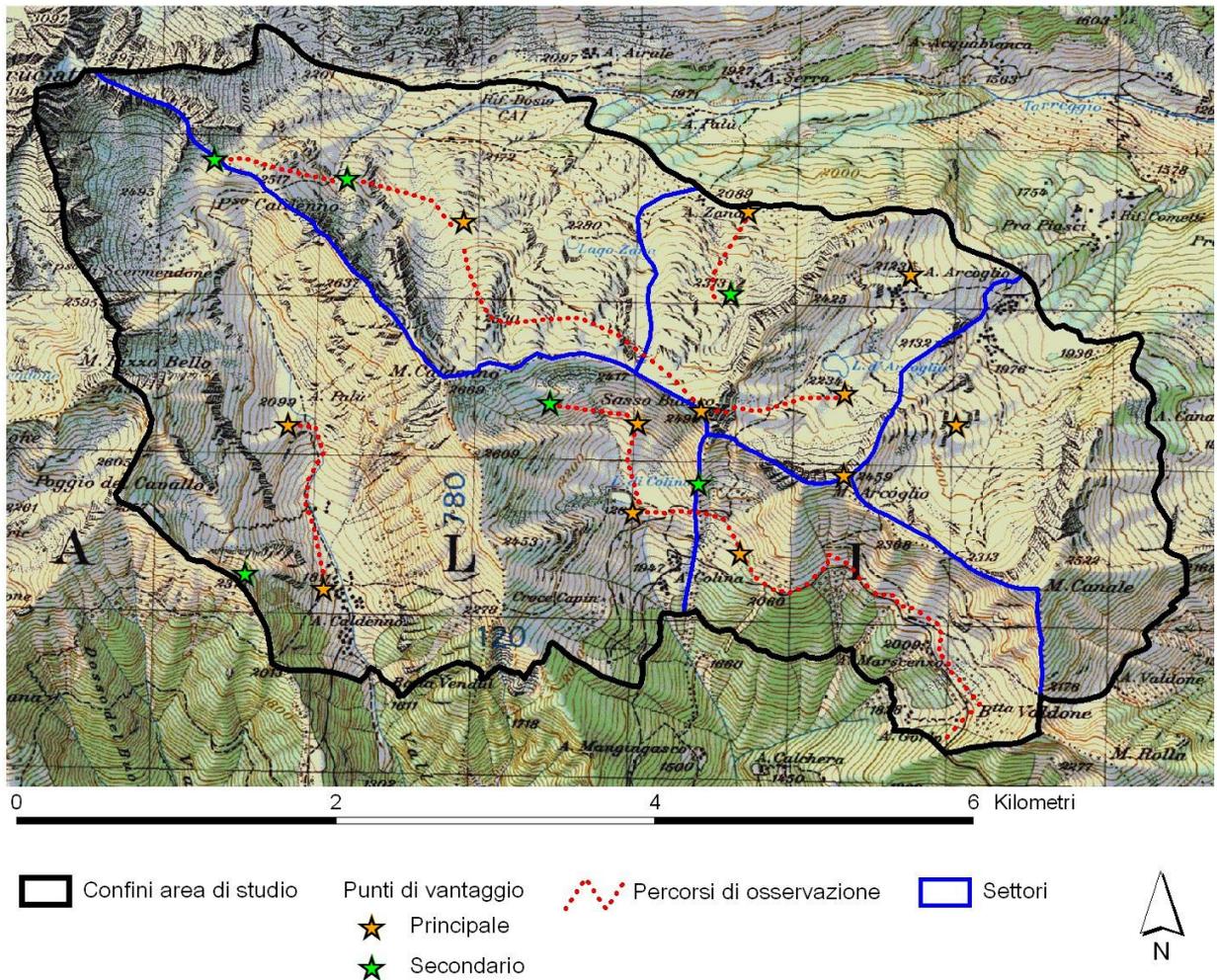


Fig. 46: punti di vantaggio e percorsi di osservazione.

Personalmente ritengo che la maggiore o minore validità del metodo, per quanto riguarda il conteggio e la determinazione della struttura di popolazione, sia strettamente correlata alle singole condizioni ambientali, e la scelta di utilizzarlo o no dovrebbe essere effettuata sulla base di queste caratteristiche. Nel caso dell'area di studio Alpe Colina, la conformazione del territorio, le abitudini della popolazione (che tende ad abitare quote piuttosto elevate), la profonda conoscenza del territorio delle persone che hanno eseguito i conteggi, fanno ritenere quello del *block census* un metodo sufficientemente idoneo agli scopi che questa ricerca si prefigge. Detto questo, è comunque probabile che nel corso dello studio sia stata commessa una sottostima dei capi presenti: alcuni individui abitano aree al di sotto del limite superiore del bosco, quindi sono difficilmente individuabili; tuttavia risulta piuttosto difficile, non potendo avvalersi di metodi di censimento comparativi come quello di Lincoln-Petersen, fare delle ipotesi precise sull'entità della sottostima.

Il conteggio contemporaneo nei diversi settori individuati in fig. 45, che ha permesso sia di evitare doppi conteggi sia di ridurre notevolmente l'impegno per ogni singolo censimento

completo, è stato possibile grazie alla collaborazione di numerose persone appartenenti a diverse categorie, quali cacciatori del CA di Sondrio, agenti del corpo di Polizia Provinciale, tecnici del settore. Per ciascun censimento completo dell'area di studio è stata effettuata una sola giornata di osservazioni, con osservatori distribuiti nei 5 settori. Personalmente, ho ritenuto corretto partecipare ai vari censimenti in aree di volta in volta diverse così da poter ricavare un quadro più completo sulla distribuzione della popolazione.

Ciascun gruppo di osservatori, composto almeno da due o più persone, a seconda della disponibilità, era equipaggiato di:

- materiale ottico adeguato: binocoli (7x42; 8x30; 8,5x42; 10x40; 10x42) e cannocchiali monoculari (30x75; 20-40-60x75) o binoculari (30x75);
- scheda di rilevamento (fig. 47), nella quale sono riportate le principali indicazioni relative al momento delle osservazioni: nomi degli operatori, data, località, orario e condizioni meteo, oltre alla suddivisione dei capi censiti per classi di età e sesso;
- cartina in scala 1:30.000 per la localizzazione degli avvistamenti.

Dal momento che la contattabilità dei capi varia a seconda delle stagioni si è ritenuto opportuno scandire il ritmo dei censimenti facendo riferimento alle stagioni fenologiche individuate sulla base del ciclo biologico del camoscio. In particolare, con riferimento a Pedrotti (1989), sono state fissate quattro stagioni fenologiche:

1. stasi invernale: 1 gennaio - 15 aprile;
2. parti: 16 aprile - 30 giugno;
3. estivazione: 1 luglio - 30 settembre;
4. periodo degli amori: 1 ottobre - 31 dicembre.

Come si vede, queste stagioni non coincidono con quelle astronomiche (inverno, primavera, estate, autunno). Tuttavia, per una maggiore facilità di approccio, si è deciso di semplificare la nomenclatura cosicché, da questo punto in avanti, le quattro stagioni fenologiche verranno comunque rispettivamente indicate come inverno, primavera, estate e autunno.

Accanto a questi censimenti sono state poi effettuate svariate uscite singole, sia sull'intera area di studio sia limitatamente ad alcuni settori, per poter acquisire maggiori informazioni sia relativamente al profilo faunistico sia a quelli vegetazionale e geomorfologico.

Sarebbe stato opportuno ripartire nella maniera più equilibrata possibile le osservazioni fra le diverse stagioni, ma questo non è stato possibile poiché in inverno (e, in parte, anche in autunno e primavera) la presenza costante della neve al suolo ha reso impraticabile l'area per molto tempo, sia relativamente all'accesso, sia per ragioni legate alla sicurezza, data la possibilità concreta di slavine.

		PROVINCIA DI SONDRIO - Ufficio faunistico- SCHEDA PER IL CENSIMENTO DI CAMOSCI									Scheda N°					
Data:				Osservatori:												
Località:																
Orario censimento:		inizio- fine-														
Visibilità:		nulla <input type="checkbox"/>		scarsa <input type="checkbox"/>		discreta <input type="checkbox"/>		ottima <input type="checkbox"/>		area in ombra <input type="checkbox"/>		area controluce <input type="checkbox"/>				
Meteo:		sereno <input type="checkbox"/>		parz. coperto <input type="checkbox"/>		coperto <input type="checkbox"/>		nebbia <input type="checkbox"/>		pioggia leggera <input type="checkbox"/>						
Vento:		assente <input type="checkbox"/>		debole <input type="checkbox"/>		forte <input type="checkbox"/>		pioggia forte <input type="checkbox"/>				neve <input type="checkbox"/>				
NOTE:																
N° osservazione	ora	N° CAMOSCI OSSERVATI												Età indet.	Tot parz.	
		Capretti (0-1 anni)	<i>Jahrling</i> (1 anno)			Subadulti (2-3 anni)			Adulti (4-10 anni)			Vecchi (11+ anni)				
			M	F	Ind	M	F	Ind	M	F	Ind	M	F			Ind
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
11																
12																
13																
14																
15																
Totali parziali														TOT		

Fig. 47: scheda di censimento adottata per il rilevamento dei capi.

Ciononostante, nel corso della ricerca è stato possibile realizzare 40 uscite, ripartite in questo modo:

1. inverno: 1 uscita;
2. primavera: 7 uscite;
3. estate: 21 uscite;
4. autunno: 11 uscite.

È opportuno precisare che il maggior numero di uscite in estate ed autunno è legato al periodo di svolgimento del lavoro di ricerca: dall'estate 2003 fino all'autunno 2004. Questo lasso di tempo, scelto appositamente per poter raccogliere un maggiore numero di dati relativi alla popolazione indagata, comprende due stagioni estive ('03 e '04) e due autunnali ('03 e '04), mentre solo una invernale ('04) e primaverile ('04).

L'orario più opportuno per le osservazioni è stato fissato (sulla base delle abitudini alimentari della specie) fra le 7.00 e le 12.00 per la stagione invernale, fra le 6.30 e le 10.00 in primavera, fra le 6.00 e le 9.30 in estate, mentre per la stagione autunnale fra le 7.00 e le 11.00.

3.3 Elaborazione dei dati

3.3.1 Archiviazione dei dati

Tutte le informazioni raccolte attraverso le schede di censimento sono state archiviate su supporto informatico Excel di Windows XP. A differenza degli anni dal 1993 al 2002, per gli anni 2003 e 2004 si sono avuti a disposizione più dati di censimento. Questa approfondita ricerca ha permesso di ottenere dati più attendibili sulle diverse classi. A seguito dei censimenti per il 2003 e 2004, sono stati tenuti in considerazione: il numero di piccoli e di femmine censiti in luglio-agosto; il numero di *jahrling* e subadulti censiti in ottobre; il numero di maschi adulti censiti in ottobre-novembre. Questo ha permesso di evitare sottostime dovute a comportamenti diversi nel corso dell'anno (es. sottostima dei maschi in luglio) e perciò di ricavare dati importanti relativi alla composizione della popolazione in classi di sesso ed età, nonché al rapporto fra i sessi. Nella fase di archiviazione è stato inizialmente creato un *database* che rispecchiasse i dati contenuti all'interno delle schede di censimento. Successivamente, per condurre le analisi statistiche, è stato prodotto un secondo *database* contenente solo i dati essenziali.

I dati relativi alle misure biometriche dei capi prelevati nelle stagioni venatorie sono stati anch'essi archiviati in un apposito *database* con programma Excel di Windows XP.

Si è poi proceduto all'archiviazione mediante GIS (*Geographic Information System*) delle informazioni raccolte relative a vegetazione, settori di censimento, punti di vantaggio e percorsi di

osservazione, sentieri, strade rotabili, pendenze, nonché ai gruppi di animali precedentemente mappati su supporto cartaceo, creando *shape* appositi (puntiformi, lineari o poligonali) per ogni tematismo. Le digitalizzazioni sono state effettuate con il *software* Esri ArcView 3.2, basandosi su mappe Raster e ortofotocarte 1:10.000 del settore. Il GIS ha quindi permesso di gestire, analizzare, modellare, mostrare su monitor e stampare i dati spazialmente georeferenziati (Morimando & Tassoni, 2004).

3.3.2 Metodologia adottata per lo studio demografico della popolazione

Dal punto di vista operativo, lo studio demografico della popolazione è stato organizzato come segue.

a) Fase preliminare: sulla base della definizione di “popolazione” (par. 1.2) sono stati delimitati un’area e un intervallo di tempo ai quali fare riferimento.

- *Delimitazione del territorio:* i “confini” della fauna spesso non coincidono con quelli delle amministrazioni. Si è reso quindi opportuno acquisire delle conoscenze preliminari sulla distribuzione della popolazione oggetto di studio, con interviste a cacciatori e guardie venatorie. Successivi rilievi mirati sul campo, attraverso avvistamenti diretti e rilevamenti di segni di presenza, hanno permesso di fissare in maniera più precisa i confini dell’area di studio. Successivamente, grazie ai dati raccolti, è stato possibile affinare le conoscenze sulla distribuzione della popolazione in termini di utilizzo delle pendenze e individuazione degli *home ranges*.

- *Delimitazione dell’intervallo di tempo:* lo studio di dinamica di popolazione prevede di analizzare le fluttuazioni nel tempo. È stato perciò necessario fare riferimento ad un arco di tempo che, seppur limitato, fosse in grado di poter fornire una serie di dati sufficientemente significativa. Per il presente studio i dati disponibili vanno dal 1985 al 2004: pur essendo stato considerato, ai fini della determinazione dei parametri demografici, un periodo più ristretto (1993-2004), tale arco di tempo permette di ricavare indicazioni interessanti relativamente alla demografia della popolazione.

b) Fase operativa: sulla base della definizione di “dinamica di popolazione” (par. 1.2.1) è stata acquisita una conoscenza di base della popolazione (consistenza e struttura). In seguito si è cercato di stabilire se, come e quanto variasse la popolazione nel tempo, da un punto di vista numerico e strutturale. In un terzo momento si è cercato di definire a che cosa fossero dovute tali variazioni, entro i limiti concessi dai dati a disposizione. Sulla base di Gaillard (1993), per realizzare i tre punti esposti sopra è stato necessario passare attraverso altrettanti livelli di indagine:

1. *livello descrittivo:* attraverso i censimenti si è mirato a stimare il numero degli effettivi che compongono la popolazione, nonché la struttura della popolazione stessa;

2. *livello funzionale*: effettivi e struttura di popolazione sono le risultanti dell'evoluzione della popolazione. Tuttavia, i dati di numerosità e struttura sono sostanzialmente delle “istantanee” della popolazione, “fotografie” riferite ad un preciso luogo e ad un preciso istante. Sono quindi una rappresentazione statica della realtà, dicono come è la popolazione in quel momento ma non come si sta evolvendo. L'obiettivo è stato invece quello di fornire una rappresentazione dinamica della realtà, cioè capire come si evolve la popolazione. Per fare questo è stato necessario indagare un livello successivo, quello *funzionale*, dove si è mirato ad analizzare l'andamento della popolazione attraverso il saldo fra flussi in entrata e in uscita. Si è trattato cioè di capire se, come ed eventualmente quanto la popolazione stesse variando nel tempo. Questo livello è stato realizzato perlopiù attraverso il confronto e/o la semplice analisi dei dati statici di numerosità e struttura raccolti in precedenza. Questo principio ricorda molto da vicino quello della cinematografia: come una serie di fotogrammi, che di per sé sono una rappresentazione statica della realtà, fatti scorrere velocemente uno dopo l'altro danno vita ad un *film*, che è una rappresentazione dinamica della realtà, così i dati di numerosità e struttura (fotogrammi statici), confrontati tra loro consecutivamente negli anni possono fornire il “film” della popolazione;
3. *livello esplicativo*: la dinamica di popolazione prevede di analizzare anche le cause alle quali è possibile imputare queste fluttuazioni. Nell'ultimo livello di indagine si è mirato quindi a determinare le cause intrinseche od estrinseche dell'andamento della popolazione determinato al livello 2. Si è cercato cioè di capire a che cosa fossero dovute le fluttuazioni che la popolazione ha subito, e quindi perché, e in relazione a che cosa, la popolazione si sia evoluta in quel determinato modo.

3.3.3 Parametri indagati per lo studio demografico della popolazione

Ciascuno dei livelli di indagine sopra elencati si è concretizzato attraverso la determinazione di una serie di parametri.

a) fase preliminare: il parametro indagato è la **distribuzione**. Grazie alle mappature degli animali censiti, è stato possibile indagare la distribuzione in termini sia di *home ranges* sia di utilizzo del territorio a seconda delle diverse pendenze. L'obiettivo è stato quello di capire se, nello spazio e nel tempo, la popolazione fosse distribuita:

- in modo omogeneo, cioè su tutto il territorio per tutto l'anno, o disomogeneo, cioè se tendessero a formarsi raggruppamenti in determinate aree o in determinati periodi dell'anno;
- in modo prevedibile, cioè se fosse possibile fare previsioni su dove trovare la popolazione, o imprevedibile, cioè se non fosse possibile fare alcuna previsione.

Altro obiettivo era quello di capire se la popolazione oggetto di studio fosse una “metapopolazione”, cioè una popolazione composta da diverse sub-popolazioni almeno parzialmente connesse. In particolare si distinguono sub-popolazioni *source* (sorgente), più grandi e stabili, dalle quali emigrano gli individui, nelle quali le nascite superano le morti e le emigrazioni superano le immigrazioni (Thomas & Kunin, 1999), e sub-popolazioni *sink* (pozzo), più piccole, meno stabili e a rischio, nelle quali tendono ad immigrare gli individui provenienti dalle *source* e nelle quali, all’opposto, le morti superano le nascite e le immigrazioni superano le emigrazioni (Thomas & Kunin, *l.c.*).

b) fase operativa: i parametri indagati sono stati i seguenti.

1. *livello descrittivo:*

- **numerosità:** è stato analizzato e descritto il *trend* della popolazione negli ultimi 20 anni, con riferimento alle consistenze pre-riproduttive;
- **struttura di popolazione:** sono stati studiati in particolare i parametri relativi alla composizione per sesso e classi di età, e alla *Sex-Ratio* (S.R., rapporto maschi:femmine), allo scopo di individuare eventuali variazioni nelle strutture fra i diversi anni.

2. *livello funzionale:*

- **tassi di natalità:** su questo argomento le definizioni non sono univoche. In vari studi, per lo stesso parametro è possibile trovare nomenclature diverse oppure, al contrario, per i due diversi parametri la medesima nomenclatura. In alcuni studi viene utilizzato il rapporto “n°piccoli/femmine 2+ anni”, definendolo a volte “indice di riproduzione” (Allaine *et al.* 1990; Tosi *et al.*, 1996; Tosi *et al.*, 2003), altre volte “tasso di natalità” (Tosi *et al.*, 2003). Weber (2001), per il medesimo parametro riporta, oltre alle due nomenclature sopra elencate, una ulteriore dicitura: quella di “tasso di riproduzione”; ma secondo Mustoni *et al.* (2002) “tasso di riproduzione” sarebbe al contrario la dicitura da utilizzare per il rapporto “n°piccoli/tot. popolazione, piccoli esclusi”. Tale confusione può certamente portare a problemi nella consultazione dei dati nella letteratura esistente. A questo proposito è stata quindi elaborata una riflessione personale per arrivare ad attribuire particolari nomenclature ai parametri relativi alla natalità sopra citati.

Considerando che, in base alle definizioni etimologiche, il **tasso** è il «rapporto che si verifica tra due quantità nell’unità di tempo e si esprime generalmente in percentuale annua» (Aa.Vv., 1984), mentre l’**indice** è il «rapporto tra entità attuale di un dato e l’entità che quel dato aveva in una determinata epoca» (Aa.Vv., 1984) e che i parametri sopra citati rappresentano il rapporto fra due quantità espresso in termini percentuali, riferiti proprio ad un arco di tempo pari ad 1 anno, si ritiene più adeguato parlare di “tassi”, più che di “indici”. Poiché inoltre la **natalità** è definita come l’insieme delle nascite di un

determinato luogo considerate nel loro aspetto quantitativo» (Aa.Vv., 1995), mentre la **riproduzione** è «la capacità di generare dei discendenti» (Wehner & Gehring, 1994) oppure la «proprietà fondamentale degli esseri viventi di generare nuovi individui, che garantisce il perpetuarsi della specie» (Aa.Vv., 1995) e dal momento che entrambi i parametri vogliono palesemente esprimere un aspetto quantitativo della crescita della popolazione, si ritiene inopportuno attribuire nomi decisamente differenti a due concetti sostanzialmente vicini: per entrambi i parametri si propone che la dizione di “natalità” (concetto quantitativo) sia da preferire alla dizione “riproduzione”.

In conclusione, si propone di considerare due diversi tassi di natalità, a seconda dell'entità della popolazione a cui ci si riferisce:

- facendo riferimento al totale della popolazione (piccoli esclusi), si propone, per il rapporto “ $n^{\circ}\text{piccoli}/\text{tot. popolazione} \times 100$ ” la dicitura “**Tasso generico di natalità**”. Questo tasso esprime la tendenza della popolazione alla crescita o, in termini differenti, l'incremento annuo lordo, dal momento che non vengono considerate le perdite;
- facendo riferimento invece solo ad una parte della popolazione, cioè alle femmine di 2 e più anni, si propone, per il rapporto “ $n^{\circ}\text{piccoli}/\text{femmine } 2+ \text{ anni} \times 100$ ” la dicitura “**Tasso specifico di natalità**”. Questo tasso è anch'esso un indicatore dello stato biologico della popolazione e, facendo alcune assunzioni, si potrebbe dire in grado di esprimere due concetti:
 - a. è un parametro che esprime il numero medio di piccoli per ciascuna femmina potenzialmente fertile, cioè in grado di riprodursi. In questo caso, per questioni di facilità di approccio, lo si esprime in termini non percentuali;
 - b. partendo dal presupposto che nel camoscio delle Alpi l'incidenza dei parti gemellari è molto bassa, la stragrande maggioranza delle femmine che hanno partorito e che non hanno perso il piccolo, sarà accompagnata da un solo capretto. Questo significa che il tasso specifico di natalità può anche essere considerato come la percentuale di femmine che hanno il piccolo. In questo caso, per maggiore chiarezza, viene espresso in termini percentuali. È chiaro che si tratta di una approssimazione, può sempre accadere infatti che una femmina sia accompagnata da due piccoli e un'altra nemmeno da uno. Ad ogni modo, proprio in virtù del fatto che nel camoscio delle Alpi l'incidenza dei parti gemellari è bassa, si ritiene che questa sia un'approssimazione accettabile, e sarà tanto più accettabile quanto più il campione sarà elevato e quanto più nella nostra popolazione sarà notata una bassa percentuale di parti gemellari -ricordando che l'incidenza dei parti gemellari

aumenta nelle popolazioni che vivono stabilmente al di sotto del limite superiore del bosco: in questo senso, tale approssimazione sembra adottabile per la popolazione indagata, che non abita stabilmente le zone boscate-.

Le definizioni proposte permettono di evidenziare che entrambi i parametri esprimono l'andamento quantitativo della popolazione; in aggiunta, gli aggettivi “generico” e “specifico” chiariscono a quale parte della popolazione si stia facendo riferimento.

Come si può vedere, entrambi i tassi di natalità richiederebbero di stabilire il numero di piccoli effettivamente partoriti, cioè un conteggio al lordo della mortalità perinatale. Tuttavia, raccogliere un'informazione di questo tipo è piuttosto difficoltoso e, in effetti, nei mesi di giugno-luglio-agosto vengono censiti solo i piccoli che sono sopravvissuti subito dopo il parto, cioè viene effettuato un conteggio al netto della mortalità perinatale. Quelli espressi sopra, che sono quelli calcolati anche in questo studio, sono perciò dei tassi di natalità “apparenti”, o “netti”, che non prendono in considerazione i piccoli morti subito dopo il parto. Si propone il seguente quadro riassuntivo che comprende le diverse diciture:

<i>Tassi generici di natalità</i>	<i>Tassi specifici di natalità</i>
<p>Tasso generico lordo di natalità (TglN) (N° piccoli nati/TOT popolazione piccoli esclusi) *100</p>	<p>Tasso specifico lordo di natalità (TslN) (N°piccoli nati/N°femmine di 2 e più anni) * 100</p>
<p>Tasso generico netto di natalità (TgnN) (N° piccoli sopravvissuti dopo il parto/TOT popolazione piccoli esclusi)*100</p>	<p>Tasso specifico netto di natalità (TsnN) (N° piccoli sopravvissuti dopo il parto/N°femmine di 2 e più anni) * 100</p>

Sono state quindi indagate eventuali variazioni intertemporali dei tassi calcolati;

- **sopravvivenza dei piccoli:** questo parametro è ricavabile dal confronto fra strutture di popolazione riferite ad anni consecutivi analizzando il numero di piccoli all'anno t-1 e di *jabrling* (piccoli sopravvissuti) all'anno t. È stato indagato se vi fossero eventuali variazioni intertemporali nel tasso di mortalità;
- **incremento utile annuo (IUA):** aumento della popolazione da un anno al successivo, al netto della mortalità, espresso in termini percentuali, $[(N_{t+1}-N_t)/N_t] * 100$. Per il calcolo dell'IUA sono stati presi in considerazione gli effettivi pre-riproduttivi, in maniera tale da considerare le perdite invernali. Le analisi hanno permesso di indagare eventuali variazioni intertemporali dell'IUA.

3. *livello esplicativo:*

- **densità:** un problema ancora aperto nella dinamica di popolazione del camoscio è la dipendenza o indipendenza di taluni parametri demografici dalla densità (n°animali/100 ha). L'obiettivo era indagare l'effetto della densità sui vari tassi demografici calcolati in precedenza. Molti autori hanno infatti sottolineato l'importanza della densità-dipendenza sulla dinamica delle popolazioni di camoscio (Capurro *et al.*, 1997). In particolare, Turchin (1990, in Capurro *et al.*, 1997) ha evidenziato l'importanza della densità-dipendenza ritardata, nello studio dell'effetto sui tassi demografici; per questa ragione è stato indagato un effetto di densità dipendenza ritardato fino a 3 anni;
- **caccia:** si è cercato di valutare l'effetto della caccia sulla demografia della popolazione. In particolare, sono state messe in relazione le strategie di gestione adottate dall'apertura dell'attività venatoria con i diversi parametri indagati, quali la struttura di popolazione e la *Sex-Ratio*. Si è cercato in questo modo di stabilire quale fosse il ruolo giocato dalla caccia nel determinare lo *status* attuale della popolazione. Inoltre, è stata indagata l'età media dei capi adulti prelevati, per avere a disposizione un parametro relativo all'entità della pressione venatoria: se quest'ultima è molto elevata può infatti determinare un abbassamento dell'età media (Ramanzin, 2001). D'altra parte, piani di prelievo squilibrati possono portare anch'essi ad un abbassamento dell'età media. Questo parametro può essere ritenuto statisticamente significativo solo se il campione è casuale e sufficientemente ampio. In questo senso i capi prelevati durante la stagione venatoria possono rappresentare una buona fonte di informazioni. I dati biometrici (lunghezza totale, altezza al garrese, lunghezza metatarso, lunghezza mandibola, peso vuoto) degli *jahrling*, classe di età particolarmente significativa dal momento che comprende solo animali di età ben precisa (a differenza delle altre classi), sono stati indagati per evidenziare eventuali differenze significative fra gli anni.
- **analisi di vitalità della popolazione:** è stata effettuata una modellizzazione della crescita della popolazione sotto diverse strategie di gestione attraverso l'utilizzo della P.V.A. (*Population Viability Analysis*). La P.V.A. è uno strumento che stima la dimensione futura e il rischio di estinzione per popolazioni di organismi attraverso la parametrizzazione, sulla base di dati demografici, di un modello (Coulson *et al.*, 2001) in grado di tener conto sia di fattori deterministici sia di fattori stocastici (Chapman *et al.*, 2001; Brito & De Viveiros Grelle, 2004). In pratica, i tipi di risposte che si possono voler ottenere da una P.V.A. sono i seguenti (Coulson *et al.*, 2001):
 1. predire la dimensione futura di una popolazione;
 2. stimare la probabilità di estinzione in un dato arco di tempo;

3. definire quali strategie di intervento possono massimizzare la probabilità di sopravvivenza della popolazione;
4. analizzare le conseguenze delle diverse assunzioni sulla dinamica delle piccole popolazioni.

Nonostante le P.V.A. siano state, e siano tuttora, uno strumento utile nella biologia della conservazione (Reed *et al.*, 2002), un punto cruciale nell'applicazione di questi modelli rimane la loro attendibilità in termini di previsione del futuro demografico delle popolazioni (McCarthy & Broome, *in press*; Ellner *et al.*, 2002). È necessario infatti ricordare che si tratta di modelli, e, in quanto tali, semplificazioni di una realtà più complessa (Reed *et al.*, 2002). Studi condotti da Brook *et al.* (2000b) su un campione di 21 popolazioni hanno mostrato che la «P.V.A. è uno strumento valido e sufficientemente accurato (...) per gestire specie a rischio» (Brook *et al.*, *l.c.*); ciononostante, Coulson *et al.* (2001) hanno precisato come le P.V.A. possano essere degli strumenti adeguati solo se vengono soddisfatte almeno due condizioni: i dati devono essere attendibili, perciò si deve avere un *set* di dati *ad hoc* per la popolazione in esame (come affermato anche da Ellner *et al.*, 2002 e da Akçakaya & Sjögren-Gulve, 2000) e la distribuzione dei tassi vitali fra individui ed anni può essere considerata costante nel futuro o, al limite, i cambiamenti devono poter essere accuratamente predetti. Inoltre, in base agli stessi autori, nonostante le catastrofi possano in effetti essere causa di estinzioni, le stime della probabilità che esse si verifichino sono inattendibili. «Se i dati sono poveri, le previsioni delle P.V.A. dovrebbero essere trattate con estrema cautela ed eventualmente anche essere ignorate» (Coulson *et al.*, 2001). Ad ogni modo, è opportuno ricordare che i modelli non sono mai una perfetta descrizione della realtà. Per questo motivo, diversi autori ritengono più valido analizzare i risultati relativi dei modelli P.V.A., cioè il confronto fra vari scenari creati assumendo valori diversi, piuttosto che i risultati assoluti (Merli & Meriggi, 2000; McCarthy *et al.*, 2001; Reed *et al.*, 2002).

3.3.4 Metodologia di analisi dei dati

Durante i censimenti è capitato talvolta di avere dei dubbi sulla determinazione del sesso e/o della classe di età di appartenenza degli animali osservati, che sono stati quindi registrati come “indeterminati”. Prima di analizzare i dati è stato necessario ripartire questi individui attraverso un metodo ponderato (Ramanzin, 2004). Inizialmente, gli eventuali indeterminati sia per sesso sia per età sono stati redistribuiti fra le classi di età seguendo questa procedura:

a. *calcolo del totale degli animali riconosciuti, cioè appartenenti a classi di età note*

tot. riconosciuti = tot. popolazione - indeterminati

b. *calcolo delle percentuali delle categorie note di età (piccoli, jahrling, subadulti, adulti, vecchi)*

$$\% \text{ piccoli} = (\text{n}^\circ \text{ piccoli noti} / \text{Tot riconosciuti}) * 100$$

$$\% \text{ jahrling} = (\text{n}^\circ \text{ jahrling noti} / \text{Tot riconosciuti}) * 100$$

$$\% \text{ subadulti} = (\text{n}^\circ \text{ subadulti noti} / \text{Tot riconosciuti}) * 100$$

$$\% \text{ adulti} = (\text{n}^\circ \text{ adulti noti} / \text{Tot riconosciuti}) * 100$$

$$\% \text{ vecchi} = (\text{n}^\circ \text{ vecchi noti} / \text{Tot riconosciuti}) * 100$$

c. *ripartizione degli indeterminati nelle 5 classi di età, secondo le seguenti formule*

$$\text{n}^\circ \text{ totale piccoli} = (\text{indeterminati} * \% \text{ piccoli}) + \text{n}^\circ \text{ piccoli noti}$$

$$\text{n}^\circ \text{ totale jahrling} = (\text{indeterminati} * \% \text{ jahrling}) + \text{n}^\circ \text{ jahrling noti}$$

$$\text{n}^\circ \text{ totale subadulti} = (\text{indeterminati} * \% \text{ subadulti}) + \text{n}^\circ \text{ subadulti noti}$$

$$\text{n}^\circ \text{ totale adulti} = (\text{indeterminati} * \% \text{ adulti}) + \text{n}^\circ \text{ adulti noti}$$

$$\text{n}^\circ \text{ totale vecchi} = (\text{indeterminati} * \% \text{ vecchi}) + \text{n}^\circ \text{ vecchi noti.}$$

Inizialmente gli animali sono stati inseriti all'interno della categoria di sesso "indeterminato", non essendo possibile stabilire se si trattasse di maschi o femmine. Essi sono perciò andati a sommarsi agli animali indeterminati per sesso già presenti.

Successivamente, all'interno di ogni singola classe di età, i vari animali indeterminati per sesso sono stati ripartiti nelle categorie "maschio" o "femmina". Analogamente a quanto visto in precedenza, si è proceduto attraverso:

a. *calcolo del totale degli animali riconosciuti per ciascuna classe i di età (cioè appartenenti a classi di sesso note)*

$$\text{tot. riconosciuti classe } i = \text{tot. classe } i - \text{indeterminati per sesso classe } i$$

b. *calcolo delle percentuali delle categorie note di sesso (maschi e femmine) per ciascuna classe i di età*

$$\% \text{ maschi classe } i = (\text{n}^\circ \text{ maschi noti classe } i / \text{Tot riconosciuti classe } i) * 100$$

$$\% \text{ femmine classe } i = (\text{n}^\circ \text{ femmine note classe } i / \text{Tot riconosciuti classe } i) * 100$$

c. *ripartizione degli indeterminati nelle due classi di sesso, secondo le seguenti formule*

$$\text{n}^\circ \text{ totale maschi classe } i = (\text{indeterminati per sesso classe } i * \% \text{ maschi classe } i) + \text{n}^\circ \text{ maschi noti classe } i$$

$$\text{n}^\circ \text{ totale femmine classe } i = (\text{indeterminati per sesso classe } i * \% \text{ femmine classe } i) + \text{n}^\circ \text{ femmine note classe } i$$

Questa procedura è stata applicata a tutti i dati di censimento disponibili dal 1993 al 2004.

Una volta risolto il problema della trattazione degli indeterminati, è stato possibile procedere con l'analisi dei dati.

- **Distribuzione:** l'analisi dell'utilizzo delle pendenze è stata condotta confrontando l'uso delle varie classi con la disponibilità delle stesse. Inizialmente, per stabilire se l'uso delle pendenze fosse casuale o significativamente diverso per una o più classi, è stato condotto un *test* del chi-quadrato (χ^2 , Pearson, 1900 in Soliani, 2004) per la bontà di adattamento di una distribuzione

osservata ad una attesa e sono state calcolate le frequenze attese e osservate. Le frequenze attese di osservazione (FA) sono state calcolate per ogni classe di pendenza sulla base dell'ipotesi nulla (H₀) secondo la quale il camoscio non opera alcuna selezione tra le diverse classi:

$$FA_i = N * PD_i$$

con FA_i = frequenze attese per ciascuna classe di pendenza

N = numero totale di osservazioni

PD_i = proporzione di disponibilità di ciascuna classe di pendenza (superficie totale pendenza i-esima/superficie totale globale)

Le frequenze osservate (FO) coincidono con il numero di osservazioni effettuate all'interno di ciascuna classe di pendenza i-esima. Questo dato è stato ottenuto con un'elaborazione effettuata tramite la procedura "Geoprocessing" del software ArcView 3.2, che ha permesso di sovrapporre lo *shape* delle pendenze con quello dei gruppi di animali osservati e ricavare così il numero di animali presenti all'interno di ogni singola classe di pendenza. Il test del chi-quadrato è stato poi effettuato sulla base della formula

$$\chi^2 = \sum [(FO_i - FA_i)^2 / FA_i]$$

La significatività del test è stata valutata in base al valore ottenuto di χ^2 e al numero di gradi di libertà (g.l.), dove g.l. = n-1, con n = numero di classi di pendenza. Il valore tabulare osservato è stato rapportato a un grado di significatività pari a 0,05, per stabilire se esistessero, a livello globale, delle differenze significative fra uso e disponibilità. Laddove venivano riscontrati valori significativi di χ^2 , con P<0,05, l'analisi è stata approfondita cercando di stabilire per quali classi di pendenza tali differenze fossero significative, attraverso l'uso degli intervalli fiduciali di Bonferroni, secondo la formula:

$$P_i - Z_{\alpha/2k} * \sqrt{[P_i (1 - P_i)/n]} < P_i < P_i + Z_{\alpha/2k} * \sqrt{[P_i (1 - P_i)/n]}$$

dove P_i = proporzione d'uso osservata per la pendenza i-esima, calcolata attraverso il rapporto fra il numero di animali all'interno di ciascuna classe di pendenza e il numero totale di animali osservati

Z_{α/2k} = valore di Z corrispondente all'integrale di probabilità a una coda di α/2k, con α=0,05 o 0,01 e k=numero di classi di pendenza, come ricavato nell'apposita tabella

n = numero totale di osservazioni (corrispondente al totale di animali osservati).

Tale intervallo, comprendente le proporzioni d'uso osservate (P_i), è stato quindi confrontato con il valore delle proporzioni d'uso attese, corrispondenti alla proporzione di disponibilità di ciascuna classe di pendenza.

Nei casi in cui la proporzione d'uso attesa non rientrava all'interno dell'intervallo fiduciale calcolato con le proporzioni d'uso osservate, la differenza fra uso e disponibilità per quella classe di pendenza veniva considerata significativa.

Gli *home range*, aree nelle quali «un animale conduce la sua “normale” attività» (Rodgers & Carr, 1998b) sono stati indagati con l'utilizzo del *software* Arcview 3.2 e della sua estensione HRE (Rodgers & Carr, 1998a). L'approccio utilizzato è quello dell'analisi *kernel*, un metodo statistico non parametrico per la stima della densità di probabilità partendo da un *set* di punti (Rodgers & Carr, 1998b). In particolare sono stati indagati gli *home range* primaverili, estivi e autunnali, con calcolo delle rispettive superfici e la sovrapposizione delle stesse. Per valutare un eventuale effetto della presenza della ZRC sulla distribuzione della popolazione è stato fatto un confronto statistico fra il numero di animali all'interno e all'esterno della ZRC: questo si è reso possibile dal momento che la porzione di area protetta considerata fa parte del territorio di studio, e quindi le due aree sono confrontabili da un punto di vista ambientale. Il confronto statistico è stato effettuato sia entro le singole stagioni (mediante test del χ^2) sia fra le stagioni (mediante tabelle di contingenza 2x2 e test del χ^2): in questo modo è stato possibile stabilire se le presenze all'interno e all'esterno della ZRC fossero significativamente differenti per le singole stagioni e nel corso dell'anno. Da notare come i dati di presenza di camosci all'interno dell'area di studio, pur coprendo l'arco di un intero anno, riguardano solo i periodi estivi (2003-2004), primaverili (2004) e autunnali (2003). La cosa non sorprende, dal momento che le popolazioni, nel periodo invernale, non occupano i territori all'interno dell'area di studio, ma quelli immediatamente esterni, a quote più basse e con copertura forestale. Questa situazione dovrà essere presa in considerazione in sede di analisi dei risultati.

- **Numerosità:** i dati ricavati dalle schede di censimento sono stati organizzati in un grafico tale da rendere evidente l'evoluzione della popolazione nell'arco di tempo considerato. Si è quindi proceduto ad un rendiconto descrittivo dell'andamento stesso.

Le diverse consistenze sono state poi rapportate alla superficie dell'area di studio per ricavare i dati di densità.

- **Struttura di popolazione:** le strutture di popolazione pre-riproduttive degli anni 2003 e 2004 sono state confrontate per individuare eventuali differenze nella composizione di classi di età e sesso. Per questo è stata utilizzata una tabella di contingenza 2x6 nella quale le frequenze osservate sono state ordinate secondo i tre parametri (anno, classi di età e sesso) in righe e colonne. Il confronto è stato realizzato mediante *test* del χ^2 , con gradi di libertà (g.l.):

$$\text{g.l.} = (\text{n}^\circ \text{ di righe} - 1) * (\text{n}^\circ \text{ di colonne} - 1)$$

e livello di significatività prescelto $P < 0,05$. Allo stesso modo sono state confrontate le strutture estive mediante tabella di contingenza 2x4 (considerando solo le classi di età e

l'anno). I dati relativi agli anni 2003 e 2004 sono stati utilizzati per stimare le strutture medie pre-riproduttive ed estiva della popolazione al 2004. Nell'ambito della struttura pre-riproduttiva al 2004, il *test* del χ^2 è stato condotto per stabilire sia se vi fossero differenze significative con la corrispondente struttura teorica proposta da Stringham & Bubenik (1975), ripresa e adattata da Pedrotti (1989), sia se il rapporto fra i sessi (maschi:femmine) osservato (totale e per singole classi) si discostasse molto dal rapporto atteso 1:1. Sono state poi confrontate le strutture primaverili dal 1993 al 2004, per mettere in luce eventuali differenze nella composizione in classi di età e sesso, mediante tabella di contingenza e *test* del χ^2 . Inoltre, sulla base dell'andamento numerico della popolazione, si è ritenuto opportuno dividere il periodo complessivo di studio della popolazione (1993-2004) in tre periodi distinti (1993-1995, 1997-1999, 2001-2004) escludendo gli anni di transizione. Le diverse strutture medie dei singoli periodi sono state confrontate attraverso tre tabelle di contingenza 2x6 e *test* del χ^2 .

- *Sex-Ratio*: l'analisi della variabilità intertemporale della *Sex-Ratio* (totale e per le singole classi di età) nel periodo 1993-2004 è stata effettuata anch'essa attraverso tabelle di contingenza e *test* del χ^2 . Inoltre, per stabilire se fra le distribuzioni di maschi e femmine vi fossero differenze significative, è stato effettuato il *test* U di Mann-Whitney, *test* non parametrico per comparare le mediane di due campioni indipendenti (Fowler & Cohen, 1993). Per quanto riguarda il confronto sia fra strutture sia fra sessi, gli individui vecchi sono stati sommati agli adulti, per evitare valori attesi inferiori a 5.
- **Tassi di natalità, sopravvivenza dei piccoli e IUA**: l'analisi della variabilità intertemporale dei tassi di natalità, sopravvivenza dei piccoli e dell'IUA nel periodo 1993-2004 è stata effettuata attraverso tabelle di contingenza e *test* del χ^2 .
- **Densità**: per indagare la dipendenza dei parametri della densità, è stata effettuata una regressione lineare (metodo statistico per il calcolo della retta migliore, in un diagramma, con un'equazione che leghi due variabili, Fowler & Cohen, 1993) del parametro considerato sulla densità al tempo (T-t), dove T è l'anno a cui si riferisce il valore del parametro demografico, e t ha assunto valori fra 0 e 3, permettendo di valutare l'eventuale effetto ritardato (fino a 3 anni) della densità sui parametri. Si è poi cercata la regressione con il valore r^2 maggiore (Capurro *et al.*, 1997) e ne è stata valutata la significatività mediante *test* F dell'analisi della varianza (Fisher, 1925, in Soliani, 2004).
- **Prelievo venatorio**: i dati relativi all'entità del prelievo sono stati analizzati mediante rendiconto descrittivo.
 - *età media*: l'analisi dell'età media è stata condotta per i soli capi adulti prelevati, in quanto nell'ambito di questa classe l'età può essere considerata come variabile casuale in un *range* che varia dai 4 anni in poi. È stato effettuato il *test* H di Kruskal-Wallis (Kruskal & Wallis,

1952, in Soliani, 2004), diretta generalizzazione del *test* di Mann-Whitney che permette di comparare più gruppi indipendenti ed è particolarmente sensibile alle differenze nella tendenza centrale; il valore H è trattato come un χ^2 con k-1 gradi di libertà, dove k è il numero dei gruppi indipendenti comparati (Howell, 1999). L'età media di maschi e femmine adulti è stata confrontata, con *test* t di student, per verificare se esistessero differenze significative fra i due sessi.

- *dati biometrici*: per l'analisi dei dati biometrici è stata condotta l'Analisi della Varianza ad un criterio di classificazione (One-way ANOVA, Camussi *et al.*, 1986), che analizza l'influenza di una sola variabile indipendente sulla media campionaria di una variabile dipendente quantitativa e che, rispetto al "t di Student" permette, nei confronti multipli, di ripartire il limite di significatività tra tutti i confronti ed evitare perciò di incrementare la probabilità di commettere un errore di secondo tipo (rifiutare l'ipotesi nulla quando è vera) derivante dal ripetere più volte il t *test* (Fowler & Cohen, 1993). Per tutte le misure biometriche considerate è stato poi effettuato un confronto fra maschi e femmine, mediante t *test*, per verificare l'eventuale esistenza di differenze significative fra i due sessi. Per il peso è stato anche calcolato il valore medio totale e medio di maschi e femmine.

Tutte le analisi statistiche sono state effettuate con il *software* SPSS 13.0 di Windows, ad eccezione dell'analisi di Bonferroni, effettuata con Excel di Windows XP. I grafici sono stati elaborati con Excel di Windows XP ad eccezione delle regressioni, elaborate con SPSS 13.0.

- **P.V.A. (Analisi di Vitalità della Popolazione)**: i dati raccolti *ad hoc* per la popolazione in esame, affiancati a quelli disponibili in bibliografia, hanno permesso di condurre una P.V.A.. Sono disponibili diversi *softwares* in grado di modellizzare i processi demografici; fra i più noti RAMAS, VORTEX, ALEX, GAPPS, in grado di dare risultati concordanti purché parametrizzati in maniera coscienziosa, pur con differenze legate alla disparità nella *sex-ratio* (Brook *et al.*, 2000a). Ad oggi probabilmente il più diffuso è VORTEX, utilizzato anche per questo studio nella nuova versione 2005 (VORTEX 9.57, Lacy *et al.*, 2005). Il *software* VORTEX 9.57 permette di valutare l'effetto sia di fattori deterministici sia di fattori stocastici di natura demografica, ambientale e genetica (Miller & Lacy, 2005). Per quanto riguarda gli ungulati è già stato utilizzato su popolazioni di *Soay sheep* da Chapman *et al.* (2001). Questo *software* risulta essere piuttosto adatto per le popolazioni di grandi erbivori, dal momento che è stato costruito specificamente per specie diploidi a bassa fecondità, con lunga aspettativa di vita, fecondità età-specifica e tassi di sopravvivenza stimabili (Miller & Lacy, 2005).

Per quanto riguarda la parametrizzazione del modello, i dati richiesti da VORTEX 9.57 sono stati ricavati in parte dai risultati dello studio condotto sulla popolazione in esame e in

parte dai dati disponibili in bibliografia. Così come per la determinazione dei parametri demografici, anche nell'utilizzo del VORTEX si è ritenuto opportuno partire dall'anno 1993.

È stato inizialmente creato uno scenario di base per il quale il numero di iterazioni è stato fissato a 1000: il numero minimo per avere significatività è compreso fra 500 e 1000 (Meriggi, 2003). L'andamento della popolazione è stato simulato per 50 anni e l'estinzione definita come assenza di animali di almeno 1 sesso. Effetti legati ad *inbreeding* sono stati considerati assenti, poichè la popolazione presenta una consistenza tale da ritenerli trascurabili (Tosi *et al.*, 1996; Chapman *et al.*, 2001); inoltre, negli anni precedenti il 1993 sono state effettuate reintroduzioni con capi provenienti da popolazioni molto distanti. Infine, il camoscio ha una vagilità tale da rendere possibili dei flussi in entrata di capi provenienti da zone limitrofe l'area di studio, nell'arco dei 50 anni di simulazione. Gli anni positivi per la riproduzione sono stati considerati tali anche per la sopravvivenza. Nessuna catastrofe è stata computata nei 50 anni. Nel sistema riproduttivo poliginico, il 40% di maschi è stato considerato aver successo nella riproduzione. L'età di prima riproduzione è stata fissata per le femmine a 3 anni (osservazione personale durante lo studio) e per i maschi a 4 anni. L'età massima per la riproduzione invece è stata fissata a 10 anni per entrambi i sessi. Il numero massimo di piccoli per femmina, come da indicazioni bibliografiche, è stato posto pari a 2 con una probabilità molto bassa (2%). Il rapporto fra i sessi alla nascita è stato considerato paritario. In assenza di dati specifici in proposito, la riproduzione non è stata considerata densità-dipendente. Per questo la percentuale di femmine che si riproducono è stata posta pari a 70,7% (dev.st. 5,4%), come deducibile dai dati raccolti durante lo studio. Per i tassi di mortalità, si è ritenuto opportuno fare riferimento a dati disponibili in bibliografia (da Rosà *et al.*, 1997, modificati). La dimensione iniziale della popolazione è stata indicata a 120 capi (consistenza pre-riproduttiva al 1993), specificandone la struttura. La capacità portante è stata fissata a 300 capi, con dev.st. al 10%: tale valore è stato stimato sulla base di Tosi & Toso (1992) secondo cui la densità biotica per zone ad elevata vocazione si attesta sui 15 capi/100 ha. I dati relativi alla caccia sono stati inseriti considerando i valori medi dei prelievi effettuati dal 1993 al 2004 (10 capi); è stato inoltre inserito il vincolo di sospensione dell'attività venatoria qualora la popolazione scendesse sotto i 100 capi (al 1992 i capi primaverili erano 92 e si ritenne necessario mantenere ancora chiusa la caccia). La caccia è stata considerata incidere sulla popolazione dal primo fino al cinquantesimo anno, con cadenza annuale.

Volendo indagare i possibili effetti dell'attività venatoria sulla crescita della popolazione, lo scenario di base è stato poi modificato assumendo 3 diverse strategie di gestione: assenza di prelievo, prelievo pari alla metà dei capi considerati in precedenza, prelievo analogo allo scenario di base senza limite minimo di 100 capi.

Infine, è stato creato un ulteriore scenario con diverso numero iniziale di capi, aumentato del 30% (156 capi) sulla scorta di Stringham & Bubenik (1975), che pongono intorno a tale soglia l'errore di sottostima commesso nei censimenti a vista da punti fissi di osservazione. Quest'ultimo scenario, assieme con quello di base, è stato confrontato con l'evoluzione reale osservata.

4 RISULTATI

4.1 Analisi dei parametri adottati per lo studio demografico della popolazione

4.1.1 Distribuzione della popolazione di camoscio nell'area di studio

Sulla base dei dati di presenza raccolti nel periodo 2003-2004 è stato possibile redigere la cartina in figura 48.

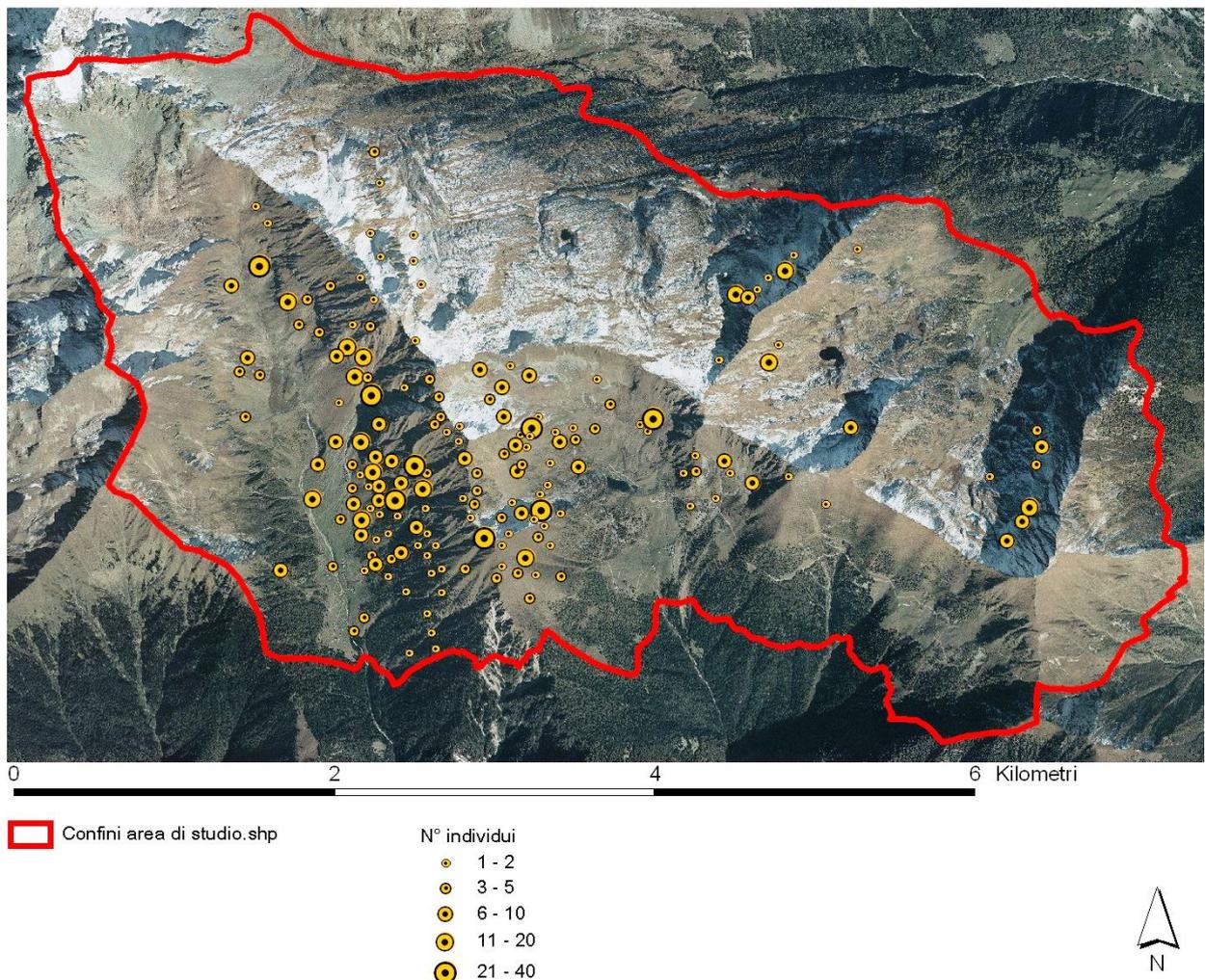


Fig. 48: distribuzione dei gruppi censiti nel corso degli anni 2003-2004.

Sono individuabili tre zone più o meno distinte fra di loro e caratterizzate da diversa frequenza di utilizzo: una, la più utilizzata, presso Caldenno-Colina (versante sud), le altre due, meno utilizzate, presso Zana-Arcoglio e presso il Monte Canale (versante nord). Questo indica una distribuzione disomogenea della popolazione: infatti vi sono ampie zone poco -o per nulla- frequentate. Le popolazioni distribuite in maniera eterogenea sono in linea di massima

caratterizzate da una certa prevedibilità di distribuzione, sia in ragione di specifiche esigenze di *habitat*, sia per motivi di natura sociale. Tra le diverse stagioni sono state notate delle differenze in termini di *home ranges*, pur con le limitazioni imposte dalla quantità di dati disponibili (fig. 49).

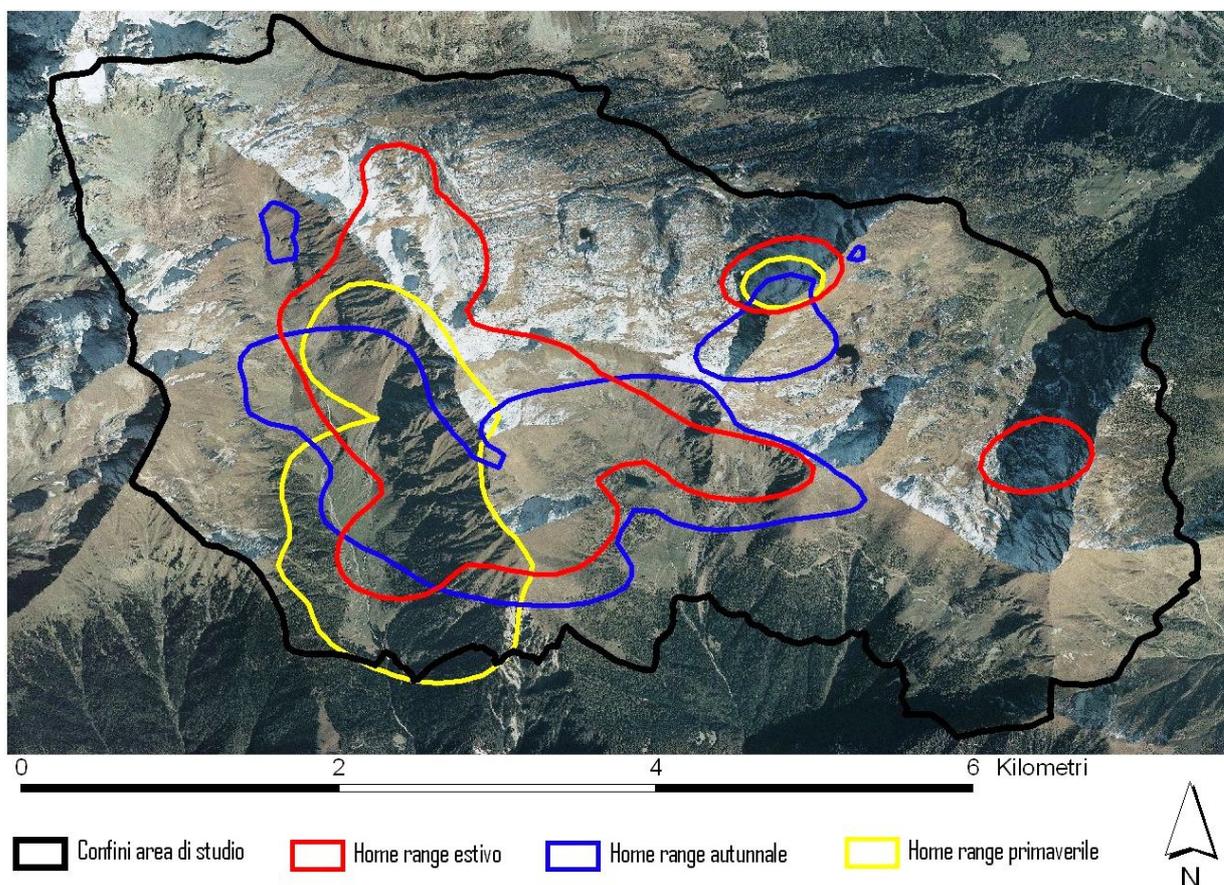


Fig. 49: home range estivi, autunnali e primaverili della popolazione indagata.

Lo *home range* primaverile occupa solamente l'area del versante orografico sinistro della Valle di Postalesio a livello dell'Alpe Caldenno, versante sud, e una piccola area sopra l'Alpe Zana, versante nord; lo *home range* estivo si estende perlopiù nel versante sud (Caldenno e anfiteatro di Colina), ma lo si ritrova anche nel versante nord presso Valle Airale, Zana e Canale. Lo *home range* autunnale torna a restringersi occupando perlopiù il versante sud dell'area di studio, pur essendo presente anche presso Zana-Arcoglio.

Le ampiezze degli *home range* sono risultate rispettivamente:

- 462,74 ha per lo *home range* estivo (dei quali il 56,5% entro la ZRC);
- 413,39 ha per lo *home range* autunnale (dei quali il 71,1% entro la ZRC);
- 289,98 ha per lo *home range* primaverile (dei quali il 54,7% entro la ZRC).

La sovrapposizione degli *home range* estivo e autunnale è risultata pari a 258,49 ha, quella degli *home range* autunnale e primaverile è risultata pari a 145,41 ha, mentre la sovrapposizione degli *home*

range estivo e primaverile è risultata pari a 179,42 ha. La sovrapposizione totale, di tutti gli *home range*, è concentrata nel versante orografico sinistro dell'alta Valle di Postalesio, esposta a sud, e si estende su 120,79 ha, dei quali il 71,1% entro la ZRC (fig. 50).

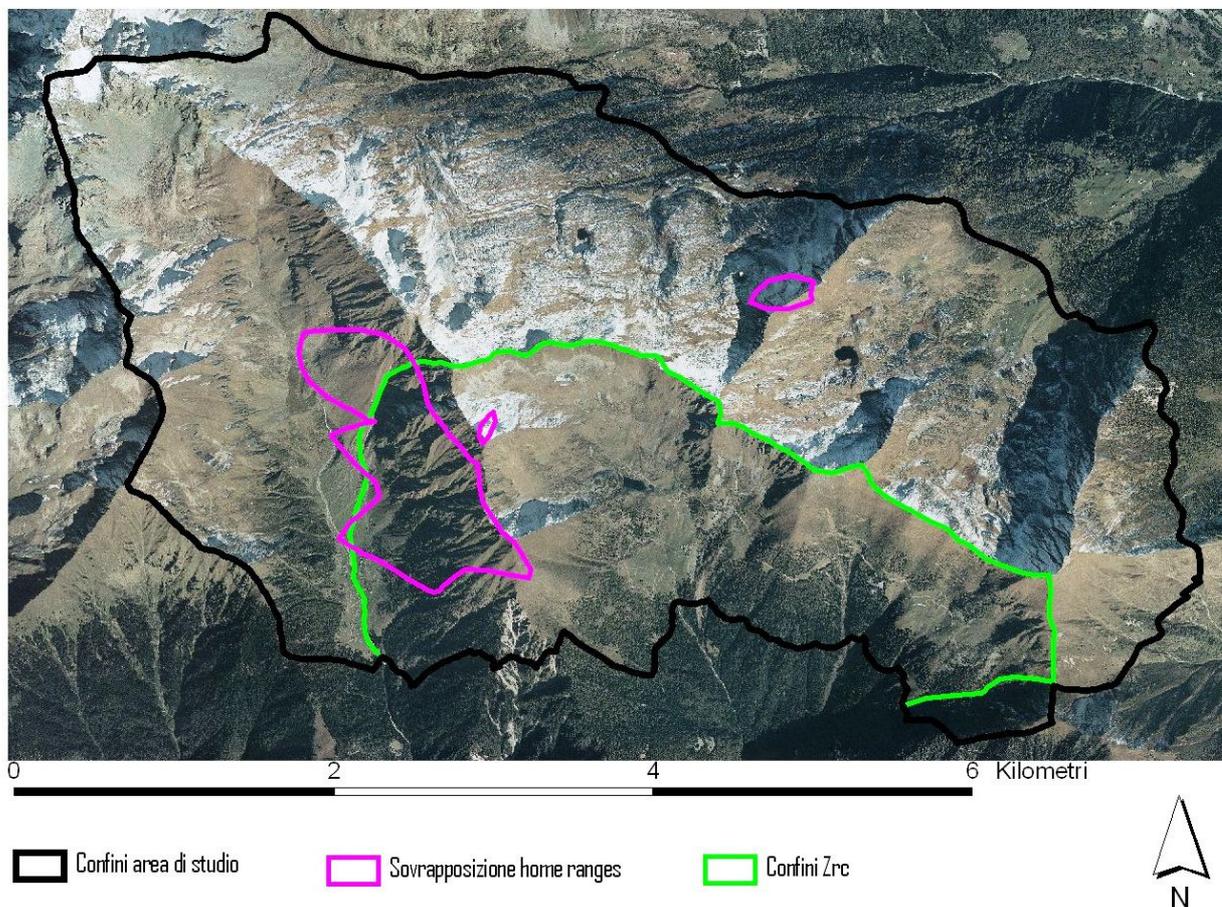


Fig. 50: area di sovrapposizione totale degli *home range*.

Il confronto fra il numero di capi complessivamente osservati all'interno e all'esterno della ZRC nelle singole stagioni ha mostrato che in periodo primaverile non vi sono differenze significative ($\chi^2=0,082$; g.l.=1; $P>0,05$). Al contrario, in periodo estivo e autunnale tali differenze si sono mostrate significative (estate: $\chi^2=11,792$; g.l.=1; $P<0,05$; autunno: $\chi^2=63,906$; g.l.=1; $P<0,01$), con un maggior numero di osservazioni all'interno della ZRC. Il confronto delle proporzioni di animali entro e fuori la ZRC fra le diverse stagioni è risultato significativo sia fra primavera ed estate ($\chi^2=6,774$; g.l.=1; $P<0,01$) sia fra estate ed autunno ($\chi^2=7,402$; g.l.=1; $P<0,01$). In particolare si osserva che la proporzione di animali presenti all'interno della zona protetta tende progressivamente ad aumentare dalla primavera all'autunno.

L'indagine dell'utilizzo delle pendenze da parte della popolazione ha permesso di redigere la cartina in fig. 51.

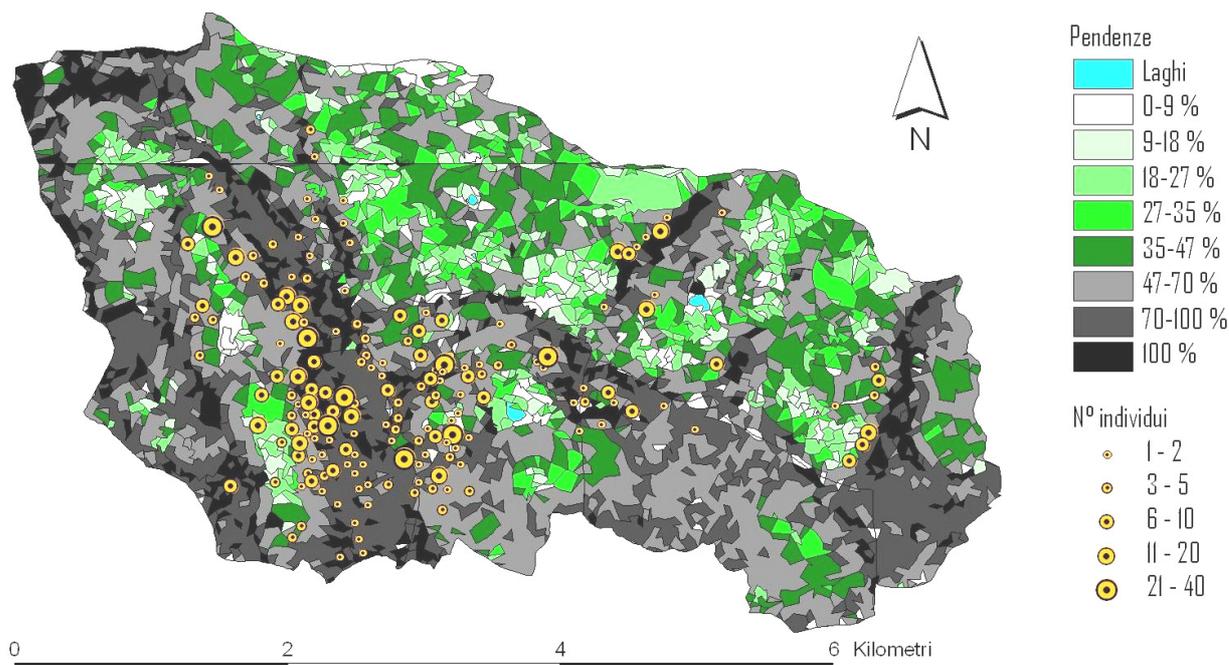


Fig. 51: utilizzazione delle diverse pendenze da parte degli animali nel corso degli anni 2003-2004.

Il confronto tra le frequenze osservate (F.O.) e le frequenze attese (F.A.) in base all'ipotesi di uso delle pendenze pari alla disponibilità, ha rilevato differenze globalmente significative ($\chi^2=174.24$; g.l.=8; $P<0.01$). L'analisi con gli intervalli fiduciali simultanei di Bonferroni sull'arco dell'anno ha evidenziato differenze significative tra le proporzioni d'uso attese (P.U.A.) e quelle osservate (P.U.O.) per tutte le classi di pendenza ad eccezione di quella con pendenze comprese fra 47 e 70% (tab. VIII). Tutte le altre classi hanno mostrato, nell'arco dell'anno, differenze significative: in particolare le cinque classi con pendenze comprese fra 0 e 35% sono state sottoutilizzate, mentre le due classi con pendenze fra 70 e 100% sono state sovrautilizzate.

Pendenze %	P.U.A.	P.U.O. (n=921)
0	0,001	0,000*
0-9	0,038	0,008*
9-18	0,035	0,005*
18-27	0,068	0,035*
27-35	0,061	0,022*
35-47	0,152	0,106*
47-70	0,311	0,329
70-100	0,246	0,346*
100	0,088	0,149*

*= livello minimo di significatività $P < 0,01$

Tab. VIII: P.U.A. e P.U.O. nell'utilizzo delle pendenze.

4.1.2 Analisi dei parametri demografici

- *Numerosità*

In tab. IX sono riportate le consistenze estive di camosci dal 1993 al 2004, divisi per classi di età e sesso, come ottenute dopo la ripartizione degli indeterminati.

Anno	N° CAMOSCI OSSERVATI									
	Piccoli (0-1 anni)	Jahrling (1 anno)		Subadulti (2-3 anni)		Adulti (4-10 anni)		Vecchi (11+ anni)		Totali
		M	F	M	F	M	F	M	F	
1993	44	9	10	11	8	20	46	7	9	164
1994	40	12	8	4	17	23	50	5	2	161
1995	56	19	16	10	8	31	70	17	3	230
1996	56	36	20	31	12	35	60	12	6	268
1997	54	20	21	17	22	25	48	6	4	217
1998	54	11	14	21	11	25	49	2	10	197
1999	51	16	7	24	17	27	42	5	16	205
2000	32	18	6	21	9	13	35	4	1	139
2001	53	12	12	5	6	17	65	0	0	170
2002	59	14	5	9	11	14	64	0	0	176
2003	48	12	20	11	17	22	50	1	5	186
2004	54	16	14	11	14	24	60	0	3	196

Tab. IX: dati di censimento estivi dal 1993 al 2004 con indeterminati ripartiti.

Le consistenze totali al netto dei piccoli (o pre-riproduttive) dal 1988 al 2004 sono graficamente rappresentate in fig. 52; è stata considerata una possibile sottostima pari al 30%, rappresentata dalle barre di errore relative.

Dopo una prima fase di rapida crescita degli effettivi, il biennio 1990-1991 ha evidenziato un notevole crollo numerico. Successivamente, la popolazione ha ripreso ad accrescersi con notevole rapidità fino al 1996, dopodichè i conteggi hanno registrato un costante calo dei capi presenti nell'area di studio fino al 2000. A partire dal 2000 si è assistito ad una certa regolarità nella crescita, ma complessivamente più stabile e limitata rispetto al precedente *trend* del periodo 1991-1996.

Nel 2004 la consistenza pre-riproduttiva si attestava attorno ai 142 capi.

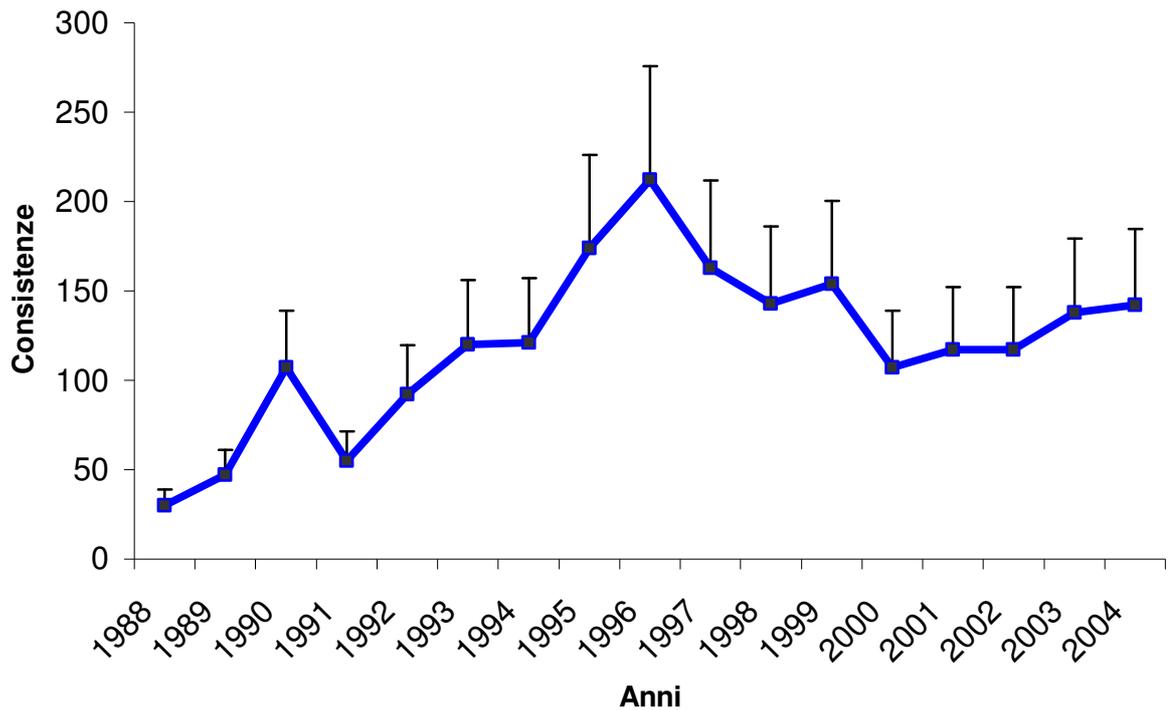


Fig. 52: serie storica dei censimenti effettuati all'interno dell'area di studio dal 1985 al 2004, tenendo conto di una possibilità di sottostima del 30% (Stringham & Bubenik, 1975). I dati si riferiscono alle consistenze pre-riproduttive.

- **Struttura di popolazione**

Il confronto fra le strutture pre-riproduttive di popolazione 2003 e 2004 non ha mostrato differenze significative per quanto riguarda la composizione in classi di età e sesso ($\chi^2=2,428$; g.l.=5; $P>0,05$). Allo stesso modo, nemmeno il confronto fra le strutture estive ha mostrato differenze significative ($\chi^2=0,817$; g.l.=3; $P>0,05$). Questa sostanziale stabilità ha permesso di proporre le strutture di popolazione, pre-riproduttiva ed estiva, al 2004, come media dei dati raccolti nelle due stagioni di studio (tabb. X e XI). La struttura estiva osservata è stata poi confrontata con la corrispondente struttura teorica proposta da Stringham & Bubenik (1975) ripresa e adattata da Pedrotti (1989). Il confronto fra le strutture estive, osservata e teorica, ha mostrato differenze significative ($\chi^2=14,445$; g.l.=3; $P<0,01$): si nota come nella struttura osservata vi sia una maggiore percentuale di classi giovani (piccoli e *jabrling*) a dispetto di una minore percentuale di subadulti e adulti e vecchi, rispetto alla struttura teorica.

Le due strutture osservate vengono illustrate graficamente in fig. 53 e in fig. 54. In particolare, la fig. 53 (struttura pre-riproduttiva) evidenzia le differenze nella composizione delle classi di sesso, inizialmente paritarie e in seguito progressivamente sbilanciate a favore delle femmine, passando

dagli *jahrling* agli adulti e vecchi. La fig. 54, relativa alla situazione estiva, mette invece in evidenza la composizione in classi di età, dove si nota l'alta percentuale di piccoli.

Classi di età	Percentuale		
	Maschi	Femmine	Totale
Jahrling	10%	12,1%	22,1%
Subadulti	7,9%	11,1%	19%
Adulti e vecchi	16,8%	42,1%	58,9%

Tab. X: struttura di popolazione pre-riproduttiva al 2004.

Classi di età	Percentuale	
	Osservata	Teorica
Piccoli	26,7%	18%
Jahrling	16,2%	12%
Subadulti	13,9%	18%
Adulti e vecchi	43,2%	52%

Tab. XI: strutture di popolazione estiva al 2004 e teorica.

Il confronto fra le strutture pre-riproduttive di popolazione dal 1993 al 2004 ha evidenziato l'esistenza, a livello globale, di differenze statisticamente significative nella composizione in classi di sesso ed età ($\chi^2=122,475$; g.l.=55; $P<0,01$).

Il confronto fra le strutture pre-riproduttive medie dei periodi 1993-1995, 1997-1999, 2001-2004 ha portato ai seguenti risultati:

- differenza altamente significativa fra il periodo 1993-1995 e il periodo 1997-1999 ($\chi^2=19,583$; g.l.=5; $P<0,01$);

- differenza significativa fra il periodo 1993-1995 e il periodo 2001-2004 ($\chi^2=13,819$; g.l.=5; $P<0,05$);
- differenza altamente significativa fra il periodo 1997-1999 e il periodo 2001-2004 ($\chi^2=20,847$; g.l.=5; $P<0,01$).

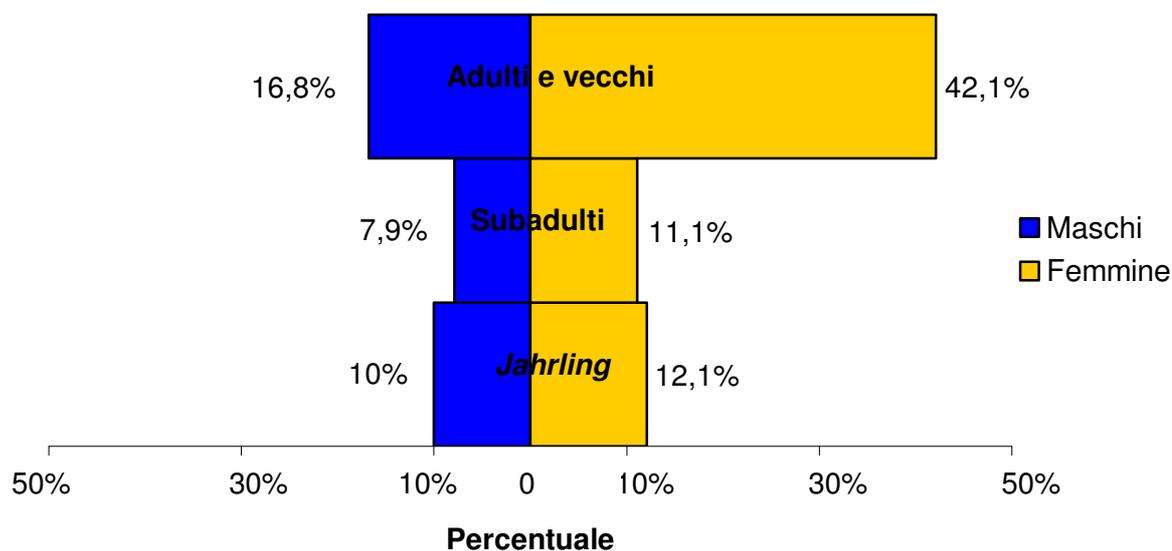


Fig. 53: grafico della struttura di popolazione pre-riproduttiva al 2004.

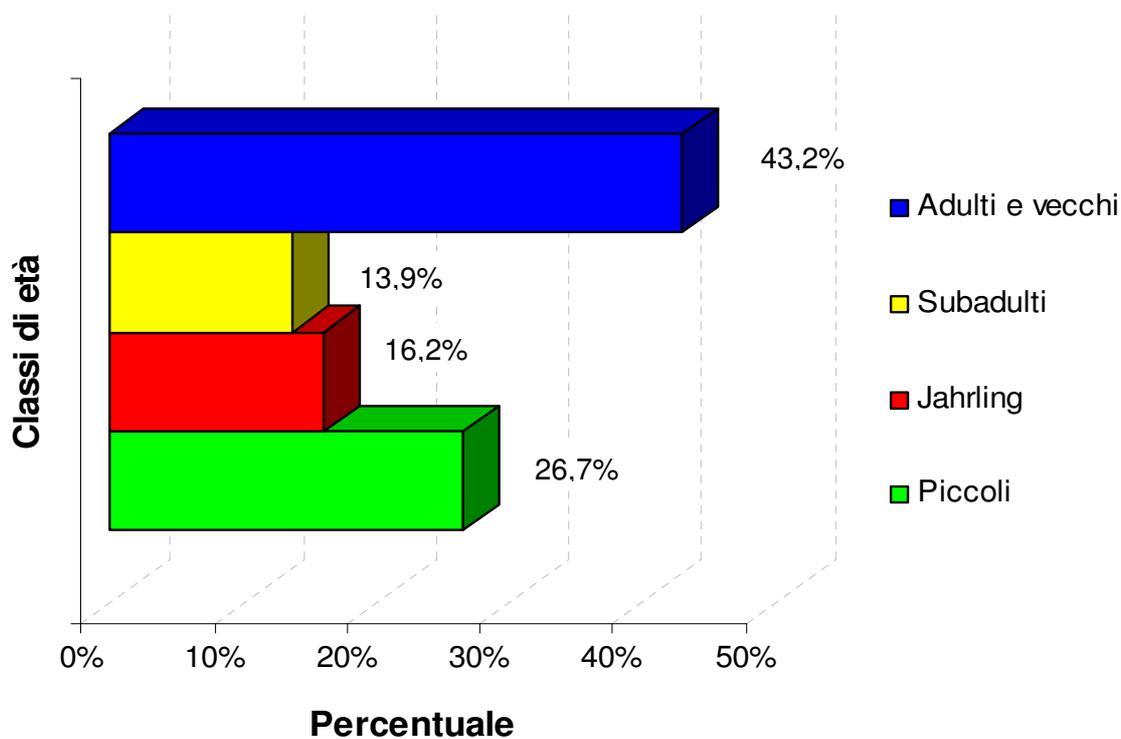


Fig. 54: grafico della struttura di popolazione estiva al 2004.

Da questi risultati emerge come le differenze fra il *trend* delle diverse fasi si riflettano anche nelle strutture di popolazione. In particolare, il periodo 1993-1995 mostra, rispetto al periodo 1997-1999, una maggiore percentuale di adulti, un percentuale di *jabrling* lievemente minore e una percentuale di subadulti molto minore; le medesime differenze sono riscontrabili rispetto al periodo 2001-2004, pur con percentuali molto più ravvicinate. Il periodo 1997-1999 mostra invece, rispetto al periodo 2001-2004, un percentuale simile di *jabrling*, una percentuale maggiore di subadulti e minore di adulti e vecchi. Complessivamente, durante le fasi di crescita la popolazione ha mostrato un aumento della percentuale di adulti e una diminuzione della percentuale di subadulti. Tale tendenza si è invertita durante la fase di calo. Le percentuali di *jabrling* invece non sembrano aver mostrato variazioni importanti fra le diverse fasi.

- *Sex-ratio (S.R.):* la struttura di popolazione primaverile al 2004 presenta una S.R. totale pari a 0,53 (MM:FF=1:1,89), la quale si discosta dal rapporto atteso 1:1 in maniera altamente significativa ($\chi^2=26,414$; g.l.=1; $P<0,01$) con sbilanciamento a favore delle femmine. La S.R. degli *jabrling* è risultata pari a 0,82 (MM:FF=1:1,21), mentre quella dei subadulti è pari a 0,71 (MM:FF=1:1,41), valori che non si discostano significativamente dalla parità (*jabrling*: $\chi^2=0,581$; g.l.=1; $P>0,05$; subadulti: $\chi^2=1,528$; g.l.=1; $P>0,05$). La S.R. di adulti e vecchi è invece 0,40 (MM:FF=1:2,51), valore che si discosta in modo altamente significativo dal rapporto 1:1 ($\chi^2=30,552$; g.l.=1; $P<0,01$) con evidente predominanza delle femmine. Le figure 55, 56, 57 e 58 mostrano graficamente tali rapporti.

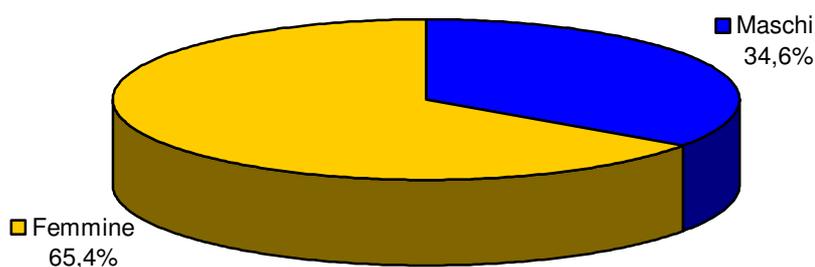


Fig. 55: S.R. totale al 2004

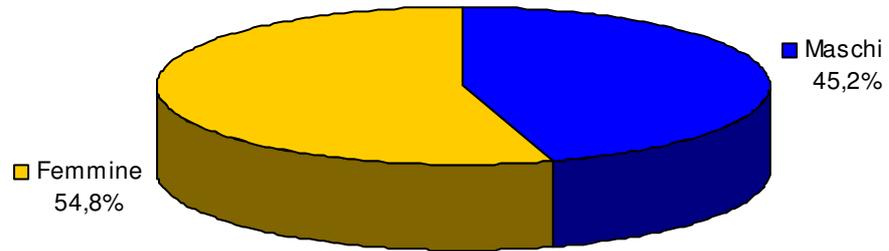


Fig. 56: S.R. jaehrling.

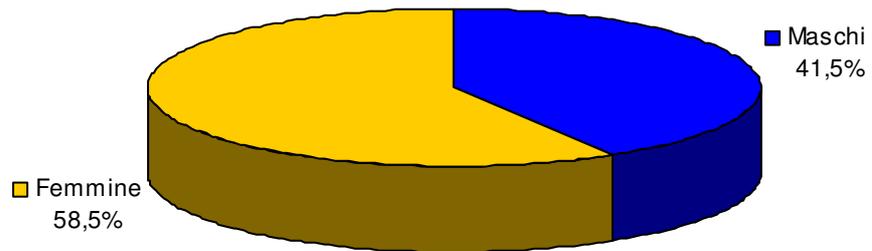


Fig. 57: S.R. subadulti.

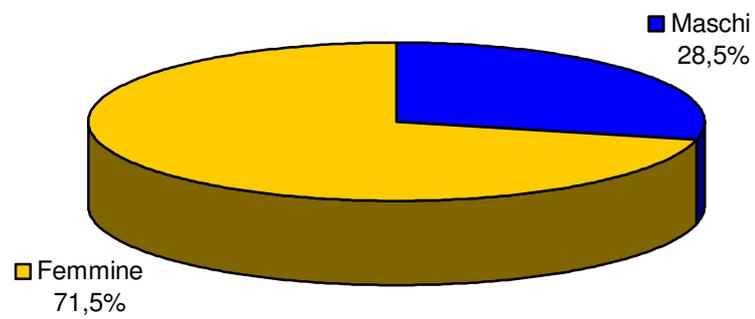


Fig. 58: S.R. adulti e vecchi.

Dalle figure sopra riportate emerge in maniera evidente lo scostamento della S.R. dalla parità, nel passaggio dagli *jabrling* verso gli adulti e vecchi.

Considerando l'intero periodo 1993-2004, la S.R. ha riportato i valori seguenti (tab. XII):

Anno	Sex-Ratio (MM/FF)			
	<i>Jabrling</i>	Subadulti	Adulti e vecchi	Totale
1993	0,90	1,38	0,49	0,64
1994	1,50	0,24	0,54	0,57
1995	1,19	1,25	0,66	0,79
1996	1,80	2,58	0,71	1,16
1997	0,95	0,77	0,60	0,72
1998	0,79	1,91	0,46	0,70
1999	2,29	1,41	0,55	0,88
2000	3,00	2,33	0,47	1,10
2001	1,00	0,83	0,26	0,41
2002	2,80	0,82	0,22	0,46
2003	0,60	0,65	0,42	0,50
2004	1,14	0,79	0,38	0,56
Media	1,50	1,25	0,48	0,71
<i>D.S.</i>	<i>0,80</i>	<i>0,72</i>	<i>0,15</i>	<i>0,24</i>

Tab. XII: valori di Sex-Ratio per classi di età e totali, dal 1993 al 2004.

Come emerge dalla tabella, il valore medio di S.R. tende a spostarsi a favore delle femmine nel passaggio dagli *jabrling* verso gli adulti e vecchi. Nel periodo 1993-2004, il confronto fra i rapporti dei sessi nell'intera popolazione mostra delle differenze altamente significative ($\chi^2=40,017$; g.l.=11; $P<0,01$). Il confronto fra la S.R. degli *jabrling* non mostra differenze significative ($\chi^2=17,165$; g.l.=11; $P>0,05$), mentre le differenze sono significative nella S.R. dei subadulti ($\chi^2=27,354$; g.l.=11; $P<0,01$) e degli adulti e vecchi ($\chi^2=22,662$; g.l.=11; $P<0,05$).

Il confronto fra le due serie temporali di maschi e femmine dal 1993 al 2004 attraverso il *test* U di Mann-Whitney, per stabilire l'esistenza di eventuali differenze fra le mediane dei due campioni richiede, come condizione di applicabilità, che questi ultimi mostrino andamenti analoghi. Tale condizione non viene soddisfatta nè considerando il totale di maschi e femmine, nè considerando le classi *jabrling* e subadulti. Viene invece soddisfatta dalla classe adulti e vecchi (fig. 59), alla quale è stato quindi possibile applicare il *test*. Il *test* U di Mann-Whitney ha

mostrato come la mediana dei conteggi dei maschi sia significativamente diversa da quella dei conteggi delle femmine nell'arco dei 12 anni considerati ($n_m=12$, $n_f=12$; $U=2$; $P<0,05$). Il rapporto sessi nella classe di adulti e vecchi non si mantiene quindi costante nel tempo, ma manifesta uno sbilanciamento statisticamente significativo a favore delle femmine.

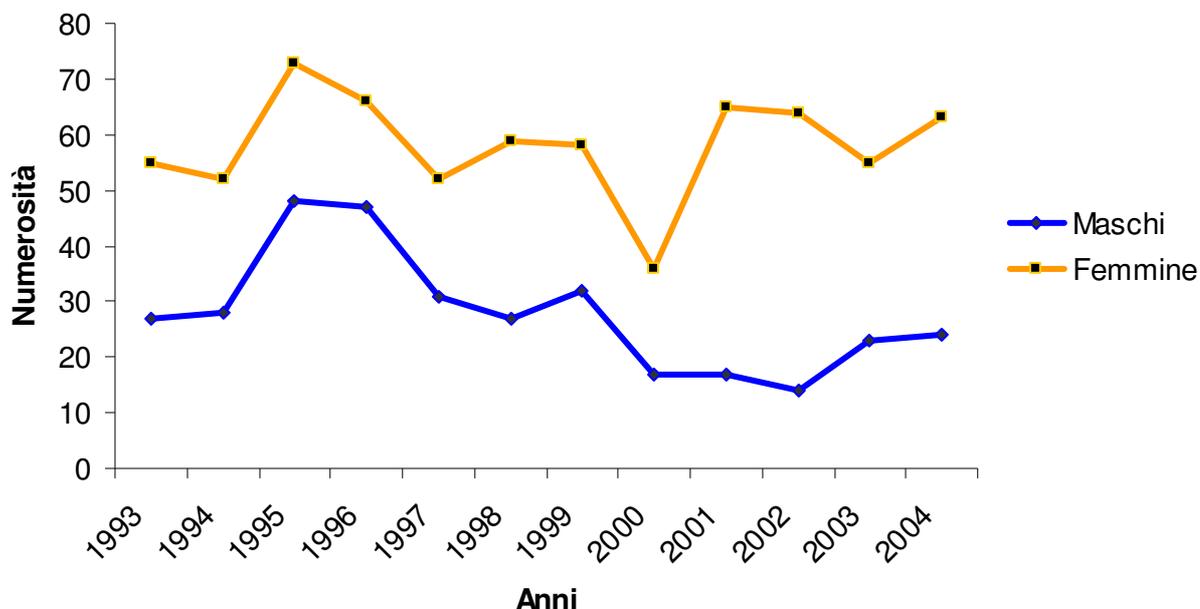


Fig. 59: andamento di maschi e femmine adulti e vecchi dal 1993 al 2004.

- **Tasso specifico netto di natalità (TsnN)¹ e tasso generico netto di natalità (TgnN)²**

Nel periodo 1993-2004, il TsnN e il TgnN hanno riportato i valori indicati nella tab. XIII.

Il TsnN ha riportato, nell'intero periodo, un valore medio di 70,7% (d.s. 5,4%). Il valore più basso, registrato nel 1994, è risultato pari a 58%, mentre il valore più alto è del 2002, pari a 78,7%.

Il TgnN ha invece mostrato, nell'intero periodo, un valore medio di 35,9% (d.s. 6,6%). Il valore più basso, 26,4%, è del 1996 mentre nel 2002 (così come per il TsnN) è stato registrato il valore più alto, pari a 50,4%.

Nell'arco di tempo 1993-2004 il TsnN non ha mostrato delle differenze significative ($\chi^2=10,840$; g.l.=11; $P>0,05$), così come pure il TgnN ($\chi^2=13,028$; g.l.=11; $P>0,05$).

¹ TsnN = (N° piccoli sopravvissuti dopo il parto/N°femmine di 2 e più anni) * 100

² TgnN = (N° piccoli sopravvissuti dopo il parto/TOT popolazione piccoli esclusi) * 100

Anno	Tassi di natalità	
	TsnN	TgnN
1993	69,8%	36,7%
1994	58%	33,1%
1995	69,1%	32,2%
1996	71,8%	26,4%
1997	73%	33,1%
1998	77,1%	37,8%
1999	68%	33,1%
2000	71,1%	29,9%
2001	74,7%	45,3%
2002	78,7%	50,4%
2003	66,7%	34,8%
2004	70,1%	38%
Media	70,7%	35,9%
<i>D.S.</i>	5,4%	6,6%

Tab. XIII: valori di TsnN e TgnN annui e medi dal 1993 al 2004.

- ***Sopravvivenza dei piccoli***

Nel periodo 1993-2004, la sopravvivenza dei piccoli ha mostrato valori (tab. XIV) il cui confronto ha evidenziato differenze altamente significative ($\chi^2=100,315$; g.l.=11; $P<0,01$), ed una elevata deviazione standard. La sopravvivenza dei piccoli è passata da un minimo di 35,9% del 2002, ad un massimo di 100% del 1996. Da quest'ultimo dato emerge che tutti i piccoli nati nel 1995 siano riusciti a superare l'inverno '95-'96, ma possono essere state sottostime nei conteggi dell'anno precedente che hanno portato a non rilevare l'effetto di mortalità. In linea con la media del periodo (63,7%) sembra essere il valore registrato al 2004, nel corso dello studio (62,5%).

- ***Incremento utile annuo (IUA)***

Nel periodo 1993-2004, l'IUA ha riportato i valori in tab. XV. L'andamento dell'IUA manifesta una notevole discontinuità fra gli anni, come mostrato dal *test* effettuato ($\chi^2=233,758$; g.l.=11; $P<0,01$). Tale discontinuità è confermata anche dal valore elevato di deviazione standard, nonchè dai valori massimo e minimo di crescita, rispettivamente del 43,8% e -30,5%.

Anno	Sopravvivenza dei piccoli
1993	95%
1994	45,5%
1995	87,5%
1996	100%
1997	73,2%
1998	46,3%
1999	42,6%
2000	47,1%
2001	75%
2002	35,9%
2003	54,2%
2004	62,5%
Media	63,7%
<i>D.S.</i>	22%

Tab. XIV: valori di sopravvivenza dei piccoli annui e medi dal 1993 al 2004.

Anno	IUA
1993	30,4%
1994	0,8%
1995	43,8%
1996	21,8%
1997	-23,1%
1998	-12,3%
1999	7,7%
2000	-30,5%
2001	9,4%
2002	0%
2003	18%
2004	2,9%
Media	5,7%
<i>D.S.</i>	21,4%

Tab. XV: valori di IUA per anno e medio dal 1993 al 2004.

È possibile che questi dati siano legati a errori nel conteggio dei capi. Il valore massimo si colloca infatti ben oltre sia il valore medio della popolazione, sia i valori comunemente registrati per questa specie. Per quanto riguarda invece il valore minimo, questo avrebbe potuto verosimilmente realizzarsi, nella popolazione oggetto di studio e in un'unica stagione, solo in caso di malattie epidemiche, di fatto non avvenute.

L'UA medio si attesta su valori di 5,7%. Il tasso annuo di prelievo venatorio, inteso come media sul medesimo periodo, presenta un valore pari al 7,4% della consistenza primaverile. Considerando una mortalità additiva, dalla somma dei due valori si ottiene un incremento annuo pari a 13,1%.

- **Densità**

I valori di densità primaverile per l'intero periodo 1985-2004 sono riportati in tab. XVI. L'andamento della densità rispecchia sostanzialmente quello della numerosità: dopo una generale tendenza all'aumento durata fino al 1996, durante la quale si è passati da 1,43 a 10,11 capi/100 ha, si nota un calo e un assestamento attorno al valore di 6 capi/100 ha.

Anno	Densità (n°/100ha)
1988	1,43
1989	2,24
1990	5,10
1991	2,62
1992	4,39
1993	5,72
1994	5,77
1995	8,29
1996	10,11
1997	7,77
1998	6,82
1999	7,34
2000	5,10
2001	5,58
2002	5,58
2003	6,58
2004	6,77
Media	5,72
<i>D.S.</i>	<i>2,21</i>

Tab.XVI: valori di densità annui e medi dal 1993 al 2004.

- *Relazione fra densità e parametri demografici*: la regressione lineare dei diversi parametri demografici (natalità, sopravvivenza, IUA) sulla densità pre-riproduttiva attuale e anticipata fino a 3 anni non ha mostrato alcuna significatività per tutti i valori di r^2 . Questo, in riferimento alla popolazione analizzata e all'arco di tempo considerato, deporrebbe per l'indipendenza dei parametri demografici dalla densità. Tuttavia, è interessante notare come la regressione del tasso generico di natalità sulla densità attuale, all'anno t, presenti un livello di probabilità P che non si allontana molto da 0,05 ($r^2=0,314$; $F=4,582$; $P=0,058$). Tale regressione è graficamente riportata in fig. 60, dalla quale si nota come via sia una relazione negativa fra densità e tasso generico di natalità.

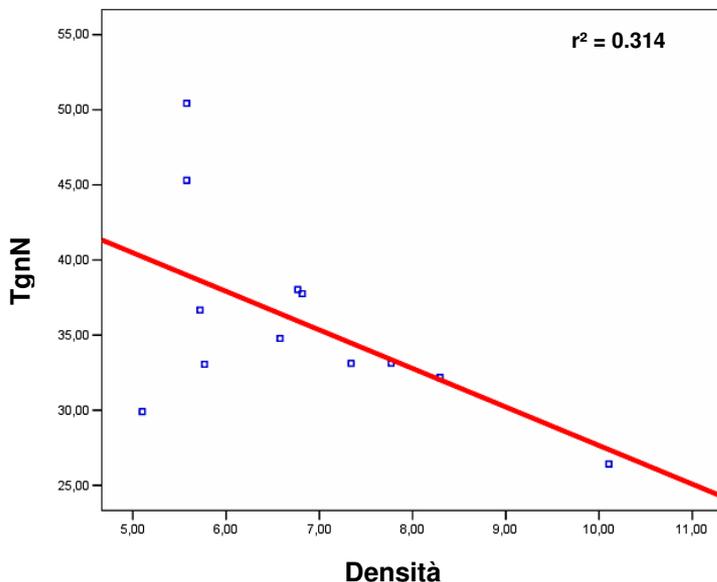


Fig. 60: regressione lineare del tasso generico di natalità sulla densità pre-riproduttiva nel medesimo anno.

- *Prelievo venatorio*

La fig. 61 mostra l'andamento dei piani di abbattimento (Pda) e dei prelievi realizzati dal 1993 al 2004. Il confronto fra Pda generale e prelievi totali realizzati, mostra una realizzazione dei piani piuttosto elevata in tutto il periodo e pari, in media, all' 89,5%. Nel periodo 1993-2001 i prelievi si sono attestati su percentuali lievemente più basse, mediamente pari all' 86%, rispetto agli ultimi tre anni nei quali tutti i capi previsti sono stati prelevati. È da notare come vi sia stato un aumento nei capi assegnati dal 1993 al 2000, quasi triplicati in sei anni (dai 6 del 1993 ai 17 del biennio '99-00), in parziale contrasto con quanto emergeva dai censimenti, che dal 1996 al 2000 presentavano un *trend* negativo (fig. 52). Tale tendenza è stata però seguita da una drastica diminuzione dei capi assegnati a partire dal 2001 (8 capi, la metà del piano dell'anno precedente). Dal 2001 il numero di

capi previsti dal piano di abbattimento è stato aumentato in modo graduale ma costante e nel 2004 ammontava allo stesso numero di capi assegnati nel 1994.

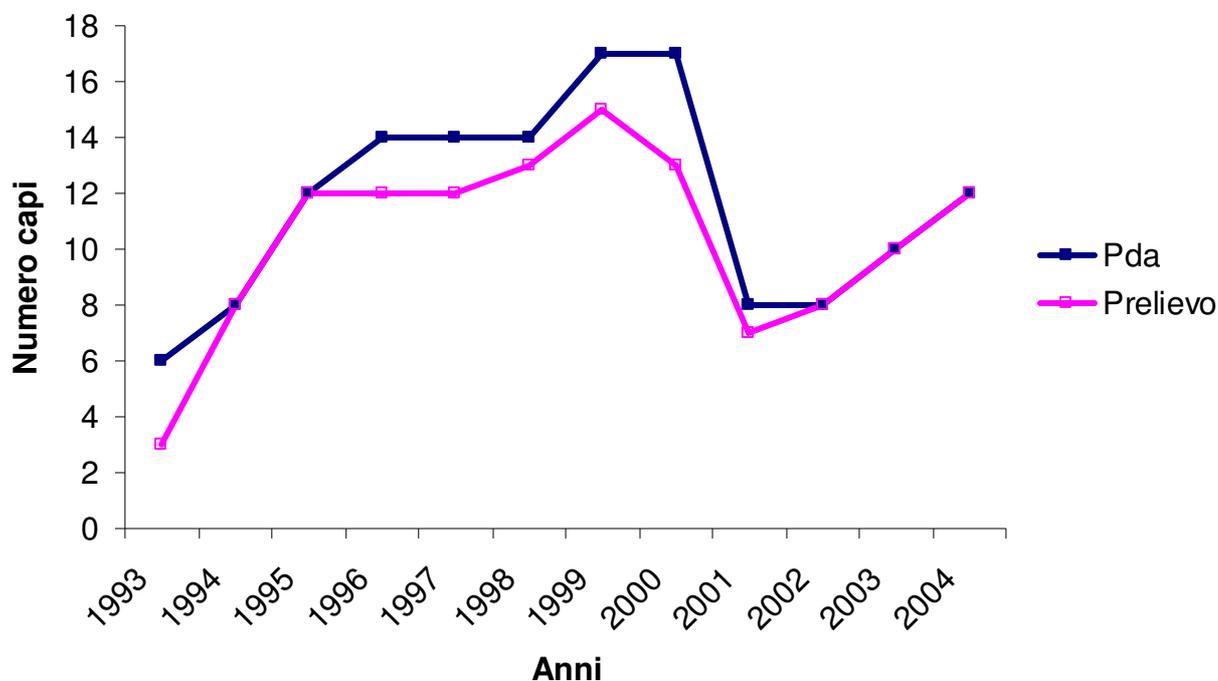


Fig. 61: andamento dei Pda e dei prelievi totali realizzati dal 1993 al 2004.

In fig. 62 si riporta graficamente l'andamento di piani e prelievi dal 1993 al 2004, suddivisi per classe di sesso. Del grafico in fig. 62 è interessante evidenziare alcuni aspetti. In primo luogo il prelievo quasi sempre maggiore di maschi rispetto alle femmine dal 1993 al 2000, nonostante il Pda prevedesse -quantomeno fino al 1998- l'eguaglianza numerica nel prelievo dei sessi. Addirittura nel biennio 1999-2000 il Pda prevedeva una maggiore quota di femmine da prelevare rispetto ai maschi, ma ciononostante è stato prelevato un maggiore numero di maschi. Dal 2001 si può notare invece come vi sia stata una inversione di tendenza nel rapporto maschi/femmine prelevati, con prelievi di femmine maggiori rispetto ai maschi (a parità di piano, anni 2001-2002) o pari a quanto previsto dai piani (anni 2003-2004). Complessivamente, dal 1993 al 2004 sono stati prelevati 125 capi (61 maschi e 64 femmine), così suddivisi:

- 48 *jahrling* (22 maschi; 26 femmine);
- 27 subadulti (16 maschi; 11 femmine);
- 50 adulti e vecchi (23 maschi; 27 femmine).

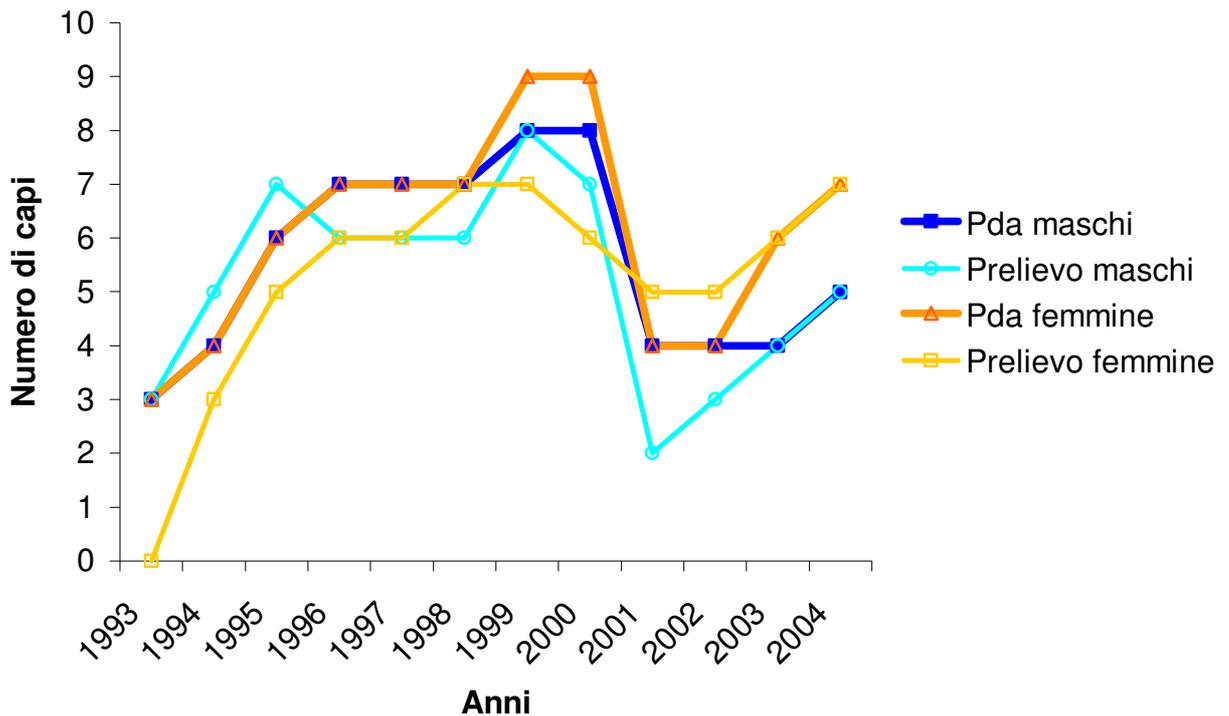


Fig. 62: grafico dell'andamento di piani e prelievi realizzati, per classe di sesso, dal 1993 al 2004.

Considerando l'intero periodo, annualmente sono stati prelevati in media 10,42 capi, così suddivisi:

- 4 *jabrling* (1,83 maschi; 2,17 femmine);
 - 2,25 subadulti (1,33 maschi; 0,92 femmine);
 - 4,17 adulti e vecchi (1,92 maschi; 2,25 femmine).
- *età media*: L'età media dei capi adulti e vecchi prelevati (n=50) è graficamente rappresentata in fig. 63, dove si può notare come l'andamento non mostri variazioni significative fra il 1994 e il 2004: il *test* di Kruskal-Wallis ha fornito un valore di $\chi^2=6,436$ con g.l.=10 e $P>0,05$. Questo deporrebbe per una pressione venatoria pressoché costante nell'arco degli 11 anni considerati dall'apertura della caccia. L'età media dei capi adulti rimane essenzialmente costante e si attesta a 7,74 anni (d.s.=3,469). È interessante tuttavia notare come, nell'arco dell'intero periodo, l'età media dei maschi adulti prelevati è risultata pari a 5,6 anni (d.s.=1,9), ben più bassa rispetto a quella registrata per le femmine, 9,3 anni (d.s.=3,6). L'età massima è risultata 11 anni per i maschi e 18 per le femmine. Il *test* t di student per il confronto dell'età media fra maschi e femmine ha in effetti riportato una differenza significativa ($t=-4,349$; g.l.=47; $P<0,001$).

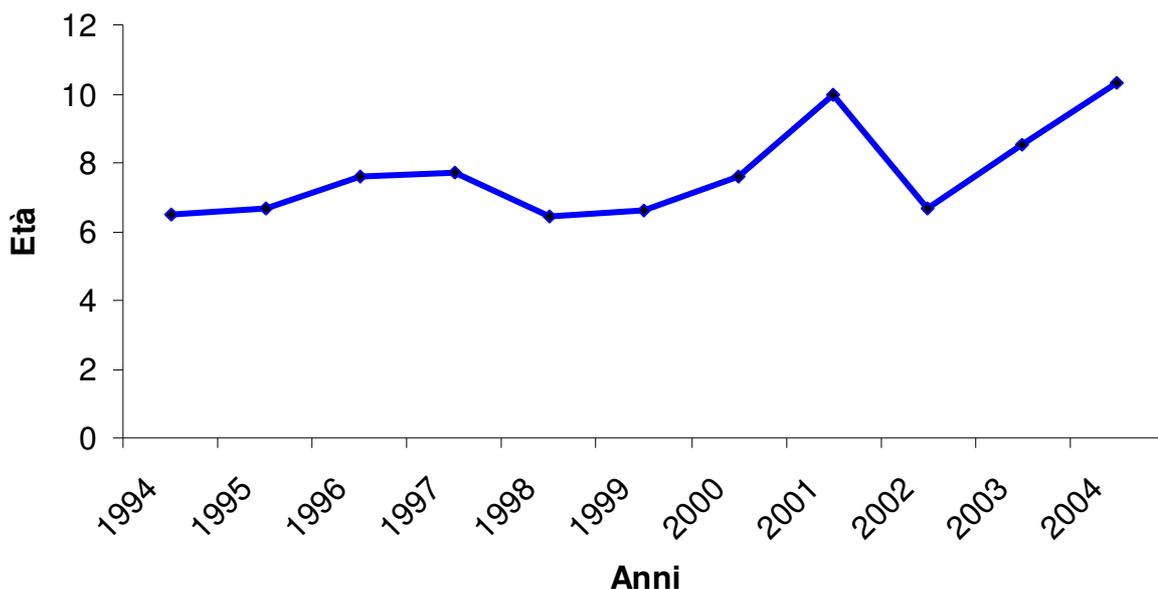


Fig. 63: andamento dell'età media dei capi adulti e vecchi prelevati.

- dati biometrici: i valori medi annui delle principali misure biometriche degli *jabrling* sono riportati in tab. XVII, unitamente ai risultati dell'ANOVA per i confronti fra anni.

Anno e (n°individui)	Lunghezza totale in cm (d.s.)	Altezza al garrese in cm (d.s.)	Lunghezza metatarso in cm (d.s.)	Lunghezza mandibola in cm (d.s.)	Peso vuoto in kg (d.s.)
1994 (n=1)	112,00	75,00	34,00	16,00	20,00
1995 (n=6)	104,67 (10,15)	72,17 (1,47)	32,67 (1,75)	14,33 (1,97)	16,25 (3,82)
1996 (n=4)	108,25 (1,26)	70,25 (4,50)	33,50 (1,00)	15,25 (0,50)	17,75 (1,50)
1997 (n=4)	104,75 (4,99)	74,75 (2,75)	37,25 (3,20)	14,75 (0,50)	15,50 (2,38)
1998 (n=4)	100,50 (3,51)	68,50 (5,74)	33,25 (2,50)	15,18 (0,57)	16,00 (1,63)
1999 (n=6)	99,00 (5,25)	71,50 (5,54)	32,83 (0,98)	14,17 (0,75)	13,67 (1,37)
2000 (n=5)	102,40 (4,51)	70,20 (4,71)	34,20 (1,64)	14,90 (0,96)	15,80 (2,59)
2001 (n=4)	101,75 (8,22)	73,50 (5,32)	33,75 (2,06)	15,00 (1,22)	17,50 (1,91)
2002 (n=3)	101,67 (5,51)	72,00 (4,36)	33,67 (2,25)	-	16,83 (1,76)
2003 (n=4)	104,50 (7,33)	69,25 (4,79)	33,13 (1,65)	-	15,33 (3,79)
2004 (n=5)	103,20 (2,39)	71,20 (4,97)	32,60 (1,52)	-	14,90 (0,89)
<i>F</i>	0,977	0,699	1,995	0,760	1,445
<i>g.l. totali</i>	45	35	45	33	44
<i>P</i>	0,480	0,719	0,064	0,625	0,203

Tab. XVII: valori medi annui delle principali misure biometriche degli *jabrling*.

L'analisi della varianza non ha messo in evidenza alcuna differenza significativa fra i valori medi annui per tutti i parametri considerati. Questi possono quindi essere considerati pressochè costanti nel periodo considerato.

Dai confronti, emerge un'assenza di differenze significative fra maschi e femmine per quanto riguarda tutti i parametri considerati, ad eccezione della lunghezza del metatarso, maggiore nei maschi.

Il confronto fra le medie delle varie misure corporee di maschi e femmine, effettuato mediante *test* t di Student è proposto in tab. XVIII.

Misure corporee	Maschi	Femmine	T	g.l.	P
Lunghezza totale in cm (d.s.)	102,6 (7,12)	103,3 (5,05)	-0,374	43	0,710
Altezza al garrese in cm (d.s.)	71,8 (4,10)	71 (4,71)	0,562	43	0,577
Lunghezza metatarso in cm (d.s.)	34,4 (2,26)	32,9 (1,75)	2,444	43	0,019
Lunghezza mandibola in cm (d.s.)	14,9 (1,07)	14,6 (1,11)	0,961	31	0,344
Peso vuoto in kg (d.s.)	15,4 (2,97)	16,3 (1,98)	-1,009	42	0,319

Tab. XVIII: valori medi e deviazioni standard delle misure corporee nei maschi e nelle femmine, con significatività delle differenze.

Il peso medio totale è risultato pari a 15,98 kg (d.s.=2,55): per i maschi 15,43 kg (d.s.=2,97); per le femmine 16,32 kg (d.s.=1,98).

4.2 Analisi di Vitalità della Popolazione

La P.V.A. ha evidenziato profonde differenze fra i diversi scenari (fig. 64).

In verde è rappresentata la simulazione condotta con i parametri demografici medi (scenario 2), che mostra un andamento pressochè costante nel tempo, dopo un lieve calo iniziale. Tale scenario tende a sottostimare i capi presenti: 102 contro i 142 effettivamente censiti, al 2004. Il vincolo minimo imposto per la caccia (100 capi) determina un'alternanza di anni di apertura e chiusura della stessa. Più in particolare, VORTEX ha previsto una media di 26,3 anni di apertura della caccia (d.s.=0,058) durante i quali il tasso di crescita r è risultato pari a $-0,0142$. Negli anni di chiusura dell'attività venatoria, invece, il tasso r è risultato pari a $0,0054$ (d.s.=0,0571). Complessivamente il tasso di crescita è stato calcolato pari a $-0,0049$ (d.s.=0,0584), anche se dopo circa 15 anni la popolazione si assesta sui 96 capi.

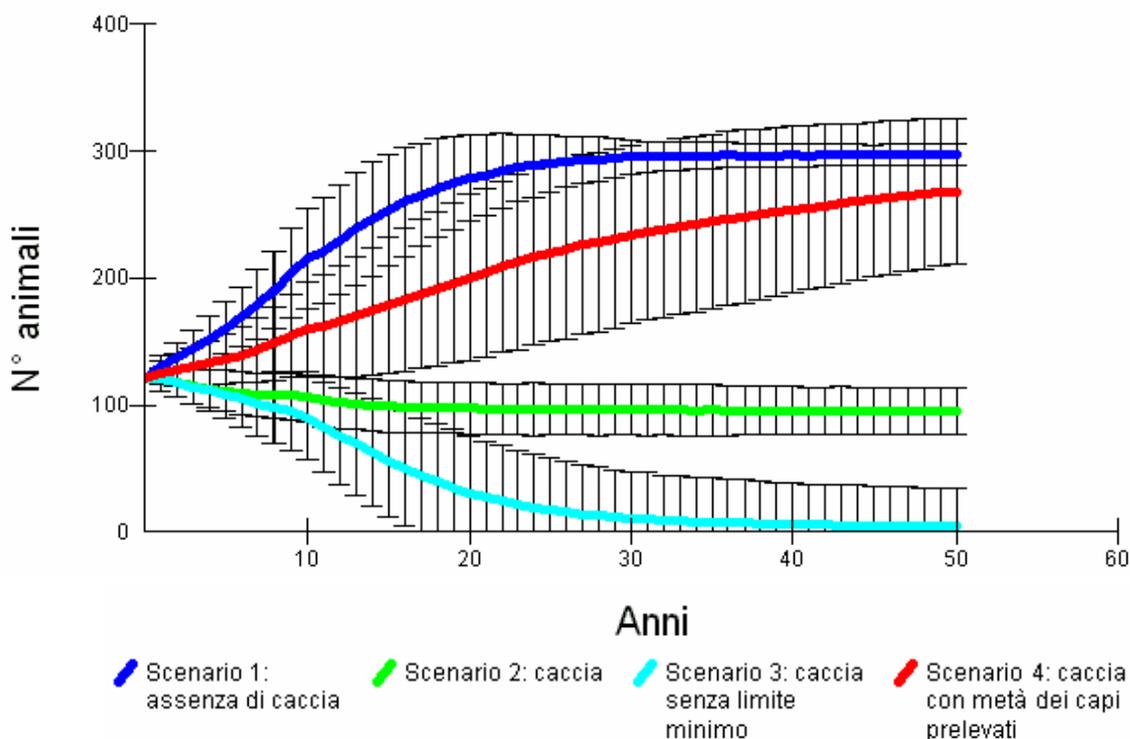


Fig. 64: probabile andamento della popolazione di camoscio dell'area di studio a seconda dei diversi scenari. Le barre verticali rappresentano le deviazioni standard.

Lo scenario 1, in blu, rappresenta la probabile evoluzione media eliminando completamente l'impatto della caccia. È interessante notare come, in questo caso, la popolazione cresca

rapidamente ($r=0,048$; d.s.= $0,0539$) fino a raggiungere valori prossimi alla capacità portante, 296 animali, dopo circa 30 anni.

In rosso è rappresentato invece lo scenario 4, ottenuto dimezzando il prelievo (5 animali). In questo caso la popolazione media non raggiunge la capacità portante, ma cresce tuttavia costantemente con tasso $r=0,0267$ (d.s.= $0,0586$) fino ai 268 capi del cinquantesimo anno.

All'opposto, lo scenario 3, in azzurro, ottenuto mantenendo la caccia a valori medi ed eliminando il vincolo dei 100 capi minimi, porta la popolazione ad un calo piuttosto rapido ($r=-0,1230$; d.s.= $0,1914$), fino ad arrivare a soli 3 capi nel cinquantesimo anno.

In termini di probabilità di sopravvivenza (fig. 65), tutti gli scenari mostrano assenza di rischio di estinzione, ad eccezione dello scenario 3.

In questo caso la probabilità di sopravvivenza è pari a 0.018 (d.s.= $0,0042$), cioè la probabilità di estinzione è pari a 0,982 (d.s.= $0,0042$). La media del tempo di prima estinzione è di 22,43 anni (d.s.= $6,87$).

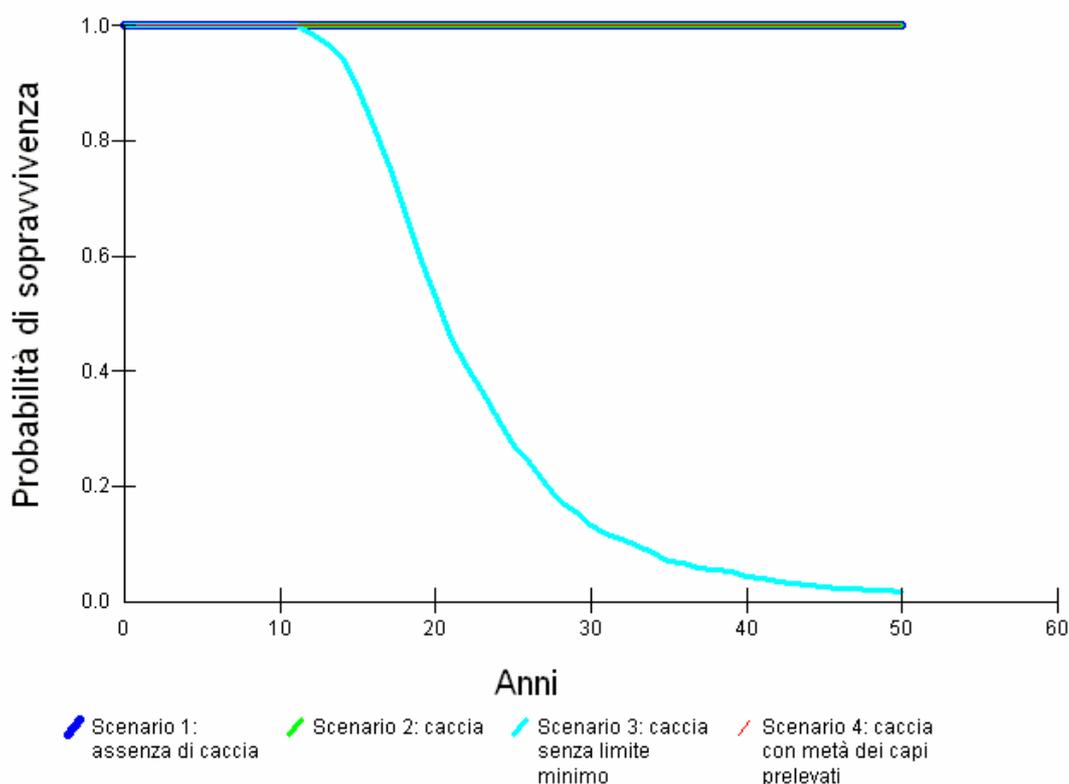


Fig. 65: probabilità di sopravvivenza della popolazione a seconda dei diversi scenari.

Lo scenario di base con diverso numero iniziale della popolazione (156 capi, indicato come VORTEX 156) è stato confrontato con lo scenario di base (VORTEX 120) e con l'evoluzione realmente osservata nell'arco di 12 anni (fig. 66). Gli andamenti medi delle popolazioni simulate

sono pressochè analoghi e caratterizzati da una maggiore regolarità rispetto a quello reale. In entrambi i casi, si arriva al 2004 con un numero di capi inferiore a quello presente: 102 con VORTEX 120 e 125 con VORTEX 156, contro i 142 reali. Da notare che nel caso di VORTEX 156 la sottostima è minore.

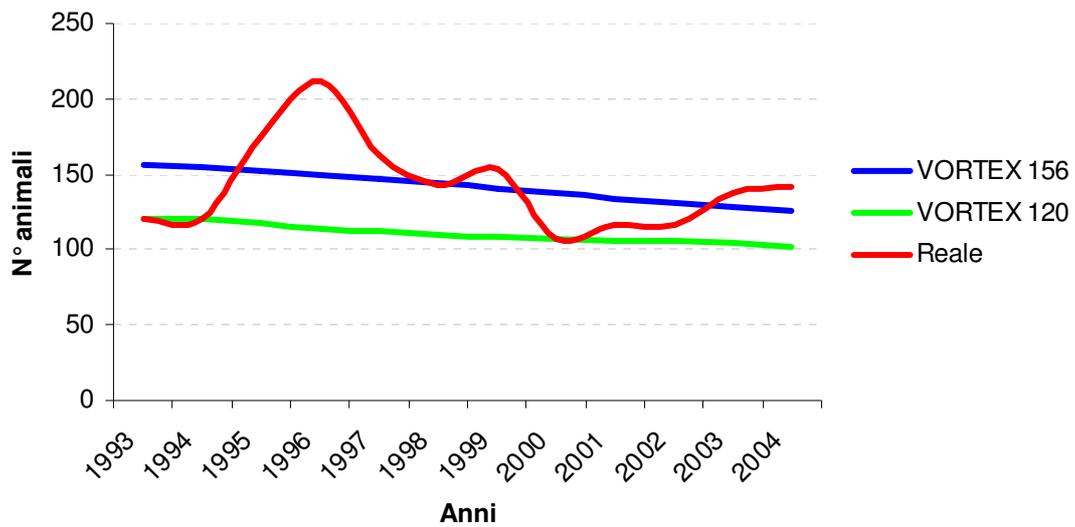


Fig. 66: confronto fra l'andamento reale della popolazione di camoscio e gli andamenti medi simulati con due diversi livelli numerici iniziali (156 e 120 capi).

5 DISCUSSIONE

5.1 Analisi dei parametri adottati per lo studio demografico della popolazione

5.1.1 Distribuzione della popolazione di camoscio nell'area di studio

La mappatura delle osservazioni ha messo in evidenza la presenza di tre gruppi più o meno distinti fra loro: questo potrebbe indurre a parlare di metapopolazione. Sulla base di Elmhagen & Angelbjörn (2001) quattro condizioni devono essere soddisfatte per poter definire una metapopolazione: presenza di “macchie di *habitat*” discrete (*habitat patches*) che sono, o possono essere, abitate da sub-popolazioni *breeding* (1); tutte le sub-popolazioni devono essere a rischio di estinzione (2); le “macchie di *habitat*” disabitate possono essere colonizzate (3); le dinamiche delle sub-popolazioni devono essere asincrone (4), cosicché l'estinzione simultanea di tutte le sub-popolazioni è improbabile. È opportuno che queste condizioni vengano rispettate, altrimenti si corre il rischio di applicare il concetto di metapopolazione a pressoché tutte le popolazioni, svuotandolo della sua sostanza (Elmhagen & Angelbjörn, *l.c.*).

Per poter stabilire se la popolazione studiata sia definibile come metapopolazione oppure no è necessario considerare diversi aspetti: un primo problema è dovuto al fatto che, spesso, questo concetto è stato applicato allo studio di Insetti o Mammiferi di piccole dimensioni, rispetto ai quali i grandi Mammiferi presentano tassi di crescita bassi, densità inferiori e una minore probabilità di essere influenzati da condizioni meteorologiche e ambientali locali. Inoltre, nell'ambito delle popolazioni strutturate spazialmente, c'è un problema di scala, temporale e spaziale, che deve essere tenuto in debita considerazione (Thomas & Kunin, 1999).

Tuttavia Elmhagen & Angelbjörn (2001) suggeriscono che un approccio di questo tipo potrebbe essere applicato ai grandi Mammiferi anche solo nel caso in cui si verifichi la condizione n°4, cioè qualora siano presenti sub-popolazioni discrete caratterizzate da differenti “destini demografici” (dinamica asincrona). In riferimento alla popolazione oggetto di studio sarebbe perciò opportuno condurre una ricerca mirata alla valutazione del tasso di dispersione tra i tre gruppi di individui, stabilendo se si tratti di singoli episodi o di eventi dispersivi che avvengono con una certa frequenza, se esistano movimenti reversibili (andata e ritorno) fra i gruppi, se i movimenti tra “gruppi” siano caratterizzabili come eventi di immigrazione/emigrazione (e di *dispersal*) o non piuttosto come movimenti intrapopolazionali (*dispersion sensu Odum*), se esistano barriere naturali evidenti e se i movimenti siano stagionali oppure no, ovvero: i gruppi sono stabili durante tutto l'anno o tendono a ricollocarsi nello spazio stagionalmente? Uno studio di questo tipo necessiterebbe indagini mirate condotte per un tempo adeguatamente lungo. Tuttavia,

l'importanza dei processi di migrazione dipende probabilmente dalla distanza fra le sub-popolazioni in relazione alla capacità di dispersione della specie (Koenig, 1999, in Elmhagen & Angerbjörn, 2001) ed è plausibile ritenere che per animali a vagilità medio-alta come gli Ungulati si possa parlare di metapopolazione solamente quando si ha a che fare con una scala di indagine tale da ricomprendere un *set* di sistemi vallivi differenti, dell'ordine di 10.000-100.000 ha (Battisti, 2004, com. pers.). Ad esempio, per il bighorn (*Ovis canadensis* Shaw) è possibile presumibilmente parlare di metapopolazioni qualora si considerino interi comprensori montuosi (Bleich *et al.*, 1990, in Thomas & Kunin, 1999). Nel caso della popolazione di camoscio dell'area di studio "Alpe Colina", un tale ambito di studio (ca 2097 ha), oltretutto privo di elementi paesaggistici severi tali da segregare spazialmente, farebbe propendere per un elevato tasso di movimenti intrapopolazionali, anche se dati a questo proposito non sono tuttora disponibili, che porterebbe alla sincronizzazione della dinamica delle sub-popolazioni (Ranta *et al.*, 1998, in Elmhagen & Angerbjörn, 2001). Questo deporrebbe per una singola popolazione di tipo "patchy" ("a macchie"), nella quale «il tasso di migrazione è talmente alto che la rete di popolazioni è approssimativamente panmittica, e non ci sono sub-popolazioni distinte» (Elmhagen & Angerbjörn, 2001). Poichè le "patchy" dovrebbero essere escluse dalla teoria della metapopolazione è possibile affermare che, plausibilmente, quella in esame non rappresenti una meta-popolazione.

L'analisi degli *home range* ha mostrato come vi sia un costante utilizzo del versante sud e un minore utilizzo del versante nord, legato inoltre -almeno in parte- ad una certa stagionalità. Per dar ragione di tale distribuzione disomogenea è possibile proporre alcune considerazioni di diversa natura: ambientale, comportamentale, antropica.

Per quanto riguarda le considerazioni di natura ambientale e comportamentale, l'analisi del chi-quadrato ha evidenziato come i camosci mostrino differenze significative nell'uso delle diverse pendenze, con preferenze indirizzate verso le classi 7 e 8, cioè di pendenze comprese fra il 70 e il 100%. Le aree a pendenza più accentuata, più frequentate, in entrambi i versanti sono caratterizzate da un ampio sviluppo superficiale con alternanza di rocce e cenge erbose, in accordo con quanto riportato nella bibliografia esistente sulle caratteristiche più idonee per lo *habitat* del camoscio (Von Elsner, 1985). In questo senso, la preferenza mostrata per il versante sud potrebbe essere spiegata dalle sue maggiori pendenza e sviluppo superficiale: in effetti, laddove vi siano frammenti in tal senso idonei, questi vengono frequentati anche nel versante nord (Zana, Monte Canale). Le minori pendenze e l'esposizione sfavorevole fanno sì inoltre che quest'ultimo rimanga coperto dal manto nevoso per un tempo più lungo, e sia perciò presumibilmente utilizzato dagli animali in maniera sensibilmente minore nell'arco dell'anno. La segregazione degli individui in gruppi differenti potrebbe inoltre avvenire secondo la disposizione delle risorse nello spazio (ma la metodologia di raccolta dati non ha permesso indagini più approfondite) e in relazione alla

differente funzionalità che presenta ogni frammento paesistico per la specie in esame: trofica, riproduttiva, territoriale, dispersiva, ecc. (Farina, 2003).

In relazione all'uso antropico del territorio si può notare come, laddove questo è più pianeggiante (classi 1,2,3,4) venga interessato, in entrambi i versanti, da insediamenti umani, presumibilmente rifuggiti dagli animali. Inoltre, la maggior parte delle zone pianeggianti si trova nel versante nord dell'area di studio, al di fuori dell'area protetta, perciò soggetta ad un maggiore impatto antropico, soprattutto per quanto riguarda la caccia e, secondariamente, il turismo. In questo senso è possibile interpretare l'aumento di individui entro la ZRC passando dalla primavera all'autunno, in relazione a un progressivo aumento del disturbo, che risulta minimo in primavera, in assenza di presenza antropica, più elevato in estate, probabilmente a causa del turismo, e infine massimo in autunno, a causa dell'attività venatoria.

È interessante inoltre notare come l'area di sovrapposizione di tutti gli *home range*, costantemente utilizzata dalla primavera all'autunno, ricada per gran parte all'interno della ZRC. Questo potrebbe essere spiegato in riferimento sia all'elevato grado di idoneità ambientale di questa porzione di territorio, sia alla tranquillità e protezione offerte dalla zona protetta.

In riferimento a tutte le considerazioni elencate, è necessario tuttavia ricordare come le osservazioni riguardino un solo anno e per questo richiederebbero ulteriori studi per poter essere avvalorate.

5.1.2 Analisi dei parametri demografici

- **Numerosità:** Dall'osservazione della tabella IX e del grafico in fig. 52 emerge una continuità nei censimenti effettuati fra il 1985 e il 2004, alla quale tuttavia si associa una certa disomogeneità per quanto riguarda la precisione dei dati raccolti. Dopo una prima fase di rapida crescita degli effettivi, il biennio 1990-1991 evidenzia un notevole crollo numerico. Successivamente la popolazione avrebbe ripreso ad accrescersi con un tasso di crescita molto elevato, tanto che, fra il 1994 e il 1996 si è passati da poco più di 150 capi a oltre 250, crescita verosimilmente sovrastimata. È probabile che questi conteggi siano viziati da errori di sottostima, nel 1991, e di sovrastima, nel biennio 1995-1996. Alcune considerazioni devono essere fatte in particolare a proposito dell'anno 1996: nel corso degli anni sono state più volte modificate le parcelle di censimento, ma per il 1996 non è stato possibile reperire il particellare corrispondente e quindi stabilire in modo esaustivo quali fossero gli animali "fuori zona": è probabile perciò che i capi riportati siano in eccesso. Inoltre, sempre per il 1996, si nota una discrepanza nel numero di *jabrling*, che risulta addirittura superiore al numero di piccoli dell'anno precedente (mortalità negativa!): questa è probabilmente un'ulteriore conferma della sovrastima nei censimenti per l'anno 1996.

Il calo registrato dal 1997 al 2000, pur in parte amplificato dalla sovrastima degli anni precedenti, è sicuramente dovuto al prelievo venatorio, che in questi anni è stato piuttosto intenso: a conferma di ciò depone la riduzione dei piani di prelievo negli anni successivi.

A partire dal 2000 si assiste ad una regolarizzazione del *trend*, che trova conferma nei dati di censimento 2003 e 2004, frutto di numerose uscite e perciò caratterizzate da una migliore attendibilità dei dati.

Quindi, se è vero che ci possono essere stati errori di conteggio, va altresì evidenziato che la popolazione ha subito una variazione significativa nell'andamento, come mostrato dalle analisi. È probabile che tali fluttuazioni siano da ricondurre in gran parte ad un prelievo presumibilmente eccessivo in alcuni anni, data la mancanza di altre spiegazioni per dar ragione di tale andamento.

- **Struttura:** la struttura estiva della popolazione al 2004 presenta, se confrontata con la corrispondente struttura teorica proposta, una percentuale elevata di piccoli e *jabrling* a dispetto di una percentuale più bassa di subadulti e adulti e vecchi. Emerge quindi un elevato reclutamento delle classi più giovani, tipico delle popolazioni in fase di crescita (Casanova *et al.*, 1993). Questa condizione è stata spesso riscontrata in popolazioni soggette a regime venatorio (Poubelle *et al.*, 1989). Pedrotti (1989) ha però registrato, per una popolazione all'interno di un'oasi di protezione delle Alpi Orobie, sempre in Provincia di Sondrio, valori di struttura estiva che non si discostano molto da quelli della popolazione oggetto del presente studio: in particolare, sono pressochè analoghe le percentuali di piccoli e *jabrling*, mentre le percentuali di subadulti e adulti sono, rispettivamente, maggiori e minori per la popolazione orobica.

Le strutture di popolazione dal 1993 al 2004 mostrano un'elevata variabilità, probabilmente collegata all'andamento irregolare nel *trend* visto in precedenza: questo potrebbe trovare conferma nelle differenze evidenziate dal confronto fra le strutture medie delle diverse fasi della crescita della popolazione. In questo senso, le differenze di strutture meno marcate fra i periodi 1993-1995 e 2001-2004 rispetto a quelle fra i periodi 1993-1995 e 1997-1999, sono in linea con i *trends* di tali fasi, entrambi in crescita, pur con differenze di intensità. La diminuzione della percentuale di adulti e vecchi durante la fase di calo numerico della popolazione potrebbe essere legata ad un maggiore impatto del prelievo venatorio su queste classi, anche perché il prelievo, in effetti, in quegli anni aveva raggiunto i livelli massimi. Il prelievo degli *jabrling* si è invece mantenuto più costante nell'intero periodo, il che potrebbe giustificare la mancanza di differenze importanti nelle percentuali di questa classe fra le strutture delle varie fasi. Più complessa appare invece l'interpretazione dell'aumento percentuale di subadulti in fase di calo numerico della popolazione: infatti, l'andamento dei prelievi su questa classe segue grossomodo quello degli adulti, pur attestandosi su livelli

numerici più bassi. Da una parte, tale aumento potrebbe essere legato alla sopraccitata diminuzione degli adulti; inoltre, una maggiore percentuale di subadulti potrebbe essere accompagnata da un calo numerico in virtù di un minore successo riproduttivo. Dall'altra, è possibile ipotizzare che altri fattori limitanti, oltre la caccia, possano agire sulla maggiore o minore presenza di subadulti; fra questi, la migrazione: in fase di crescita della popolazione, la percentuale più elevata di adulti potrebbe infatti aver indotto maggiormente i subadulti ad allontanarsi, rispetto a quanto accaduto durante le fasi di calo.

- *Sex-Ratio (S.R.)*: la S.R. totale della popolazione primaverile al 2004 (0,53) è fortemente sbilanciata a favore delle femmine. In condizioni naturali questo valore si considera variabile fra 0,83 e 0,71 (Corti, 2002), anche se Pflieger (1982) riporta valori che possono raggiungere 0,50. Il valore di S.R. a favore delle femmine può in alcuni casi essere legato a problemi intrinseci alla metodologia di censimento, quali la minore contattabilità dei maschi nel periodo estivo, durante il quale parte di essi frequenta il bosco. Tuttavia, nell'ambito del presente studio, il conteggio di questi ultimi effettuato durante il periodo degli amori ha consentito di effettuare una stima più affidabile e completa anche di questa classe. D'altra parte, lo sbilanciamento della S.R. totale verso le femmine è considerata essere, fra gli Ungulati, una caratteristica piuttosto comune, conseguenza di vari fattori quali la maggiore mortalità naturale dei maschi, la maggiore emigrazione dei maschi, la maggiore fedeltà delle femmine al loro *home range* (Clutton-Brock, 1991; Levet *et al.*, 1995). Inoltre, la S.R. è tipicamente influenzata dalla caccia, che generalmente incide perlopiù sui maschi: Weber (2001) riporta il caso di una popolazione protetta nel 1976 e cacciata nel 1977, con valori di S.R. che nell'arco del biennio sono passati da 0,83 a 0,29. Nel caso della popolazione studiata, il valore di 0,53 riscontrato può essere il risultato di molteplici fattori, fra i quali la maggiore migrazione di maschi, una loro maggiore mortalità naturale, l'attività venatoria e il bracconaggio. Nonostante manchino dati *ad hoc* per la popolazione studiata, la migrazione nel camoscio non sembra mostrare intensità tali da giustificare scostamenti rilevanti; inoltre, elevate pressioni antropiche esterne alle zone di presenza delle popolazioni, come la caccia nel caso della popolazione oggetto di studio, tendono a ostacolare i movimenti migratori (come dimostrato anche nel caso del Parc National de la Vanoise, 1983). A questo bisogna aggiungere che l'attività di prelievo legale, nell'arco di tempo 1993-2004, ha complessivamente inciso di più sulle femmine che sui maschi. Alla luce di questo, è probabile che i fattori limitanti la presenza di maschi siano rintracciabili prevalentemente in una loro maggiore mortalità naturale e nel prelievo illegale. Inoltre, considerando nel dettaglio le varie classi di età, si osserva che il valore di S.R. tende a scostarsi dalla parità in maniera progressivamente più marcata nel passaggio da *jahrling*

verso gli adulti e vecchi (da 0,82 a 0,40). Considerando l'intero arco temporale 1993-2004, la S.R. totale mostra valori molto differenti (valore medio 0,71; d.s.=0,24). La variabilità è legata perlopiù al rapporto dei sessi di subadulti (valore medio 1,25; d.s.=0,72) e di adulti e vecchi (valore medio 0,48; d.s.=0,15). Gli *jahrling* infatti non mostrano variazioni significative negli anni (valore medio 1,50; d.s.=0,80). Questo depone ulteriormente per una progressiva maggiore incisività dei fattori limitanti con l'aumentare dell'età.

In particolare, il *test* U di Mann-Whitney ha mostrato come la differenza delle serie temporali di maschi e femmine adulti e vecchi presenti uno sbilanciamento significativo a favore delle femmine: nel corso degli anni i fattori limitanti la presenza di maschi rispetto alle femmine (migrazione, caccia, mortalità naturale, bracconaggio) sembrerebbero quindi aver agito in maniera piuttosto costante. Questo sembra in accordo con quanto osservato da Poubelle *et al.* (1989), dove una popolazione cacciata ha mostrato, per gli adulti, uno sbilanciamento dei sessi a favore delle femmine molto maggiore rispetto a quello registrato in una popolazione protetta. Il fatto che *jahrling* e subadulti non presentino, al 2004, scostamenti significativi della S.R. dalla parità, evidenzia come lo sbilanciamento dei sessi negli adulti sia talmente elevato da influenzare pesantemente la S.R. totale. Esaminando le possibili cause di tale scostamento, da una parte è poco probabile che i maschi adulti siano caratterizzati da elevato tasso di emigrazione, e dall'altra, osservando i dati relativi al prelievo degli adulti, emerge che nell'arco dell'intero periodo 1993-2004 sono state prelevate più femmine adulte che maschi adulti. Nel complesso quindi, i principali fattori limitanti la presenza di maschi nella popolazione studiata sono identificabili nella mortalità naturale e nel bracconaggio, i quali agiscono prevalentemente attraverso una limitazione nella presenza di maschi adulti. Ulteriori indagini sono necessarie per stabilire i rispettivi ruoli di questi fattori. Le conseguenze legate ad una carenza di maschi adulti sono molteplici (Stringham & Bubenik, 1975; Pflieger & Bauer, 1986; Mysterud *et al.*, 2002). Fra queste, la mancata fecondazione di molte femmine durante il periodo degli amori, che le induce a tornare in estro ad intervalli di 3 settimane con conseguenti possibili ritardi nei parti e quindi una maggiore mortalità dei piccoli. Inoltre, una mancanza di maschi adulti durante il periodo degli amori potrebbe indurre i maschi più giovani a partecipare agli accoppiamenti; tuttavia questi individui, non essendo ancora fisicamente preparati a sostenere le spese energetiche legate a questa attività, potrebbero soffrire in maniera eccessiva il periodo invernale e venire affetti da debolezza cronica. È evidente che i maschi giocano un ruolo importante nella dinamica delle popolazioni di Ungulati (Mysterud *et al.*, 2002) ed è necessario che la gestione faunistica e venatoria ne diventi sempre più consapevole e ne tenga conto nell'ambito delle proprie scelte a livello di piani e di prelievo.

Ciononostante, pur essendo la *Sex Ratio* totale sbilanciata a favore delle femmine, essa non raggiunge i livelli citati in precedenza per popolazioni cacciate (0,29). Questo potrebbe essere spiegato attraverso la presenza della ZRC, che garantisce la protezione della popolazione al suo interno e quindi, di riflesso, una diminuzione dell'effetto della pressione venatoria sulla stessa. L'importanza della funzione di tutela offerta dalla ZRC è confermata anche dalla scelta degli animali nell'utilizzo dello spazio al suo interno, come evidenziato in precedenza. Si può plausibilmente supporre che un'eventuale eliminazione della ZRC porterebbe a conseguenze profondamente negative sulla popolazione in termini sia di *Sex Ratio* sia, di conseguenza, numerici.

Infatti, confrontando, per il biennio 2003-2004, la S.R. degli adulti nell'area indagata con la S.R. degli adulti nelle zone non protette del Comprensorio Alpino di Sondrio, pari a 0,32 (Ferloni, com. per.), si nota come quest'ultimo valore sia in linea con quanto riportato in bibliografia e ben al di sotto di quanto trovato per la popolazione studiata. Anche questo sottolinea l'importante ruolo assunto dalla ZRC nel diminuire la pressione venatoria sulla popolazione di camoscio dell'area di studio Alpe Colina, permettendole di mantenere valori di S.R. meno sbilanciati a favore delle femmine adulte di quanto non avvenga per le popolazioni soggette a prelievo.

- **Tasso specifico netto di natalità (*TsnN*) e tasso generico netto di natalità (*TgnN*):**
 - *Tasso specifico netto di natalità (*TsnN*):* il *TsnN* [(N° piccoli sopravvissuti dopo il parto/N°femmine di 2 e più anni)*100] ha riportato, nel periodo 1993-2004, un valore medio di 70,7% (d.s.=5,4%). Generalmente si ritiene che tale valore possa variare, a seconda della densità, fra 50 e 95%, con valori medi attorno all'80% (Corti, 2002). Weber (2001) riporta di popolazioni ad elevate densità (senza tuttavia specificarne i valori) con *TsnN* attorno al 70%, mentre al contrario, in popolazioni in fase di colonizzazione, a bassa densità, tale valore può superare il 90%. In Francia, popolazioni in fase di colonizzazione hanno mostrato valori attorno a 80% (Levet *et al.*, 1995) e 86% (Parc National de la Vanoise, 1983). Houssine *et al.* (1993) hanno messo in evidenza come, in popolazioni cacciate, si sia realizzato un abbassamento dell'età di prima riproduzione. Il tasso del 70,7% registrato per la popolazione indagata appare collocarsi poco sotto la media. Più che in riferimento alla densità, questo valore può forse trovare spiegazione nell'elevata presenza di femmine adulte, che potrebbe mantenere alta l'età di primo parto impedendo alle femmine più giovani di partecipare alla riproduzione, oppure in fattori ambientali tali da non permettere alle femmine subadulte di portare a termine con successo l'eventuale riproduzione. Alla luce della prima ipotesi, è stato calcolato un tasso medio di natalità (sul periodo 1993-2004) che tenesse in considerazione solo le femmine adulte [(N° piccoli

sopravvissuti dopo il parto/ N° femmine di 4 e più anni)*100], per avere un'idea del loro successo riproduttivo; questo è in effetti risultato piuttosto elevato, pari a 86,4% e depone quindi per una popolazione con buona tendenza alla crescita. D'altra parte, la densità-dipendenza del TsnN è stata messa in discussione dagli studi di Allaine *et al.* (1990) che riportano, per una popolazione delle Alpi francesi, un valore di TsnN pari a 85% costante sia nello spazio sia nell'arco di tempo considerato, con densità variabili fra circa 10 e 15 capi/100 ha: questo potrebbe far propendere per una densità-indipendenza del parametro. Questa ipotesi trova conferma negli studi di Capurro *et al.* (1993, in Mustoni *et al.*, 2002) dove popolazioni di camoscio delle Alpi orobie non hanno mostrato alcuna dipendenza del TsnN dalla densità. Anche l'analisi del χ^2 condotta per la popolazione oggetto di studio non ha mostrato differenze significative nel corso degli anni: questo farebbe propendere, anche nel nostro caso, per una indipendenza del TsnN dalla densità. L'analisi di regressione condotta ha confermato l'assenza di densità-dipendenza. Questi dati quindi porterebbero a ritenere il valore 70,7% essere una caratteristica legata alla struttura della popolazione studiata e quindi anche alla gestione, piuttosto che il segnale di una bassa crescita. Tuttavia, è necessario evidenziare come, nell'arco di tempo considerato (1993-2004), la densità pre-riproduttiva non abbia mostrato variazioni particolarmente rilevanti e soprattutto sia sempre stata ben lontana da valori di capacità portante, cosa che potrebbe aver impedito l'innescarsi di meccanismi di densità-dipendenza.

Allo stato attuale delle conoscenze non è quindi possibile affermare con precisione a quali fattori sia dovuto il valore medio-basso riscontrato per la popolazione in esame, e quindi se sia da interpretare come segnale di scarsa tendenza alla crescita oppure come caratteristica intrinseca della popolazione. Ulteriori studi sono necessari per chiarire questo aspetto. In tal senso, una possibile ipotesi è quella di una densità-dipendenza del TsnN con valori che andrebbero interpretati in senso relativo: valori non particolarmente elevati di TsnN potrebbero essere non necessariamente segnali di bassa crescita. Piuttosto, il loro significato potrebbe essere chiarito mediante un confronto con i valori di TsnN ricavati dalla medesima popolazione in condizioni diverse di densità. Nel caso specifico della popolazione studiata, il valore 70,7% andrebbe confrontato con quelli ricavati dalla medesima popolazione ad altri livelli di densità: se a densità più basse o più elevate tale valore si rivelasse essere, rispettivamente, più elevato o più basso, sarebbe possibile comprendere la reale dimensione del TsnN ricavato.

- *Tasso generico netto di natalità (TgnN)*: per quanto riguarda il TgnN [(N° piccoli sopravvissuti dopo il parto/TOT popolazione piccoli esclusi)*100], la popolazione studiata ha mostrato un valore medio di 35,9% (d.s.=6,6%). Generalmente, tale parametro è considerato

variabile fra 20 e 30% (Mustoni *et al.*, 2002): Tosi *et al.* (1996) per la popolazione in fase di colonizzazione del Monte Baldo hanno riscontrato valori compresi fra 20 e 24%. Il valore trovato per la popolazione oggetto del presente lavoro, ben superiore a quelli riportati da gran parte della bibliografia esistente, è in accordo con la tendenza alla crescita evidenziata dalla struttura di popolazione, ed è in linea con il tasso del 31% trovato sulle vicine Alpi Orobic da Pedrotti (1989) e con il tasso del 38% riscontrato da Tosi (dati non pubblicati, in Tosi *et al.*, 2003) sempre sulle Alpi Orobic. Analogamente a quanto visto per il TsnN, anche per il TgnN il *test* χ^2 non ha evidenziato differenze significative fra gli anni. Questa mancanza di densità-dipendenza è in linea con quanto trovato da Capurro *et al.* (1997) per una popolazione delle Alpi Orobic. Tuttavia, l'analisi di regressione di TgnN con la densità pre-riproduttiva al medesimo anno, pur non avendo raggiunto il livello di significatività $P=0,05$, non ne è molto distante ($r^2=0,314$; $F=4,582$; $P=0,058$). Questo potrebbe suggerire che il livello di densità e le sue pur piccole variazioni siano comunque in grado di innescare la dipendenza inversa del tasso generico di natalità dalla densità stessa al medesimo anno e che perciò, nonostante i pochi dati a disposizione, vi sia un rapporto fra TgnN e densità.

Con riferimento ai possibili legami fra i due tassi di natalità, si può notare come un alto TgnN stia ad indicare una buona sopravvivenza perinatale dei piccoli, probabilmente influenzata dal rapporto dei sessi sbilanciato a favore delle femmine adulte, maggiormente in grado di garantire la sopravvivenza dei piccoli stessi. Tale elevata presenza di femmine adulte, d'altra parte, potrebbe parzialmente impedire alle femmine subadulte l'accesso alla riproduzione, portando di conseguenza ad una diminuzione del TsnN. Alla luce di questo, sarebbe opportuno poter confrontare il valore del rapporto "piccoli/femmine adulte" con quelli ottenuti in altre popolazioni. Infine, un dato interessante da indagare in futuro, che potrebbe essere ricavato dall'esame di tutte le femmine abbattute, è l'analisi degli uteri, per poter sapere con maggiore precisione quale sia effettivamente l'età del primo parto e il successo della riproduzione.

- **Sopravvivenza dei piccoli:** il valore medio del periodo 1993-2004 è di 63,7%. Questo dato è in accordo con i numerosi riferimenti bibliografici che riportano valori compresi fra 50 e 70% (Pedrotti & Tosi, 2001; Corti, 2002): Forsyth & Clarke (2001) riportano un valore di sopravvivenza pari a 70% per popolazioni della Nuova Zelanda, mentre per popolazioni francesi sono riportati valori di 67% (Parc National de la Vanoise, 1983) e 58% (Loison *et al.*, 1994, in Forsyth & Clark, 2001). L'analisi del χ^2 ha evidenziato una differenza altamente significativa fra gli anni, alla quale si associa un elevato valore di deviazione standard (22%): questa variabilità non sorprende, dal momento che la sopravvivenza dei piccoli dipende da diversi fattori quali il periodo di nascita, il peso dei piccoli stessi, la disponibilità di latte

materno nei primi due mesi di vita (Dematteis *et al.*, 2001), tutti parametri dipendenti dalle condizioni climatiche, altamente variabili fra gli anni e che in un ambiente alpino come quello dell'area di studio possono aver subito consistenti variazioni negli anni. La sopravvivenza dei piccoli può essere inoltre influenzata dalla struttura della popolazione; in particolare, uno sbilanciamento della *Sex Ratio* a favore delle femmine può portare ad un aumento della mortalità dei capretti: è infatti possibile che una quota di piccoli che mediamente non riescono a superare l'inverno nella popolazione studiata sia dovuta alla carenza di maschi adulti evidenziata in precedenza.

Per quanto riguarda la densità-dipendenza di questo parametro, è comunemente accettato che vi sia una relazione inversa fra densità e sopravvivenza dei piccoli: in particolare, Capurro *et al.* (1997) hanno trovato, per una popolazione di camoscio delle Alpi Orobie, una densità dipendenza ritardata di 2 anni. L'analisi di regressione condotta per la popolazione dell'area di studio Alpe Colina al contrario non ha mostrato alcuna relazione fra i due parametri. Analogamente a quanto già affermato per i tassi di natalità, questa mancanza di relazione potrebbe però essere dovuta alle densità registrate, medio-basse (intorno ai 6 capi/100 ha).

- ***Incremento utile annuo (IUA)***: l'IUA medio della popolazione di camoscio dell'area di studio Alpe Colina è risultato pari a 5,7%. Capurro *et al.* (1993, 1997, in Tosi *et al.*, 2003) hanno mostrato come, per una popolazione delle Alpi Orobie, siano risultate additive la mortalità naturale e quella dovuta al prelievo venatorio. Alla luce di questo, considerando in aggiunta i prelievi legati alla caccia, pari al 7,4% della consistenza primaverile, si ottiene un IUA pari a 13,1%. Questo valore può essere considerato in linea con quanto riportato dalle fonti bibliografiche, secondo le quali l'IUA è considerato variare, in condizioni naturali, fra 10 e 20% (Pflieger, 1982; Ramanzin, 2001; Weber, 2001; Corti, 2002; Tosi *et al.*, 2003). D'altra parte il dibattito sull'effetto compensativo o additivo dell'attività venatoria è ancora aperto e ulteriori studi sono necessari per fare chiarimento; ciononostante, nel caso del presente studio, poiché la popolazione indagata è in buona parte all'interno della zona protetta, e i piani di prelievo sono ridotti, le mortalità possono essere plausibilmente considerate additive. Tuttavia, ricordando come la struttura della popolazione in esame mostri una tendenza all'accrescimento, anche il valore complessivo del 13,1% risulta piuttosto modesto se confrontato con il 30% riscontrato da Pedrotti (1989) nelle vicine Alpi Orobie in una popolazione dalla struttura non dissimile, e con il 25% indicato da Paganin & Meneguz (1997) per una popolazione reintrodotta sull'altopiano di Asiago.

Il test del χ^2 ha evidenziato differenze significative fra gli anni; l'elevata deviazione standard (21,4%) inoltre mostra come vi siano anni nei quali l'IUA assume valori particolarmente elevati e altri con valori molto bassi. Riprendendo in parte quanto già espresso

per il parametro numerosità, si nota come i valori particolarmente elevati del periodo 1993-1996, siano legati probabilmente ai già citati errori di sovrastima di questi anni, mentre il calo del successivo periodo 1997-2000 sia probabilmente collegato ad un più puntuale ed attento svolgimento e controllo dei censimenti. D'altra parte, è possibile che l'IUA sia stato sottostimato per effetto del bracconaggio.

La regressione dell'IUA sulla densità non ha mostrato alcuna relazione significativa, contrariamente a quanto trovato da Capurro *et al.* (1997) (densità-dipendenza ritardata di 2 anni).

- **Densità:** dopo un rapido aumento dal 1988 al 1993, dove si è passati da 1,43 a 5,72 capi/100 ha, la densità primaverile non ha mostrato variazioni particolarmente importanti -con l'eccezione del biennio 1995-1996, viziato però da probabile sovrastima dei capi presenti-, assestandosi attorno a 6 capi/100 ha. Sulla base della bibliografia esistente, questo valore non risulta essere particolarmente elevato: Tosi *et al.* (2003) riportano infatti densità biotiche comprese fra i 3-5 capi/100 ha di ambienti poco favorevoli e gli 11-20 capi/100 ha di *habitat* particolarmente idonei; l'ONC (Office National de la Chasse) riporta invece valori attorno agli 8 capi/100 ha per ambienti di alta quota con copertura nevosa media (Weber, 2001). Il valore registrato per la popolazione dell'area di studio Alpe Colina appare ancor più modesto se confrontato con i 20-30 capi/100 ha segnalati da Pflieger (1982) e Weber (2001), o i 40 capi/100 ha del Parco delle Alpi Marittime riportati da Mustoni *et al.* (2002). Tuttavia, è necessario precisare che valori particolarmente elevati di densità si registrano generalmente all'interno di aree protette: 17-18 capi/100 ha nel Parco Naturale dell'Argentera (Tosi *et al.*, 1986, in Tosi *et al.*, 2003) e in alcune Oasi di protezione delle Alpi Orobie (Pedrotti, 1989), 19-20 capi/100 ha sulla Paganella (Pezzato, 1979, in Tosi *et al.*, 2003), 23 capi/100 ha in alcune aree della Provincia di Torino (De Meneghi *et al.*, 1986, Rossi *et al.*, 1987, 1988 in Tosi *et al.*, 2003), 28 capi/100 ha in alcune aree della Provincia di Belluno (Apollonio & Grimod, 1984, in Tosi *et al.*, 2003). Al contrario, la caccia ha l'effetto di abbassare i livelli di densità (Ladini, 1999): ad esempio, Poubelle *et al.* (1989) hanno registrato valori di 4,7 capi/100 ha in una zona chiusa alla caccia e valori dimezzati (2,3 capi/100 ha) in una zona limitrofa aperta alla caccia. La popolazione indagata, occupando per buona parte un'area protetta, non presenta valori elevati di densità: alla luce di questo, è possibile affermare che un ruolo importante nella limitazione della densità della popolazione dell'area di studio Alpe Colina è giocato dal prelievo venatorio e dall'aggiunta a questo di possibili atti di bracconaggio che in effetti, da diversi colloqui avuti con i cacciatori del settore, sembrano avere un ruolo rilevante anche nell'ambito della zona protetta, come dimostra peraltro il rinvenimento frequente e anche recente di camosci, caprioli e cervi uccisi illegalmente.

- **Prelievo venatorio:** l'aumento dei capi di camoscio assegnati e prelevati dal 1993 al 2000 è pressochè analogo al *trend* relativo all'intero comprensorio di caccia di Sondrio (Ferloni, 2001). Tale incremento è avvenuto in concomitanza con l'introduzione della caccia di selezione con il capo assegnato, che ha evidentemente comportato la decisione di prelevare un maggior numero di capi. D'altra parte, almeno fino al 1996, l'incremento dei prelievi ha seguito l'incremento degli effettivi censiti; al contrario sembra meno giustificata la decisione di aumentare i capi assegnati dal 1996 al 2000, nonostante, per questo periodo, sia stato evidenziato un *trend* negativo degli effettivi sia a livello di area di studio sia a livello di comprensorio -pur con minore intensità-. L'unica motivazione per continuare tale prelievo era data dalle alte percentuali di realizzazione che però, per il camoscio, non devono essere l'unico fattore da tenere in considerazione, in quanto la specie non sembra modificare significativamente il proprio comportamento durante la caccia, rendendo così meno difficoltosa la realizzazione del prelievo rispetto ad altre specie, quali il cervo, che possono invece diventare più elusive o compiere rilevanti spostamenti. Dopo il 2000, anno in cui si raggiunse la percentuale minima di realizzazione (76%), è stato quindi inevitabile diminuire drasticamente il numero di capi da prelevare in relazione all'ulteriore diminuzione dei capi censiti. Dal 2002 i piani, peraltro molto più bassi, sono stati costantemente completati.

I prelievi venatori, che nell'arco dei 12 anni considerati hanno mediamente inciso per il 7,4% della consistenza pre-riproduttiva, mostrano, fino al 2000, un pressochè costante maggiore prelievo di maschi, nonostante i Pda prevedessero una sostanziale uguaglianza fra i sessi. Tale squilibrio nei prelievi non trova spiegazione nei dati di censimento che, come visto sopra, evidenziano, globalmente, una maggiore presenza femminile. D'altra parte è opportuno ricordare che, nel camoscio, il dimorfismo sessuale non è particolarmente marcato e questo può portare ad errori di valutazione durante la caccia. Tuttavia, è probabile che si possa anche ipotizzare una preferenza, da parte dei cacciatori, nell'abbattimento dei maschi, dato che sarebbe in accordo con le osservazioni di Ginsberg & Milner-Gulland (1994). Questo maggiore prelievo di maschi è evidentemente risultato in una diminuzione di presenza degli stessi: per questa ragione, a partire dal 2001 si è verificata, da una parte, la diminuzione del Pda dei maschi e, dall'altra, l'inversione di tendenza nel prelievo, da questo momento in poi maggiormente a carico delle femmine. Complessivamente, nell'arco dei dodici anni considerati, il prelievo ha inciso di più sulle femmine che sui maschi, anche se tale differenza si attesta su livelli numerici piuttosto bassi (1-2 capi annui): in particolare sono state prelevate più femmine fra gli *jahrling* e gli adulti e vecchi. Il prelievo legale quindi non sembra essere in grado, da solo, di spiegare il forte sbilanciamento dei sessi (totale e con riferimento particolare agli adulti) registrato al 2004, soprattutto alla luce dell'inversione di tendenza dei prelievi negli ultimi 4

anni. Come accennato in precedenza, altri fattori limitanti debbono sommare la loro azione al prelievo legale: fra questi, la maggiore mortalità naturale nei maschi, la loro emigrazione e il bracconaggio.

- *età media*: osservando l'età media dei maschi adulti prelevati (5,6 anni), si nota come questa non sia particolarmente elevata, soprattutto se confrontata con quella delle femmine (9,3 anni); tale differenza significativa è stata confermata dal *t test*. Questo parametro, utilizzato per avere un'immagine della pressione venatoria, potrebbe deporre per una maggiore intensità di prelievo sui maschi, effettuato in modo illegale, e/o in parte per fattori naturali, mentre non sembra confermare le ipotesi di migrazione.
- *dati biometrici*: l'analisi delle misure biometriche dei capi prelevati non ha mostrato differenze significative fra gli anni. Sembra quindi che la densità della popolazione non abbia determinato particolari cambiamenti morfologici negli individui: questo depone per un livello di densità non elevato, tale comunque da non innescare meccanismi di densità-dipendenza relativi ai parametri fisici considerati. L'assenza di differenze significative fra maschi e femmine per tutti i parametri considerati, ad eccezione del metatarso, conferma la somiglianza dei sessi per quanto riguarda le misure biometriche e giustifica la tolleranza adottata (per quanto riguarda il sesso) nei prelievi degli *jabrling*. In particolare, il peso medio dei maschi (15,4 kg, d.s.=2,97) appare in linea con quanto emerso da uno studio svizzero in Canton Ticino che riporta un peso medio di 15,9 kg (d.s.=2,59) (Salvioni, 1999) e con analisi condotte sui capi abbattuti nelle Alpi Orobie che riportano pesi variabili fra 12,2 e 18 kg (Pedrotti & Tosi, 2001); sempre lo studio svizzero riporta, per le femmine, un peso medio di 14,9 kg (d.s.=2,48), più basso del peso medio delle femmine della popolazione indagata, che è invece di 16,3 kg (d.s.=1,98), in linea con quanto riportato da Pedrotti & Tosi (2001) per le Alpi Orobie (13-18,4 kg).

5.2 Analisi di Vitalità della Popolazione

*É una ben povera memoria
quella che funziona solo all'indietro.*

Lewis Carrol

L'andamento medio simulato sulla base dei parametri demografici medi attuali (scenario 2) tende a sottostimare i capi effettivamente presenti al 2004. Tale sottostima viene commessa con entrambi i livelli numerici iniziali considerati (120 e 156 capi). Una possibile spiegazione potrebbe

essere legata alla parametrizzazione del modello, non del tutto aderente alla realtà della popolazione oggetto di studio: si pensi ad esempio ai valori di mortalità, ricavati dalla bibliografia e con tutta probabilità lievemente differenti da quelli della popolazione indagata. Tuttavia, lo scopo principale della P.V.A. condotta è stato quello di mettere a confronto diversi scenari di gestione della popolazione, piuttosto che prevederne l'andamento in termini assoluti. In questo senso è interessante notare il ruolo dell'attività venatoria, il cui diverso bilanciamento può portare ad andamenti medi profondamente differenti. In effetti, la P.V.A. ha evidenziato che, mantenendo i parametri demografici medi attuali ed interrompendo eventualmente la caccia al limite minimo di 100 capi, la popolazione sembra destinata ad un andamento pressochè costante stabilizzato poco oltre i 100 capi, senza rischio di estinzione. È però sufficiente una riduzione a metà dei capi prelevati per ottenere un marcato incremento della popolazione. Se poi il prelievo viene del tutto eliminato, la crescita della popolazione è ancora più marcata e raggiunge rapidamente la capacità portante. In tutti questi casi la probabilità di estinzione è pari a zero. All'opposto, un mantenimento della caccia senza limiti numerici minimi porterebbe ad un rapido declino e ad una probabile estinzione della popolazione. Emerge quindi la criticità del parametro caccia e la conseguente necessità di porre molta attenzione all'aspetto gestionale della popolazione, sia per evitare conseguenze legate a prelievi eccessivi sia per poter garantire un prelievo sostenibile. In riferimento a quest'ultimo aspetto, si nota come lo scenario costruito con i parametri demografici medi attuali preveda 26,3 anni di apertura della caccia sui 50 simulati: questo indica l'assenza di un prelievo sostenibile costante e la necessità, per la sua realizzazione, di diminuire il numero dei capi cacciati. È opportuno tuttavia ricordare i limiti connessi all'interpretazione in senso assolutistico dei singoli scenari, e tenere ad esempio in considerazione la mancanza di dati relativi al bracconaggio, che, come già espresso in precedenza, gioca sicuramente un ruolo rilevante nella dinamica della popolazione indagata. D'altra parte, la criticità del prelievo venatorio fa nuovamente emergere il ruolo della ZRC nella tutela della popolazione: un'eventuale eliminazione dell'area protetta risulterebbe in un incremento dell'impatto dovuto alla caccia e quindi, in ultima analisi, in una diminuzione degli effettivi della popolazione e dei capi prelevabili per raggiungere un prelievo sostenibile. All'opposto, l'allargamento della ZRC potrebbe garantire la conservazione e addirittura l'incremento degli effettivi, aspetto, questo, non di secondaria importanza, anche in considerazione dell'assenza di malattie nella modellizzazione effettuata: in effetti, la gestione faunistico-venatoria deve tenere conto anche della possibile insorgenza di malattie epidemiche, fra le quali la cheratocongiuntivite infettiva, di fatto presente in altre popolazioni della Provincia di Sondrio (Alpi Orobie, Val di Lei, Alta Valtellina) che potrebbe portare ad una drastica diminuzione del numero dei camosci all'interno dell'area di studio e alla conseguente necessità di sospendere i prelievi.

6 CONCLUSIONI

I censimenti effettuati nelle stagioni 2003 e 2004, insieme con i dati storici raccolti presso l'Amministrazione Provinciale e il Comitato di Gestione del Comprensorio Alpino di Sondrio, hanno permesso di definire lo *status* attuale della popolazione di camoscio dell'area di studio "Alpe Colina". La mappatura degli individui censiti ha permesso di condurre un'analisi preliminare dell'utilizzo dello spazio, che ha confermato i risultati degli studi pregressi sulla specie. Dall'analisi demografica emerge una popolazione con tendenza all'incremento numerico, una evidente carenza di maschi adulti, tassi di natalità nel complesso medio-buoni, IUA piuttosto bassi e densità non particolarmente elevate.

Il contrasto fra la bassa crescita degli effettivi e i valori dei parametri demografici, che depongono per una popolazione in fase di crescita, è solo parzialmente giustificabile dall'attività venatoria, che peraltro può rappresentare un fattore critico, come emerso dalla analisi di vitalità della popolazione. Altri fattori fra i quali la migrazione, la mortalità naturale e soprattutto il bracconaggio potrebbero avere un ruolo rilevante nella dinamica della popolazione studiata, in termini sia di IUA sia di *Sex Ratio*. Con riferimento particolare alla S.R., il mantenimento o il peggioramento dei valori riscontrati potrebbe portare, in futuro, a gravi conseguenze in termini sia demografici sia di *fitness* degli individui.

Tuttavia, da questo studio, che rappresenta anche un bilancio delle reintroduzioni operate negli anni '80 e '90, emerge come l'esito di tali operazioni sia stato positivo, portando ad una popolazione che si assesta ben oltre le 100 unità e che, nonostante le attuali problematiche, e attraverso un'adeguata gestione, non corre rischi di estinzione, potendo al contempo essere gestita per ottenere un prelievo sostenibile.

In sintesi, la ricerca condotta ha permesso di approfondire le conoscenze su una popolazione di camoscio scarsamente indagata in precedenza, tracciandone le linee fondamentali della dinamica demografica, in connessione con l'attività di gestione operata dall'uomo. Ulteriori indagini sono necessarie in futuro per chiarire alcuni aspetti, quali la densità-dipendenza dei parametri demografici e i fattori influenzanti la mortalità naturale dei maschi adulti. L'analisi degli uteri potrebbe inoltre fornire informazioni preziose relativamente all'età di prima riproduzione delle femmine e, di riflesso, ai tassi specifici di natalità. Queste conoscenze potranno essere utili per definire strategie di gestione e conservazione sempre più corrette ed efficaci: emerge già da ora l'importanza di riportare la *Sex-Ratio* a valori più equilibrati, con riferimento soprattutto agli individui adulti. A tal fine, particolarmente rilevante appare il ruolo del prelievo venatorio, nonché la funzione di tutela della ZRC, ai quali si dovrebbe affiancare un attento monitoraggio dell'attività di prelievo illegale.

7 BIBLIOGRAFIA

- Aa.Vv. (1984). Dizionario italiano Garzanti. Garzanti Editore, Milano.
- Aa.Vv. (1995). Lo Zingarelli: vocabolario della lingua italiana. Zanichelli editore, Bologna.
- Aa.Vv. (2002). I tipi forestali della Lombardia: manuale di formazione. Assessorato all'Agricoltura della Regione Lombardia.
- Akçakaya H.R. and P. Sjögren-Gulve (2000). Population viability analysis in conservation planning: an overview. *Ecological Bulletins*, 48:9-21.
- Allaine J., Houssine H., Gaillard J. M. (1990). Etude de la variabilité spatio-temporelle d'un indice de reproduction dans une population de chamois (*Rupicapra rupicapra*). *Gibier Faune Sauvage* 7: 85-94.
- Amanti M., Bontempo R., Cara P., Conte G., Di Bucci D., Lembo P., Pantaleone N. A. & Ventura R., Eds (2002). Carta Geologica d'Italia Interattiva, Interactive Geological Map of Italy, 1:100.000. SGN, SSN, ANAS. 3 CD-rom.
- Apollonio M. (2004). Gli ungulati in Italia: *status*, gestione e ricerca scientifica. *Hystrix It. J. Mamm.*, 15 (1): 21-34.
- Barnsley M.J. (2003). Modelling population dynamics. On-line lecture at: stress.swan.ac.uk/~mbarnsle/teaching/envmod04/lectures/population2-present.pdf
- Bauer J.J. (1985). Fecundity patterns of Stable and Colonising Chamois Populations of New Zealand and Europe. In: *The biology and management of mountain ungulates*, Lovari S. Ed., Londres, Croom Helm: 154-165.
- Bell F. G. (2001). *Geologia ambientale, teoria e pratica*. Zanichelli editore, Bologna.
- Berryman A. A. (2002). Population: a central concept for ecology?. *Oikos*, 97 (3): 439-442.
- Berryman A. A. (2004). Limiting factors and population regulation. *Oikos*, 105 (3): 667-670.
- Bongiolatti N. (2004). *Viticultura*. Dispense della Fondazione Fojanini di Studi Superiori, Sondrio.
- Bonsignore G., Bravi C.E., Nangeroni G., Ragni U. (1970). *La geologia della Provincia di Sondrio*. Edizione Amministrazione Provinciale di Sondrio.
- Bonsignore G., Casati P., Crespi R., Fagnani G., Liborio G., Montrasio A., Mottana A., Ragni U., Schiavinato G., Venzo S. (1971). Note illustrative della carta geologica d'Italia, fogli 7 e 18: Pizzo Bernina e Sondrio. Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato, Direzione Generale delle Miniere, Servizio Geologico d'Italia., Nuova tecnica grafica, Roma.
- Brehm A. E. (1963). *La vita degli animali*. Curcio Editore, Roma.
- Brito D., De Viveiros Grelle C.E. (2004). Effectiveness of a reserve network for the conservation of the endemic marsupial *Micoureus travassosi* in Atlantic forest remnants in south eastern Brazil. *Biodiversity and Conservation*, 13: 2519-2536.

- Broglia A., Rosà R., Merler S., Rizzoli A., Lanfranchi P., Chemini C., Nicolini G. (2003). Il Camoscio alpino: Ecologia, Ecopatologia e Modellistica applicata. Centro di Ecologia Alpina, Trento (CD-ROM).
- Brook, B. W., M. A. Burgman, and R. Frankham (2000a). Differences and congruencies between PVA packages the importance of sex ratio for predictions of extinction risk. *Conservation Ecology* 4(1): 6. online at www.consecol.org/vol4/iss1/art6/
- Brook B.W., O'Grady J.J., Chapman A.P., Burgman M.A., Akcakaya R., Frankham R. (2000b). Predictive accuracy of population viability analysis in conservation biology. *Nature*, 404: 385-387.
- Bubenik A.B., Schwab P. (1975). Structure des populations de Chamois. La simulation et sa signification pour la regulation des effectifs. *Bull. Off. Natl. Chasse, spec. Etud. Sci. Tech.*, 1975 (3): 195-198.
- Camussi A., Moller F., Ottaviano E., Sari Gorla M. (1986). *Metodi statistici di sperimentazione biologica*. Bologna, Zanichelli.
- Capurro A.F., Gatto M., Tosi G. (1997). Delayed and inverse density dependence in a chamois population of the Italian Alps. *Ecography*, 20: 37-47.
- Casanova P., Capaccioli A., Cellini L. (1993). *Appunti di Zoologia Venatoria e Gestione della Selvaggina*. Ed. Polistampa, Firenze.
- Centro Nivometeorologico (1996). *Annale Nivometeorologico delle Montagne Lombarde*. Regione Lombardia
- Chapman A.P., Brook B.W., Clutton-Brock T.H., Grenfell B.T., Frankham R. (2001). Population Viability Analyses on a cycling population: a cautionary tale. *Biological Conservation*, 97: 61-69.
- Clauss M., Lechner-Doll M., Streich J. W. (2003). Ruminant diversification as an adaptation to the physycomechanical characteristics of forage. A revaluation of an old debate and a new hypothesis. *Oikos* 102 (2): 253-262.
- Clutton-Brock T.H. (1991). Sport and wise use of ungulate populations. *Gibier Faune Sauvage*, 8: 309-317.
- Corti R. (2002). *Le chamois et l'isard*. Paris: Off. Natl. Chasse Faune Sauvage: 36 pag. (broch. n. 18).
- Coulson T., Georgina M.M., Hudson E., Possingham H. (2001). The use and abuse of Population Viability Analysis. *Trends in Ecology and Evolution*, 16 (5): 219-221.
- Credaro V., Pirola A. (1975). *La vegetazione della provincia di Sondrio*. Edizione Amministrazione Provinciale di Sondrio e Banca Piccolo Credito Valtellinese.

- Della Marianna G., Gusmeroli F., Puccio C. (2004). Gli alpeggi della Comunità Montana Valtellina di Sondrio. Comunità Montana Valtellina di Sondrio e Fondazione di Studi Superiori "Fojanini".
- Dematteis A., Tizzani P., Meneguz P.G. (2001). Il camoscio alpino: dinamica di popolazione. In Lovari S. (ed.) *Il camoscio*, Habitat, 114: 36-44.
- Del Favero R. (a cura di) (2002). I tipi forestali della Lombardia. Assessorato all'Agricoltura della Regione Lombardia.
- Ellner S.P., Fieberg J., Ludwig D., Wilcox C. (2002). Precision of Population Viability Analysis. *Conservation Biology*, 16 (1): 258-261.
- Elmhagen B., Angerbjörn A. (2001). The applicability of metapopulation theory to large mammals. *Oikos* 94 (1): 89-100.
- Farina A. (2003). *Ecologia del paesaggio*. UTET, Torino.
- Ferloni M. (2001). *Piano Faunistico Venatorio*. Provincia di Sondrio.
- Fowler J., Cohen L. (1993). *Statistica per ornitologi e naturalisti*. Franco Muzzio Editore, Padova.
- Forsyth D.M., Clarke C.M.H. (2001). Advances in New Zealand mammology 1990-2000: Chamois. *Journal of The Royal Society of New Zealand*, 31 (1): 243-249.
- Gaillard J.-M. (1993). Analyse des recensements de chamois réalisés de 1984 a 1992 dans le Parc National des Ecrins. Villeurbanne: Univ. Lyon I-CNRS: 22 pp.
- Gaillard J.-M., Festa-Bianchet M., Yoccoz N.G. (1998). Population dynamics of large herbivores: variable recruitment with constant adult survival. *Trends Ecol. Evol.*, 13: 58-63.
- Gaillard J.-M., Festa-Bianchet M., Yoccoz N. G., Loison A., Toigo C. (2000). Temporal variation in fitness components and population dynamics of large herbivores. *Annu. Rev. Ecol. Syst.*, 31: 367-93.
- Gatto M. (1985). *Introduzione all'ecologia delle popolazioni*. Città Studi Editrice, Milano.
- Giacometti M. (2003). Cheratocongintivite infettiva. In Broglia *et al.*: *Il Camoscio alpino: Ecologia, Ecopatologia e Modellistica applicata*. Centro di Ecologia Alpina, Trento (CD-ROM).
- Ginsberg J.R., Milner-Gulland E.J. (1994). Sex-biased Harvesting and Population Dynamics: Implication for Conservation and Sustainable Use. *Conservation Biology*, 8 (1): 157-166.
- Gonzalez G., Crampe J.-P. (2001). Mortality patterns in a protected population of isards (*Rupicapra pyrenaica*). *Can. J. Zool.*, 79: 2072-2079.
- Gusmeroli F. (2004). I pascoli dell'Alta Valtellina. Comunità Montana Alta Valtellina, Comune di Livigno, Fondazione Fojanini di Studi Superiori.
- Hardenberg A., Bassano B., Peracino A., Lovari S. (2000). Male Alpine chamois occupy territories at hotspot before the mating season. *Ethology*, 106: 617-630.

- Henderson R.J., Clarke C.M.H. (1986). Physical size, condition and demography of chamois (*Rupicapra rupicapra* L.) in the Avoca River Region, Canterbury, New Zealand. N.Z.J. Zool., 13 (1): 65-73.
- Houssin H., Loison A., Gaillard J.M. (1993). Participation a la reproduction des femelles de chamois (*Rupicapra rupicapra*) en fonction de leur age dans une population alpine chassée. Gibier Faune Sauvage, 10: 39-45.
- Houssin H., Loison A., Jullien J.M., Gaillard J.M. (1994). Validite de la methode du pointage-flash pour l'estimation des effectifs de chamois (*Rupicapra rupicapra*). Gibier Faune Sauvage Game Wildl., 11: 287-298.
- Howell D.C. (1999). Fundamental statistics for the behavioural sciences. Duxbury Press.
- Lacy R.C., Borbat M., Pollak J.P. (2005). VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9.57. Brookfield, IL: Chicago Zoological Society.
- Ladini F. (1999). Il Camoscio delle Alpi. Tassotti editore, Bassano del Grappa (VI).
- Lavin S., Ruiz-Bascaran M., Marco I., Fondevilla M.D., Ramis A.J. (2000). Experimental infection of chamois (*Rupicapra pyrenaica parva*) with *Sarcoptes scabiei* derived from natural infected goats. J. Vet. Med., 47: 693-699.
- Levet M., Apollinaire J., Catusse M., Thion N. (1995). Elements demographiques, comportement spatial et dispersion d'une population d'Isard (*Rupicapra p. pyrenaica*) en phase de colonisation. Mammalia, 59 (4): 489-500.
- Loison A., Toïgo C., Appolinaire J., Michallet J. (2002). Demographic processes in colonizing populations of isard (*Rupicapra pyrenaica*) and ibex (*Capra ibex*). J. Zool. Lond., 256: 199-205.
- Lovari S. (2001). Il camoscio alpino. In Lovari S. (a cura di) Il camoscio alpino, Habitat, 109: 40-51.
- McCarthy M.A., Broome L.S. (*in press*). A method for validating stochastic models of population viability: a case study of the mountain pygmy-possum (*Burramys parvus*). Journal of Animal Ecology.
- McCarthy M.A., Possingham H.P., Day J.R., Tyre A.J. (2001). Testing the Accuracy of Population Viability Analysis. Conservation Biology, 15 (4): 1030-1038.
- Massei G., Randi E., Markov G., Genov P. (1994). Multivariate analysis of craniometrical characters in Bulgarian chamois. Hystrix It. J. Mamm., 5 (1-2): 17-29.
- Masutti L. (1992). Zoocenosi ed ecosistemi montani. Dispense del corso di Zoologia forestale, venatoria ed acquicoltura, Corso di Laurea in Scienze Forestali ed Ambientali, Università di Padova.

- Meriggi A. (2003). Basi teoriche e realizzazione pratica dell'analisi di vitalità delle popolazioni (PVA). In Primack R.B. & Carotenuto L.: Conservazione della natura. Zanichelli Editore, Bologna.
- Merli E., Meriggi A. (2000). L'utilizzo dell'analisi di vitalità delle popolazioni nella gestione della fauna selvatica. *Ecology, Ethology and Evolution (suppl.)*, 12: 1-10.
- Miller P.S., Lacy R.C. (2005). VORTEX: A Stochastic Simulation of the Extinction Process. Version 9.50 User's manual. Apple Valley, MN: Conservation Breeding Specialist Group (SSC/IUCN).
- Molinari-Jobin A., Molinari P., Loison A., Gaillard J.-M., Breitenmoser U. (2004). Life cycle period and activity of prey influence their susceptibility to predators. *Ecography*, 27 (3): 323-329.
- Morimando F., Tassoni A. (2004). Manuale di gestione faunistica del territorio. Edizioni REDA, Torino.
- Mustoni A., Pedrotti L., Zanon E., Tosi G. (2002). Gli ungulati delle Alpi: biologia, riconoscimento e gestione. Nitida Immagine Editrice, Cles, Trento.
- Mysterud A., Coulson T., Stenseth N.C. (2002). The role of males in the dynamics of ungulate populations. *Journal of Animal Ecology*, 71: 907-915.
- Nangeroni G. (1927). Osservazioni morfologiche sui dintorni del Monte Caldenno (Bassa Valtellina). Tip. Fusi, Pavia.
- Nangeroni G. (1928). La testata della Val Torreggio (Valtellina). Fratelli Fusi, Pavia.
- Nangeroni G. (1931). La morfologia dei monti della Valmalenco in rapporto alla struttura geolitologica. Estratto dal bollettino della Reale Società Geografica Italiana, 6 (8): 814-828.
- Paganin M., Meneguz P.G. (1997). La reintroduzione del Camoscio alpino (*Rupicapra rupicapra*) sull'Altopiano di Asiago: primi risultati. In: III Convegno nazionale dei biologi della selvaggina, Bologne 9-11 fevrier 1995, Spagnesi M., Toso S., Genovesi P. eds., *Ric. Biol. Selvaggina (suppl.)*, 27: 679-683.
- Parc National de la Vanoise (1983). Dynamique et comportement de populations de chamois en Vanoise. Parc Natl. Vanoise: 24 pp.
- Pedrotti L. (1989). Struttura della popolazione di camoscio (*Rupicapra rupicapra rupicapra*) delle Alpi Orobie. Tesi di Laurea in Scienze Biologiche, Università degli Studi di Milano, Anno Accademico 1988-89.
- Pedrotti L., Dupre' E., Preatoni D., Toso S. (2001). Banca Dati Ungulati: status, distribuzione, consistenza, gestione, prelievo venatorio e potenzialità delle popolazioni di Ungulati in Italia. *Biol. Cons. Fauna*, 109: 1-132.
- Pedrotti L., Tosi G. (2001). Camoscio delle Alpi. In Prigioni *et al.*, Atlante dei Mammiferi della Lombardia. Assessorato all'Agricoltura, Regione Lombardia.

- Pedrotti L., Toso S. (2002). Camoscio alpino. In Spagnesi M. e De Marinis A.M. (eds), Mammiferi d'Italia. Quad. Cons. Natura, 14, Min. Ambiente - Istit. Naz. Fauna Selvatica.
- Pelfini M., Belloni S. (1990). Climate and geomorphology in Valtellina and Val S. Giacomo. In: Alpine Landslide Practical Semina 90, 6th International Conference and Field Workshop on Landslides, Svitzerland-Austria-Italy, Aug. 31st-Sept. 12th
- Perco F. (1987). Ungulati. Carlo Lorenzini Editore, Udine.
- Pflieger R. (1982). Le Chamois, son identification et sa vie. Collection "grand gibier". Éditions Gerfaut Club, Paris.
- Pflieger R., Bauer J.J. (1986). Bilan de 10 annees de chasse du chamois vosgien. Chasse Alsace Lorraine 9: 5-11, (1ere partie).
- Ponti F. (1992). Il patrimonio camoscio. Carlo Lorenzini Editore, Udine.
- Poubelle F., Perrier J., Bantin L., Martinet O. (1989). Etude demographique de deux populations de chamois (*Rupicapra rupicapra*) dans le massif de la Vanoise (Savoie-France). Comparaison entre une population situee en zone de chassee et une population situee en zone protegee. In: Gamswildsymp.-Symp. Chamois, Ljubljana, 25/26.X.1988, Paris-Munich, C.I.C.: 395-424.
- Pöysä H., Elmberg J., Gunnarsson G., Nummi P., Sjöberg K. (2004). Ecological basis of sustainable harvesting: is the prevailing paradigm of compensatory mortality still valid?. *Oikos*, 104 (3): 612-615.
- Ramanzin M. (2001). Gli ungulati selvatici della Provincia di Belluno. Amministrazione provinciale di Belluno, Assessorato alla tutela della fauna, alle attività ittiche e venatorie.
- Ramanzin M. (2004). Dispense e appunti delle lezioni del corso di Gestione delle risorse faunistiche. Corso di Laurea Specialistica in Scienze Forestali ed Ambientali, Facoltà di Agraria, Università degli Studi di Padova, A.A. 2003/2004.
- Reed J.M., Mills L.S., Dunning J.B., Menges E.S., McKelvey K.S., Frye R., Beissinger S.R., Anstett M.-C., Miller P. (2002). Emerging issues in population viability analysis. *Conservation Biology*, 16 (1): 7-19.
- Rodgers A.R., Carr A.P. (1998a). HRE: the Home Range Extension for ArcView, Version 0.9. Centre For Northern Forest Ecosystem Research, Ontario Ministry of Natural Resources.
- Rodgers A.R., Carr A.P. (1998b). HRE: the Home Range Extension for ArcView: user's manual. Centre For Northern Forest Ecosystem Research, Ontario Ministry of Natural Resources.
- Rosà R., Rizzoli A., Pugliese A., Genchi C., Citterio C. (1997). Modelli per lo studio delle infestazioni endoparassitarie del Camoscio (*Rupicapra rupicapra* L.) del Brenta (Trentino,Italia). Report N. 12, Centro di Ecologia Alpina,Sardagna (TN).

- Rossi L. (1999). Camoscio alpino. In Bassano B, Boano G., Meneguz P.G., Mussa P.P., Rossi L.: Selvatici delle Alpi piemontesi: biologia, gestione e censimenti. Edizione Regione Piemonte e Corpo Forestale dello Stato.
- Ryser-Degiorgis M.-P., Ingold P., Tenhu H., Tebar Less A.M., Ryser A., Giacometti M. (2002). Encounters between Alpine ibex, Alpine chamois and domestic sheep in the swiss Alps. *Hystrix* 13 (1-2): 1-11.
- Salvioni M. (1999). Analisi della morfologia di tre specie di Ungulati in Ticino. Ufficio Caccia e Pesca. Dipartimento Territorio (Canton Ticino), relazione tecnica.
- Scherini G.C. (1995). Piano Faunistico Venatorio e Piano di Miglioramento ambientale della Provincia di Sondrio. Provincia di Sondrio.
- Simonetta A. M., Dessì-Fulgheri F. (a cura di) (1998). Principi e tecniche di gestione faunistico-venatoria. Ed. Greentime, Bologna.
- Sinclair (2003). Mammal population regulation, keystone processes and ecosystem dynamics. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B*, 358: 1729-1740.
- Smiraglia C. (1992). Guida ai ghiacciai e alla glaciologia. Forme, fluttuazioni, ambienti. Zanichelli Editore, Bologna.
- Soliani L. (2004). Manuale di statistica per la ricerca e la professione. Dispense online: <http://www.dsa.unipr.it/soliani/soliani.html>
- Stringham S.F., Bubenik A.B. (1975). Condition physique et taux de survie du chamois (*Rupicapra rupicapra* L.) en fonction des classes d'âge et de sexe de la population. *Bull. Off. Natl. Chasse*, 3: 199-224.
- Susmel L. (1987). Principi di Ecologia. Cleup Editore, Padova
- Thomas C.D., Kunin W.E. (1999). The spatial structure of populations. *Journal of Animal Ecology*, 68: 647-657.
- Toïgo C., Gaillard J.-M. (2003). Cause of sex-biased adult survival in ungulates: sexual size dimorphism, mating tactics or environmental harshness?. *Oikos*, 101 (2): 376-384.
- Tosi G., Perco F. (1982). Camoscio. In: Pavan M. e Beretti Boera M. (eds), *Biologia e distribuzione di 22 specie di Mammiferi in Italia*, C.N.R., Roma: 177-182.
- Tosi G., Toso S. (1992). Indicazioni generali per la gestione degli ungulati. INFS, Doc. Tec. 11.
- Tosi G., Pedrotti L., Monaco A., Scherini G.C. (1996). Progetto camoscio Monte Baldo. Settore tutela faunistico ambientale, Provincia di Verona.
- Tosi G., Martinoli A., Preatoni D., Cerabolini B., Vigorita V. (2003). Foreste e biodiversità faunistica in Lombardia. Assessorato all'Agricoltura, Regione Lombardia.
- Turchin P. (2001). Does population ecology have general laws?. *Oikos*, 94 (1): 17-26.
- Von Elsner (1985). What is good chamois habitat?. *Ecology and Behaviour*, chapter 7: 70-76.

- Weber E. (2001). Le Chamois et l'Isard (identification, moeurs, sexualité, maladies, réintroduction...). Ed. Delachaux et Niestlé, Lausanne (Swiss).
- Wehner R., Gehring W. (1994). Zoologia. Zanichelli Editore, Bologna.
- White T. C. R. (2004). Limitation of population by weather-driven changes in food: a challenge to density-dependent regulation. *Oikos*, 105: 664-666.
- White G.C., Winkelman D.L. (2005). Wildlife Population Dynamics. On-line lecture at http://www.warnercnr.colostate.edu/class_info/fw662/
- Wilson E.O., Bossert W.H. (1974). Introduzione alla biologia delle popolazioni. Piccin Editore, Padova.