

# L'AMBIENTE GLACIALE E PERIGLACIALE DEI SABBIONI (HOHSAND) FORMAZZA





# L'AMBIENTE GLACIALE E PERIGLACIALE DEI SABBIONI (HOHSAND)

---

FORMAZZA

# L'AREA GLACIALE E PERIGLACIALE DEI SABBIONI (HOHSAND) - FORMAZZA

## COORDINAMENTO REDAZIONALE

Enrico Rivella - Ambiente e Natura, Arpa Piemonte

Cristina Converso, Pina Nappi - Area Tecnica, Arpa Piemonte

Con la collaborazione di

Clara Bertino

Elisa Bianchi, Roberta Meotto - Comunicazione istituzionale, Arpa Piemonte

## AUTORI

### INTRODUZIONE

Enrico Rivella - Arpa Piemonte

Roberto Dellavedova

### INQUADRAMENTO CLIMATICO

Barbara Cagnazzi, Salvatore Martorina, Luca Tommasone - Arpa Piemonte

### INQUADRAMENTO GEOLOGICO E PEDOCLIMATICO

Roberto Dellavedova

Chiara Cappelletti, Michele Freppaz - DiVaPRA - Chimica Agraria e Pedologia - LNSA, NatRisk - Università degli Studi di Torino

### EVOLUZIONE DEL GHIACCIAIO DEL SABBIONE E LA SUA EVOLUZIONE NEL TEMPO

Roberto Dellavedova

Andrea Tamburini - Imageo srl

### PERMAFROST E FORME PERIGLACIALI ALLE FALDE DEL CORNO DI BAN

Luca Paro - Arpa Piemonte

### FLORA E PIANTE VASCOLARI PROTETTE O DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO

Roberto Dellavedova

### HABITAT

Roberto Dellavedova

### LE COMUNITÀ DI PEDOFAUNA E DI VEGETAZIONE DEI SUOLI PERIGLACIALI

Andrea Bertola, Enrico Rivella - Arpa Piemonte

Giorgio Buffa - Dipartimento di Biologia Vegetale, Università degli Studi di Torino

## FOTOGRAFIE

Archivio Arpa Piemonte

Archivio Università degli Studi di Torino

Ideazione, progetto grafico e stampa: Tipografia Bolongaro snc - Baveno (VB) - [www.bolongaro.it](http://www.bolongaro.it)

Finito di stampare nel mese di febbraio 2012

ISBN 978-88-7479-106-4

© 2012, Arpa Piemonte

Via Plo VII, 9 – 10135 Torino – Italia

[www.arpa.piemonte.it](http://www.arpa.piemonte.it)

Pubblicazione realizzata nell'ambito del Programma Interreg di cooperazione transfrontaliera Italia-Svizzera 2007-2013. Progetto Biodiversità: una ricchezza da conservare

Responsabile progetto: Paola Balocco, Arpa Piemonte

*Si ringrazia Aldo Antonietti per le preziose informazioni fornite durante i sopralluoghi*

# INDICE

## L'AREA GLACIALE E PERIGLACIALE DEI SABBIONI (HOHSAND) - FORMAZZA

1.	INTRODUZIONE.....	5
2.	INQUADRAMENTO CLIMATICO DELLA ZONA GLACIALE DEI SABBIONI.....	9
3.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO E PEDOCлимATICO.....	13
4.	IL GHIACCIAIO SETTENTRIONALE DEL SABBIONE E LA SUA EVOLUZIONE NEL TEMPO.....	17
	Indagini glaciologiche sul ghiacciaio del sabbione.....	20
5.	AMBIENTE PERIGLACIALE, PROCESSI CRITICI E PERMAFROST NELL'AREA DEL LAGO DEL SABBIONE.....	23
6.	STUDIO DELLA COMUNITÀ DI PEDOFAUNA E DELLA VEGETAZIONE.....	27
7.	FLORA PROTETTA O DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO.....	31
	6150 Formazioni erbose boreo-alpine silicee ( <i>Siliceous alpine and boreal grasslands</i> ).....	35
	6170 Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine ( <i>Alpine and subalpine calcareous grasslands</i> ).....	36
	7240 Formazioni pioniere alpine del <i>Caricion bicoloris-atrofuscae</i> ( <i>Alpine pioneer formations of Caricion bicoloris-atrofuscae</i> ).....	38
	8120 Ghiaioni calcarei e scisto-calcarei montani e alpini ( <i>thlaspietea rotundifolii</i> ).....	39
	8340 ghiacciai permanenti.....	41
	BIBLIOGRAFIA.....	47
	SITOGRAFIA.....	49
	ALLEGATI.....	50



# INTRODUZIONE



Nel contesto delle Alpi Lepontine e della Val Formazza, il settore più interno e continentale della Valle d'Ossola, si inserisce la valle incisa dal Rio Sabbione (Hohsand), contraddistinta dalla cima più elevata dell'alta Ossola, il Blinnenhorn o Corno Cieco (3.374 m s.l.m.).

L'esposizione prevalente a nord-est, i venti e le perturbazioni che giungono dalle vicine Alpi Bernesi, sede dei più grandi ghiacciai alpini, predispongono la valle ad una forte attività glaciale, che ha il suo epicentro sui versanti settentrionali a monte della diga artificiale del Sabbione (2.463 m s.l.m.) tra la Punta d'Arbola ed il Blinnenhorn.

Alle fiumane di ghiaccio che ne ricoprono i fianchi si aggiungeva non molti anni fa, sullo spartiacque con il Vallese, la trasfluenza del grande ghiacciaio del Gries in territorio svizzero. Altri ghiacciai minori si estendevano a cavallo tra la Valle del Sabbione e la Val Vannino.

Il regresso dei ghiacciai negli ultimi due decenni, con l'emersione del ghiacciaio meridionale del Sabbione, dalle acque del lago e la quasi scomparsa dei ghiacciai di dimensioni e quote minori, rendono questa area di grande interesse per lo studio degli effetti del cambiamento climatico in atto sul glacialismo e sulle forme di vita ad esso associate. La presenza del ghiaccio, del bacino idroelettrico della Val Formazza (Lago del Sabbione), insieme alla complessa morfologia hanno impedito il pascolamento delle coltri erbacee e il limitato accesso (l'area è solo raggiungibile a piedi, tramite il sentiero che parte dal lago artificiale di Morasco) ha consentito l'ottimo stato di conservazione della vegetazione.

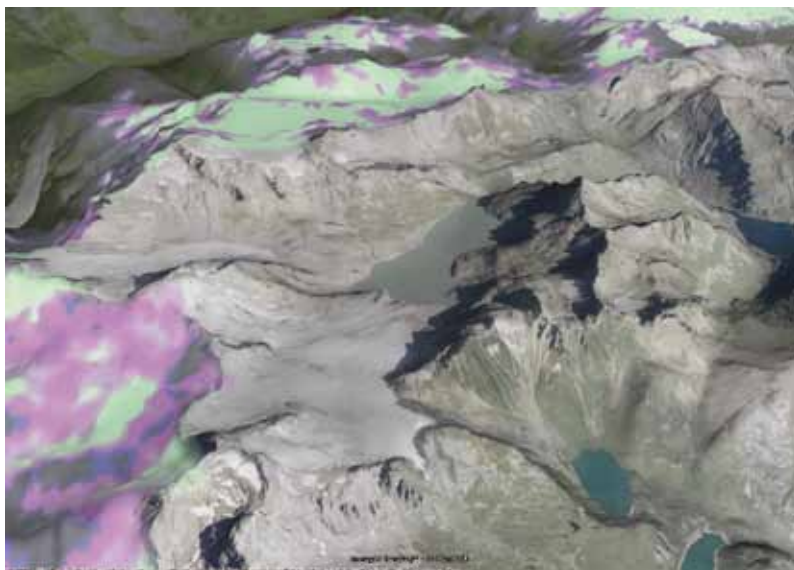
La presenza di specie di elevato interesse botanico ha meritato a questa valle, assieme ai limitrofi territori del Bacino dell'alto Toce, a monte della Cascata (di cui fanno parte il vallone di Nefelgiù, i pascoli rupicoli da Bättelmatt al Passo del Gries, la Val Toggia, il Lago Castel e

**Foto 1 - Lago del Sabbione**



il Lago Nero), l'inserimento nelle *Aree di Importanza Botanica* che sono aree segnalate nell'ambito dell'omonimo progetto internazionale IPA e nelle Aree di interesse per la flora e la vegetazione nell'ambito del progetto "Parchi in Rete Aree importanti per la

**Foto 2 - Immagine in 3D del Bacino del Sabbione - Formazza (VB)**



Fonte: Arpa Piemonte

biodiversità, definizione di una Rete Ecologica nel Verbano Cusio Ossola basata su Parchi, Riserve e Siti Rete Natura 2000”.

Per fornire un quadro descrittivo della biodiversità vegetale dell'intera area, con il supporto del botanico Roberto Dellavedova è stata esaminata, nell'ambito del progetto

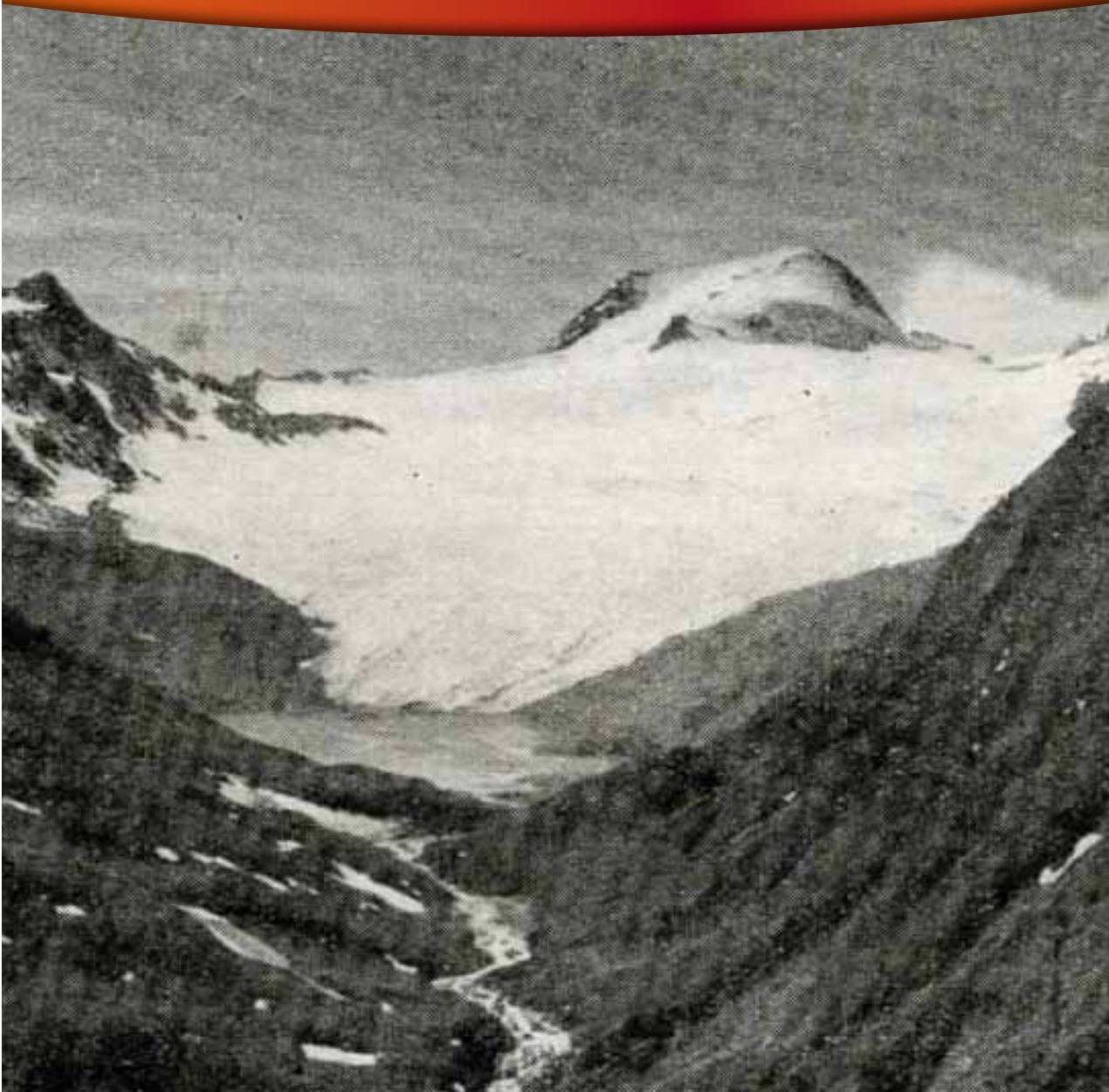
trasfrontaliero Italia-Svizzera “Biodiversità: una ricchezza da conservare”, una porzione del territorio della valle compresa tra il ghiacciaio settentrionale dell'Hohsand, la porzione superiore in sinistra idrografica del bacino del lago artificiale del Sabbione, e il versante meridionale del Corno Cieco o Blinnenhorn. Ulteriori approfondimenti si sono svolti nell'area a monte del Rifugio Mores, sulle falde del Banhorn o Corno di Ban (3028 m s.l.m.) in corrispondenza del Piano dei Camosci e sul fronte glaciale del ghiacciaio settentrionale dell'Hohsand.

Queste attività assieme a quelle di rilievo meteorologico al Pian dei Camosci ed alle indagini glaciologiche svolte dal Comitato Glaciologico italiano, oltre a contribuire alla conoscenza di un patrimonio naturale incontaminato, potranno negli anni futuri, se le indagini proseguiranno, fare di quest'area un laboratorio a cielo aperto per gli studi sul rapporto tra clima alpino e biodiversità.





# INQUADRAMENTO CLIMATICO DELLA ZONA GLACIALE DEI SABBIONI



## 2

## INQUADRAMENTO CLIMATICO DELLA ZONA GLACIALE DEI SABBIONI

I dati giornalieri di temperatura dell'aria minima e massima, altezza della neve al suolo, altezza della neve fresca, e della quantità di precipitazione, sono misurati dalla stazione meteorologica della rete meteorologica di Arpa Piemonte di Formazza - Pian dei Camosci

**Foto 3 - Stazione meteorologica Arpa localizzata a Formazza - Pian dei Camosci**



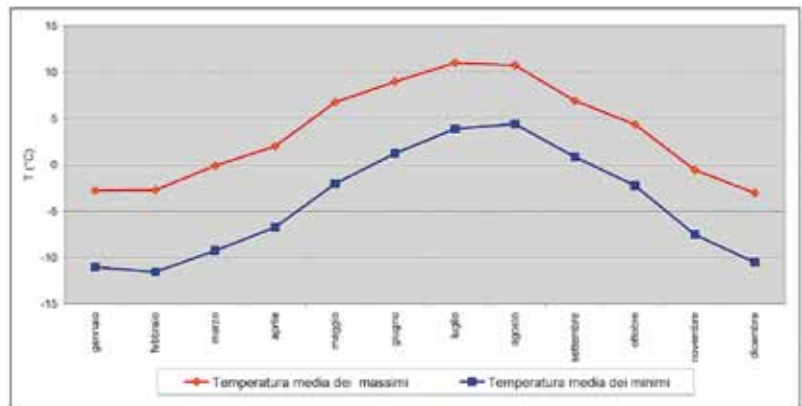
teorologica della rete meteorologica di Arpa Piemonte di Formazza - Pian dei Camosci (Figura 1), in funzione dal 1988, situata a 2453 metri di quota, nella piana adiacente il Rifugio "Città di Busto".

Nel periodo 1988-2011, le temperature medie dei massimi variano da  $-2,8^{\circ}\text{C}$  a gennaio a  $11^{\circ}\text{C}$  a luglio, mentre le medie dei minimi da  $-11,6^{\circ}\text{C}$  a febbraio a  $4,4^{\circ}\text{C}$  ad agosto (Figura 1).

Gli estremi termici del periodo sono rappresentati da  $-28,3^{\circ}\text{C}$  il 7 febbraio 1991 e  $19,4^{\circ}\text{C}$  il 9 agosto 1998. Il numero di giorni di gelo medio annuo è 273, con un minimo di 246 nel 2003 e un massimo di 316 nel 1996. La distribuzione mensile delle precipitazioni mostra un minimo durante i mesi invernali ed un massimo tra maggio e ottobre. Durante il periodo 1989-2011 i mesi più piovosi sono stati il settembre del 1993 con 482 mm di precipitazione cumulata, ottobre 2000 con 480 mm, e giugno 1997 con 348 mm.

Per quanto riguarda le misure di spessore del manto nevoso (Hs), nel periodo 1990-2011, i massimi della serie storica sono concentrati nell'inverno e nella primavera del 2009,

**Figura 1 - Andamento delle temperature medie dei massimi e medie dei minimi a Pian dei Camosci - Formazza (VB) nel periodo 1988 - 2011**



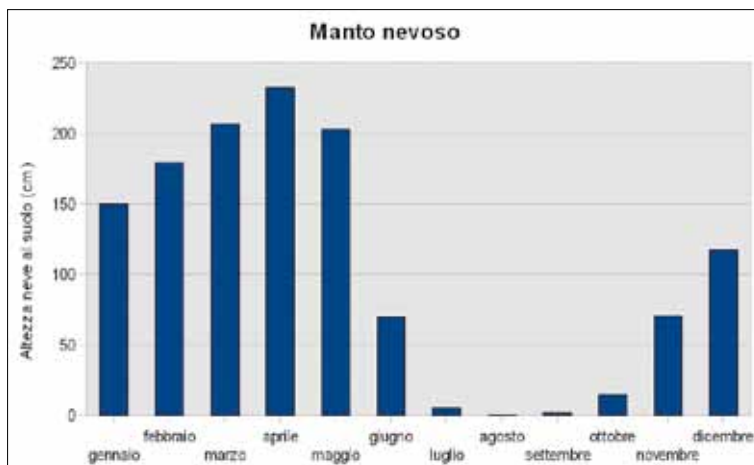
Fonte: Arpa Piemonte

tra febbraio ed inizio maggio: in particolare si è registrata una  $H_s = 457$  cm il 29 aprile 2009. Altri periodi con elevati spessori della neve sono stati: novembre 2002, aprile 1999, aprile 1995, ed aprile 1994, con valori di  $H_s$  di circa 350 cm. I giorni con suolo coperto da neve (quindi con  $H_s > 0$  cm) sono stati mediamente 225 all'anno.

Per quanto riguarda invece il periodo di misure 2000-2011, per cui è disponibile l'altezza della neve fresca giornaliera, il massimo di precipitazione nevosa sulle 24 ore si è avuto il 15 novembre 2002 con  $H_n = 128$  cm; nello stesso periodo i giorni nevosi (con  $H_n \geq 1$  cm) sono stati mediamente 68 all'anno. Il manto nevoso al suolo si mantiene da ottobre a giugno, con un massimo ad aprile di 232 cm.

Il regime nivometrico presenta un massimo di precipitazioni nevose a novembre (157 cm cumulati mediamente) e uno secondario a marzo (Figura 2).

**Figura 2 - Andamento medio dello spessore del manto nevoso nel periodo 1990-2011**



Fonte: Arpa Piemonte



# INQUADRAMENTO GEOLOGICO E PEDOCLIMATICO

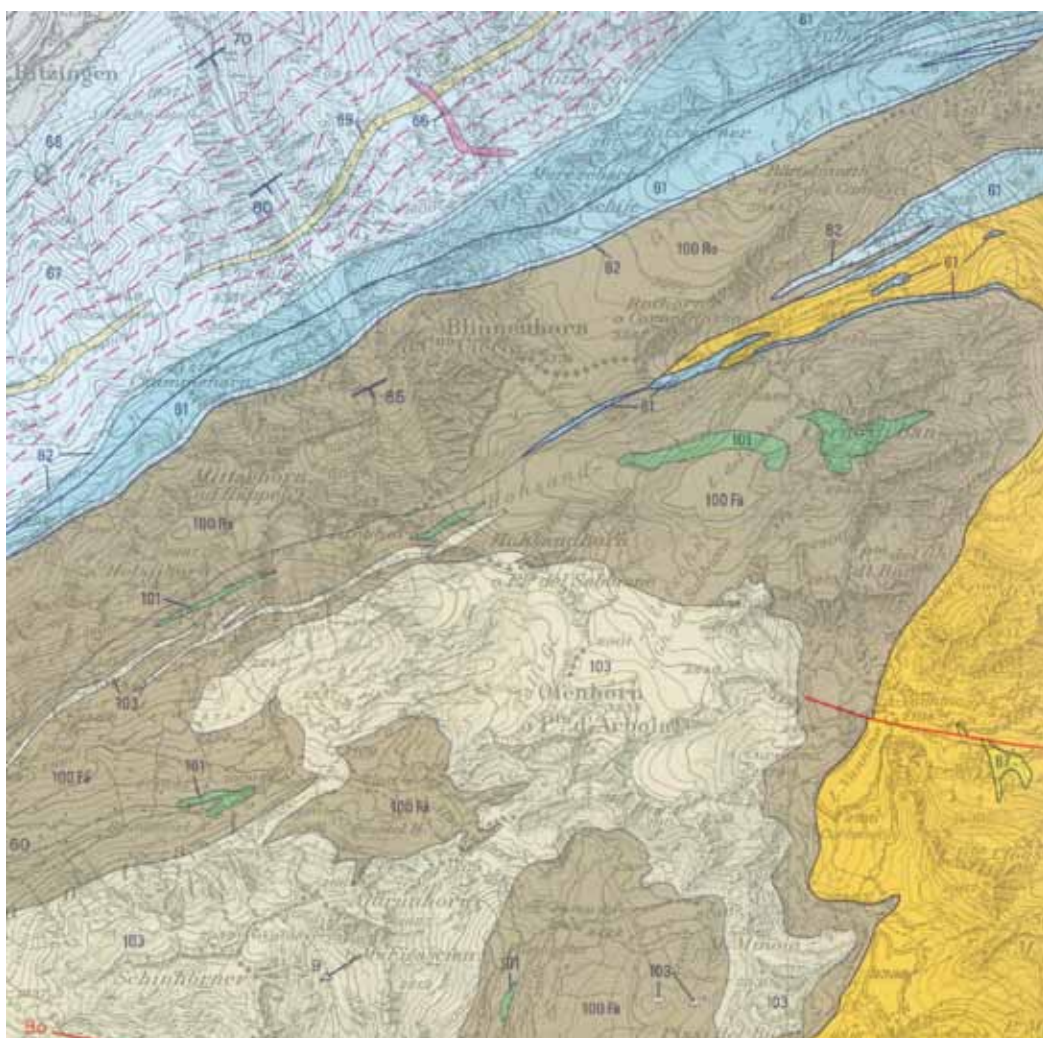


## 3

## INQUADRAMENTO GEOLOGICO E PEDOCLIMATICO

In generale la struttura e la litologia della Val Formazza è quasi rappresentata da calcescisti biotitici ed anfibolitici intercalati da un'ampia fascia di quarziti gneissiche disposte tra la Punta Clogstafel (2.967 m s.l.m.) ed il Passo S. Giacomo (2.313 m s.l.m.), e da sottili strati di calcari triassici e di scisti micaceo filladici. I versanti della porzione inferiore della Val Formazza, inclusa la Punta d'Arbola, sono invece costituiti da granito pretriassico. Nel dettaglio, il substrato geologico dell'area del Sabbione è rappresentato dalle serie dei Scisti Grigioni con calcofilliti; nella parte meridionale dell'area, in corrispondenza della Punta dell'Arbola, il sub-

**Figura 3 - Stralcio della Carta Tettonica Svizzera (1999)**



*Nell'area sono presenti rocce carbonatiche (61), dolomie (62), scisti grigioni (100), metabasiti e serpentiniti (101) e gneiss (103).*

strato roccioso è rappresentato da Gneiss a due miche p.p. gneiss “occhiadini”; le falde del Corno di Ban presentano affioramenti di Scisti con granati intercalati a Prasiniti, appartenenti alla serie dei Scisti verdi del Mesozoico, e rocce dolomitiche; le Prasiniti sono osservabili anche sui versanti meridionali del Rothorn o Corno Rosso (3.289 m s.l.m.).

Dal Lago Sabbione al Piano dei Camosci affiorano invece calcari cristallini p.p. dolomitici. L'area si presenta complessivamente di natura basica con coperture di materiale morenico quaternario. Ed è in questo settore pianeggiante in quota, caratteristico per la sua particolare morfologia, che ad una quota di 2.480 m s.l.m., si trova un affioramento di rocce calcaree su cui vi si sviluppano suoli calcarei d'alta quota, che nel territorio piemontese sono maggiormente diffusi nel Torinese (media e alta Valle Susa, Val Chisone, Val Troncea) e nel Cuneese (Alte Valli Varaita, Maira e Grana).

**Foto 4 - Suolo calcareo in valletta nivale**



Coordinate: 450865 5142671 Altitudine: 2.480 m s.l.m. La morfologia del sito, e la maggiore copertura nevosa durante il periodo invernale concorrono a favorire lo sviluppo della coltre pedologica ed un notevole arricchimento di sostanza organica (colore bruno olivastro), mentre a maggiore profondità è evidente l'accumulo di basi che rendono il suolo decisamente più alcalino (pH=8,2) rispetto alla superficie.





# IL GHIACCIAIO SETTENTRIONALE DEL SABBIONE E LA SUA EVOLUZIONE NEL TEMPO



## IL GHIACCIAIO SETTENTRIONALE DEL SABBIONE E LA SUA EVOLUZIONE NEL TEMPO

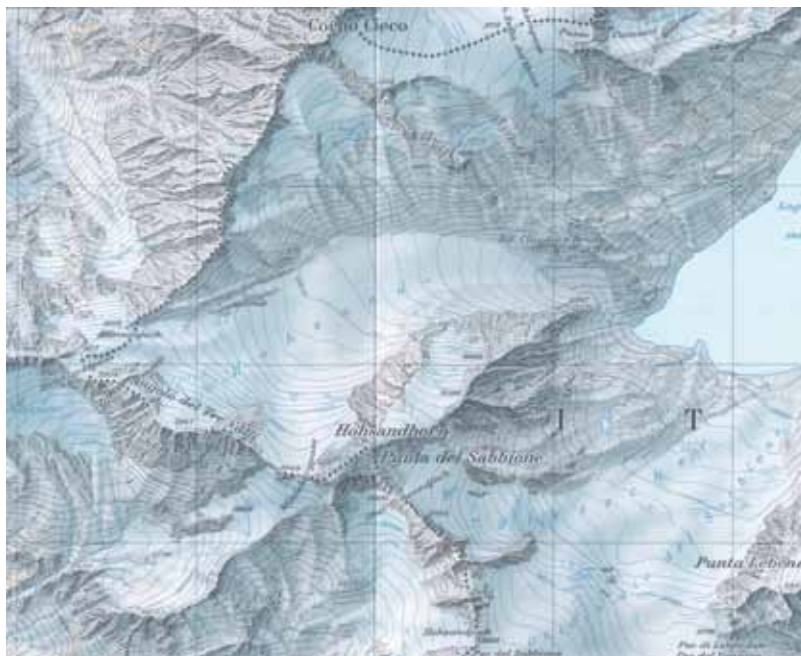
Il ghiacciaio Hohsand settentrionale, è circondato per due terzi da cime rocciose, al cui centro si eleva la Punta del Sabbione o dell'Hohsandhorn (3.182 m s.l.m.). Da essa si diparte in direzione nord-est un contrafforte che la separa dal Ghiacciaio del Sabbione (o Hohsand meridionale), esso ha un bacino collettore molto ampio, che in ordine di estensione è il secondo dell'Alto Toce. La colata di alimentazione principale ridiscende dall'Angolo delle Tre Valli, ad essa confluiva un tempo, dalle alte scarpate laterali della Punta del Sabbione, una lingua minore che scendeva ripida e crepacciata. Le lingue glaciali sono lateralmente e frontalmente affiancate da morene. La fronte glaciale raggiunge ora la quota di circa 2.550 metri.

**Foto 5 - Ghiacciaio settentrionale del Sabbione (Hohsand)**



Nella "Geologische Karte der Simplon - Gruppe" (Figura 5) il ghiacciaio settentrionale era associato a quello del Sabbione meridionale, come un unico grande ghiacciaio, con la fronte glaciale che si spingeva fino alla stretta rocciosa, oggi sede della diga, pressappoco a 2.400 m s.l.m., senza mostrare morene frontali. Come avvenuto per gli altri ghiacciai alpini, è ipotizzabile che un ultimo massimo di espansione si sarebbe verificato nel primo ventennio del XX secolo. Negli anni successivi sono disponibili documentazioni che testimoniano una costante contrazione che, a partire del 1953, subisce una forte accelerazione in concomitanza con la realizzazione dell'invaso artificiale. A questa conclusione giungono Mazza e Mercalli (1991)

**Figura 4 - Ghiacciaio dell'Hohsand dalla Carta Nazionale Svizzera - anno 2001**



che, basandosi su documentazione fotografica, cartografica e confrontando i risultati delle loro osservazioni dirette con quelli provenienti dal vicino ghiacciaio di Gries (Vallese, Svizzera), anch'esso con fronte immersa in un bacino artificiale, stabiliscono come l'arretramento del ghiacciaio

sia stato condizionato dalla sommersione del ghiacciaio nelle acque del bacino artificiale del Sabbione.

Come conseguenza della sommersione della zona frontale, negli anni immediatamente successivi, si verificarono continui distacchi degli estremi frontali (calving). Dal confronto con la documentazione fotografica e cartografica, per il periodo compreso tra il 1923 ed il 1987, Mazza e Mercalli (1991) stimano un arretramento compreso tra i 1.440 m e 1.480 m; mentre la contrazione complessiva, tra il 1885 e il 1987, è pari a

**Figura 5 - Stralcio della Carta Geologica del Gruppo del Sempione - anno 1898**



**Foto 6 - Ghiacciaio dell'Hosand - anno 1940**



Fotografia del Ghiacciaio dell'Hosand scattata nel 1940 da Pracchi. Tratta da: Pracchi, 1941

circa 1.600 m corrispondente al 37% circa della lunghezza iniziale. Gli autori evidenziano inoltre che il ghiacciaio, inteso come riserva idrica, ha subito una considerevole riduzione di volume, stimata attorno al 50% di quello iniziale. In conseguenza della fusione quasi totale dell'area glaciale precedentemente sommersa, che ha reso disponibili circa 18

milioni di m<sup>3</sup> di acqua, il bacino artificiale può essere passato dunque da una capacità di 26 milioni di m<sup>3</sup> iniziali ai circa 44 milioni raggiunti nella seconda metà degli anni '80.

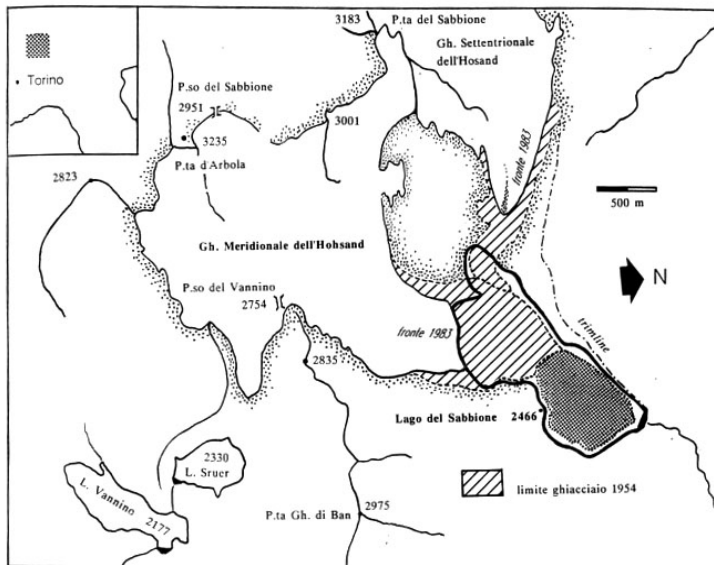
## Indagini glaciologiche sul Ghiacciaio del Sabbione

Alla fine del mese di luglio 2011, nell'ambito di un corso di Indagini Glaciologiche organizzato da Imageo Srl di Torino e dalla Società Meteorologica Italiana di Bussoleno, con il patrocinio del Comitato Glaciologico Italiano e di Enel SpA, è stata effettuata una serie di indagini sul Ghiacciaio del Sabbione finalizzate ad acquisire nuovi dati sulla sua dinamica e consistenza volumetrica.

In particolare sono stati effettuati:

- rilievi con tecnica GPS (*Global Positioning System*) della superficie glaciale per ricostruirne la topografia;
- rilievi con tecnica GPR (*Ground Penetrating Radar*) per misurare lo spessore del ghiaccio lungo una decina di profili trasversali al ghiacciaio. Sono state inoltre installate 4 paline ablatometriche per stabilire una serie

**Figura 6 - Ritiro dei Ghiacciai dell'Hosand ricavato dal confronto di aerofotografie del 1954 e del 1983**

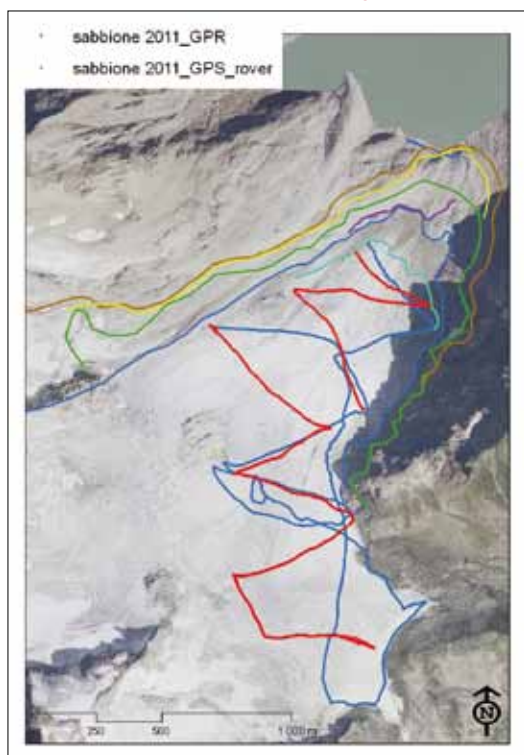


di punti di misura dell'ablazione e dello spostamento superficiale del ghiacciaio, allo scopo di monitorarne la dinamica e integrare i dati disponibili sulle variazioni della posizione frontale del ghiacciaio, rilevati annualmente dal Comitato Glaciologico Italiano (operatore Paolo Valisa). Si tratta di una prima campagna di indagini che ha caratterizzato la porzione medio-bassa del ghiacciaio, che sarà estesa negli anni futuri a tutto il ghiacciaio.

**Foto 7 - Un operatore si muove sulla superficie del Ghiacciaio del Sabbione con un ricevitore GPS, che consente il rilievo della traiettoria seguita con precisione centimetrica**



**Figura 7 - Andamento delle tracce GPS e dei profili GPR rilevati nel mese di luglio 2011**



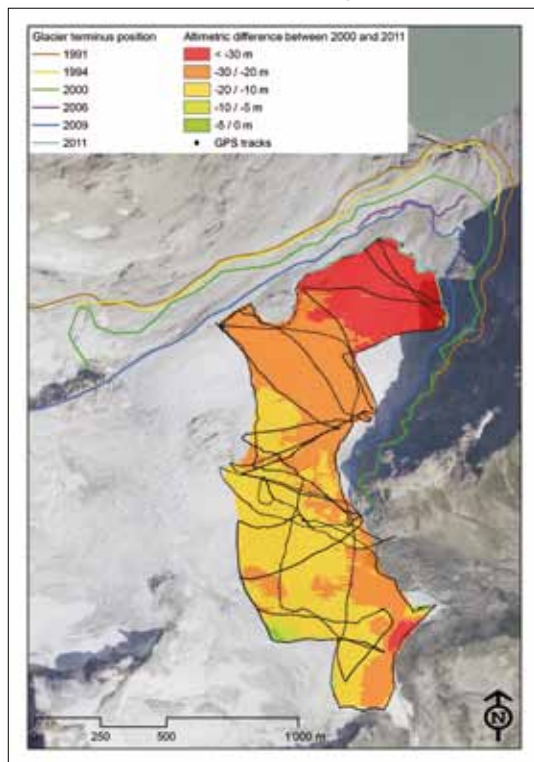
Tracce GPS (linee blu) e profili GPR (linee rosse). Le altre linee colorate rappresentano il limite della lingua glaciale desunto dall'esame delle foto aeree disponibili a partire dal 1991 (linea marrone). In verde chiaro la posizione attuale della fronte glaciale, rilevata il 29 luglio 2011.

Le traiettorie seguite nel corso dei rilievi sono rappresentate in figura 7, assieme alle posizioni dei profili GPR ed all'andamento del limite della lingua glaciale a partire dal 1991, desunto da foto aeree. Nel corso dell'indagine è stata rilevata con tecnica GPS anche la posizione attuale della fronte glaciale.

A partire dai dati rilevati è stato costruito un modello digitale di elevazione (DEM) della porzione di superficie glaciale indagata con cui è stato possibile determinare le variazioni altimetriche della superficie glaciale nell'intervallo temporale 2000-2011. La mappa della distribuzione delle variazioni di spessore del ghiaccio nell'intervallo temporale considerato mostra perdite di spessore di ordine da metrico a decametrico, con valori massimi superiori a 30 metri nella zona frontale.

I rilievi GPR consentono di determinare

**Figura 8 - Variazioni di quota della superficie glaciale nel settore investigato**



Variazioni di quota della superficie glaciale, ottenute dalla sottrazione tra i modelli digitali di elevazione (DEM) della superficie glaciale, relativi rispettivamente al 2000 e al 2011. Nella zona frontale si osservano riduzioni di spessore superiori ai 30 metri.

lo spessore glaciale, di definire la morfologia del letto glaciale e di individuare le discontinuità presenti nel ghiaccio (crepacci, cavità).

Nella parte medio-alta del ghiacciaio sono stati riscontrati spessori massimi dell'ordine della sessantina di metri. Con le paline ablatometriche è stata misurata una perdita di ghiaccio complessiva variabile tra 199 cm (Palina 4) e 252 cm (Palina 1), corrispondenti ad un tasso di ablazione media variabile tra 4.1 e 5.3 cm/giorno.

**Foto 8 - Rilievi GPR per la misura dello spessore del ghiaccio**



Il primo operatore porta l'unità di acquisizione radar mentre l'ultimo trascina l'antenna a contatto con il ghiaccio. Quest'ultimo porta anche un ricevitore GPS che consente di posizionare in continuo l'antenna e quindi attribuire ad ogni misura di spessore del ghiaccio le coordinate e la quota del punto in cui la misura è stata effettuata.

AMBIENTE PERIGLACIALE,  
PROCESSI CRIOTICI E  
PERMAFROST NELL'AREA  
DEL LAGO DEL SABBIONE

**Rock glacier**





## AMBIENTE PERIGLACIALE, PROCESSI CRIOTICI E PERMAFROST NELL'AREA DEL LAGO DEL SABBIONE

I dati sull'ambiente periglaciale dell'area del Lago del Sabbione derivano dalle attività condotte nell'ambito sia del progetto PermaNet, sia del servizio istituzionale di Arpa Piemonte sul monitoraggio del permafrost. Arpa Piemonte ha avviato negli ultimi anni un'indagine con l'obiettivo di migliorare le conoscenze sulle caratteristiche e sulla distribuzione del permafrost nelle Alpi piemontesi, fino a poco tempo fa del tutto frammentarie e lacunose.

Il permafrost (contrazione dei termini inglesi *permanently frozen ground*) si definisce come il terreno o la roccia che rimane al di sotto della temperatura di 0 °C per più di due anni consecutivi. Il materiale può essere secco o può contenere acqua allo stato liquido, anche se le temperature sono < 0 °C (ad es. a causa di sali disciolti o di falde in pressione che abbassano la temperatura di congelamento). Gli ambienti con permafrost sono tra quelli in cui gli effetti del riscaldamento globale si manifestano probabilmente in modo più intenso. Tali alterazioni producono significativi impatti sia sugli equilibri naturali (ad es. modificazioni nel ciclo del carbonio e nel ciclo dell'acqua), sia sulle attività umane in ambiente montano (instabilità dei versanti con danni alle infrastrutture, perturbazione dei circuiti idrogeologici, ecc.). Il permafrost è considerato quindi un indicatore privilegiato del cambiamento climatico: la conoscenza della sua distribuzione e delle sue caratteristiche costituisce la base di un programma di monitoraggio sia per valutarne l'evoluzione, sia per la conoscenza del cambiamento climatico e dei suoi effetti a livello locale.

Nel bacino del Lago del Sabbione le aree glacializzate, riferibili principalmente agli apparati del

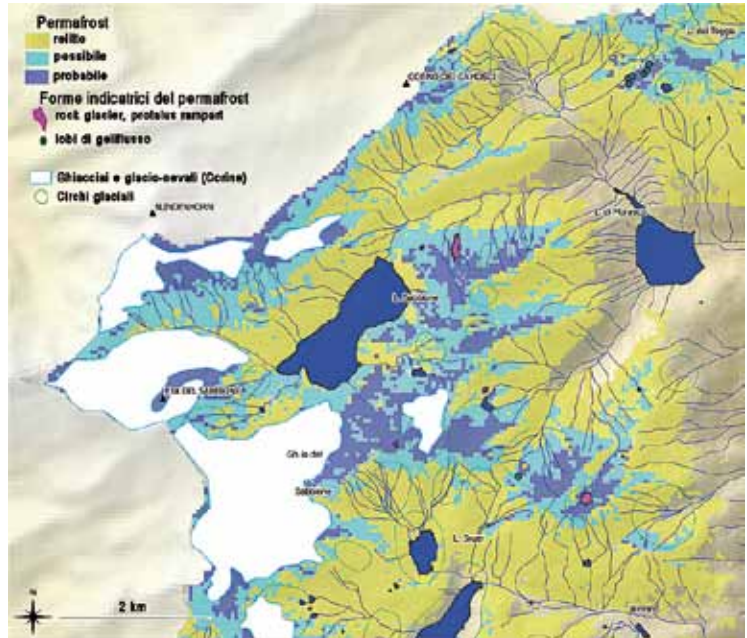
**Foto 9 - L'area del rock-glacier e dei lobi di geliflusso presso il rifugio Mores**



ghiacciai del Sabbione, dei Camosci e del Blindenhorn, sono piuttosto estese, benché negli ultimi anni si sia assistito ad una loro importante riduzione (vedi paragrafo relativo all'evoluzione del Ghiacciaio del Sabbione). Nelle aree con copertura glaciale di tipo

temperato, normalmente il permafrost non è presente. Infatti, in questo tipo di ghiacciai, la base presenta una temperatura superiore agli 0°C e vi è circolazione di acqua allo stato liquido; questi due fattori consentono peraltro lo scorrimento della lingua glaciale e il suo avanzamento verso valle, inficiando tuttavia la formazione di condizioni di permafrost. La presenza di ghiacciai sospesi o altri tipi di ghiacciai a base fredda è, invece, indicatore della potenziale presenza di permafrost, situazione che si verifica in corrispondenza della P.ta del Sabbione (Hohsandhorn), del Passo di Blinden e del Corno Cieco (Blindenhorn).

**Figura 9 - Carta della criosfera dell'area del Lago del Sabbione**

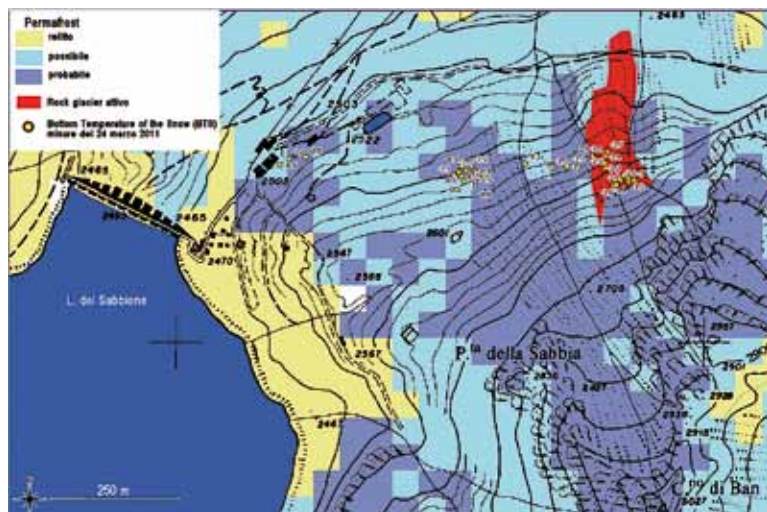


Dalla carta della criosfera, nell'area di interesse (Figura 9) si può osservare come il permafrost di tipo "possibile" e/o "probabile" (in base al modello empirico) sia distribuito prevalentemente lungo i settori di cresta, circostanti anche le aree glacializzate, a quote superiori i 2200 m ed è assente sui versanti esposti a S e a SE. Il permafrost di tipo "relitto" fa riferimento ad una situazione climatica del passato in cui le temperature mediamente inferiori rispetto alle attuali hanno consentito la formazione di condizioni di permafrost a quote fino a 1700 m sui versanti nord, permafrost oggi fortemente in disequilibrio ed in rapida degradazione (qualora ancora presente).

Un'area particolarmente interessante dal punto di vista periglaciale nella quale si sono concentrate al momento alcune attività di approfondimento è quella costituita dal versante settentrionale del Corno di Ban (quota 3027 m, Figura 10).

Il settore è caratterizzato da un terrazzo che si raccorda a monte con un versante più acclive ricoperto di detriti provenienti dalle soprastanti pareti rocciose di Punta della Sabbia e del Corno di Ban. Sulla superficie terrazzata poco acclive è presente un sottile livello detritico in parte pedogenizzato soggetto a locali processi di geli-soliflusso. Sul margine orientale della superficie terrazzata è stato anche rilevato un *rock glacier* di tipo attivo. Il *rock glacier* è una tipica forma dell'ambiente periglaciale, in questo caso costituito da una lingua detritica, ri-

**Figura 10 - Dettaglio della Carta della criosfera dell'area del versante settentrionale del Corno di Ban**



gonfia nella parte frontale a testimoniare la presenza di ghiaccio interstiziale al suo interno, che ne condiziona anche il lento movimento verso valle (Foto 10).

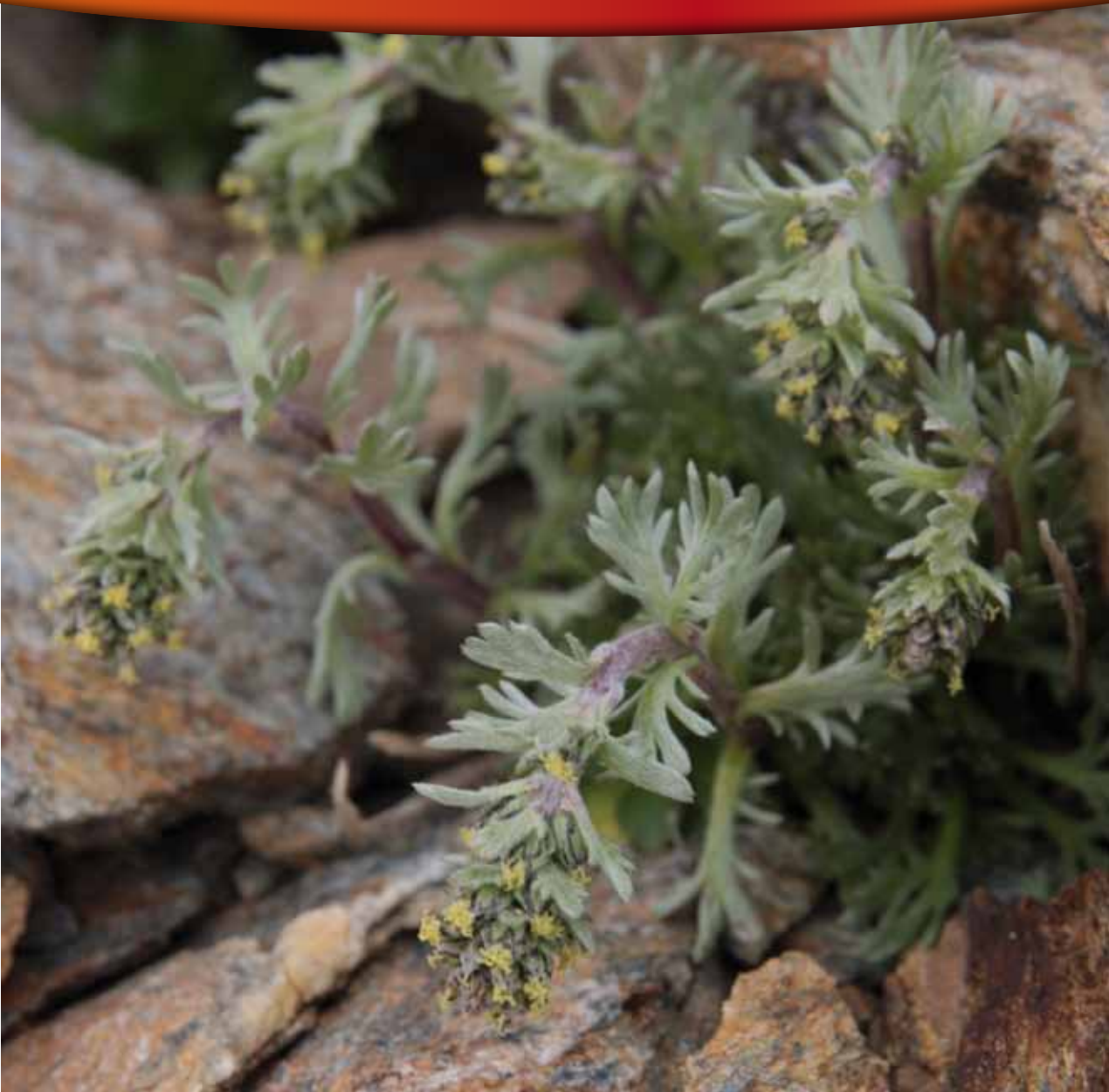
Gli approfondimenti effettuati riguardano sia l'analisi della pedofauna e della vegetazione che l'esecuzione

di rilievi BTS di temperatura che consentono di individuare e cartografare preliminarmente la presenza di permafrost e/o di ghiaccio sepolto. Il metodo si basa sul principio che la temperatura alla base del manto nevoso, alla fine della stagione invernale, corrisponde alla quantità di calore immagazzinata dal terreno durante l'estate ed al flusso di calore terrestre dell'area. In letteratura i valori di temperature  $\leq -3^{\circ}$  C indicano un'alta probabilità della presenza di permafrost e/o di ghiaccio sepolto, mentre i valori compresi tra  $-1,7$  e  $-3^{\circ}$  C suggeriscono una sua possibile presenza. La metodologia consiste nel rilevare la temperatura del suolo al di sotto di una coltre di neve di potenza superiore a 100 cm nel raggio di 10 m, al termine dell'inverno ma prima che la fusione del manto nevoso abbia inizio. Nella figura 1 si può osservare come la distribuzione delle temperature rilevate a fine marzo del 2011 delimitino con precisione il contesto del rock glacier attribuendo una elevata probabilità di presenza di condizioni di permafrost, mentre i settori circostanti, in contrapposizione con il modello empirico, ne risultano privi. Il proseguimento degli studi in questa area consentirà di definire meglio la distribuzione del permafrost e le sue implicazioni con gli ecosistemi e con il contesto glaciale e climatico locale.

**Foto 10 - Rock glacier attivo del "Corno di Ban" ripreso di profilo laterale verso est**



# STUDIO DELLA COMUNITÀ DI PEDOFAUNA E DELLA VEGETAZIONE



## STUDIO DELLA COMUNITÀ DI PEDOFAUNA E DELLA VEGETAZIONE

Per lo studio della comunità di pedofauna e di vegetazione su suoli periglaciali è stato avviato un primo programma di rilievi nell'area del *rock glacier* ai piedi del Corno di Ban sul versante in destra della diga del lago dei Sabbioni e su un lobo di geliflusso nei pressi del rifugio Mores. Per quanto riguarda la pedofauna i dati delle prime campagne sperimentali sembrano indicare che in questi suoli ghiacciati è sufficiente la stabilizzazione di suolo con anche una singola pianta pioniera per riscontrare una comunità di pedofauna dominata dai Collemboli in cui prevalgono gli Onichiuridi, tipici per il loro adattamento e la loro sensibilità; e in subordine gli Isotomidi e gli Ipogastruridi. La presenza di questi animali che si pensava potessero essere associati a suoli più stabili ed evoluti depone a favore del loro utilizzo come indicatori di condizioni di stabilizzazione in ambito periglaciale.

Per quanto riguarda la vegetazione periglaciale con tale definizione si individuano le comunità perturbate dalle condizioni di substrato e di microclima determinate dalle azioni del geliflusso e della instabilità che ne deriva.

La vegetazione periglaciale è regolata dalle temperature critiche che nelle notti del periodo estivo, oscillano in vicinanza di 0°C. Ciò limita fortemente lo sviluppo vegetativo e spesso anche la riproduzione. L'alternanza di gelo e disgelo agisce soprattutto nei substrati con

**Foto 11 - *Saxifraga oppositifolia***



Localizzazione sulla falda detritica al piede del Corno di Ban dove è stato realizzato il campionamento di suolo per l'analisi della pedofauna e della vegetazione

elevate componenti limo-argillose imbibiti di acqua dove il rigonfiamento del suolo, per la formazione di ghiaccio, provoca danni agli apparati radicali sia delle piante di piccola taglia e isolate sia ai margini delle zolle erbose aperte. Il rilievo vegetazionale eseguito in prossimità dell'area dove è stato eseguito il campionamento di pedofauna ha evidenziato un ambiente fortemente limitante per lo sviluppo della vegetazione, a causa anche del substrato incoerente e l'elevata pendenza. Solo una specie *Saxifraga oppositifolia*, appare in grado di colonizzare questi substrati, creando piccole isole di vegetazione tra i detriti. Le altre specie presenti in modo sporadico sono risultate *Polyrichum formosum*, *Saxifraga biflora*, *Pritzelago alpina*, *Poa alpina*.

Rilievi eseguiti sulla zona attiva del *rock glacier* sono hanno evidenziato la presenza della vegetazione erbacea discontinua e con bassa copertura, tipica dei ghiaio-

ni a substrato instabile degli orizzonti alpino-nivali, sulle rocce silicee dell'Ossola dominate dall'associazione ad *Androsace alpina* con un ridotto numero di specie concentrati nei substrati con scheletro medio-fine, depressi e sensibilmente più stabili alternati a substrati instabili con elevata pietrosità in cui la vegetazione stenta ad insediarsi.

Sulla stessa falda detritica settentrionale del Corno di Ban Antonietti e Dellavedova (2011), hanno evidenziato la presenza di specie riportate in tabella 1.

**Tabella 1 - Specie rilevate sulla falda detritica settentrionale del Corno di Ban - anno 2011**

*POA ALPINA L.*

*CERASTIUM UNIFLORUM CLAIRV.*

*ACHILLEA NANA L.*

*ARTEMISIA UMBELLIFORMIS LAM.*

*RANUNCULUS ALPESTRIS L.*

*ERIGERON UNIFLORUS L.*

*FESTUCA QUADRIFLORA HONCK.*

*CAREX CURVULA ALL. SSP. ROSAE GILOMEN*

*PHYTEUMA GLOBULARIIFOLIUM STERNB. & HOPPE SSP. PEDEMONTANUM (R. SCHULZ) BECHERER*

*ARABIS CAERULEA (ALL.) HAENKE*

*EUPHRASIA MINIMA JACQ. EX DC.*

*ARTEMISIA GENIPI WEBER*

*ARABIS ALPINA L. SSP. ALPINA*

*SILENE ACAULIS (L.) JACQ. SSP. LONGISCAPA VIERH.*

*SAXIFRAGA BIFLORA ALL.*

*HERNIARIA ALPINA CHAIX*

*HUTCHINSIA BREVICAULIS HOPPE*

*DRABA DUBIA SUTER*

*POLYGONUM VIVIPARUM L.*

*SEDUM ATRATUM L.*

*GENTIANA SCHLEICHERI (VACC.) H. KUNZ*

*CAREX PARVIFLORA HOST*

Fonte: Antonietti e Dellavedova

L'evoluzione verso fasi più stabili con l'insediamento di specie gregarie è un chiaro indizio di miglioramento del clima. La presenza di determinati tipi di vegetazione potrebbe quindi essere utile per dedurre con una certa approssimazione l'evoluzione di queste forme morfologiche. Da ciò si deduce la proponibilità di un programma di monitoraggio su stazioni di vegetazione periglaciale basato sullo studio di alcune comunità vegetali.



FLORA PROTETTA  
O DI INTERESSE  
CONSERVAZIONISTICO





## 7

## FLORA PROTETTA O DI INTERESSE CONSERVAZIONISTICO

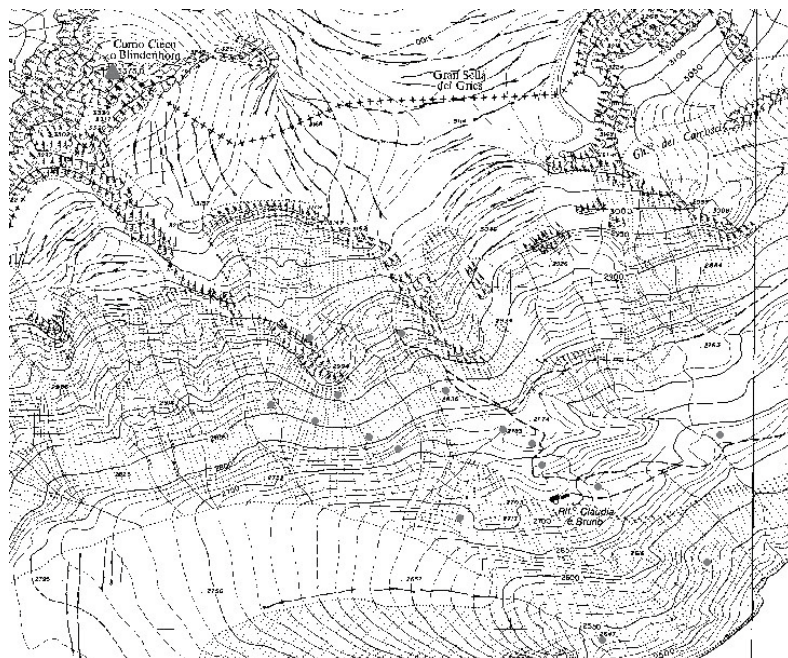
Nel territorio limitrofo del ghiacciaio dell'Hohsand settentrionale, sulle pendici del Blinnenhorn, lungo il sentiero che sulla sponda sinistra del lago Sabbione conduce al rifugio Claudio e Bruno si è svolta un'attività di campionamento della flora e degli ambienti (Tabella 2), che ha portato alla realizzazione di 21 rilievi floristici, eseguiti nel contesto periglaciale da una quota di 2.530 m sino a 3.025 m.

*Foto 12 - Artemisia genipi*



*Foto 13 - Sentiero che conduce dalla diga del Sabbione al rifugio Claudio e Bruno*





**Figura 11 - Collocazione dei rilievi floristici effettuati in aree di vegetazione omogenea**

**Tabella 2 - Ambienti rilevati con parametri stazionali (quota, esposizione, inclinazione)**

RILIEVO	AMBIENTE	QUOTA	ESP.	INCL.
1	Detriti alpini e subalpini, calcarei	2533	SSE	30
2	Detriti alpini e subalpini, di calcescisti	2680	WSW	30
3	Praterie alpine neutro-basifile a <i>Elyna myosuroides</i> (e <i>Carex curvula</i> ssp. <i>rosae</i> )	2.755-2770	S	40
4	Praterie alpine neutro-basifile a <i>Elyna myosuroides</i> (e <i>Carex curvula</i> ssp. <i>rosae</i> )	2830	S	30
5	Praterie alpine neutro-basifile a <i>Elyna myosuroides</i>	3025	S	30
6	Detriti alpini e subalpini, di calcescisti	2945	SE	25
7	Vallette nivali, alpine, acidofile	2740	E	5
8	Praterie alpine e subalpine acidofile a <i>Carex curvula</i>	2765	SSW	25
9	Detriti alpini e subalpini, di calcescisti	2770	SSE	35
10	Praterie alpine neutro-basifile a <i>Elyna myosuroides</i> (e <i>Carex curvula</i> ssp. <i>rosae</i> )	2820	SSE	30
11	Detriti alpini e subalpini, di calcescisti	2910	S	40
12	Praterie alpine neutro-basifile a <i>Elyna myosuroides</i> (e <i>Carex curvula</i> ssp. <i>rosae</i> )	2870	S	35
13	Praterie alpine neutro-basifile a <i>Elyna myosuroides</i> (e <i>Carex curvula</i> ssp. <i>rosae</i> )	2850	S	30
14	Vallette nivali, alpine, acidofile	2770	WSW	5
15	Vallette nivali, alpine, acidofile	2685	E	10
16	Vallette nivali, alpine, neutro-basifilei	2665	E	5
17	Sorgenti e sponde dei ruscelli	2635	ESE	5
18	Praterie alpine e subalpine acidofile a <i>Carex curvula</i>	2615	SSE	20
19	Praterie alpine e subalpine neutro-basifile a <i>Carex feruginea</i>	2545-2556	SE	40
20	Praterie alpine e subalpine calcifile a <i>Dryas octopetala</i>	2465	SE	20
21	Praterie alpine e subalpine calcifile a <i>Sesleria varia</i>	2430	NNE	10

Delle 152 specie osservate nell'area periglaciale dell'Hohsand in tabella 2 sono riportate 20 specie rientranti in qualche categoria di tutela o di rilevante importanza fitogeografica. Di questo contingente, 2 (*Hutchinsia brevicaulis*, *Saxifraga biflora*) risultano inserite nelle liste rosse regionali redatte da CONTI (1997) con status di vulnerabilità LR; per *Arabis pumila* ssp. *pumila* lo status di vulnerabilità è VU, mentre *Leontopodium alpinum* presenta il medesimo stato di vulnerabilità solo a livello nazionale. Le piante protette in Piemonte secondo le disposizioni della Legge Regionale del 2 novembre 1982 n. 32 sono 15 (*Anemone baldensis*, *Pulsatilla vernalis*, *Ranunculus alpestris*, *Saxifraga oppositifolia*, *Saxifraga biflora*, *Primula farinosa*, *Androsace obtusifolia*, *Androsace alpina*, *Gentiana brachyphylla*, *Gentiana bavarica*, *Gentiana schleicheri*, *Gentianella tenella*, *Eritrichium nanum*, *Aster alpinus*, *Saussurea discolor*); *Coeloglossum viride* è inserito nell'allegato C della Convenzione di Washington (CITES). *Artemisia genipi* è infine inclusa nell'allegato V della Direttiva 92/43/CE. Completano il quadro delle specie di interesse fitogeografico osservate nell'area periglaciale dell'Hohsand e, in generale, nella Valle dei Sabbioni, molti altri taxa poco diffusi o frequenti nel territorio provinciale e regionale: *Aquilegia alpina*, *Arnica montana*, *Arabis bellidifolia* ssp. *stellulata*, *Astragalus frigidus*, *Artemisia campestris* ssp. *alpina*, *Caltha palustris*, *Campanula cenisia*, *Carex bicolor*, *C. capillaris*, *C. firma*, *C. lachenalii*, *C. microglochin*, *C. ornithopodioides*, *Chamorchis alpina*, *Gentiana ciliata*, *G. clusii*, *Juncus triglumis*, *Leontodon montanus*, *Mohringia ciliata*, *Saponaria lutea*, *Saxifraga caesia*, *Tofieldia pusilla*, *Viola pinnata* e molte altre specie calcifile.

**Tabella 3 - Specie di rilevante interesse conservazionistico**

Codice FI 1982	Nome scientifico	CITES	Habitat	LR IT. 1997	LR Piemonte 1997	LR 32/82
714	<i>Anemone baldensis</i>					X
721	<i>Pulsatilla vernalis</i>					X
791	<i>Ranunculus alpestris</i>					X
1033	<i>Arabis pumila</i> ssp. <i>pumila</i>				VU	
1097	<i>Hutchinsia brevicaulis</i>				LR	
1301	<i>Saxifraga oppositifolia</i>					X
1305	<i>Saxifraga biflora</i>				LR	X
2658	<i>Primula farinosa</i>					X
2682	<i>Androsace obtusifolia</i>					X
2683	<i>Androsace alpina</i>					X
2813	<i>Gentiana brachyphylla</i>					X
2815	<i>Gentiana bavarica</i>					X
2819	<i>Gentiana schleicheri</i>					X
2823	<i>Gentianella tenella</i>					X
3056	<i>Eritrichium nanum</i>					X
3813	<i>Aster alpinus</i>					X
3859	<i>Leontopodium alpinum</i>			VU		
4022	<i>Artemisia genipi</i>		V			
4183	<i>Saussurea discolor</i>					X
5576	<i>Coeloglossum viride</i>	B				

- **Colonna 1**, “Codice FI 1982”: numerazione progressiva utilizzata nella Flora d’Italia (PIGNATTI, 1982);
  - **Colonna 2**, “Nome scientifico”: binomio scientifico aggiornato secondo la Flora Alpina (AESCHIMAN et al., 2004). Nella maggior parte dei casi corrisponde al binomio adottato dalla Flora d’Italia (PIGNATTI, 1982);
  - **Colonna 3**, “Habitat”: allegati II e V della direttiva “Habitat” 92/43/CE, rispettivamente denominati: “Specie animali e vegetali di interesse comunitario la cui conservazione richiede la designazione di Zone Speciali di Conservazione (Z.S.C.)” e “Specie animali e vegetali di interesse comunitario il cui prelievo nella natura e il cui sfruttamento potrebbero formare oggetto di misure di gestione” aggiornati con la Direttiva 97/62/CE del Consiglio del 27 ottobre 1997. NOTA: il simbolo V identificano le specie appartenenti all’allegato V;
  - **Colonna 4**, “CITES”: piante inserite negli allegati (A, B, D) della Convenzione di Washington conosciuta come la Convenzione “Sul commercio internazionale delle specie di flora e fauna selvatiche minacciate di estinzione” (C.I.T.E.S.: Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora), Washington 30 aprile 1973;
  - **Colonna 5**, “LR IT. 1997”: status di vulnerabilità (IUCN, 1994) a livello nazionale come riportato nell’aggiornamento della Lista Rossa Nazionale (CONTI et al., 1997).
- Le categorie IUCN (Unione Internazionale per la Conservazione della Natura) sono di seguito elencate:  
 EX estinta / EW estinta in natura / CR gravemente minacciata / EN minacciata / VU vulnerabile
- **Colonna 6**, “LR Piem.”: specie inserite nell’elenco delle Liste Rosse Regionale di CONTI et al. (1997) per la Regione Piemonte;
  - **Colonna 7**, “LR 32/82”: piante protette in Piemonte secondo le disposizioni della Legge Regionale 2 novembre 1982, n. 32 “Norme per la conservazione del patrimonio naturale e dell’assetto ambientale”.

L’Unione Europea, con la Direttiva 92/43/CE del 21 maggio 1992, “*Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche*” ratificata dall’Italia con il D.P.R. del 8 settembre 1997 n. 357, oltre a tutelare le specie animali e vegetali, sancisce contemporaneamente la protezione degli habitat in cui tali specie vivono.

Grazie alle osservazioni condotte è stato possibile individuare la presenza di 11 tipologie di habitat, numero alquanto rilevante, poiché permette di evidenziare un eccellente livello di biodiversità all’interno dell’area investigata. Tra le cenosi di particolare interesse si evidenzia al Piano dei Camosci l’habitat 7240 (considerato prioritario dalla Direttiva 92/43/CE) “Formazioni pioniere alpine del *Caricion bicoloris-atrofuscae*”, corrispondente alla bassa vegetazione composta principalmente da specie artico-alpine del genere *Carex* e *Juncus*. Di seguito si illustrano le caratteristiche dei principali habitat.

## 6150 Formazioni erbose boreo-alpine silicee (*Siliceous alpine and boreal grasslands*)

Nell’area investigata a partire da quote di circa 2.100 m s.l.m., sono presenti ampie superfici occupate dai pascoli naturali d’alta quota. Questi consorzi erbacei dominano l’orizzonte alpino e nivale. Adiacenti all’habitat dei pascoli d’altitudine, si osservano le vegetazioni più tipiche della fascia nivale corrispondente ai popolamenti pionieri dei ghiaioni a calcescisti ma con presenza anche di specie acidofile, i pascoli a *Sesleria*, e infine, nelle aree a

prolungato innevamento, le comunità di valletta nivale.

Ad elevate altitudini (dai 2400 fino ai 3000 m s.l.m.), l'associazione meglio adattata alle difficili condizioni presenti è il curvuleto (*Caricetum curvulae*), ovvero una fitocenosi caratterizzata da *Carex curvula*, una ciperacea a ridotta esigenza termica, facilmente riconoscibile per le foglie incurvate che ingialliscono precocemente. Il curvuleto è tipicamente pioniero e nel contempo rappresenta la vegetazione più stabile dell'orizzonte alpino, vale a dire che corrisponde, in questo clima di altitudine, a una condizione finale del suolo e della vegetazione.

**Foto 14 - Versante con avvallamenti in cui si affermano i consorzi delle vallette nivali**



In prossimità di conche e depressioni, dove si ha un accumulo di neve prolungato, si afferma la vegetazione di valletta nivale. Sul terreno acidificato compaiono elementi riconducibili al *Salicetum herbaceae* 1913, tipico delle alte montagne dell'Europa media e del nord; la sua vegetazione viene sottoposta ad un prolungato periodo di innevamento (da

otto a dieci mesi all'anno); è composto da briofite e da cespugli nani contorti, dominato dalla specie acidofila *Salix herbacea*.

Nell'area esaminata si osservano situazioni più complesse caratterizzate dalla presenza di un consorzio di salici nani a tendenza basitofitica (*Salix retusa* e *Salix reticulata*), frequentemente accompagnati dalla crucifera *Arabis cerulea*.

## 6170 Formazioni erbose calcicole alpine e subalpine (*Alpine and subalpine calcareous grasslands*)

Le formazioni erbose calcicole si originano dalla vegetazione pioniera dei detriti di falda di rocce carbonatiche. Si tratta di una vegetazione in gran parte durevole, con cambiamenti dinamici ridotti a regressioni o a ricostruzioni determinati dall'azione erosiva di eventi meteorici. Ad eccezione di un rilievo, che presenta una situazione più tipica dell'elineto, le altre 5 stazioni, sono maggiormente fisionomizzate da *Carex curvula* ssp. *rosae* (*Carex rosae*), la sottospecie vicariante della carice ricurva dei substrati basici. In tre rilievi si inseriscono specie del *Caricion curvulae* che conferiscono un aspetto evoluto della prateria basifila, verso una condizione di maggior acidificazione. In Piemonte esempi di questo tipo si pos-

sono osservare nelle Alpi Graie e Cozie. A testimonianza di questo progressivo passaggio, si osserva una maggior copertura di *Festuca halleri*, *Juncus jacquinii*, *Leontodon helveticus*, *Phyteuma globulariifolium* ssp. *pedemontanum*, *Pulsatilla vernalis*, *Potentilla frigida*, *Silene acaulis* ssp. *exscapa* e *Veronica bellidioides*. In altri due rilievi sono invece le specie del *Seslerion caeruleae* (*Aster alpinus*, *Campanula scheuchzeri*, *Festuca quadriflora*, *Gentiana verna*, *Minuartia verna*, *Leontopodium alpinum*, *Polygala alpestris*, *Scabiosa lucida* e *Sesleria varia*) a predominare nella stazione.

A quota 2545, in corrispondenza di un impluvio è stata campionata una comunità del *Caricion ferrugineae* in cui sono state rilevate 36 specie.

Fitosociologicamente rientrano in questa codifica le cenosi dell'ordine *Seslerietalia caeruleae*, distinte nelle praterie a *Sesleria varia* (seslerieti), nei cariceti a *Carex firma* e nelle comunità a zolle aperte con *Dryas octopetala* appartenenti all'alleanza *Seslerion caeruleae* e dai prati freschi su suolo calcareo a *Carex ferruginea*, inclusi nell'alleanza *Caricion ferrugineae*.

Altre cenosi appartenenti all'habitat delle formazioni erbose calcicole alpine e subalpine sono le comunità basifile delle vallette nivali a prolungato innevamento dell'ordine *Ara-bidetalia caeruleae*, ora incluse nella classe *Thlaspietea rotundifolii* rappresentata dalla vegetazione delle pietraie e delle morene.

Infine, completano la codifica 6170, le praterie alpine neutro basifile delle cime e delle cre-

**Foto 15 - Elineto a *Elyna myosuroides***



**Foto 16 - Praterie neutro-basifile (6170)**



**Foto 17 - Cariceto a *Carex firma***



ste ventose ad *Elyna myosuroides* (elineti), dell'alleanza *Oxytropido-Elyinion*, inquadrata nella classe *Carici rupestris-Kobresietea bellardii*. Nell'area dell'Hohsand i seslerieti sono particolarmente rappresentati, quest'ultimi localizzati nelle aree con substrato a chimismo basico, in corrispondenza dei pendii scoscesi, spesso rotti o gradonati, meglio se ben esposti al sole, dove la persistenza nevosa è piuttosto breve. *Sesleria varia* si inserisce come specie pioniera nei ghiaioni, formando zolle dense e compatte; nel seslerieto completamente sviluppato permane come specie dominante, (PIGNATTI ecc. 1983). La vegetazione pioniera a *Dryas octopetala*, si trova spesso a contatto con il firmeto, costituito da poche specie che si accompagnano a *Carex firma*; rispetto al seslerieto sopporta condizioni ambientali più rigide ed occupa stazioni rocciose a debole pendenza, esposte al gelo e al vento.

### 7240 Formazioni pioniere alpine del *Caricion bicoloris-atrofuscae* (*Alpine pioneer formations of Caricion bicoloris-atrofuscae*)

Nella guida al riconoscimento degli habitat della regione Piemonte l'habitat del *Caricion bicoloris-atrofuscae* viene indicato come: vegetazione dei torrenti alpini e glaciali colonizzante depositi da ciottolosi a sabbiosi e a volte argillosi neutri o debolmente acidi, intrisi da acque fredde, localizzate su morene o vicino a sorgenti, rivoli o torrenti glaciali, oppure su sabbie alluvionali di acque pulite e fredde di fiumi a debole scorrimento, o ancora in corrispondenza di acque calme ai loro bordi.

In Italia le cenosi del *Caricion bicoloris-atrofuscae* si localizzano solo sulle Alpi a quote

**Foto 18 - Pian dei Camosci**



superiori i 1.600 m dato che le specie edificanti sono principalmente stenotermiche fredde a distribuzione artico-alpina. Le acque sono caratterizzate da un pH leggermente superiore alla neutralità. Si tratta di un ambiente ad elevato valore biologico poiché ospita numerose specie relictive postglaciali di grande interesse biogeografico.

Foto 19 - *Carex bicolor*



Nelle vicinanze del ghiacciaio settentrionale dei Sabbioni non si riscontra la presenza dell'habitat. Tuttavia, al Piano dei Camosci è stato effettuato un rilievo, in corrispondenza di una porzione alluvionale semipianeggiante in cui si sviluppa un mosaico di cenosi che include, tra l'altro, alcune specie che gravitano nel *Caricion bicoloris-atrofuscae*: ***Carex bicolor*, *Carex capillaris*, *Juncus triglumis*, *Equisetum variegatum***. L'ambiente appare costituito da una bassa vegetazione composta principalmente da specie del genere *Carex* e *Juncus*. In alcune situazioni l'habitat può risultare frammisto con le comunità della torbiere alcaline del *Caricion davallianae* o con comunità di sorgenti e vallette nivali.

Nel contesto della Val Formazza, oltre al Piano dei Camosci, sono note altre cenosi che potrebbero potenzialmente rientrare nella comunità del *Caricion bicoloris-atrofuscae* al Lago Castel e all'Alpe Bättelmatt. Le cenosi del *Caricion bicoloris-atrofuscae* essendo rilegate a pochi rifugi d'alta quota, sono estremamente vulnerabili ad ogni modifica che possa determinare una variazione della qualità delle acque e del tenore di elementi nutritivi. A causa dell'isolamento della cenosi, in caso di perturbazione, la ricolonizzazione del *Caricion bicoloris-atrofuscae*, sarebbe piuttosto remota. Andrebbe quindi evitata ogni modifica del regime idrico come l'abbassamento del livello delle acque e della falda (es. realizzazione di canali di drenaggio, captazioni d'acqua o aree sigillate finalizzate a favorire il deflusso concentrato delle acque) o l'immersione dell'area a fini idroelettrici.

## 8120 Ghiaioni calcarei e scisto-calcarei montani e alpini (*Thlaspietea rotundifolii*)

Gli ambienti appartenenti a questa codifica sono caratterizzati dalla dominanza di ghiaioni e clasti, derivanti dalla frantumazione delle rocce a reazione basica, a seguito di fenomeni di crioclastismo. La vegetazione discontinua si afferma progressivamente sui detriti di falda ancora mobili o in fase di consolidazione.



Le estese falde detritiche presenti sulle pendici del Corno Cieco, si accumulano alla base delle irte e scoscese vette dell'area. L'azione dei ghiacciai è l'elemento predominante che si manifesta con un'azione erosiva e di accumulo di enormi quantitativi di materiale detritico dalle più svariate dimensioni e fattezze.

Attualmente i processi responsabili del modellamento sono inquadrabili nei fenomeni periglaciali, torrentizi e di ruscellamento superficiale, pur mantenendosi un'azione molto incisiva legata al ghiacciaio. Alle forme di erosione seguono le forme di accumulo; se le prime provengono dall'asportazione di materiali da parte di agenti diversi, le seconde comportano il deposito degli stessi. Tali materiali di dimensioni assai varie, dai grandi blocchi fino al più fine detrito sabbioso, costituiscono gli argini morenici. Essi sono stati in seguito rielaborati e incisi da vari agenti (torrenti, frane) in tempi successivi alla loro messa in posto. La copertura detritica dà luogo, alla base delle pareti rocciose degradate dagli agenti atmosferici, a pendii uniformi. Queste forme di accumulo sono il risultato finale del processo della disgregazione meccanica della roccia e dell'azione di gravità: i frammenti rocciosi, fratturati in seguito al fenomeno della gelificazione, si staccano dalla parete e cadendo per gravità, si ammassano. Il ripetersi di cicli di gelo e disgelo determina lo spostamento verso valle di una certa quantità di terreno. Se la cortina erbosa presenta delle fessure o incisioni, gli aghetti di ghiaccio possono lavorare per sottoescavazione aumentando le crepe e generando caratteristiche forme chiamate terrazzette erbose o versanti a cuscinetto.

Gli ambienti di falda detritica per la vita delle piante rappresentano stazioni estreme, in quanto soggette sia al continuo apporto di clasti dall'alto, nonché a condizioni microclimatiche difficili. Per esempio, può verificarsi un'improvvisa discesa che può causare il ricoprimento della vegetazione insediata negli ambienti di falda; la vegetazione qui presente se attraversava una fase di stabilità, ossia presentava una copertura vegetale elevata, subirà come effetto un suo ringiovanimento. Caratteri distintivi degli accumuli detritici sono quindi il movimento dei clasti, la scarsità di suolo e l'elevata siccità. Questo perché il poco suolo a disposizione è soggetto (almeno nella parte più superficiale), a condizioni di marcata aridità, dovuta alla forte insolazione ed al riverbero giornaliero. Per questo motivo, le piante glaericole si sono dotate di una serie di dispositivi e adattamenti xerofitici difensivi per sopravvivere in questi siti inospitali. Per quanto riguarda le associazioni che si stabiliscono sui ghiaioni, queste sono molto influenzate dalle caratteristiche delle falde o del pendio detritico da loro colonizzato. Dove l'apporto detritico è continuo, la vegetazione non si sposta verso stadi più evoluti, a causa del continuo disturbo arrecato dai clasti in movimento; nei pendii detritici stabilizzati, si assiste invece, al passaggio di comunità più evolute. Dove le condizioni lo consentono, questa successione può portare fino alle praterie che rappresentano le fitocenosi più complesse per queste quote.

Nel territorio esaminato le aree liberate dopo il ritiro del ghiacciaio sono state colonizzate

da una vegetazione alquanto eterogenea. In particolare, le falde detritiche di calcescisti a forte pendenza del Corno Cieco, colonizzate da comunità erbacee pioniere perenni, sono ascrivibili all'alleanza del *Drabion hoppeanae*. Mentre in corrispondenza delle morene umide si possono osservare elementi dell'*Epilobium fleischeri*, una formazione erbacea o suffrutescente aperta e discontinua di piante pioniere, colonizzante di norma alvei di fiumi o torrenti del piano alpino su terreni alluvionali prevalentemente ghiaiosi-sabbiosi, umidi con falda idrica elevata. Non mancano tuttavia, in superfici semipianeggianti o avvallamenti, consorzi discontinui in cui compaiono specie acidofile riconducibili alla vegetazione delle pietraie degli orizzonti nivale ed alpino dell'alleanza *Androsacion alpinae*. Tra queste l'*Androsacetum alpinae*, è l'associazione pioniera per eccellenza, composta da poche specie, generalmente vegetanti in individui isolati, nascosti tra le pietre e spesso assai distanti fra loro.

I quattro rilievi floristici effettuati in corrispondenza delle falde detritiche hanno permesso di osservare complessivamente 54 specie, delle seguenti quelle evidenziate in grassetto hanno una frequenza maggiore del 75%, mentre quelle sottolineate sono le specie caratteristiche del *Drabion hoppeanae*: ***Achillea nana***, ***Arabis caerulea***, *Artemisia genipi*, *Artemisia umbelliformis*, ***Campanula cenisia***, *Campanula cochleariifolia*, *Cirsium spinosissimum*, *Draba hoppeana*, *Erigeron uniflorus*, *Euphrasia minima*, *Festuca violacea*, *Gentiana schleicheri*, ***Herniaria alpina***, ***Hutchinsia brevicaulis***, *Linaria alpina*, *Minuartia verna*, *Myosotis alpestris*, *Oxytropis campestris*, *Pedicularis kernerii*, ***Poa minor***, *Saxifraga biflora*, ***Saxifraga oppositifolia***, *Sedum atratum*, *Senecio incanus*, *Silene acaulis ssp. exscapa*, *Silene acaulis ssp. longiscapa*, *Trisetum distichophyllum*, *Veronica fruticans*.

## 8340 Ghiacciai permanenti

Il ghiacciaio dell'Hohsand ha subito un forte ritiro, anche a causa della realizzazione dell'invaso artificiale, che ha accelerato lo scioglimento della porzione frontale della lingua glaciale. Gli *habitat* principali a contatto con il ghiacciaio sono le cenosi dei ghiaioni a calcescisti (8120) e, nelle aree più distanti, le praterie alpine neutro-basifile (6170) in forte evoluzione ed espansione. Sui ghiacciai scoperti solamente alghe (*Chlamydomonas nivalis*), sui *rock glaciers* può svilupparsi la vegetazione pioniera dei macereti di alta quota. Lo studio ecologico del fronte deglacizzato del ghiacciaio dell'Hohsand settentrionale è stato realizzato da Arpa Piemonte mediante confronto tra la porzione di più recente deglaciazione in cui si evidenziano i primi stadi di colonizzazione della vegetazione, rilevati in corrispondenza delle tacche dei rilievi glaciologici del fronte databili al 2008, e la comunità sviluppatasi sui suoli scoperti dal ghiacciaio 30 anni fa in corrispondenza della marca del 1978. Le coperture in quest'ultimo sito deglaciato da più di 30 anni, sono ancora basse

(4%), tuttavia si apprezza già la creazione di tasche vegetative che consentono l'ingresso di un maggior numero di specie vascolari e l'inizio della colonizzazione anche da parte dei muschi. Tra le specie vascolari si distinguono *Campanula cenisia*, *Herniaria alpina* e *Poa laxa*, assai rappresentate sulle morene laterali, *Saxifraga aizoides* concentrata lungo i numerosi rivoli di fusione delle acque provenienti dalle pareti laterali della valle glaciale, a cui si aggiungono sporadicamente *Saxifraga oppositifolia*, *Cardamine alpina*, *Achillea nana*, *Artemisia genipi*, la felce *Cystopteris fragilis*, *Erigeron uniflorus*, *Euphrasia minima*, *Sagina glabra*, *Saxifraga biflora*, *Sedum atratum*, *Senecio incanum*. La prima comunità insediata sul fronte di più recente de glaciazione (2008) è pressoché dominata da *Saxifraga oppositifolia* accompagnata da *Saxifraga biflora* e *Linaria alpina*. Da queste prime indicazioni non è possibile trarre conclusioni se non che nelle zone già libere da 30 anni i fronti deglacializzati si stanno velocemente trasformando e ciò viene confermato come la specie più attiva nel colonizzare il fronte glaciale *Saxifraga oppositifolia* è già dominata dopo soli 30 anni. La tendenza evolutiva è quella di creare una comunità simile ai vicini depositi morenici sul versante, cominciando già precocemente a registrare l'ingresso in modo disperso ed a copertura molto bassa di un discreto numero di piante vascolari anche non necessariamente resistenti ai climi rigidi e muschi in grado di portare avanti i primi stadi di colonizzazione.

In corrispondenza delle morene in prossimità del ghiacciaio alla quota di 2.530 metri, Dallavedova (2011) ha effettuato un rilievo in cui compaiono le seguenti specie appartenenti all'habitat precedentemente descritto: *Cystopteris fragilis*, *Draba dubia*, *Epilobium fleischeri*, *Erigeron alpinus*, *Euphrasia minima*, *Festuca quadriflora*, *Gentianella tenella*, *Gypsophila repens*, *Herniaria alpina*, *Hieracium pilosella*, *Hutchinsia brevicaulis*, *Minuartia verna*, *Myosotis alpestris*, *Poa laxa*, *Polystichum lonchitis*, *Salix helvetica*, *Salix retusa*, *Saxifraga aizoides*, *Saxifraga biflora*, *Saxifraga oppositifolia*, *Senecio doronicum*, *Senecio incanus*, *Sesleria varia*, *Sibbaldia procumbens*, *Thymus polytrichus*, *Trisetum distichophyllum*.

Questi primi dati vegetazionali evidenziano come il dinamismo della vegetazione periglaciale sia estremamente sensibile all'andamento annuale del clima. Progressioni e regressioni della vegetazione si alternano a seconda dell'andamento annuale sui fronti di regressione e, le variazioni avvengono in periodi brevi e possono presentarsi in sequenze coerenti da cui dedurre le tendenze in atto. Le analisi della pedofauna nei campioni di terreno raccolti sui fronti glaciali hanno dimostrato che anche i terreni liberati dal ghiaccio da pochi anni stanno evolvendo una comunità pedologica, non solo con Acari e Collemboli. Queste prime evidenze ottenute dallo studio depongono pertanto per un loro potenziale uso della fauna edafica per monitorare anche in quota gli effetti derivanti dalla combinazione di fattori vegetazionali, pedologici e climatici.

**Foto 20 - Campanula cenisia**



Fonte: Flora e piante vascolari protette o di interesse conservazionistico. Specie di interesse fitogeografico

**Foto 21 - Anemone baldensis**



Fonte: Flora e piante vascolari protette o di interesse conservazionistico. Specie protetta dalla Legge Regionale del 2 novembre 1982, n. 32

**Foto 22 - Campanula excisa**



**Foto 23 - Androsace alpina**



**Foto 24 - *Ranunculus alpestris***



Fonte: Flora e piante vascolari protette o di interesse conservazionistico. Specie protetta dalla Legge Regionale del 2 novembre 1982, n. 32

**Foto 25 - *Leontopodium alpinum***



Fonte: Flora e piante vascolari protette o di interesse conservazionistico. Specie vulnerabile (VU) - Lista Rossa d'Italia (Conti et al., 1997)

**Foto 26 - *Eritrichium nanum***



Fonte: Flora e piante vascolari protette o di interesse conservazionistico. Specie vulnerabile (VU) - Lista Rossa d'Italia (Conti et al., 1997)

**Foto 27 - *Senecio incanus* in praterie a *Carex curvula***



**Foto 28 - *Saxifraga biflora* in ghiaioni**



**Foto 29 - *Draba hoppeana* in ghiaioni**



**Foto 30 - *Herniaria alpina* in ghiaioni**



**Foto 31 - *Coeloglossum viride*  
in praterie neutro-basifile**



**Foto 32 - *Gentiana nivalis* in prateria  
neutro-basifila**



**Foto 33 - *Silene acaulis* in praterie neutro-basifile**



**Foto 35 - *Arabis coerulea* in vallette nivali**



**Foto 36 - *Saxifraga androsaeca*  
in vallette nivali**



**Foto 37 - *Pedicularis kernerii* in praterie a  
*Carex curvula***



**Foto 38 - *Erigeron uniflorus* ssp, *pede-*  
*montanum* in praterie a *Carex curvula***



**Foto 39 - *Phyteuma globulariifolium*  
in praterie a *Carex curvula***



**Foto 40 - *Hutchinsia brevicaulis* in vallette nivali**



# BIBLIOGRAFIA

## Permafrost

- Brown R.J.E. & Pewè T.L. 1973. Distribution of permafrost in North America and its relationship to the environment: a review, 1963-1973, in Permafrost — The North American contribution to the Second International Conference, Yakutsk; Washington, D.C., *National Academy of Sciences*; pp. 71-100
- French H.M. 1996. The periglacial environment, Harlow, Longman; pp. 341
- French H.M. 2007. The periglacial environment, 3rd Ed., John Wiley & Sons, Chichester; pp. 341
- Müller S.W. 1943. Permafrost or permanently frozen ground and related engineering problems, U.S. Engineers Office, Strategic Engineering Study, Special Report No. 62; pp. 136 (Reprinted in 1947, J.W. Edwards, Ann Arbor, Michigan; pp.231).
- Pewè T.L. 1969. The periglacial environment, in Pewè T.L. [Ed.] - The periglacial environment, McGill-Queen's University Press, Montreal; pp. 1-9
- Tricart J. 1968. Periglacial landscapes, in Fairbridge R.W. [Ed.] – Encyclopaedia of Geomorphology, Reinhold, New York; pp. 829-833
- Von Lozinski W. 1909. Über die mechanische Verwitterung der Sandsteine im gemäßigten Klima, Acad. Sc. De Carcovie, C1. des Sci Math. et Nat. Bull; pp.1-25

## Vegetazione e invertebrati

- Béguin C. 2009. Carte des paysages végétaux de la region Lona-Sasseneire (Valais). *Bulletins Maurithienne*, 126:53-62
- Cannone N. & Guglielmin M. 2003. Pionier Alpine vegetation as a tool for the reconstruction of recent glaciers fluctuations in the Italian Central Alp. *Alpine Glaciological Meeting*
- Gobbi M., Isaia M. & De Bernardi F. 2010. Arthropod colonisation of a debris-covered Glacier. *The Holocene*, doi :10.1177/0959683610374885
- Guglielmin M., Aldighieri B. & Testa B. 2003. Permaclim: a model for the distribution of mountain permafrost, based on climatic observations. *Geomorphology*, 51:245-257
- Vittoz P. & Guisan A. 2007. How reliable is the monitoring of permanent vegetation plots? A test with multiple observers. *Journal of Vegetation Science*, 18:413-422

## Flora e habitat

- AA.VV. 1991a. Corine Biotopes Manual. Habitats of European Community. EUR 12587/3 EN. Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg: 300 pp.
- AA.VV. 1991b. Piano Naturalistico del Parco Naturale dei Lagoni di Mercurago. I.P.L.A. S.p.A., Regione Piemonte
- AA.VV. 2003. Interpretation Manual of European Union Habitats. Natura 2000. European Commission, DG Environment, Nature and biodiversity. 129 pp.
- AA.VV. 2003. Progetto Biodiversità – Aree di Importanza Naturalistica del Verbano Cusio Ossola. (Rel. tec. non pubbl.). Provincia del VCO, Assessorato Tutela Ambiente, Verbania.
- AA.VV. 2009. Manuale italiano per l'interpretazione degli habitat della Direttiva 92/43/CEE. Italian interpretation Manual of the 92/43/EEC Directive Habitat
- Aeschimann D. & Burdet H.M. 1994. Flore De la Suisse et des territoires limitrophes, le nouveau Binz. Editions du Griffon, Neuchâtel.



- Aeschimann D., Lauber K., Moser D.M. & Theurillat J.P., 2004. Flora alpina. Voll. III, Zanichelli, Bologna
- Antonietti A. 2002. Primo contributo alla conoscenza della flora delle Valli Ossolane. Fortschritte in der Floristik der Schweizer Flora (Gefäßpflanzen), 64. Folge. Botanica Helvetica, 112(2):173-200
- Antonietti A. 2005. Flora del Verbano-Cusio-Ossola. Quaderni di natura e paesaggio del VCO, n. 4. Provincia VCO, Verbania.
- Antonietti A., Pirocchi P. & Dellavedova R., 2007. Proposte di Important Plants areas per il territorio del Verbano-Cusio-Ossola (VCO). (Rel. tec. non pubbl.)
- Bionda R., Mosini A., Pompilio L., Bogliani G. 2011. Aree prioritarie per la biodiversità nel Verbano Cusio Ossola. (Rel. tec. non pubbl.). Società di Scienze Naturali del Verbano Cusio Ossola e LIPU-BirdLIFE Italia
- Bressoud B. 1989. Contribution à la connaissance du Caricion atrofusco-saxatilis dans les Alpes. *Phytocoenologia*, 17(2):145-270
- Caccianiga M., Andreis C. & Cerabolini B. 2001. Vegetation and environmental factors during primary succession on glacier foreland: some outlines from Italian Alps. *Plant Biosystems* 135(3):295-310
- Caccianiga M., Andreis C., Diolaiuti G., D'Agata C., Mihalcea C & Smiraglia C. 2011. Alpine debris-covered glaciers as a habitat for plant life. The Holocene, doi:10.1177/0959683611400219
- Casale F., Dellavedova R., Lenna P., Perracino M. & Rampa A. 2008. Atlante dei SIC della Lombardia. FLA, Fondazione Lombardia per l'Ambiente. 463 pp.
- Conti F., Manzi A. & Pedrotti F. 1992. Libro rosso delle piante d'Italia. *TIPAR*, Roma
- Conti F., Manzi A. & Pedrotti F. 1997. Liste rosse regionali delle piante d'Italia. *TIPAR*, Roma
- Credano V., & Pirola A. 1975. La vegetazione della Provincia di Sondrio. *Amm. Prov. di Sondrio*. Pp 104
- Crosa Lenz P. & Pirocchi P. 2011. Le Aree Protette del VCO. Provincia del VCO e LIPU. Verbania
- Delarze R. & Gonseth Y., 2008. Guide des milieux naturels de Suisse. Rossolis, Bussigny. Pp 424
- Ferranti R., Pirola A. & Penati F. 2002. Il Paesaggio vegetale della Provincia di Sondrio. *Suppl. a Il Naturalista Valtellinese, Atti Mus. Civ. di Storia Naturale Morbegno*. 13
- Gerdol R., Puppi G. & Tomaselli M. 2001. Habitat dell'Emilia-Romagna. Manuale per il riconoscimento secondo il metodo europeo "CORINE-biotopes", a cura di Alessandrini A. & Tosetti T. Regione Emilia-Romagna, Istituto per i beni artistici e culturali e Naturali
- Giacomini V. & Fenaroli L. 1958. Conosci l'Italia. La Flora. vol 2. T.C.I., Milano, 272 pp.
- Giacomini V. & Pignatti S. 1955. Flora e vegetazione dell'Alta Valle del Braulio, con speciale riferimento ai pascoli di altitudine. *Suppl. agli Atti, Serie 5, Vol. j*
- I.U.C.N. 1993. World conservation strategy. I.U.C.N., Gland (Svizzera)
- I.U.C.N. 1994. IUCN Red List Categories. Gland, Svizzera, IUCN Species survival Commission
- Körner C. 1999. Global change at high elevation. In: *Alpine plant life. Functional plant ecology of high mountain ecosystems*. Berlin: Springer
- Landolt E., Bäumler B., Erhert A., Hegg O., Klötzli F., Lämmler W., Nobis M., Rudmann-Mauer K., Schweingruber F. H., Theurillat J.P., Urmi E., Vust M. & Wohlgemuth T. 2010. Flora indicativa, Ökologische Zeigerwerte und biologische Kennzeichen zur Flora der Schweiz und der Alpen, Ecological Indicator Values and Biological Attributes of the Flora of Switzerland and the Alps. Editions des Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. Haupt Verlag, Bern, Stuttgart, Wien
- Lasen C. 2006. Habitat Natura 2000 in Trentino. Provincia Autonoma di Trento
- Lasen C., Andreis C. & Boeano G. 1986. Le Alpi, guida alla Natura dell'arco alpino. Istituto Geografico De Agostini, Novara
- Lauber K. & Wagner G. 2000. Flora Helvetica, Flore illustrée de Suisse. Haupt, Berne, Stuttgart, Vienne: 1616 pp.

- Mazza A. & Mercalli L. 1991. Il ghiacciaio meridionale dell'Hohsand (Alta Val Formazza): un secolo di evoluzione climatica e rapporti con la produzione idroelettrica. Lavoro presentato in occasione del VI Convegno Glaciologico Italiano, Gressoney-St.-Jean / La-Trinitè, 26-29 Settembre 1991
- Mörschel F., Arduino S., Plassmann G., Revaz M. & Weissen A. 2004. Le Alpi: un patrimonio naturale unico. Uno scenario per la conservazione della biodiversità. WWF Germania am Main
- Mucina L., Grabherr G. & Wallnöfer S. 1993. Die Pflanzengesellschaften Österreichs, Teil II, Natürliche waldfreie Vegetation; Teil III, Wälder und Gebüsche, Gustav Fisher Verlag Jena, Stuttgart, New York
- Oberdorfer E. 2001. Pflanzensoziologische Exkursionsflora für Deutschland angrenzende Gebeite. 8. Aufl., Ulmer Verl., Stuttgart. 1051 pp.
- Ozenda P. 1985. La végétation de la chaîne alpine dans l'espace montagnard européen. Masson, Paris
- Parolo G. & Rossi G. 2007. Upward migration of vascular plants following a climate warming trend in the Alps. Basic and Applied Ecology, doi: 10.1016/j.baae.2007.01.005
- Pignatti E. & Pignatti S. 1983. La vegetazione delle Vette di Feltre al di sopra del limite degli alberi. Studia Geobotanica, 3:7-47
- Pignatti S. 1976. Geobotanica. In Cappelletti, Trattato di Botanica. UTET, Torino: 879-973
- Pignatti S. 1982. Flora d'Italia. 3 Voll. Edagricole, Bologna
- Pignatti S., Menegoni P., Giacanelli V. (a cura di). 2001. Liste rosse e blu della flora italiana. A.N.P.A., Stato dell'ambiente 1. Alcagraf s.r.l. Roma (più Cd-rom)
- Pirola A. 1959. Flora e Vegetazione periglaciale sul versante meridionale del Bernina. *Flora et vegetatio italica*, 1:115
- Pracchi R. 1941. Il glacialismo attuale nella Val Formazza. Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano, n. 21
- Reisigl H. & Keller R. 1990. Fiori e ambienti delle Alpi, i pascoli alpini, la vegetazione dei ghiaioni e delle rocce. Arti Grafiche Saturnia, Trento
- Rizzotto M. 1996. Le categorie IUCN per la compilazione delle "Liste Rosse" e l'attività della S.B.I. per la conservazione della flora. Informatore Botanico Italiano, 27(1995)
- Rossi G. & Parolo G. 2005. Gli effetti dei cambiamenti climatici sulle specie vascolari degli ambienti di alta quota: I casi-studio delle Alpi Retiche e dell'Appennino settentrionale. Informatore Botanico Italiano, 37(1A):238-239
- Rothmaler W. 2000. Exkursionsflora von Deutschland. Gefäßpflanzen: Atlasband. Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg, Berlin: pp 753
- Scoppola A. & Spampinato G. (Eds.), 2005. Atlante delle specie a rischio di estinzione. In: Scoppola A., Blasi C. (Eds., 2005). Stato delle conoscenze sulla Flora Vascolare d'Italia. Palombi, Roma
- Sindaco R., Mondino G. P., Selvaggi A., Ebone A. & Della Beffa G. 2003. Guida al riconoscimento di Ambienti e Specie della Direttiva Habitat in Piemonte. Regione Piemonte UFAP/WSL (Ed.), 2002. Torbiere e paludi e la loro protezione in Svizzera. Berna, pp 72
- Sindaco R., Savoldelli P., Selvaggi A. 2009. La Rete Natura 2000 in Piemonte – I Siti di Importanza Comunitaria. Regione Piemonte, pp 575

## SITOGRAFIA

<http://vnr.unipg.it/habitat/>

[http://www.minambiente.it/Sito/settori\\_azione/snc/rete\\_natura\\_2000/natura\\_2000/linee\\_guida\\_gestione.asp](http://www.minambiente.it/Sito/settori_azione/snc/rete_natura_2000/natura_2000/linee_guida_gestione.asp)

<http://www.minambiente.it/scn/index.php>

# ALLEGATI

## Elenco sistematico dei taxa

Le 152 specie censite nell'area periglaciale del Corno Cieco appartengono a 31 famiglie di seguito riportate in ordine sistematico (AESCHIMANN & BURDEY, 1994), secondo la nomenclatura adottata nella Flora d'Italia (PIGNATTI, 1982).

### I. PTERIDOPHYTA

#### Classe Pteridopsida

Fam. Botrychiaceae (Ophioglossaceae)

*Botrychium lunaria* (L.) Swartz

Fam. Aspleniaceae

*Asplenium viride*

Fam. Dryopteridaceae

*Polystichum lonchitis* (L.) Roth

Fam. Athyriaceae

*Cystopteris fragilis* (L.) Bernh.

### II. MAGNOLIOPHYTA (= SPERMATOPHYTA)

#### B. MAGNOLIOPHYTINA (= ANGIOSPERMAE)

Classe Magnoliopsida (= Dicotyledoneae)

#### Sotto-classe Magnoliidae

##### Ord. Ranunculales

Fam. Ranunculaceae

*Anemone baldensis* L.

*Pulsatilla alpina* (L.) Delarbre ssp.

*piifolia* (Scop.) Nyman

*Pulsatilla vernalis* (L.) Miller

*Ranunculus montanus* Willd.

#### Sotto-classe Caryophyllidae

##### Ord. Polygonales

Fam. Polygonaceae

*Polygonum viviparum* L.

*Oxyria digyna* (L.) Hill

##### Ord. Caryophyllales

Fam. Caryophyllaceae

*Arenaria ciliata* L.

*Cerastium arvense* L. ssp. *arvense*

*Cerastium cerastioides* (L.) Britton

*Minuartia sedoides* (L.) Hiern

*Minuartia verna* (L.) Hiern

*Silene acaulis* (L.) Jacq. ssp. *longiscapa* (Kerner) Hayek

*Cerastium pedunculatum* Gaudin

*Gypsophila repens* L.

*Hemiaria alpina* Chaix

*Sagina saginoides* (L.) Karsten

*Silene acaulis* (L.) Jacq. ssp. *exscapa* (All.) Br.-Bl.

## Sotto-classe Dilleniidae

### Ord. Violales

Fam. Violaceae

*Viola calcarata* L.

### Ord. Capparales

Fam. Brassicaceae (= Cruciferae)

*Arabis alpina* L. ssp. *alpina*

*Arabis caerulea* All.

*Arabis ciliata* Clairv.

*Arabis pumila* Jacq. ssp. *pumila*

*Cardamine bellidifolia* L. ssp. *alpina* (Willd.) Jones

*Cardamine resedifolia* L.

*Draba aizoides* L.

*Draba dubia* Suter

*Draba hoppeana* Rchb.

*Hutchinsia brevicaulis* Hoppe

### Ord. Salicales

Fam. Salicaceae

*Salix helvetica* Vill.

*Salix herbacea* L.

*Salix reticulata* L.

*Salix retusa* L.

*Salix serpyllifolia* Scop.

### Ord. Primulales

Fam. Primulaceae

*Androsace alpina* (L.) Lam.

*Androsace obtusifolia* All.

*Primula farinosa* L.

*Soldanella alpina* L.

## Sotto-classe Rosidae

### Ord. Rosales

Fam. Crassulaceae

*Sedum alpestre* Vill.

*Sedum atratum* L.

*Sempervivum arachnoideum* L.

*Sempervivum montanum* L.

Fam. Saxifragaceae

*Saxifraga aizoides* L.

*Saxifraga androsacea* L.

*Saxifraga biflora* All.

*Saxifraga bryoides* L.

*Saxifraga exarata* Vill.

*Saxifraga moschata* Wulfen

*Saxifraga oppositifolia* L.

*Saxifraga stellaris* L.

*Parnassia palustris* L.

Fam. Rosaceae

*Alchemilla coriacea* Buser

*Alchemilla pentaphyllea* L.

*Alchemilla xanthochlora* Rothm.

*Geum montanum* L.

*Potentilla aurea* L.

*Potentilla frigida* Vill.

*Sibbaldia procumbens* L.

**Ord. Fabales**

Fam. Fabaceae (= Leguminosae)

*Anthyllis vulneraria* L. ssp. *carpatica* (Pant.) Nyman

*Lotus alpinus* (DC.) Schleicher

*Oxytropis campestris* (L.) DC.

*Trifolium alpinum* L.

*Trifolium badium* Schreber

**Ord. Polygalales**

Fam. Polygalaceae

*Polygala alpestris* Rchb.

**Ord. Myrtales**

Fam. Onagraceae

*Epilobium anagallidifolium* Lam.

*Epilobium fleischeri* Hochst.

**Ord. Polygalales**

Fam. Apiaceae (= Umbelliferae)

*Ligusticum mutellina* (L.) Crantz

*Ligusticum mutellinoides* (Crantz) Vill.

**Sotto-classe Asteridae****Ord. Gentianales**

Fam. Gentianaceae

*Gentiana bavarica* L.

*Gentiana brachyphylla* Vill.

*Gentiana nivalis* L.

*Gentiana schleicheri* (Vaccari) Kunz

*Gentiana verna* L.

*Gentianella ramosa* (Hegetschw.) Holub

*Gentianella tenella* (Rottb.) Borner

**Ord. Scrophulariales**

Fam. Scrophulariaceae

*Bartsia alpina* L.

*Euphrasia minima* Jacq. ex DC.

*Linaria alpina* (L.) Miller

*Pedicularis kernerii* D. Torre non Huter

*Pedicularis tuberosa* L.

*Veronica bellidioides* L.

*Veronica fruticans* Jacq.

**Ord. Lamiales**

Fam. Boraginaceae

*Eritrichium nanum* (All.) Schrader

*Myosotis alpestris* f. w. Schmidt

Fam. Lamiaceae (= Labiatae)

*Thymus polytrichus* Kerner

**Ord. Campanulales**

Fam. Campanulaceae

*Campanula barbata* L.

*Campanula cenisia* L.

*Campanula cochleariifolia* Lam.

*Campanula scheuchzeri* Vill.

*Phyteuma globulariifolium* Sternb. et Hoppe ssp.

*pedemontanum* (R. Schulz) Becherer

*Phyteuma hemisphaericum* L.

**Ord. Plantaginales**

Fam. Plantaginaceae

*Plantago serpentina* All.

**Ord. Campanulales**

Fam. Campanulaceae

*Campanula barbata* L.

*Campanula cenisia* L.

*Campanula cochleariifolia* Lam.

*Campanula scheuchzeri* Vill.

*Phyteuma globulariifolium* Sternb. et Hoppe ssp.

*pedemontanum* (R. Schulz) Becherer

*Phyteuma hemisphaericum* L.

**Ord. Rubiales**

Fam. Rubiaceae

*Galium anisophyllum* Vill

**Ord. Dipsacales**

Fam. Dipsacaceae

*Scabiosa lucida* Vill.

**Ord. Asterales**

Fam. Asteraceae (= Compositae)

*Achillea nana* L.

*Antennaria carpathica* (Wahlenb.) Bl. et Fing.

*Antennaria dioica* (L.) Gaertner

*Artemisia genipi* Weber

*Artemisia umbelliformis* Lam.

*Aster alpinus* L.

*Aster bellidiastrum* (L.) Scop.

*Carduus defloratus* s.l.

*Erigeron alpinus* L.

*Erigeron uniflorus* L.

*Gnaphalium hoppeanum* Koch

*Gnaphalium supinum* L.

*Hieracium piliferum* Hoppe

*Hieracium pilosella* L.

*Homogyne alpina* (L.) Cass.

*Leontodon helveticus* Méart

*Leontodon hispidus* L.

*Leontopodium alpinum* Cass.

*Leucanthemopsis alpina* (L.) Heyw.

*Senecio doronicum* L.

*Senecio incanus* L. subsp. *incanus*

*Taraxacum alpestre* DC. (aggregato)

*Taraxacum alpinum* (Hoppe) Hegetschw. (aggregato)

**2. LILIOPSIDA (= MONOCOTYLEDONEAE)****Sotto-classe Commelinidae****Ord. Juncales**

Fam. Juncaceae

*Juncus jacquinii* L.

*Juncus trifidus* L.

*Luzula lutea* (All.) Lam. et DC.

*Luzula spicata* (L.) DC.

**Ord. Cyperales**

Fam. Cyperaceae

*Carex curvula* All.

*Carex ferruginea* Scop.

*Carex foetida* All.

*Carex frigida* All.

*Carex parviflora* Host

*Carex rosae* (Gilomen) Hess et Landolt

*Carex sempervirens* Vill.

*Elyna myosuroides* (Vill.) Fritsch

*Eriophorum scheuchzeri* Hoppe

Fam. Poaceae (= Gramineae)

*Agrostis alpina* Scop.

*Agrostis rupestris* All.  
*Anthoxanthum alpinum* Love et Love  
*Avenula versicolor* (Mill.) Lainz  
*Deschampsia caespitosa* (L.) Beauv.  
*Festuca halleri* All.  
*Festuca quadriflora* Honck.  
*Festuca rubra* L. s.l.  
*Festuca violacea* Gaudin  
*Phleum alpinum* L.  
*Poa alpina* L.  
*Poa laxa* Haenke  
*Poa supina* Schrader  
*Sesleria varia* (Jacq.) Wettst.  
*Trisetum distichophyllum* (Vill.) Beauv.

#### **Sotto-classe Liliidae**

##### **Ord. Orchidales**

Fam. Orchidaceae

*Coeloglossum viride* (L.) Hartm





