

MAURO GUGLIELMIN (*) & CLAUDIO TELLINI (**)

RELAZIONI TRA PERMAFROST ALPINO E COPERTURA NEVOSA: RISULTATI PRELIMINARI (AREA DEL FOSCAGNO, SONDRIO, ITALIA)

ABSTRACT: GUGLIELMIN M. & TELLINI C., *Relationships from mountain permafrost and snow cover: preliminary results (Valtellina, Italy)*. (IT ISSN 0391-9838, 1995)

During the 1994 winter some investigations about relationships between permafrost occurrence and winter snow cover were carried out in Valtellina (Central Alps).

BTS measurements and nivologic profiles were recorded in the three sites particularly significant from the geomorphological point of view (area without permafrost, possible and certain permafrost areas) at the same day. Preliminary results indicate that between permafrost areas and areas without permafrost, the crystalline characteristics of the snow in the basal layers are different. In fact, in the first case, snow is characterized by equithermic metamorphism (destructive). These snow characteristics create a feedback process which delays the snow melting in permafrost occurrence areas, improving the aggradation and conservation of permafrost.

KEY WORDS: Rock Glaciers, BTS, Snow cover, Valtellina (Italy)

RIASSUNTO: GUGLIELMIN M. & TELLINI C., *Relazioni tra permafrost alpino e copertura nevosa: risultati preliminari (Area del Foscagno, Sondrio, Italia)*. (IT ISSN 0391-9838, 1995)

Nell'inverno scorso sono state eseguite, per la prima volta in Italia, indagini preliminari sulle relazioni esistenti tra permafrost e caratteristiche nivologiche del manto nevoso sovrastante. Sono state così eseguite, nella stessa giornata, in tre siti scelti per la loro significatività geomorfologica (area senza permafrost e aree con permafrost possibile e certo) misure di BTS e profili nivologici. Si è così potuto osservare, seppur in via preliminare, che in aree con presenza accertata di permafrost, la parte basale del manto nevoso, indipendentemente dalle modalità di deposizione, presenta caratteristiche differenti rispetto ai profili rilevati su terreni privi di permafrost. Si è osservato, infatti, come gli strati nevo-

si basali nel primo caso siano contraddistinti da una neve metamorfosata in condizioni equitermiche (metamorfismo distruttivo). Tali caratteristiche, unitamente alle basse temperature della neve, consentono la creazione di un meccanismo di *feedback* per cui lo scioglimento nivale estivo, nelle aree con permafrost, viene ritardato e quindi, a sua volta, favorisce l'aggradazione o la conservazione del permafrost.

TERMINI CHIAVE: Rock glaciers, BTS, Neve, Valtellina.

INTRODUZIONE

Le relazioni tra la distribuzione della copertura nevosa nello spazio e nel tempo e la presenza del permafrost rappresentano uno degli aspetti di maggior interesse nello studio dell'ambiente periglaciale delle alte latitudini (SMITH, 1975; GOODRICH, 1982, GRAMBERG, 1988). In genere, è stata analizzata l'influenza che i diversi tipi di copertura nevosa hanno nei confronti del bilancio energetico della superficie del suolo e, di conseguenza, sulla formazione o sull'aggradazione o degradazione del permafrost. Questi ed altri effetti possono essere ancor più significativi in ambiente alpino ove l'orografia e la varia morfologia fanno sì che possano verificarsi variazioni sostanziali nello spessore della copertura nevosa anche in aree ristrette, tuttavia omogenee dal punto di vista climatico.

Meno noti e studiati sono gli effetti che la presenza del permafrost ha nei confronti del manto nevoso, in particolare nella strutturazione del profilo nivale. KELLER & GUBLER (1993) hanno mostrato come esistano alcune differenze tra profili nivologici eseguiti in siti con o senza permafrost. Il presente lavoro presenta i risultati preliminari dell'analisi delle caratteristiche nivologiche presenti in un'area ove la distribuzione del permafrost era già nota (GUGLIELMIN & TELLINI, 1993; GUGLIELMIN, 1994).

LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI E CLIMATICI

L'area in cui sono stati eseguiti i rilievi è una vallecchia tributaria di destra della Valle del Foscagno nell'alto bac-

(*) Regione Lombardia, Servizio Geologico, Via F. Filzi, 22 - 20124 Milano.

(**) Istituto di Geologia, viale delle Scienze, 78 - 43100 Parma.

Lavoro eseguito mediante Contributo MURST 40% 1993: «Catene montuose e pianure: geomorfologia strutturale ed evoluzione del rilievo in Italia ed in aree mediterranee» (Resp. Prof. C. Tellini e Coordin. Naz.: Prof. P.R. Federici).

Si ringrazia per la fattiva collaborazione il centro Nivometeorologico Sperimentale di Bormio della Regione Lombardia, ed in particolare il Direttore, Dott. S. Bellomo, e i tecnici L. Bonetti e E. Meraldi che hanno reso possibile l'acquisizione dei dati sul terreno. Un sincero ringraziamento alla Sig.ra Edwige Masini che ha curato i disegni delle figure.

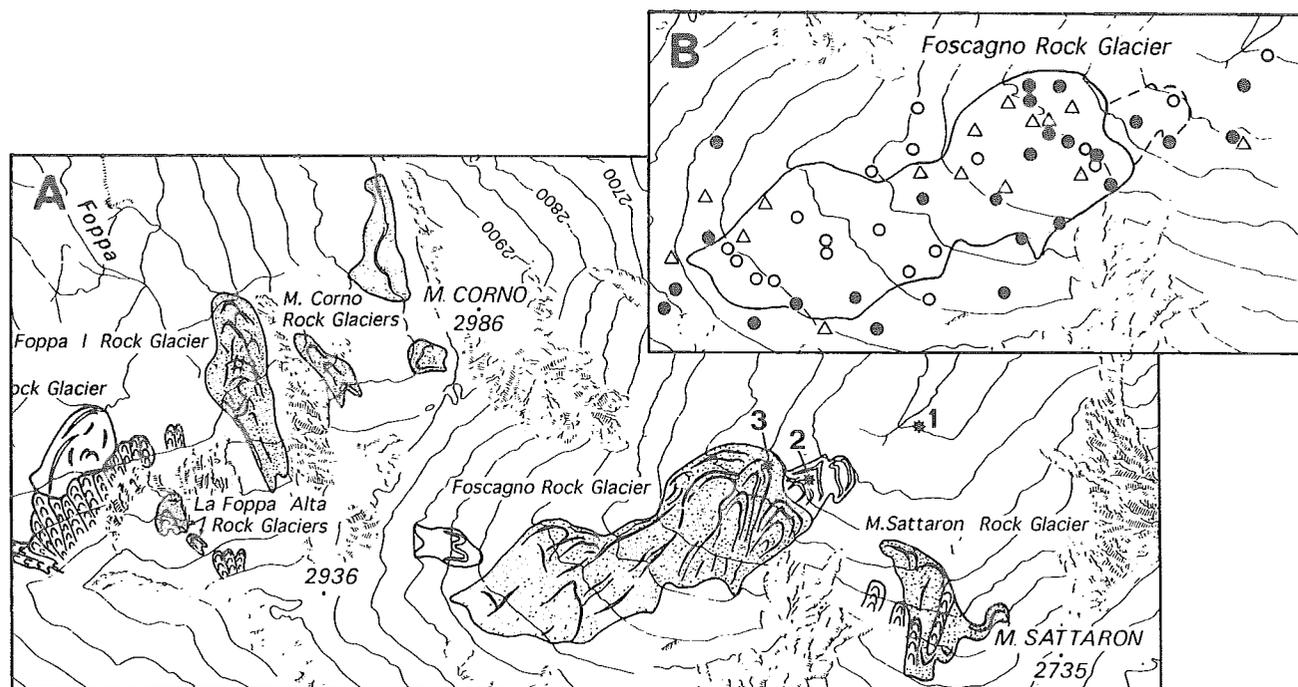


FIG. 1 - A): ubicazione dei rock glaciers e lobi di geliflusso della Vallaccia del Foscagno e aree circostanti e delle stazioni 1, 2 e 3, rispettivamente poste su un cordone morenico tardiglaciale, sul rock glacier inattivo e sul rock glacier attivo del Foscagno, in cui sono stati eseguiti i profili nivologici; B): distribuzione dei dati di temperatura BTS eseguiti negli anni precedenti (tondi pieni: valori $< -3^{\circ}\text{C}$; triangoli: valori compresi tra $-1,7$ e -3°C ; cerchi: valori $> -1,7^{\circ}\text{C}$).

FIG. 1 - A): BTS-snow profile sites and distribution of rock glaciers and solifluction lobes in Foscagno Valley and surroundings area. Site 1 was recorded on moraine ridge, site 2 on inactive rock glacier and site 3 on active rock glacier; B): previous BTS measurement distribution on Foscagno rock glacier (solid circle: temperature $< -3^{\circ}\text{C}$; open triangle: temperature range from -3°C to $-1,7^{\circ}\text{C}$; open circle: temperature $> -1,7^{\circ}\text{C}$).

no dell'Adda. Si tratta di una valle caratterizzata da morfologia glaciale con abbondanti resti morenici Tardi e Postglaciali, e da una successiva, importante morfogenesi periglaciale responsabile della formazione di alcuni rock glaciers e diverse microforme quali diversi tipi di suoli strutturati, lobi di geliflusso, boulder streams, ecc. (MAGNANI, 1995; GOBRILI, 1995). Tra le macroforme periglaciali della piccola valle il rock glacier Vallaccia di Foscagno è sicuramente quella più appariscente (fig. 1A). Il rock glacier è costituito da diversi lobi a diverso grado di attività (nella figura l'area puntinata definisce il rock glacier attivo e quella bianca con i cordoni il rock glacier inattivo) che ne fanno un corpo di natura complessa dallo sviluppo longitudinale di oltre 1 km, compreso tra i 2 370-2 700 m di quota, e ampio oltre 250 m.

Relativamente ai più importanti parametri climatici i dati più vicini alla realtà sono forniti dalla Stazione nivometeorologica de' La Foppa (2 655 m di quota) installata nell'attigua Vallaccia dalla Regione Lombardia e funzionante dall'11 Settembre 1993. Il rapido esame dei dati registrati il primo anno di funzionamento⁽¹⁾ indica che: a) la temperatura media annua dell'aria (tmaa) è di $-0,64^{\circ}\text{C}$;

b) lo spessore max. della neve è di 252 cm (raggiunto in Marzo e Aprile 1994) e la permanenza del manto nevoso al suolo è circa di 9 mesi all'anno; c) da Ottobre '93 a Marzo '94 sono caduti in media 41 cm/mese di neve; d) le precipitazioni corrispondono a 985 mm/anno ed i giorni piovosi sono 122.

Data la diversa orientazione della Valle del Foscagno rispetto alla Val Foppa, alcuni dati potrebbero leggermente differire da quelli riportati per la sopraccitata Val Foppa.

PERMAFROST ALPINO: DISTRIBUZIONE E CARATTERISTICHE

In questa parte della Valtellina, a partire dal 1989, sono state applicate diverse metodologie d'indagine (geomorfologiche, geofisiche, geotermiche, geobotaniche, ecc.) al fine di individuare e cartografare il *mountain permafrost* e studiarne le principali caratteristiche, soprattutto nei rock glaciers attivi. In particolare, nelle stagioni invernali 1992 e 1993 sono state compiute misure di BTS⁽²⁾ (GUGLIELMIN & TELLINI, 1993) e nell'Estate degli anni 1991, 1992 e 1993 sono state eseguite oltre una dozzina di misure STG⁽³⁾ e 9 son-

⁽¹⁾ I calcoli sono stati fatti dall' 1 Ottobre 1993 al 30 Settembre 1994; il dato della tmaa risulta dall'extrapolazione del valore di Marzo la cui registrazione è andata perduta.

⁽²⁾ Misura delle temperature del suolo al di sotto della copertura nevosa invernale.

⁽³⁾ Misura della temperatura del suolo, a diverse profondità, in periodo estivo.

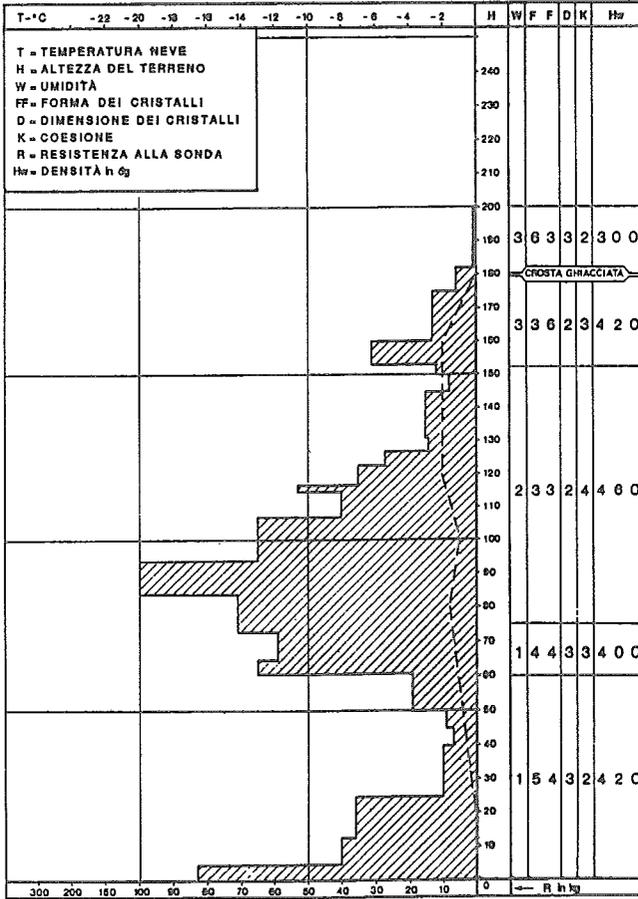


FIG. 2 - Caratteristiche nivologiche (vedi Appendice), profilo di resistenza degli strati di neve e variazione della temperatura ($^{\circ}\text{C} \times 10$ per evidenziarne lo scarto) nella stazione n. 1.

FIG. 2 - Nival features (see Appendix), strength of snow beds and temperature variation ($^{\circ}\text{C}$ exaggerated $\times 10$) across the profile at site 1.

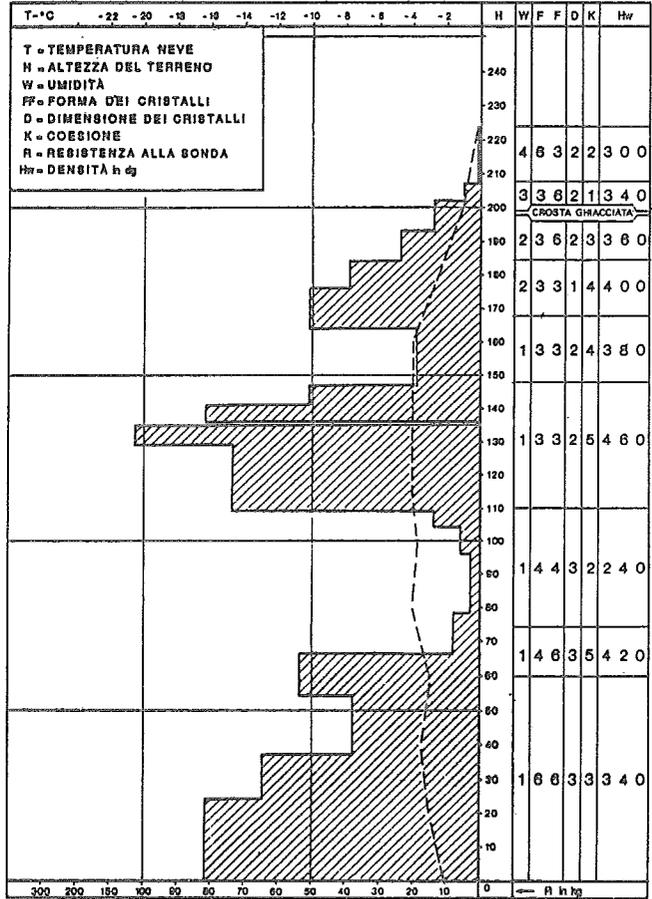


FIG. 3 - Caratteristiche nivologiche (vedi Appendice), profilo di resistenza degli strati di neve e variazione della temperatura ($^{\circ}\text{C} \times 10$ per evidenziarne lo scarto) nella stazione n. 2.

FIG. 3 - Nival features (see Appendix), strength of snow beds and temperature variation ($^{\circ}\text{C}$ exaggerated $\times 10$) across the profile at site 2.

daggi elettrici verticali, distribuiti in modo da caratterizzare sia il rock glacier del Foscagno che i depositi glaciali immediatamente circostanti (GUGLIELMIN & alii, 1994; GUGLIELMIN & TELLINI, 1993; GUGLIELMIN, 1994).

Da queste indagini si è potuto determinare che la distribuzione del permafrost nel corpo del rock glacier risulta concentrarsi nella porzione frontale della sua parte attiva, al piede delle falde detritiche che circondano lo stesso rock glacier e nei depositi morenici postglaciali sottostanti le pareti del M. Foscagno e del M. Forcellina (CALDERONI & alii, 1993). Il permafrost sembra presente anche nella parte inattiva del rock glacier posta tra i 2 370 e i 2 480 m di quota.

Lo strato attivo presenta spessori molto variabili in funzione della posizione topografica, con approfondimento maggiore nei lobi posti alle quote più alte, ove è possibile che il piccolo ghiacciaio, presente nella testata valliva durante la Piccola Età glaciale ed estintosi nell'immediato secondo dopoguerra, abbia fortemente degradato il permafrost formatosi nelle porzioni superiori del rock glacier (GUGLIELMIN, 1994).

RISULTATI

Durante il mese di Marzo 1994 sono stati eseguiti tre profili nivologici in corrispondenza di siti con valori di BTS diversi (figg. 2-4).

La prima delle tre stazioni di misura è ubicata in corrispondenza del basso cordone morenico di quota 2 350 m nei pressi della sorgente del T. Foscagno; l'inclinazione della superficie è inferiore a 5° ed il suolo sostiene una copertura vegetale continua riferibile alla prateria montana. Il suolo è poco evoluto, con orizzonte organico di pochi cm ed una tessitura sabbiosa con blocchi e massi spigolosi sparsi.

La seconda stazione è situata in corrispondenza di una delle rughe centrali della parte inattiva del rock glacier a quota 2 435 m con esposizione verso NE ed inclinazione di 10° circa. La superficie del suolo è qui caratterizzata da massi e blocchi spigolosi (metrici e decimetrici) immersi in scarsissima (o assente) matrice ghiaioso-sabbiosa; suolo organico e copertura vegetale sono assenti.

La terza stazione di misura, posta a 2 480 m, è situata

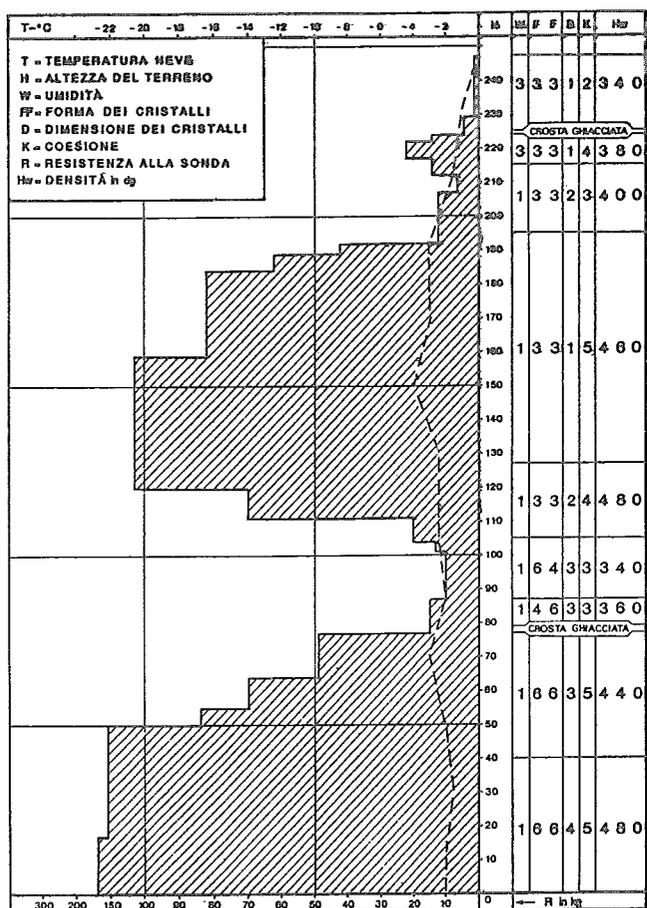


Fig. 4 - Caratteristiche nivologiche (vedi anche Appendice), profilo di resistenza degli strati di neve e variazione della temperatura ($^{\circ}\text{C} \times 10$ per evidenziarne lo scarto) nella stazione n. 3.

Fig. 4 - Nival features (see Appendix), strength of snow beds and temperature variation ($^{\circ}\text{C}$ exaggerated $\times 10$) across the profile at site 3.

in prossimità della fronte del settore attivo del rock glacier Foscagno, su di una superficie esposta verso WNW con una inclinazione di circa 35° e una tessitura superficiale simile a quella della seconda stazione, ma con blocchi leggermente più piccoli senza colonizzazione lichenica.

In tab. 1 sono riportate le misure BTS delle tre stazioni negli anni 1992, 1993 e 1994.

Le tre stazioni, in base ai criteri basati sulle misurazioni BTS, dovrebbero risultare rispettivamente in area priva di permafrost, con permafrost certo e con permafrost possibile (HAEBERLI, 1973; GUGLIELMIN & TELLINI, 1993). Contrariamente alle indicazioni fornite dalle misure di BTS, che evidentemente possono variare per vari motivi, anno per anno, di qualche decimo di $^{\circ}\text{C}$ anche negli stessi siti di misura, le prospezioni geoelettriche effettuate e le misurazioni STG indicano che il permafrost è presente sia nella stazione n. 2 che nella stazione n. 3, con spessore dello strato attivo rispettivamente di 2,2 e 3,3 m circa.

Nel sito n. 1 lo spessore del manto nevoso è risultato di 200 cm e la temperatura misurata all'interfaccia suolo-neve, di 0°C , esattamente eguale alla misura BTS fatta po-

TABELLA 1 - Misure BTS, espresse in $^{\circ}\text{C}$, nei siti studiati (NR: non rilevato).
TABLE 1 - BTS data ($^{\circ}\text{C}$) in the studied sites (NR: not recorded).

STAZIONE	1992	1993	1994
1 (cordone morenico)	- 0,2	0	0
2 (rock glacier inattivo)	NR	- 4,1	- 2,9
3 (rock glacier attivo)	- 2,6	- 2,5	- 1,9

co prima. In fig. 2 sono riportati i dati nivologici principali, il profilo penetrometrico e stratigrafico e la variazione di temperatura nel profilo stesso.

Nel sito 2 lo spessore del manto nevoso è risultato di 223 cm e la temperatura misurata all'interfaccia suolo-neve è $- 2,2^{\circ}\text{C}$ mentre la misura BTS ha dato $- 2,9^{\circ}\text{C}$. Questa discrepanza potrebbe derivare, nonostante la rapidità della misura, sia da un disturbo dovuto all'apertura del profilo che da un contatto imperfetto tra sonda BTS e suolo. I principali parametri nivologici, la stratigrafia, il profilo penetrometrico e la variabilità di temperatura sono riassunti in fig. 3.

Nel sito n. 3 lo spessore del manto nevoso è pari a 247 cm e la temperatura alla superficie del suolo di $- 2^{\circ}\text{C}$ mentre il BTS è pari a $- 1,9^{\circ}\text{C}$. In fig. 4 sono riportati i principali parametri nivologici, la stratigrafia, le caratteristiche penetrometriche e la variazione termica del profilo stesso.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

Dall'analisi dei profili nivologici emergono chiare differenze, nei primi 60-80 cm della parte basale, sia riguardo alle caratteristiche dei cristalli, che rispetto i valori di coesione e di resistenza dei livelli di neve. Emerge, infatti, come il profilo del sito n. 1 sia caratterizzato da una tipologia nivologica tipica del metamorfismo costruttivo (legato ad un maggior gradiente termico all'interno del manto nevoso) con cristalli a calice di dimensioni comprese tra 1 e 3 mm di diametro e con una resistenza alla penetrazione media attorno ai 26,5 kg (nei primi 60 cm).

I profili dei siti n. 2 e 3, invece, presentano cristalli arrotondati tipici del metamorfismo distruttivo, con dimensioni comprese tra i 2 e 3 mm ed una resistenza alla penetrazione media rispettivamente di 63 kg (nei primi 66 cm) e di 117 kg (nei primi 78 cm).

La temperatura della neve varia da $- 5$ a $- 5,2^{\circ}\text{C}$ nel profilo 1 e da $- 5$ a $- 5,4^{\circ}\text{C}$ nei profili 2 e 3.

Si nota anche una modesta variazione del gradiente termico (figg. 2, 3, 4), rispettivamente di $0,001^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ (primi 30 cm), $0,003/0,002^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ (nei primi 40 cm o 65 cm) e $0,001^{\circ}\text{C}/\text{cm}$ (nei primi 50 cm) nei relativi livelli basali cristallograficamente omogenei. Per quanto riguarda la densità si può solo osservare che, nel caso del sito n. 3, si raggiungono valori elevati, considerando anche il basso contenuto d'acqua (densità media $460 \text{ Kg}/\text{m}^3$), mentre il sito 2 mostra un valore di circa 340 ed il sito 1 di 420. Infine, bisogna notare che la coesione è molto alta nel sito 3, media nel sito 2 e piuttosto scarsa nel sito 1. Le caratteristiche degli strati superiori sono piuttosto simili denotando

una sostanziale omogeneità di deposizione. In genere, i profili eseguiti nello stesso periodo in Lombardia sono stati del tutto simili a quello registrato nel sito 1 (BONETTI, 1994 Com. Pers.).

KELLER & GUBLER (1993) hanno evidenziato che nella copertura nevosa di siti con o senza permafrost esistono grandi differenze stratigrafiche. Infatti, nel primo caso si ha un aumento di grani dovuti al metamorfismo equitermico (distruttivo) nei livelli nivali di base e questo fatto si spiega con un minor gradiente termico e quindi con una minore migrazione del vapore all'interno del manto nevoso. Questa ed altre esperienze suggeriscono che, nell'ambito dei processi crionivali d'alta quota, siano da approfondire le relazioni eventualmente esistenti fra differenze stratigrafiche del manto nevoso, distribuzione del permafrost e genesi di alcuni tipi di valanga.

Intuitivamente si potrebbe pensare che, in terreni con permafrost presente, a parità di altre condizioni, la possibilità che si verificano valanghe di fondo sia minore, mentre siano maggiormente probabili quelle a lastroni superficiali, dato la grande differenza di competenza che si viene comunque a creare tra il livello basale ed i livelli superiori (vedasi i profili di resistenza delle figg. 2, 3 e 4).

Questa breve ricerca ha consentito di verificare che la presenza del permafrost influisce sul gradiente termico all'interno della parte basale del manto nevoso mutandone le caratteristiche dei cristalli, la coesione e la resistenza alla penetrazione del calore stesso. I terreni con permafrost presentano quindi livelli basali con caratteri di resistenza maggiori e, presumibilmente, di maggiore stabilità, per una sorta di effetto di «ancoraggio» al terreno gelato.

Un'altra considerazione, che sorge da tale esperienza, riguarda la velocità di scioglimento della copertura nevosa con livelli basali metamorfosati dal permafrost, la quale sarà più difficoltosa, o comunque rallentata; in tal modo l'onda termica positiva estiva giungerà sulla superficie del suolo certamente più tardi rispetto alle aree ove la coltre nevosa presenta le caratteristiche del profilo n. 1. Questo significa che esiste un meccanismo di feedback per cui il perdurare della copertura nevosa al suolo varia anche in funzione della presenza del permafrost.

BIBLIOGRAFIA

- COLBECK S., AKITAYA E., ARMSTRONG R., GUBLER H., LAFEUILLE J., LIED K., MC CLUNG D. & MORRIS E. (1993) - *Classificazione internazionale della neve stagionale presente al suolo*. Neve e Valanghe, 19, I-XX.
- GOODRICH L.E. (1982) - *The influence of snow cover on the ground thermal regime*. Can. Geotech. Journ., 19, 421-32.
- GOBRILI A. (1995) - *Geomorfologia periglaciale e indagini geoelettriche sui rock glaciers de' La Vallaccia e valle del Foscagno (Sondrio)*. Ist. Geologia Univ. Parma, Tesi di Laurea (inedita) Marzo 1995, 141 pp.
- GRANBERG H.B. (1988) - *On the spatial dynamics of snow cover-permafrost relationships at Schefferville*. Proceed. V Int. Conf. on Permafrost, Trondheim, Norway, 159-163.
- GUGLIELMIN M. (1991) - *I rockglacier del Passo del Foscagno (Alta Valtellina, Sondrio)*. Natura Bresciana, Z6, 35-47.
- GUGLIELMIN M. (1994) - *Permafrost e morfodinamica periglaciali nelle Alpi Centrali Italiane. Metodologie per l'individuazione del permafrost e dei processi e forme ad esso collegate*. Ist. di Geologia Univ. Parma, Tesi di Dottorato di VI ciclo, 189 pp.
- GUGLIELMIN M. & TELLINI C. (1993) - *First example of permafrost mapping with BTS in the Italian Alps (Livigno, Sondrio, Italy)*. L'Ateneo Parmense-Acta Naturalia, 29, 1/2, 39-46.
- GUGLIELMIN M., LOZEJ A. & TELLINI C. (1994) - *Permafrost distribution and rock glaciers in the Livigno Area (Northern Italy)*. Permafrost Processes, 5, 25-36.
- HAEERLI W. (1973) - *Die basis-temperatur der winterlichen Schneedecke als möglicher indikator für die verbreitung von permafrost in den Alpen*. Zeitschr. Gletsch. Glazialgeol., 9, (1-2), 221-227.
- KELLER F. & GUBLER H. (1993) - *Interaction between snow cover and high mountain permafrost Murtl/Corvatsch, Swiss Alps*. Proceed. VI Int. Conf. on Permafrost, Beijing, 1, 332-337.
- MAGNANI L. (1995) - *Geomorfologia dell'area compresa tra Arnoga, Pizzo Filone e Trepalle (Sondrio)*. Ist. di Geologia, Univ. Parma, Tesi di Laurea (inedita), Marzo 1995, 128 pp.
- SMITH M.W. (1975) - *Microclimatic influences on ground temperatures and permafrost distribution, Mackenzie Delta, Northwest Territories*. Can. Journ. Earth Sc., 12, 1421-1438.

APPENDICE: PROFILI NIVOLOGICI E CARATTERISTICHE DEL MANTO NEVOSO

Viene qui presentata una breve sintesi delle caratteristiche nivologiche e delle metodologie utilizzate per la loro misurazione utilizzate dagli operatori A.I.N.E.V.A. sulla base della classificazione internazionale della neve (COLBECK & alii, 1993).

Densità della neve: massa dell'unità di volume; viene misurato, con una bilancia meccanica, il peso di un cilindro di neve di 0.5 o 1 litro di volume.

Contenuto in acqua liquida: percentuale di volume occupata da acqua liquida; sul terreno viene misurata qualitativamente osservando sia l'eventuale presenza con lente d'ingrandimento sia con la pressione esercitata sulla neve. In particolare si individua una classificazione qualitativa:

Classe 1 = Asciutta: 0%, la neve schiacciata non ha tendenza a rimanere unita.

Classe 2 = Poco umida: 0-3%, la neve schiacciata rimane addensata ma l'acqua non è riconoscibile con un'ingrandimento di 10 volte.

Classe 3 = Umida: 3-8%, la neve schiacciata rimane addensata, l'acqua è visibile con l'ingrandimento ma non è estraibile.

Classe 4 = Bagnata: 8-15%, l'acqua è moderatamente estraibile dalla neve schiacciata.

Classe 5 = Fradicia: > 15%, la neve è impregnata d'acqua e l'aria presente è limitata.

Coesione dello strato: si misura perpendicolarmente alla sezione del profilo con strumenti diversi, ma in genere con utensili utilizzabili con la forza della mano. La neve viene così classificata sulla base della resistenza alla penetrazione a diversi utensili:

Classe 1 = Pugno: ordine di grandezza della forza 0-103 Pa;

Classe 2 = Quattro dita: ordine di grandezza della forza 103-104 Pa;

Classe 3 = Un dito: ordine di grandezza della forza 104-105 Pa;

Classe 4 = Matita: ordine di grandezza della forza 105-106 Pa;

Classe 5 = Lama coltello: ordine di grandezza della forza > 106 Pa;

Classe 6 = Ghiaccio.

Forma dei cristalli: La morfologia dei cristalli è determinata per confronto visivo con fotografie delle tipologie principali attraverso l'esame con una lente d'ingrandimento (10 X). In genere si riportano due simboli grafici o numerici che individuano i tipi classificati. Riportiamo qui la classificazione numerica utilizzata dagli operatori dell'AINEVA.

Classe 1 = particelle di precipitazione (neve fresca): cristalli di varie forme, interi, senza alcuna trasformazione.

Classe 2 = particelle di precipitazione decomposte e frammentate: particelle ancora riconoscibili ma frammentate ed in genere arrotondate (fasi iniziali del metamorfismo distruttivo);

Classe 3 = grani fini arrotondati: grani arrotondati di dimensioni minori di 1 mm, non sono più riconoscibili le forme delle particelle iniziali (fasi finali del metamorfismo distruttivo);

Classe 4 = cristalli a facce piane: cristalli a spigoli vivi, generalmente di dimensioni modeste (fasi iniziali metamorfismo costruttivo);

Classe 5 = cristalli a calice: cristalli cavi, con facce striate o colonnari, generalmente di grandi dimensioni (fasi finali del metamorfismo costruttivo);

Classe 6 = grani grossi rotondi: grani arrotondati a grappoli o policristalli arrotondati sempre di dimensioni maggiori a 1 mm.

Dimensioni dei grani: La dimensione dei grani viene misurata in mm sempre per confronto visivo.

Resistenza alla penetrazione: la resistenza alla penetrazione viene misurata lungo il profilo prima dello scavo della trincea con un apposito penetrometro manuale. Vengono così registrati i colpi necessari ad un approfondimento di un intervallo noto. Essendo il peso e l'altezza di caduta fisse e note si può così ricavare un profilo continuo ove la resistenza è espressa in kg e rappresenta una misura dell'addensamento degli strati nevosi.

Temperatura della neve: Viene misurata con termometri al mercurio infissi negli strati appena dopo l'apertura della trincea ed è espressa in °C.