

## Il monitoraggio dello stambecco alpino nel Parco Nazionale Gran Paradiso: dai modelli deterministici a quelli integrati

Achaz von Hardenberg<sup>1,2</sup>, Rachel McCrea<sup>2</sup>, Bruno Bassano<sup>1</sup>, Stefano Grignolio<sup>4</sup>,  
Antonello Provenzale<sup>3</sup> & Byron J.T. Morgan<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro Studi Fauna Alpina, Parco Nazionale Gran Paradiso, Italia

<sup>2</sup> National Centre for Statistical Ecology, School of Mathematics, Actuarial Science  
and Statistics, University of Kent, Canterbury, UK

<sup>3</sup> Istituto per le Scienze dell'Atmosfera e del Clima ISAC-CNR, Torino, Italia

<sup>4</sup> Dipartimento di Zoologia e Genetica Evoluzionistica, Università di Sassari, Italia  
*fauna@pngp.it*

I censimenti esaustivi di stambecco alpino, condotti nel Parco Nazionale Gran Paradiso (PNGP) da più di 50 anni, offrono un'occasione unica di analizzare in dettaglio la dinamica di popolazione di un erbivoro a vita libera in assenza di attività venatoria e per studiare l'impatto della variabilità nei parametri demografici. Mediante l'utilizzo di modelli deterministici è stato possibile dimostrare come fino alla metà degli anni '80 la dinamica di popolazione di stambecco alpino nel PNGP è stata guidata dall'interazione fra la quantità di neve caduta in inverno e la densità. Tali fattori hanno fatto oscillare la popolazione attorno a una media di circa 3300 stambecchi. Il calo della nevosità media invernale registrato negli ultimi 25 anni ha invece portato a un forte aumento della popolazione dal 1985 fino al 1993 quando la popolazione del PNGP ha raggiunto la cifra record di quasi 5000 individui. Successivamente però la popolazione ha incominciato nuovamente a calare fino ai 2435 stambecchi contati durante l'ultimo censimento di settembre 2010. Questo calo della popolazione (del 53% dal 1993 ad oggi), è maggiore di quanto previsto dai modelli. Nonostante gli inverni più miti a partire dalla metà degli anni '80, mentre aumentava la sopravvivenza degli individui adulti, la sopravvivenza invernale dei capretti è fortemente diminuita passando da un valore medio del 58 % (percentuale di capretti che arrivano al primo anno di vita negli anni 1981-1990) a una media del 36 % negli ultimi 10 anni. Questo forte calo nella sopravvivenza dei capretti può da solo spiegare, in buona parte, il crollo della popolazione registrato dal 1993 a oggi. I modelli deterministici utilizzati fino ad ora per studiare la dinamica di popolazione di stambecco alpino nel PNGP sfruttano le serie temporali dei conteggi per stimare i parametri demografici della popolazione. In questo lavoro presentiamo l'applicazione di un nuovo approccio modellistico basato sull'integrazione dei dati di censimento con informazioni sulla life history individuale (sopravvivenza e fecondità) ottenute da dati di cattura-marcatura-riosservazione e osservazioni sulla fecondità di singole femmine raccolti su soggetti marcati individualmente negli ultimi 20 anni. Alla base di questo approccio vi è uno *state-space model* dove la dimensione della popolazione (reale ma non nota) è modellata come un processo di stato legato ai conteggi osservati da un processo delle osservazioni. In questa maniera è possibile scindere la variabilità demografica dalla variabilità dovuta all'errore di misura nei conteggi. I dati demografici individuali vengono dunque integrati con il modello di popolazione formando e massimizzando una funzione di *joint-likelihood*, in cui diverse componenti corrispondono a diverse fonti d'informazione che condividono processi comuni. L'integrazione di fonti di dati diverse in un unico modello di popolazione permette di ottenere stime più precise dei parametri demografici e di stimare parametri non misurati direttamente. Fra i risultati preliminari ottenuti grazie a questo modello mostriamo come è stato possibile stimare le variazioni nella sopravvivenza con l'età dal 1956 ad oggi nella popolazione di Stambecco alpino nel PNGP e analizzare le modificazioni nella struttura di età.