

Ambiente periglaciale e permafrost

Cos'è?

Ambiente periglaciale: ambiente caratterizzato da processi in cui prevale l'azione del gelo indipendentemente dalla presenza dei ghiacciai (contraddistingue i settori di alta quota del paesaggio alpino).

Permafrost: detrito e/o roccia con temperatura inferiore a 0°C per almeno due anni consecutivi, indipendentemente dalla presenza di ghiaccio. La sua presenza è di difficile individuazione anche perché durante la stagione estiva la sua porzione più superficiale (detta "strato attivo") è sottoposta a temperature superiori a 0°C con conseguente scongelamento dell'eventuale ghiaccio presente.

Perché studiarlo?

Il permafrost è direttamente collegato alle condizioni climatiche e 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.). Per questi motivi, il permafrost è considerato un indicatore privilegiato del **cambiamento climatico**.

Il progetto Permanet

Il progetto europeo Alpine Space "PermaNet - Permafrost long-term monitoring Network" (2008/2011) ha consentito di approfondire le conoscenze sull'ambiente periglaciale e sul permafrost alpino in tutte le Alpi. Al progetto hanno partecipato quattordici istituzioni di cinque paesi (Italia, Austria, Germania, Francia e Svizzera), tra le quali Arpa Piemonte¹, con lo scopo principale di realizzare una rete di monitoraggio del permafrost alpino e di valutare la distribuzione potenziale del permafrost nelle Alpi; tutto ciò finalizzato alla implementazione di strategie di governance per le aree di alta montagna.

¹ In collaborazione con Università degli Studi dell'Insubria

Carta della criosfera delle Alpi piemontesi

La carta della criosfera (Fig. 1, 4) rappresenta alcuni aspetti dell'ambiente periglaciale e glaciale. In questa carta viene anche rappresentata la distribuzione potenziale del permafrost alpino (distinto in relitto, possibile e probabile), basata sul catasto regionale degli indicatori del permafrost (Fig. 2).

Gli indicatori più comuni sono i Rock Glacier ed i Protalus Rampart ("morene nivali"), forme di accumulo detritico, che contengono o hanno contenuto ghiaccio al loro interno, caratterizzate da rughe ed ondulazioni generate dal lento movimento verso valle (Fig. 3a, 3b).

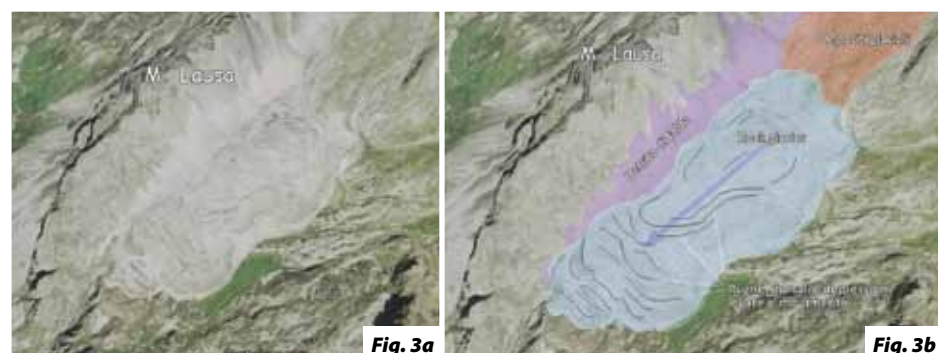
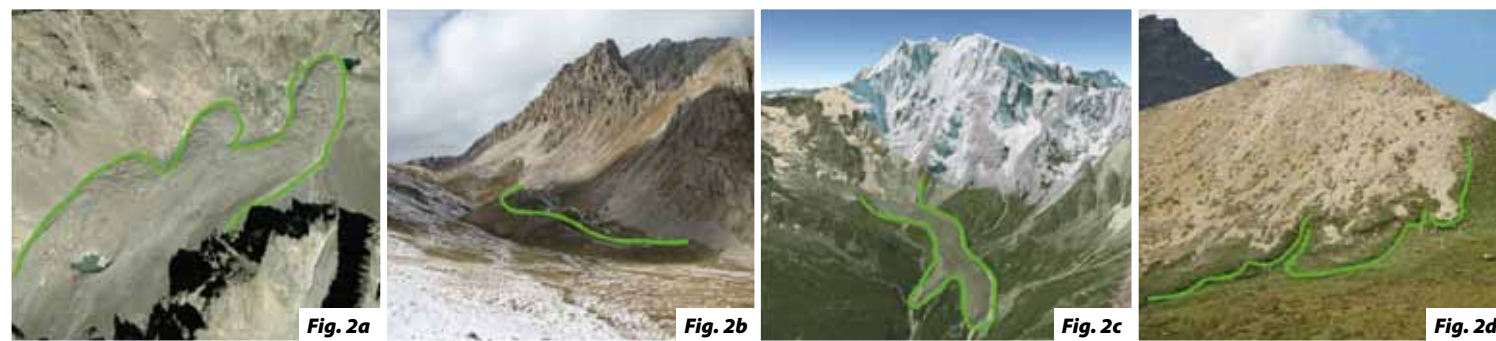


Figura 2. Indicatori del permafrost: a) rock glacier, b) protalus rampart ("morene nivali"), c) ghiacciai "neri" (debris covered glacier), d) lobi di geliflusso.

Figura 3. a) Vista obliqua 3D virtuale (© Blom, CGR) del rock glacier ubicato a ridosso del versante orientale del M. Lausa. b) La superficie dell'imponente corpo detritico è caratterizzata dalle rughe generate dal lento movimento lungo il versante che avviene a causa della presenza di ghiaccio interstiziale nel deposito.



Figura 6. Versante sinistro della Valle Traversiera nella zona di Gr. Chiapusso. L'articolata e tormentata superficie del pendio evidenzia un modellamento prevalentemente legato all'azione dei fenomeni gravitativi (colamenti lenti e fenomeni complessi di scivolamento e colamento).

Figura 7. Versante sinistro della Valle Traversiera nella zona di C.ta Traversiera. La leggera nevicata mette in risalto i numerosi lobi di geliflusso che ricoprono l'intero pendio. Queste forme sono legate ai lenti movimenti della coltre superficiale in presenza di cicli gelo-disgelo.



Figura 8. Strada militare della Valle Traversiera verso La Colletta. Sul versante sono evidenti alcuni lobi di geliflusso di grandi dimensioni la cui attività ha deformato la strada che li interseca.

Figura 9. Versante settentrionale del Buc Faraut, verso la Valle di Bellino. La zona di spartiacque in questo settore è caratterizzata dalla estesa presenza di detriti derivanti dalla intensa azione del gelo che frantuma le rocce. I detriti, che ricoprono quasi interamente le creste, sono soggetti ai fenomeni diffusi di geliflusso che causano la formazione di lobi e rughe.



Figura 10. Perforazione del pozzo profondo 30 m in cui sono inseriti i termometri per misurare l'andamento termico nel sottosuolo.

Monitoraggio del permafrost

A partire dal 2009, in Piemonte sono state installate le stazioni di monitoraggio del permafrost costituite da pozzi verticali in roccia, collegate alla rete internazionale che copre tutto l'arco alpino (Fig. 10). Al Passo de La Colletta è stato realizzato un pozzo profondo 30 m, attrezzato con 25 termometri che misurano la temperatura a diverse profondità.

Oltre alle misure dirette vengono effettuate misure indirette attraverso due metodi di analisi principali:

- **BTS (Bottom Temperature of the Snow cover).** Consiste nel rilevare al termine dell'inverno (ma prima che la fusione del manto nevoso abbia inizio) la temperatura del suolo al di sotto della coltre di neve in una griglia di punti.
- **Tomografia geo-elettrica.** Tipo di prospezione geofisica più idonea alla determinazione della presenza del permafrost (con ghiaccio) in ambito montano ottenuta attraverso la misura della resistività dei terreni e delle rocce.

I dati derivanti dal monitoraggio del permafrost vengono messi in relazione con i dati climatici registrati dalla stazione meteorologica posizionata in prossimità della perforazione (Fig. 11) al fine di valutare come le condizioni in atmosfera si ripercuotono nel suolo e nel sottosuolo.



Figura 11. Stazione di monitoraggio del permafrost del passo de La Colletta (situata sotto la superficie) affiancata alla stazione meteorologica della rete regionale gestita da Arpa Piemonte, dotata di sensori per misurare la temperatura dell'aria e l'altezza della neve al suolo (nivometro).

Il permafrost nelle Alpi Piemontesi

Sito del Passo de La Colletta

Stazioni di monitoraggio del permafrost

- 1 Passo Monte Moro, 2.870 m (Macugnaga, VB)
- 2 Passo dei Salati (Alagna Valsesia, VC): Ist. Mosso (2.920 m), Corno del Camoscio (3.020 m)
- 3 Colle Sommeiller, 2.990 m (Bardonecchia, TO)
- 4 Passo de la Colletta, 2.840 m (Bellino, CN)
- 5 Passo della Gardetta, 2.490 m (Canosio, CN)

Inventario della Criosfera

- Rock Glacier e Protalus Rampart
- attivi
 - complessi
 - inattivi
 - attività incerta
- lobi di geliflusso
- Ghiacciai "neri" (debris covered glacier)
 - Ghiacciai

Distribuzione potenziale del permafrost

- relitto
- possibile
- probabile

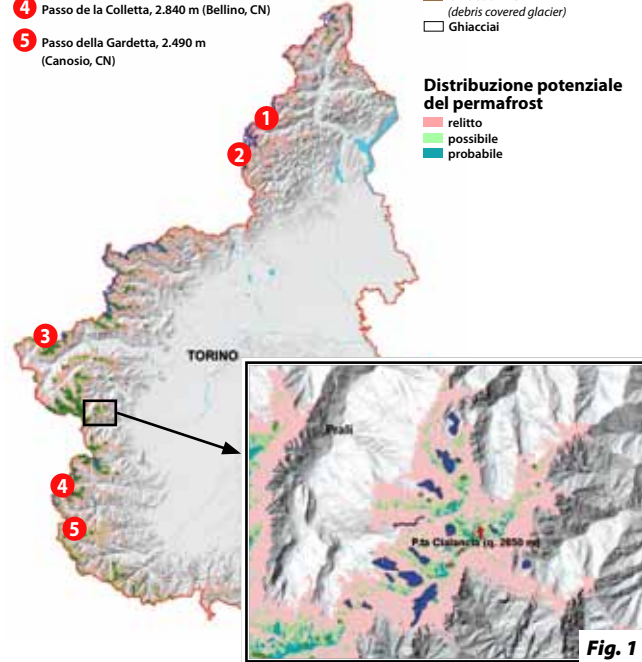


Figura 1. Carta della Criosfera delle Alpi Piemontesi (dettaglio ingrandito nel riquadro in basso).

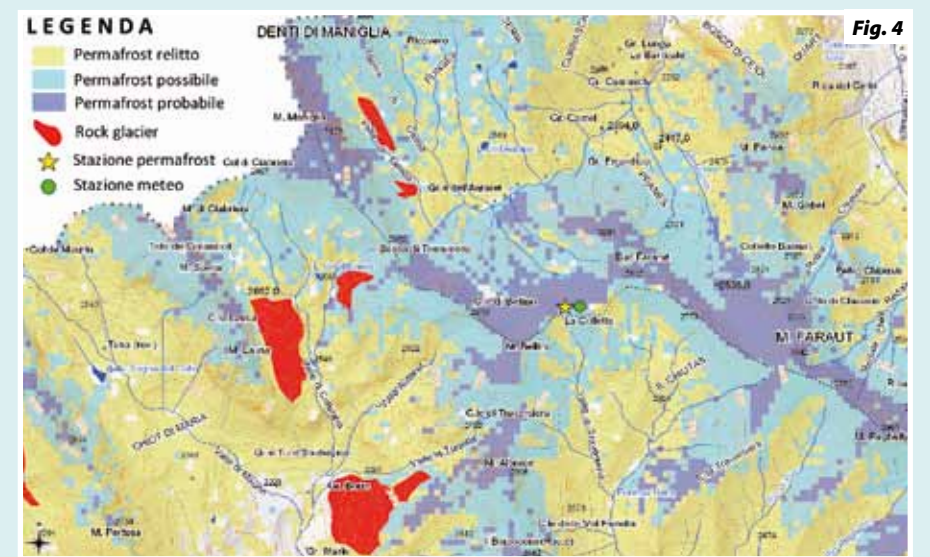


Figura 4. Distribuzione potenziale del permafrost ed inventario dei rock glacier nell'area di spartiacque tra la Valle Maira e la Valle di Bellino. Circa il 40% dell'area è interessata da permafrost di tipo "relitto" legato a condizioni climatiche del passato, più fredde di quelle attuali (non è possibile osservare in superficie questo tipo di permafrost). Il permafrost "possibile" (35%) e "probabile" (25%), in equilibrio con le condizioni climatiche odierne, è prevalentemente localizzato lungo le creste e sui versanti settentrionali al di sopra dei 2400-2500 m di quota.

L'alta valle di Traversiera e il settore di cresta de La Colletta

Il settore di spartiacque tra Val Maira (a sud) e la Valle di Bellino (a nord) in corrispondenza del passo de La Colletta è caratterizzato dalla presenza di rocce appartenenti alla cosiddetta "Falda dei Calcescisti a Pietre Verdi".

Questa importante unità alpina testimonia la presenza dell'antico oceano della Tetide che fino a circa 50 milioni di anni fa separava i continenti Europa-Africa ed è costituita da rocce metamorfiche derivanti dalla crosta oceanica ("pietre verdi") e dai sedimenti che la ricoprivano (calcescisti).

In prossimità del passo, ad ovest del M. Bellino e sulla cresta che dal M. Maniglia si estende lungo lo spartiacque del versante sinistro della Valle Traversiera, affiorano quarziti e calcari appartenenti ad un'altra importante unità geologica alpina ("Zona Brianzonese") (Fig. 5).

Anche la storia geologica più recente è ricca di aspetti interessanti legati all'azione dei ghiacciai, all'erosione dei corsi d'acqua ed ai fenomeni gravitativi, processi che hanno modellato e modellano il paesaggio attuale (Fig. 6, 7, 8, 9).

Attraverso l'osservazione e l'analisi delle forme e dei depositi superficiali è possibile ricostruire l'evoluzione di questa area che, per le sue caratteristiche geologico-geomorfologiche e climatiche, è stata scelta quale sito di studio del permafrost (Fig. 4).

Figura 5.

Panorama del M. Maniglia alla testata della Valle di Bellino ripreso dal passo de La Colletta. Lungo la linea di cresta è possibile vedere il contatto (linea rossa) tra le unità oceaniche (calcescisti) e le quarziti brianzonesi. Il contatto tettonico tra queste due unità prosegue ai piedi delle scarpate orientali del M. Maniglia, sepolto sotto i detriti di falda ed i rock glacier.

