

# Neve e valanghe

*Meteorologia alpina,  
Glaciologia, Prevenzione  
e Sicurezza in montagna*

n° 41 - dicembre 2000

Ghiacciaio  
della Sforzellina

Ombrello  
da neve

Ricerche  
nivologiche in  
Himalaya

Clima in alta  
Valle Susa

Neve e valanghe  
in Polonia

Neve e ghiaccio  
in Antartide

Guide Alpine  
manager del  
rischio



**Indirizzi e numeri telefonici  
dei Servizi Valanghe A.I.NE.VA.  
dell'Arco Alpino Italiano**

**REGIONE PIEMONTE**

(Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione)  
Settore Meteorografico e Reti di Monitoraggio  
C/o CSI-Piemonte  
Cso Unione Sovietica, 216 - 10134 Torino  
Tel. 011/3168203 - Fax 3181709  
E-mail: [meteoidro@regione.piemonte.it](mailto:meteoidro@regione.piemonte.it)  
Bollettino Nivometeorologico:  
Tel. 011/3185555  
Sito Internet:  
<http://www.regione.piemonte.it/meteo>  
Televideo RAI 3 pagine 536 e 537

**REGIONE AUTONOMA  
VALLE D'AOSTA**

Assessorato Territorio, Ambiente e Opere  
Pubbliche - Ufficio Valanghe,  
Loc. Amerique 127/a - 11020 Guri - AO  
Tel. 0165/776301 Fax 0165/776302  
Bollettino Nivometeorologico  
0165/776300  
<http://www.regione.vda.it>  
Email: [u-valanghe@regione.vda.it](mailto:u-valanghe@regione.vda.it)

**REGIONE LOMBARDIA**

Centro Nivometeorologico  
Via Milano 18 - 23032 Bormio (So)  
Tel. 0342/905030 - Fax 0342/905133  
Bollettino Nivometeorologico - 5 linee -  
NUMERO VERDE 848/837077  
Fax in polling 0342/901521  
<http://www.regione.lombardia.it/geo/indice.html>  
E-mail: [nivameteo@regione.lombardia.it](mailto:nivameteo@regione.lombardia.it)

**PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO**

Ufficio Neve, Valanghe e meteorologia  
Via Vannetti 41 - 38100 Trento  
Tel. 0461/497413 - Fax 0461/238309  
Bollettino Nivometeo 0461/238939  
Self-fax 0461/237089  
<http://www.provincia.tn.it/meteo>  
e-mail: [meteotrentino@provincia.tn.it](mailto:meteotrentino@provincia.tn.it)

**PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO**

Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe  
e Servizio Meteorologico  
Via Mendola 33 - 39100 Bolzano  
Tel. 0471/414740 - Fax 0471/414779  
[Hydro@provincia.bz.it](mailto:Hydro@provincia.bz.it)  
Bollettino Nivometeorologico  
Tel. 0471/270555  
Tel. 0471/271177 anche self fax  
<http://www.provincia.bz.it/meteo>

**REGIONE VENETO**

Centro Valanghe di Arabba  
Via Passo Campolongo 122  
32020 Arabba (BL)  
Tel. 0436/79227 - Fax 0436/79319  
Bollettino Nivometeo Tel 0436/780007  
Self fax 0436/780008 - 79221 It. Ted. Ingl. Fax  
polling 0436/790009  
<http://www.arpa.veneto.it/csvdi>  
e-mail: [csvdi@sunrise.it](mailto:csvdi@sunrise.it)

**REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA**

Ufficio Valanghe  
C/o Direzione Regionale delle Foreste  
Via Colanificio - 33100 Udine  
Tel. 0432/555870-1-2  
Fax 0432/555757  
Bollettino Nivometeorologico  
NUMERO VERDE 800.860377  
<http://www.regione.fvg.it/bolniv/bolniv>  
e-mail: [neve.valanghe@regione.fvg.it](mailto:neve.valanghe@regione.fvg.it)

**Sede A.I.NE.VA.**

Vicolo dell'Adige, 18  
38100 TRENTO  
Tel. 0461/230305 - Fax 0461/232225  
<http://www.aineva.it>  
E-mail: [aineva@aineva.it](mailto:aineva@aineva.it)

 Periodico associato all'USPI  
Unione Stampa Periodica Italiana

**Numero telefonico per  
l'ascolto di tutti i Bollettini  
Nivometeorologici degli  
Uffici Valanghe AINEVA  
Tel. 0461/230030**

**Gli utenti di "NEVE E VALANGHE":**

- Sindaci dei Comuni Montani
- Comunità Montane
- Commissioni Locali Valanghe
- Prefetture montane
- Amministrazioni Province Montane
- Genii Civili
- Servizi Provinciali Agricoltura e Foreste
- Assessorati Reg./Provinciali Turismo
- APT delle località montane
- Secl. Regionali U.S.T.I.F.
- Secl. Provinciali A.N.A.S.
- Ministero della Protezione Civile
- Direzioni dei Parchi Nazionali
- Stazioni Sciistiche
- Scuole di Sci
- Club Alpino Italiano
- Scuole di Sci alpinismo del CAI
- Delegazioni del Soccorso Alpino del CAI
- Collegi delle Guide Alpine
- Rilevatori di dati Nivometeorologici
- Biblioteche Facoltà Univ. del settore
- Ordini Professionali del settore
- Professionisti del settore italiani e stranieri
- Enti addetti ai bacini idroelettrici
- Redazioni di massmedia specializzati
- Aziende addette a: produzione della neve, sicurezza piste e impianti, costruzione attrezzature per il soccorso, operanti nel campo della protezione e prevenzione delle valanghe.

# Sommario

dicembre 2000 numero 41

## GHIACCIAIO DELLA SFORZELLINA

di M.Pavan, G.Diolaiuti,  
C.Smiraglia, V.Maggi,  
C.D'Agata.

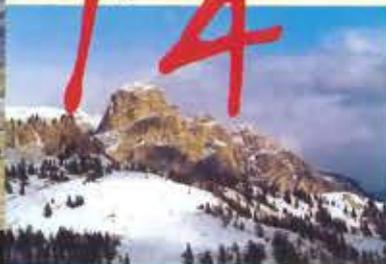
6



## L'OMBRELLO DA NEVE

di M.Pegan

14



## RICERCHE

## NIVOLOGICHE IN HIMALAYA

di M.Pecci

22



## IL CLIMA IN ALTA VALLE SUSA

di S. Fratiani,  
E.Turroni

30

## NEVE E VALANGHE IN POLONIA

di M. Karzynski,  
M.Kotlarczyk,  
A.Marasek

38



## NEVE E GHIACCIO IN

## ANTARTIDE

di M.Valt, A.Cagnati,  
R.Casacchia,  
R.Salvatori

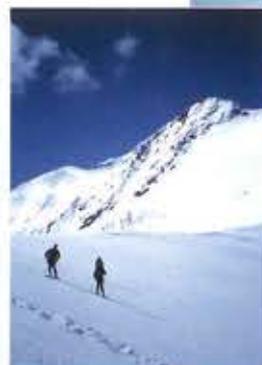


46

## GUIDE ALPINE MANAGER DEL RISCHIO

di C. Cesa Bianchi

54





Un inizio inverno precoce, quello di questo anno di inizio millennio. Un inizio inverno che sulle Alpi ha già dato un numero significativo di vittime da valanga. Alcuni incidenti sono già avvenuti in Ottobre, altri in Novembre. Questo ci fa sicuramente riflettere: prevenzione è la parola d'ordine. Siamo preparati a livello di prevenzione?

•Prevenzione, questa parola di cui molti, in vari campi sul territorio, si riempiono la bocca senza seriamente sapere il significato profondo che deve esserle attribuito, o forse perché tutti ne parlano e va di moda, o forse perché gli conviene. Soprattutto in interviste televisive o sui giornali, meglio se nazionali. Non solo da parte di politici, di tutti i livelli (e la gente potrebbe in qualche modo "capirli"), ma – ciò che è più grave – il fenomeno a volte si riflette anche sui "tecnici".

•Prevenzione, riguardo alle valanghe siamo preparati a livello di prevenzione?

Chi lavora a livello di previsione degli eventi nivo-meteorologici che danno luogo al pericolo delle valanghe, e lo fa credendo nel proprio lavoro, constata che non sempre si mettono in atto, da parte di "chi di dovere" e a seconda dei vari luoghi, misure e comportamenti che potrebbero portare ad un importante e serio livello il discorso *Prevenzione*. La prevenzione vera, quella che nel medio – lungo termine porta a risultati.

•Prevenzione è una cosa ancora piuttosto confusa, che deve entrare nella testa di tutti e che quindi deve far parte della cultura del vivere su un determinato territorio, nella fattispecie sulle Alpi. Se qualcuno se ne riempie la bocca in modo improprio non è solo colpa sua, lui in quel momento (probabilmente) sta solo – intelligentemente dal suo punto di vista - cavalcando un buon cavallo. Cultura vuol dire anche questo: capire che sta raccontando cose perché intese come di moda o, in un certo qual modo, di suo interesse ed operare in modo che il suo cavallo si trasformi in un asino.

Oggettivamente molti sforzi si fanno in questo campo, soprattutto da parte di singole persone ai vari livelli, ma siamo ancora lontani da un discorso impostato in modo serio e produttivo sulla prevenzione. In ultima analisi, spesso vi sono troppo pochi investimenti.

E quando accade un evento catastrofico, qualche emergenza, allora arrivano i mass media e molti danari. Forse è questo il motivo per cui la prevenzione seria non riesce a decollare? Allora è vero che, come dice qualcuno, la prevenzione "non paga".

Ai posteri l'ardua sentenza.

Il Direttore Responsabile  
Giovanni Peretti



Prospezioni  
sismiche e  
radar sul

# Ghiacciaio

della



**Un nuovo  
approfondimento  
glaciologico  
nel Gruppo  
Ortles-Cevedale,  
in Lombardia**

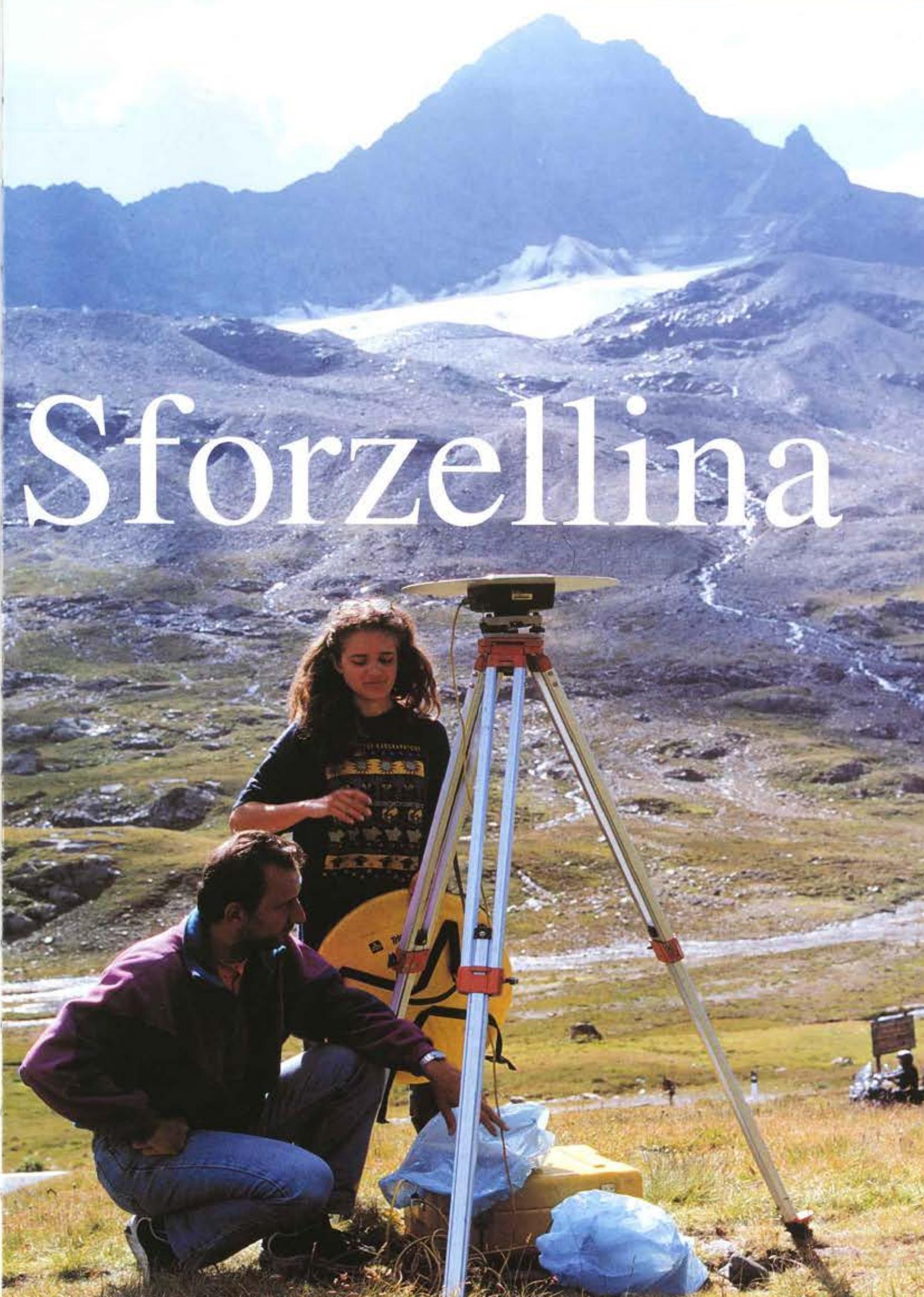
Vengono presentati i risultati della prospezione sismica a riflessione e dei profili georadar (GPR) eseguiti durante le campagne di misura effettuate nel corso dell'estate 1999 sul Ghiacciaio della Sforzellina nelle Alpi Lombarde. L'utilizzo dei due metodi ha permesso di determinare lo spessore massimo del ghiacciaio e di verificare la loro applicabilità nello studio dei piccoli ghiacciai temperati.

Sia i profili sismici che la prospezione georadar hanno evidenziato una sovraescavazione del circo e uno spessore massimo del ghiacciaio compreso fra 50 e 60 m. Con l'utilizzo della tecnica GPR con antenna da 50 MHz si è tuttavia constatata la difficoltà di procedere all'identificazione di orizzonti riflettenti a profondità superiori a 50 m nella parte centrale del ghiacciaio; ciò sarebbe da imputare ai notevoli fenomeni di assorbimento e diffrazione del segnale dovuti alla presenza di crepacciature nel ghiaccio e all'acqua di fusione in esse contenuta. I profili sismici non hanno invece offerto particolari problemi e hanno indicato il fondo roccioso a circa 60 m di profondità.

**Mauro Pavan,**  
Dipartimento per lo Studio  
del Territorio  
e delle sue Risorse,  
Università di Genova

**Guglielmina Diolaiuti  
Claudio Smiraglia,**  
Dipartimento di Scienze della  
Terra, Università di Milano

**Valter Maggi,  
Carlo D'Agata,**  
Dipartimento di Scienze  
dell'Ambiente e del Territorio,  
Università di Milano-Bicocca



# Sforzellina

## INTRODUZIONE

La determinazione di parametri dimensionali dei ghiacciai alpini, in particolare lo spessore e il volume, ha sempre rappresentato un campo di ricerca importante, non solo dal punto di vista strettamente glaciologico e scientifico, ma anche e soprattutto da quello pratico e applicativo.

In Italia i rilievi di tipo geofisico sui ghiacciai sono stati sviluppati a partire dalla metà del XX secolo quando si intensificarono i programmi di sfruttamento delle risorse idriche alpine per produzione di energia e usi irrigui.

Rilievi di tipo sismico vennero effettuati sul Ghiacciaio dei Forni nel Gruppo dell'Ortles-Cevedale (CASSINIS & CARABELLI, 1954), sul Pian di Neve in Adamello (CARABELLI, 1962), sulla Lex Blanche nel massiccio del Monte Bianco (LESCA & ARMANDO, 1972); di tipo geoelettrico sulla Marmolada (ILICETO & ANDRIEUX, 1965).

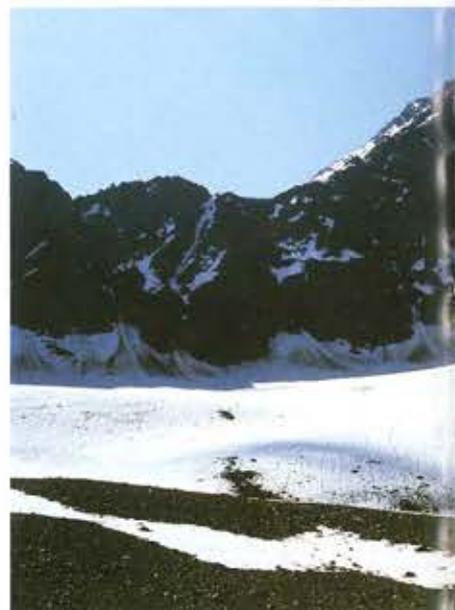
Dopo circa un ventennio, durante il quale queste metodologie furono quasi del tutto trascurate, l'accresciuto interesse per i problemi ambientali e la riscoperta degli apparati glaciali come risorsa idroelettrica hanno favorito una nuova diffusione delle tecniche indirette (geoelettriche, sismica e soprattutto radar) per la valutazione degli spessori dei ghiacciai (GUGLIELMIN & alii, 1995; MERLANTI & alii, 1995; FIUCCI & alii, 1997; FRASSONI & alii, 1999; DE SISTI & alii, in stampa; TABACCO, com. priv.).

In questo contesto si inseriscono le campagne geofisiche di prospezione sismica a riflessione e prospezione radar condotte nell'estate 1999 sul Ghiacciaio della Sforzellina, che costituiscono la prosecuzione dei rilievi geoelettrici effettuati sullo stesso apparato nel 1994 (GUGLIELMIN & alii, 1995).



## IL GHIACCIAIO DELLA SFORZELLINA

Il ghiacciaio, situato nella Valle del Gavia (Alta Valtellina, Gruppo dell'Ortles-Cevedale), è un tipico apparato di circo, di circa 0,4 km<sup>2</sup> di superficie, in fase di rapida riduzione areale e volumetrica. Negli ultimi 50 anni il ghiacciaio è arretrato di 138 m (di ben 363 m se si considerano i dati disponibili a partire dal 1925); inoltre, secondo i risultati dei bilanci di massa che a partire dall'anno idrologico 1986-87 vengono regolarmente effettuati con cadenza annuale a cura del Comitato Scientifico del Club Alpino Italiano e del Comitato Glaciologico Italiano, il ghiacciaio ha perso fra il 1987 e il 1995 tre milioni di m<sup>3</sup> di acqua equivalente, corrispondenti a uno spessore medio di 7,33 m con una perdita media annua di circa 337.000 m<sup>3</sup> e di 0,8 m (BARSANTI & alii, 1995). In questo quadro di intensa riduzione risulta ben evidente l'importanza che riveste la determinazione



dello spessore residuo del ghiacciaio. Lo scopo principale della ricerca, svolta nell'ambito di un contratto tra Enel e Comitato Glaciologico Italiano, è stata la determinazione dello spessore dell'apparato, da cui ricavare la stima del volume di acqua allo stato solido e quindi della riserva idrica rappresentata dal ghiacciaio stesso. Con le serie di dati ottenuti dai due tipi di prospezione effettuati





è stato anche possibile confrontare le due metodologie per valutare limiti ed applicabilità delle stesse nello studio dei ghiacciai temperati.

### **PROSPEZIONE SISMICA: METODO E STRUMENTAZIONE**

La prospezione sismica basa il proprio funzionamento sulla generazione di un impulso elastico,

sulla sua propagazione e sulla registrazione in punti noti generalmente posti sulla superficie del mezzo indagato; lo studio delle leggi di propagazione del segnale permette di ricostruire la geometria dell'elemento esplorato. Le velocità sismiche dei materiali dipendono da molteplici fattori tra cui la porosità, la saturazione, la granulometria del terreno e lo stato di compattazione. Nel caso di un ghiacciaio la velocità varia in base alle caratteristiche del ghiaccio, come la presenza di detrito endoglaciale, di volumi fratturati, di nevato o di croste di fusione e rigelo. In letteratura si hanno velocità di propagazione delle onde sismiche compressio-

compromesso tra facilità di trasporto e qualità dei risultati conseguibili. L'alimentazione della strumentazione è stata realizzata mediante batterie da 12 V 36 Ah in tampone a pannelli solari da 60 W di potenza massima. La geometria di acquisizione, dopo gli opportuni *test-noise*, è stata realizzata mediante copertura continua semplice.

### **LA PROSPEZIONE GEORADAR: METODO E STRUMENTAZIONE**

Analogamente alla prospezione sismica a riflessione anche la prospezione georadar è basata sulla propagazione di un impulso e sulla misura dei tempi di ritorno



nali nel ghiaccio che variano nel campo compreso fra 3000 m/s e 3700 m/s (CASSINIS & CARABELLI, 1954; MERLANTI & alii, 1995). La velocità di propagazione delle onde sismiche nel nevato è inferiore ai valori appena citati ed è funzione della compattazione dello stesso.

La strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sismometro digitale a 24 canali, caratterizzato da una dinamica di acquisizione di 24 bit;
- una serie di geofoni verticali con frequenza propria di 30 Hz;
- come sorgente d'impulso è stata scelta la mazza battente. Questo sistema di energizzazione, pur generando un segnale di mediocre entità, è risultato il miglior

per lo studio delle caratteristiche del mezzo indagato. La differenza sostanziale rispetto al metodo sismico è che questa metodologia opera in campo elettromagnetico per cui le caratteristiche che consentono le determinazioni sugli elementi da indagare sono legate alle proprietà elettriche e magnetiche della materia. Le condizioni limitanti l'utilizzabilità della prospezione radar dipendono dalle proprietà dielettriche e di conducibilità elettrica dei materiali da indagare: per poter operare con tecnica georadar è necessario che il mezzo da investigare risulti trasparente alle onde elettromagnetiche, quindi caratterizzato da scarsa conducibilità elettrica, mentre per poter

Fig. 1: ubicazione dei profili sismici a riflessione (L1, T1, T2) e delle prospezioni georadar sul Ghiacciaio della Sforzellina

Fig. 2: profili sismici a riflessione L1 (a), T1 (b) e T2 (c)

Fig. 3: sezioni radar relative ai percorsi di misura A-B-C (a), D-E-F-G (b) e M-N-O-P-Q-R (c)



essere discriminato rispetto ad altri elementi presenti deve possedere un buon contrasto nelle caratteristiche dielettriche. Entrambe le condizioni sono facilmente riscontrabili durante la prospezione di masse glaciali in quanto queste presentano un buon contrasto nelle proprietà elettromagnetiche rispetto alle rocce circostanti e valori di conducibilità elettrica piuttosto piccoli (resistenza dell'ordine dei  $10^5$  Ohm\*m).

Il metodo radar presenta inoltre alcuni vantaggi rispetto alla prospezione sismica sintetizzabili in una maggiore trasportabilità degli apparati di misura, maggiore velocità di acquisizione e la possibilità di operare non necessariamente in contatto con l'elemento da investigare; infine questo metodo non necessita di spazi considerevoli per la stesura dei dispositivi di misura (HAEBERLI & alii, 1983; BOGORODSKIY & alii, 1985; FUNK & alii, 1993; FOUNTAIN & JACOBEL, 1997; DESCOITRES & alii, 1999). Per l'esecuzione delle misure è stato utilizzato un sistema georadar con antenne con frequenze di 100 MHz e 50 MHz.

## RISULTATI DELLE CAMPAGNE DI MISURA

L'organizzazione della campagna di misura ha evidenziato alcune problematiche particolari legate all'accessibilità del sito di interesse e alla strumentazione utilizzata. I rilievi sul Ghiacciaio della Sforzellina hanno comportato infatti qualche difficoltà sia per la distanza da percorrere per raggiungere l'area operativa sia per la presenza di una coltre di nevato nel settore superiore che, occultando le aree crepacciate, non permetteva di operare in condizioni di completa sicurezza. La presenza di zone a rischio ha inoltre limitato la possibilità di

## Ghiacciaio della Sforzellina Ubicazione dei profili sismici a riflessione e delle prospezioni georadar

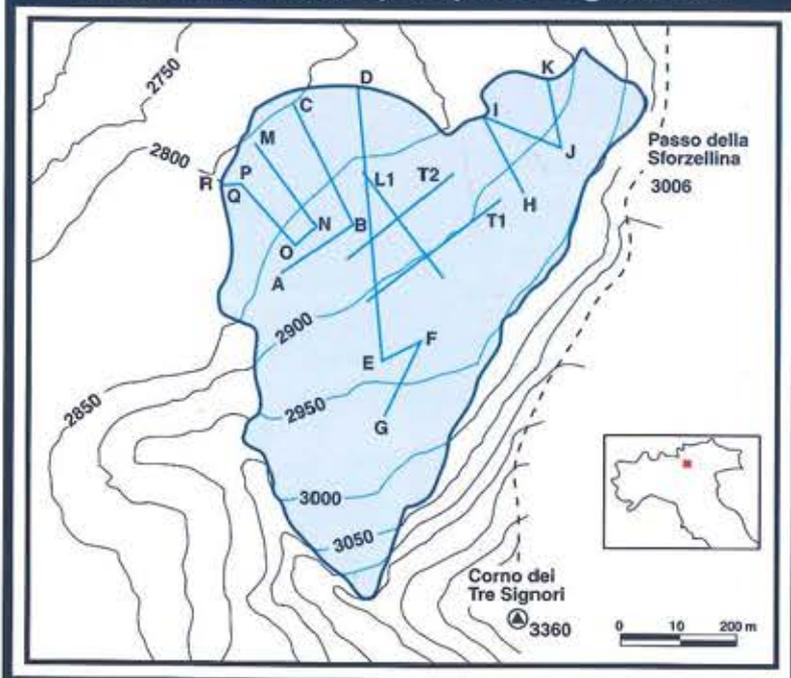


Fig 1

estensione dei profili sismici a parte della superficie del ghiacciaio.

L'ubicazione dei profili di misura è stata realizzata su carte C.T.R. della Regione Lombardia scala 1:10000 mediante materializzazione dei punti rilevati con sistema GPS operante con tecnica differenziale in Post-Processing. Ulteriori verifiche dalle posizioni così acquisite sono state effettuate tramite uso di distanziometro laser utilizzato a partire da capisaldi ubicati su rocce esterne all'apparato glaciale dalle quali era possibile localizzare i punti rilevati sul ghiacciaio.

L'ubicazione dei profili sismici e dei percorsi radar considerati è rappresentato in fig. 1

### Prospezione sismica a riflessione

La prospezione è stata condotta secondo tre profili di misura di cui uno parallelo all'asse longitudinale del ghiacciaio e due ortogonali. Le geometrie di misura sono state caratterizzate da *near offset* di 40 m e spaziature dei geofoni di 5 m; queste dimensioni sono

risultate le più opportune dopo alcune valutazioni preliminari sulle caratteristiche del segnale acquisito, sugli spessori più probabili della massa glaciale e sugli spazi di misura disponibili. Durante le fasi di prospezione sono emersi alcuni problemi relativi alla presenza di un rilevante disturbo ambientale dovuto al ruscellamento superficiale dell'acqua di fusione; questo fenomeno ha condizionato l'esecuzione delle misure permettendo le migliori acquisizioni solo nelle ore mattutine caratterizzate da una esigua circolazione idrica in conseguenza della minore temperatura dell'aria. L'analisi dello spettro di frequenza del rumore ambientale, rilevato in acquisizioni registrate senza energizzazioni, confrontato con quello del segnale utile individuato nei sismogrammi, ha permesso di migliorare ulteriormente la leggibilità delle tracce sismiche applicando un filtro passabanda con frequenze di taglio di 90 Hz e 350 Hz. Le successive operazioni di *normal move out* (correzione per la geometria di misura) delle tracce sismiche e di

inversione da sezioni-tempo a sezioni-profondità hanno fornito i migliori risultati utilizzando velocità delle fasi sismiche di 3650 m/s (in accordo con i rilievi precedenti di CASSINIS & CARABELLI, 1954 e di MERLANTI & alii, 1995). In conseguenza delle geometrie di misura utilizzate si è potuto disporre di una densità di informazioni pari ad un dato di profondità ogni 2.5 m per ogni profilo. L'elaborazione delle sezioni sismiche ha permesso di ottenere lo spessore della massa glaciale normalizzato alla superficie topografica.

In fig. 2a è rappresentata la sezione elaborata relativa al profilo L1, nel grafico è evidenziato con "R" l'evento riflesso generato alla discontinuità ghiaccio-bedrock che raggiunge profondità massime di circa 60 m e che presenta il maggiore approfondimento a partire dal punto indicato "C", individuato come il limite del circo glaciale. Il profilo T1, visibile in fig. 2b, evidenzia il circo del Ghiacciaio dello Sforzellina i cui limiti sono indicati in figura con "C" e fornisce valori di spessore massimo pari a circa 60 m.

Il profilo T2, rappresentato in fig. 2c, ha indicato profondità inferiori rispetto a quanto individuato nel profilo T1; in questo caso la parte iniziale della sezione risulta più difficilmente interpretabile in conseguenza dell'interferenza fra l'evento riflesso di interesse e le fasi dirette superficiali. Le determinazioni della profondità del substrato nella parte iniziale della sezione sono state effettuate, anziché sulla fase riflessa "R" dal substrato, sulla sua prima multipla (indicata con M) essendo questa più facilmente identificabile.

#### Prospezione georadar

La prospezione radar è stata realizzata utilizzando inizialmente una strumentazione equipaggiata con antenne con frequenza

centrale di 100 MHz; questo assetto ha fornito buoni risultati prevalentemente nelle aree con minore spessore di ghiaccio in quanto sono emersi problemi di penetrazione del segnale a causa dell'acqua di imbibizione e delle fratturazioni presenti. Una seconda campagna di misura effettuata con l'utilizzo di antenne da 50 MHz ha permesso di risolvere le ambiguità relative alle restanti aree del ghiacciaio. Le misure sono state eseguite secondo percorsi di misura irregolari in conseguenza della non facile accessibilità della superficie del ghiacciaio e materializzati con tecnica di posizionamento DGPS in *postprocessing*; questo metodo di rilievo ha consentito lo sviluppo delle linee di misura praticamente su tutta la superficie del ghiacciaio. Sono riportate solamente le sezioni più significative (cfr. fig. 1) in rapporto alle morfologie rilevate e alle caratteristiche del segnale acquisito.

Il percorso ABC è stato sviluppato in una porzione del ghiacciaio in cui non è presente morenico superficiale; nella sezione riportata in fig. 3a è possibile osservare chiaramente l'orizzonte riflettore dovuto alla discontinuità ghiaccio-bedrock per quasi tutto il profilo. L'evento ad esso relativo risulta meno identificabile nella parte centrale della sezione, corrispondente alla zona di circo (identificabile dai cambiamenti di pendenza della sezione indicati con "1" e "2") in conseguenza del notevole disturbo prodotto dalla maggiore presenza di acqua di impregnazione. In prossimità del punto "B" sono stati calcolati spessori di ghiaccio corrispondenti a circa 55 m (660 ns). Nella sezione è identificabile anche un evento, indicato in sezione con "3", correlato con una struttura di sovrascorrimento interna alla massa glaciale e visibile anche in superficie.

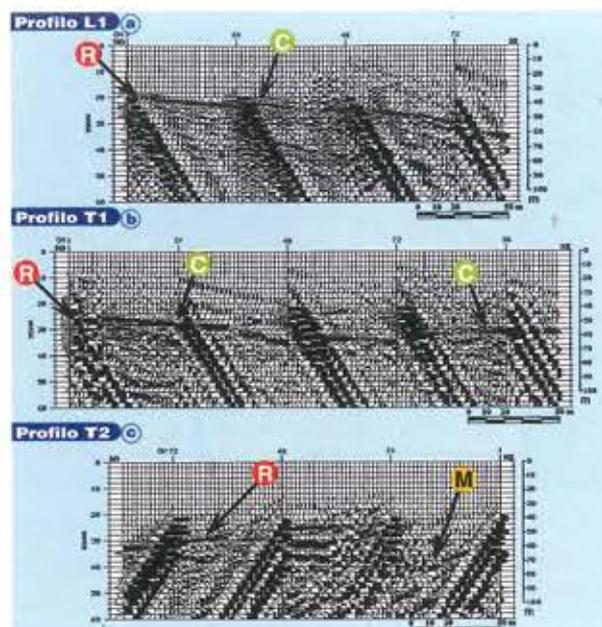


Fig 2

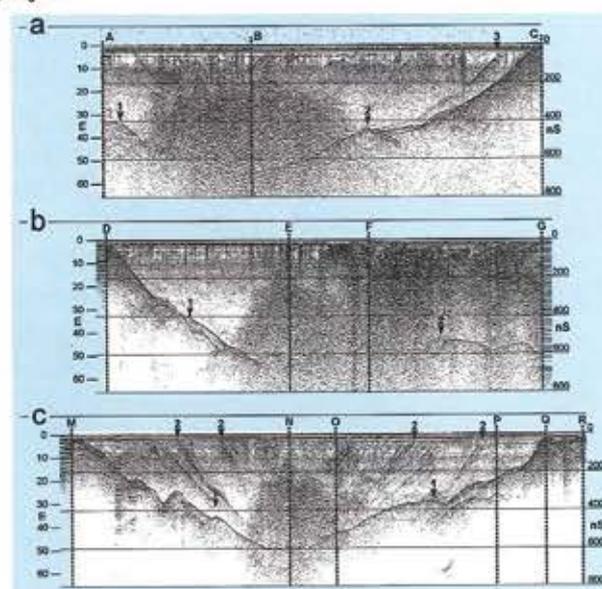


Fig 3

Il profilo D-E-F-G (fig. 3b) è stato tracciato fin quasi alla base della parete rocciosa del circo che ospita il ghiacciaio; l'evento riflesso dal substrato è risultato visibile solo nei settori estremi della sezione e per profondità non superiori a 50-55 m. Si può osservare come fra i punti E ed F manchi la riflessione a causa sia di fenomeni di assorbimento del segnale che di diffrazioni dovute alla presenza di numerose e profonde crepacciature. Il circo glaciale risulta compreso fra i punti indicati "1" e "2".

Il percorso M-N-O-P-Q-R (fig. 3c), tracciato nel settore inferiore del ghiacciaio, interessa un'area ca-

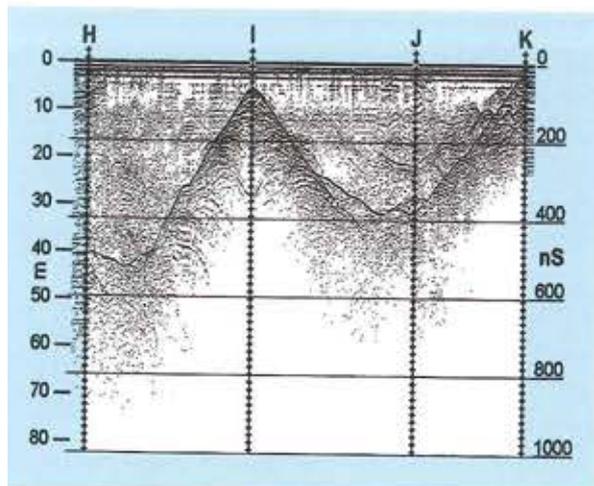


Fig. 4: sezione radar relativa al percorso H-I-J-K

ratterizzata da copertura detritica di spessore pluridecimitrico. A differenza del caso precedente appare chiaramente, per quasi tutta la sezione, l'evento generato dalla riflessione dovuta all'interfaccia ghiaccio-fondo roccioso che raggiunge una profondità massima di circa 50 m (600 ns). Nella sezione, oltre al limite del circo (1), sono visibili numerosi eventi dovuti a riflessioni interne alla massa glaciale (2), corrispondenti a quanto individuato nella precedente sezione ed originati da foliazioni e sovrascorrimenti. In questa sezione si è potuto verificare come lo strato superficiale fortemente eterogeneo non abbia prodotto significative degradazioni nel segnale acquisito. Nella parte terminale del percorso (QR) la prospezione radar ha evidenziato la presenza di una sottile lama di ghiaccio in un'area in cui si presupponeva la presenza di solo detrito morenico. Il settore Nord-Est del ghiacciaio è stato investigato dal profilo H-I-J-K (fig. 4) che copre con tre spezzate tutta l'area dal limite frontale fino quasi alla base delle rocce del circo; qui gli spessori sono sensibilmente minori e raggiungono un valore massimo di circa 40 m. Nella sezione si può osservare l'elevata acclività dei versanti costituenti il circo che, soprattutto in prossimità del punto "I", generano un caratteristico segnale a ramo di iperbole.



## CONCLUSIONI

Da un punto di vista metodologico le prospezioni condotte sul Ghiacciaio della Sforzellina hanno evidenziato i limiti differenti per i due metodi di prospezione utilizzati; l'integrazione dei risultati ottenuti ha però permesso la reciproca taratura e il completamento dei dati rilevati.

La prospezione georadar è risultata molto efficiente nell'investigazione dei settori di ghiacciaio caratterizzati da modesti spessori di ghiaccio anche in presenza di detrito superficiale, crepacciature non troppo fitte e su percorsi di misura non regolari; per contro non si sono ottenuti risultati per spessori superiori a circa 55 m in conseguenza dell'elevato contenuto di acqua di impregnazione nella massa di ghiaccio.

La prospezione sismica a riflessione ha permesso di ottenere informazioni nei settori di maggiore spessore del ghiacciaio ove i risultati ottenuti con metodo radar sono risultati piuttosto dubbi. L'applicazione del metodo sismico ha presentato alcuni inconvenienti in relazione alle dimensioni dei dispositivi di misura rispetto alle aree libere da crepacciature; ciò ha determinato l'impossibilità di ottenere la totale esplorazione del substrato del ghiacciaio. Le limitazioni riscontrate



nell'applicazione dei due metodi sono risultate comunque secondarie rispetto ai dati di tipo geomorfologico ottenuti, poiché si è potuto ricavare rilevanti informazioni sugli spessori massimi del ghiacciaio, corrispondenti a circa 60 m (valore più elevato rispetto a quello proposto dai rilievi geoelettrici del 1992 di GUGLIELMIN & alii, 1995), sulla morfologia del circo che è risultato essere fortemente sovraescavato nel letto roccioso e sulla presenza di foliazioni e sovrascorrimenti. Il confronto fra i due metodi ha inoltre evidenziato come la sismica com-

porti una logistica più complessa, ma permetta una maggiore penetrazione del segnale che, nel caso della Sforzellina, ha consentito di definire la massima profondità dell'elemento studiato. L'utilizzo della prospezione GPR, combinata con tecniche di posizionamento DGPS, ha permesso l'acquisizione in tempi rapidi di un numero molto elevato di dati di spessore e topografia con i quali sarà possibile allestire un DTM (Digital Terrain Model) che permetterà sia di ricavare la morfologia del bedrock che di calcolare la volumetria del ghiacciaio.

### Ringraziamenti

Gli autori ringraziano gli operatori del Comitato Scientifico del Club Alpino Italiano che hanno collaborato ai rilievi di terreno (D. Alpago, M. Citterio, A. Felisari, F. Merli, L. Piccardi, P. Pinciroli, M. Sodo), l'ing. G. Vassena dell'Università di Brescia per la sua consulenza nell'elaborazione dei dati del rilievo topografico, il Comitato di Gestione Lombardo del Parco Nazionale dello Stelvio, il Centro Nivometeorologico della Regione Lombardia di Bormio, il Laboratorio Alte Prestazioni di S. Caterina Valfurva per il supporto logistico.

I rilievi geofisici sul terreno, diretti da M. Pavan, sono stati effettuati con il contributo di tutti gli autori. Il testo del presente lavoro è stato redatto da M. Pavan e G. Diolaiuti. La ricerca è stata compiuta nell'ambito di una convenzione fra l'ENEL Ricerca e il Comitato Glaciologico Italiano dal titolo: "Le tendenze globali del glacialismo nella seconda metà del secolo XX", contratto di ricerca RAAZS056/00/0.



### BIBLIOGRAFIA

- BARSANTI M., CASARTELLI G., GUGLIELMIN M., PELFINI M., SMIRAGLIA C. & STELLA G. (1995) - *Novi dati di bilancio negativo al ghiacciaio della Sforzellina (Alpi Lombarde), rapporti con il clima ed ipotesi di estinzione*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 18, pp. 229-234.
- BOGORODSKIY V.V., BENTLEY C.R. & GUDMANDSEN P.E. (1985) - *Radioglaciology*, Reidel, Dordrecht.
- CARABELLI E. (1962 a) - *Misure sismiche di spessore del Ghiacciaio del Pian di Neve (Adamello)*. Boll. Comit. Glac. It., II, 11, pp. 51-60.
- CARABELLI E. (1962 b) - *Esplorazione geofisica al Ghiacciaio del Careser*. Boll. Comit. Glac. It., II, 11, pp. 61-69.
- CASSINIS R. & CARABELLI E. (1954) - *Misure di spessore del ghiaccio con il metodo sismico al Ghiacciaio dei Forri*. Boll. Comit. Glac. It., II, 5, 3-12.
- DESCLOTTRES M., GUÉRIN R., RAMIREZ E., GALLAIRE R., RIBSTEIN P. & VALLA P. (1999) - *Détermination de l'épaisseur des glaciers de Sarrenne (Alpes) et de Chacaltaya (Bolivie) par prospection radar au sol à 50 MHz*. Société Hydrotechnique de France. Section de Glaciologie. Réunion des 4 et 5 Mars, 1999 Grenoble, 10 pp.
- DE SISTI G., MARINO A. & PECCI M. (in stampa) - *Indagini georadar sul ghiacciaio del Calderone del Gran Sasso d'Italia: primi dati relativi alla ricostruzione dello spessore di ghiaccio residuo*. Atti 17° Convegno Nazionale del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida. CNR, Roma, 1998.
- FIUCCI A., GIGANTE B., ROSSI C., SMIRAGLIA C. & VEGGETTI O. (1997) - *The Calderone Glacier (Gran Sasso d'Italia). Determination of ice thickness and bedrock morphology by means of Radio-Echo Sounding*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 20, 305-308.
- FOUNTAIN A.G. & JACOBEL R.W. (1997) - *Advances in*

- ice radar studies of a temperate alpine glacier, South Cascade Glacier*, Washington, U.S.A., *Annals of Glaciology* 24, 303-306.
- FRASSONIA, ROSSI G.C. & TAMBURINIA (1999) - *Studio del Ghiacciaio dell'Adamello mediante indagini georadar*. Convegno "Risposta dei ghiacciai alpini ai cambiamenti climatici", Bormio, 9-12 Settembre 1999, *Riassunti*, 48.
- FUNK M., BOSCH H. & VALLA P. (1993) - *Mesures des épaisseurs de glace par la méthode radar au Glacier de Sarrenne*. Société Hydrotechnique de France, Section de Glaciologie, Réunion des 11 et 12 mars, Grenoble, 13 pp.
- GUGLIELMIN M., NARDO A. & SMIRAGLIA C. (1995) - *Spessore dei ghiacciai della Valfurva, misurazioni tramite Sondaggi Elettrici Verticali*. Neve e Valanghe, n.24, 58-87.
- HAEBERLI W., WACHTER H. P., SCHMID W. & SIDLER C. (1983) - *Erste Erfahrungen mit dem US Geological Survey monopuls Radioechochol im Firn, Eis und Permafrost der Schweizer Alpen*, *Zeitschr. Gletscherk. Glazialgeol.*, 19, 61-72.
- ILICETO V. & ANDRIEU P. (1965) - *Mesures électriques sur le Glacier de la Marmolada (Alpes Orientales)*. Boll. Comit. Glac. It., II, 15, 71-90.
- LESCA C. & ARMANDO E. (1972) - *Determinazioni delle variazioni superficiali e volumetriche dal 1965 al 1970 e controllo della velocità di propagazione delle onde sismiche sul ghiacciaio de la Lex Blanche*. Boll. Comit. Glac. It., II, 20, 65-86.
- MERLANTIE PAVAN M., SMIRAGLIA C., URBINIS S. (1995) - *Prospezione sismica a riflessione sul Ghiacciaio dei Forri (Alpi Lombarde, Gruppo del Cevedale)*. Atti del 14° Convegno annuale del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida, Roma 23-25 Ottobre 1995, 639-942.

V A L A N G H E E P R E V E N Z I O N E

# L'OMBRELLO

Analisi operativa di un recente

**Massimo Pegani**  
Borgo Grotta Gigante 54/a  
34010 Sgonico (TS)



# DA NEVE

## approccio per la difesa del territorio dal rischio di valanghe

Durante la stagione invernale 1996/1997 è stata svolta una campagna di rilevamento nella zona di Arabba (BL) per verificare l'attendibilità del grado di pericolo valanghivo, contenuto nel Bollettino Nivometeorologico emesso giornalmente dall'ARPAV - Centro Valanghe di Arabba. È stata attuata inoltre, per la prima volta, una verifica sulla localizzazione del pericolo contenuta nel medesimo Bollettino mediante un metodo elaborato dall'autore. Sono stati successivamente individuati alcuni siti pericolosi soggetti a rischio valanghivo nella zona studiata tali da poter costituire oggetto di osservazione per una futura posa in opera di sistemi di difesa. A tal proposito si è voluto proporre un sistema difensivo concettualmente nuovo, denominato "ombrello da neve", in virtù della sua forma.

Esso è una barriera fermaneve costituita da: un elemento tubolare, un elemento fermaneve, una rete fermaneve, un sistema di 4 tiranti. Gli elementi che lo costituiscono sono molto semplici e permettono di agevolare le operazioni di cantiere, garantiscono un minor impatto ambientale e riducono notevolmente tutti i costi. Esso è stato utilizzato altresì per applicazioni nel campo dell'ingegneria naturalistica, anche in un progetto elaborato dall'autore che prevedeva l'utilizzo delle strutture per la difesa delle sponde di un torrente e per risolvere un problema di eccessiva erosione del letto di un canale nella provincia di Udine, con risultati molto soddisfacenti.

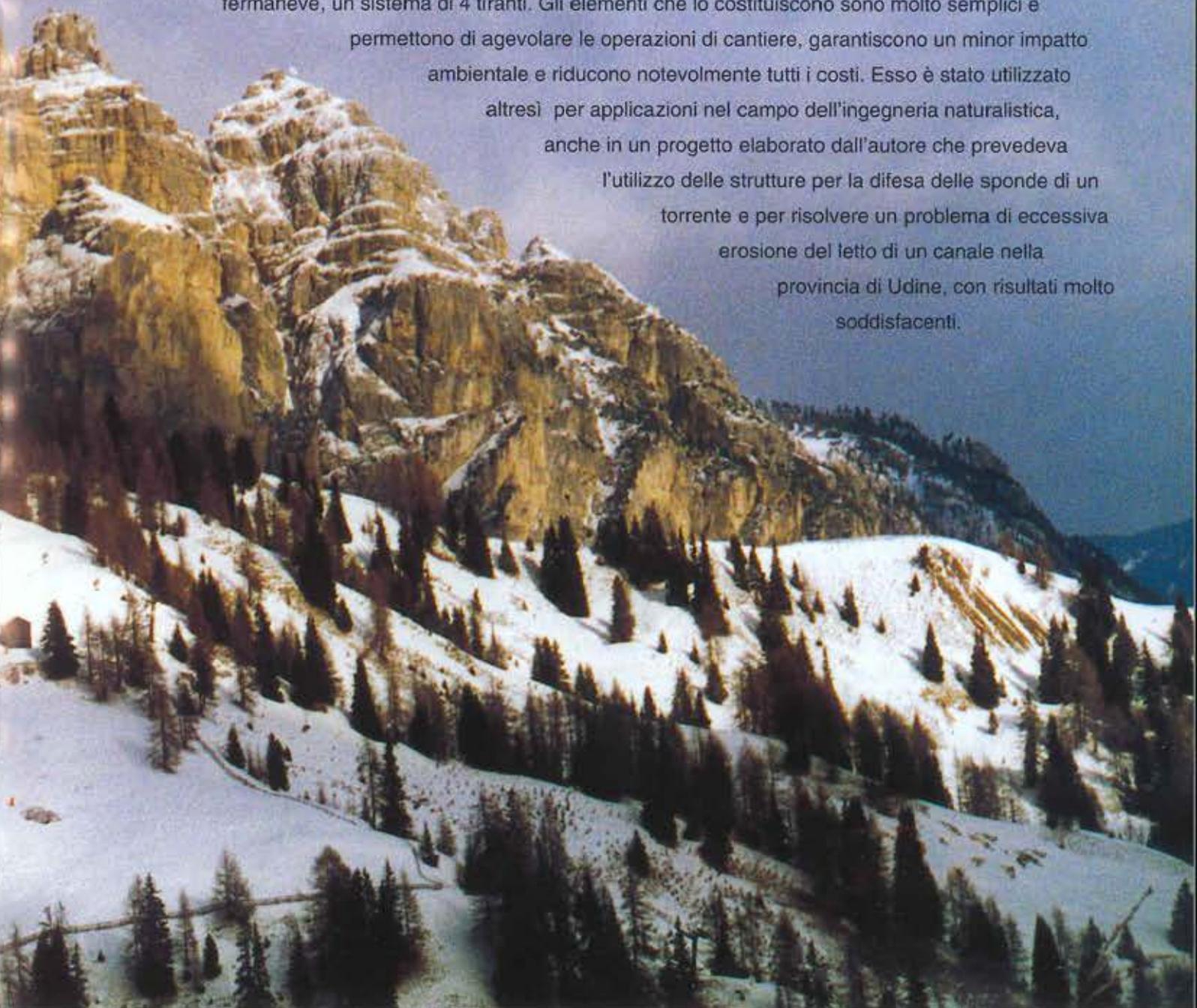




Foto a lato: panoramica sul comprensorio sciistico di Arabba ove sono stati svolti i lavori di verifica del Bollettino nivometeorologico.

Nella pagina a fronte: serie di ombrelli da neve posizionati presso la stazione sciistica di Carona (BG).

Durante la stagione invernale 1996/1997 è stata svolta una campagna di rilevamento all'interno del comprensorio sciistico di Arabba (BL). I dati raccolti sono serviti per verificare l'attendibilità del grado di pericolo valanghivo nonché l'attendibilità della localizzazione del pericolo contenuti nel Bollettino Nivometeorologico emesso dall'ARPAV - Centro Valanghe di Arabba, attraverso un confronto tra il pericolo di valanghe reale ed il pericolo di valanghe previsto al fine di individuare le cause principali di errore per un miglioramento della previsione futura. Da qui la necessità di una serie di misure in campo e di osservazioni personali sulle effettive condizioni di stabilità del manto nevoso espresse dal grado di pericolo su 5 livelli.

Il metodo d'indagine utilizzato è stato caratterizzato dall'osservazione giornaliera di distacchi spontanei o provocati, dall'esecuzione di rilievi quali prove penetrometriche e analisi stratigrafiche nonché da prove di stabilità del rutschblock, che sono stati considerati parametri deter-

minanti per considerare l'evoluzione delle caratteristiche del manto nevoso.

I significativi fenomeni valanghivi osservati durante tutto il periodo che hanno interessato anche piste e vie di comunicazione, lo studio morfologico dell'area accompagnato all'analisi accurata della CLPV, hanno portato alla realizzazione di una carta topografica indicante i pendii potenzialmente pericolosi. Sono cioè stati individuati alcuni siti poco sicuri tali da poter costituire oggetto di osservazione per una eventuale posa in opera di sistemi di difesa.

Se le caratteristiche morfologiche e fisiche del territorio hanno da sempre posto all'attenzione delle popolazioni locali gli aspetti e le problematiche derivanti da una convivenza e un utilizzo del suolo in rapporto ai fenomeni valanghivi, fatto è che centri abitati ed infrastrutture varie soggetti a pericolo valanghe ve ne sono diversi, anche realizzati recentemente nella spasmodica ricerca di aree da antropizzare per far fronte alle richieste crescenti, come nel caso delle piste da sci. Questa conti-

nua espansione degli insediamenti antropici e l'aumento delle zone frequentate soggette a rischio di valanghe hanno imposto la necessità di garantire la pubblica incolumità favorendo da una parte una più accurata pianificazione territoriale dall'altra interventi difensivi sul territorio mediante la posa in opera di strutture poste a difesa del medesimo. Esse nel tempo hanno subito una notevole evoluzione a seguito sia della sempre più approfondita conoscenza del fenomeno che del perfezionamento dei materiali e delle tecnologie utilizzate ma spesso presentano costi di realizzazione molto alti a causa dei materiali adottati e della complessità per la loro sistemazione.

## **NUOVO CONCETTO DI PARAVALANGHE**

Da alcuni anni numerosi studi, calcoli e prove dirette hanno permesso di mettere a punto un sistema difensivo concettualmente nuovo, meno costoso fra tutti quelli conosciuti e con il vantaggio, a parità di risorse economiche, di garantire la stessa sicurezza ri-

chiesta dalle direttive svizzere sui paravalanghe (a cui si fa riferimento, non esistendo in Italia ancora una normativa precisa in materia).

La denominazione ombrello da neve è stata attribuita in virtù della sua forma che rappresenta un approccio completamente nuovo ed originale al problema.

Questo modello innovativo appartiene alle barriere fermaneve, dispositivi atti ad impedire il distac-

cumuli dovuti al vento, stratificazioni prodotte da successioni di precipitazioni, formazione di superfici di scorrimento per effetto del metamorfismo dei cristalli da neve, ecc.). La barriera fermaneve offre alla coltre da neve una superficie di appoggio, più o meno perpendicolare al pendio, ancorata al terreno ed estesa per tutta l'altezza del manto di neve: la spinta nivostatica viene quindi scaricata direttamente

frequenza su pendii di inclinazione compresa fra i 30° ed i 50°: su pendii più ripidi la neve generalmente non si accumula, mentre su versanti al di sotto di 30° di inclinazione non si creano, di norma, le condizioni di distacco: ciò delimita il campo d'impiego delle barriere fermaneve.

Le tipologie più tipiche di barriere comprendono strutture rigide come ponti da neve (un sistema di puntoni e montanti che reggo-

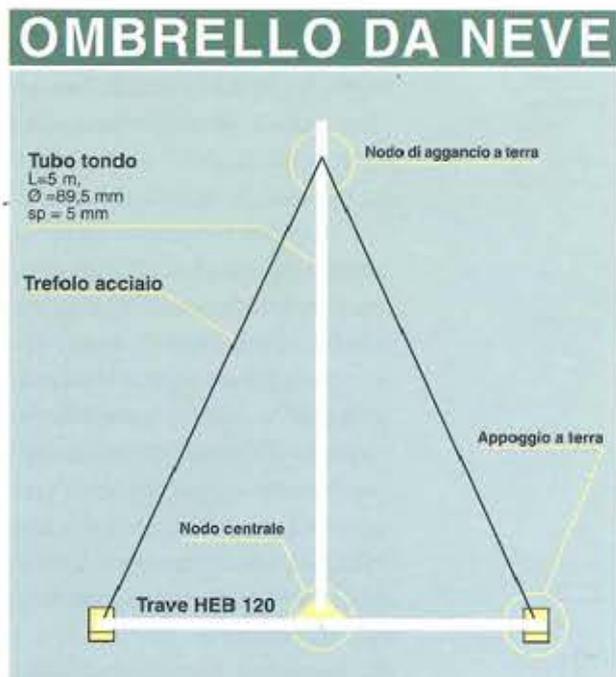


co di masse nevose in quota e quindi a prevenire la formazione di valanghe.

Il funzionamento delle barriere fermaneve si fonda sul principio statico di costituire un rinforzo del versante, in grado di sopperire a carenze di resistenza del manto nevoso dovute a condizioni sia morfologiche che ambientali (ac-

culato sul terreno attraverso la struttura della barriera fermaneve e non attraverso il meccanismo resistente (d'attrito e coesivo) dello strato nevoso.

In base ad osservazioni sperimentali condotte per lungo tempo su versanti naturali si è verificato che il distacco spontaneo di valanghe avviene con maggiore



no una superficie di appoggio costituita da traverse disposte parallelamente alle linee di livello) e rastrelliere da neve (simili ai ponti, ma con la struttura d'appoggio formata da barre disposte perpendicolarmente alle linee di livello) e strutture flessibili come le reti da neve (sostenute da un complesso di puntoni pendolari e di funi d'ancoraggio).

La barriera in esame si colloca ad un livello intermedio fra le strutture rigide e quelle flessibili: rispetto a queste ultime, risulta irrigidita in quanto la rete è vincolata non soltanto ai vertici ma viene tenuta in posizione dagli elementi a croce di S. Andrea, che però sono articolati rispetto al gambo e non offrono (come i ponti e le rastrelliere) una superficie d'appoggio continua.



nel suo centro, ovvero nel punto d'incontro delle diagonali.

Per poter eseguire studi parametrici, la geometria è stata completamente definita in funzione di 3 soli parametri indipendenti, vale a dire la lunghezza del gambo  $L$ , la dimensione  $B$  del lato dell'elemento fermaneve e l'angolo  $d$  che l'elemento fermaneve forma con la perpendicolare al pendio.

Nel caso che il gambo sia perpendicolare all'elemento ferma-

Questo modello presenta una struttura che è formata da due travi in profilato d'acciaio incrociate costituenti i "bracci" del cosiddetto ombrello, collegate, a loro volta, tramite cerniere a rotazione limitata, con un tubolare in acciaio che funge da "manico" dello stesso ombrello: in testa a quest'ultimo viene posizionato l'unico ancoraggio a monte previsto per ciascun elemento strutturale. Da questo ancoraggio di monte partono quattro funi in acciaio che collegano la testa del tubolare anzidetto con le estremità delle travi incrociate.

Tali estremità sono inoltre collegate tra loro mediante una fune d'acciaio perimetrale. La rete, che non ha più funzione strutturale cioè non costituisce una parte essenziale alla funzione statica della barriera, può anche essere di forma rettangolare anziché triangolare e viene agganciata a sua volta alle teste delle travi incrociate, gonfiandosi in caso di carico.

Occorre osservare che l'articolazione dei bracci e del gambo è simile a quella che si riscontra in un ombrello vero e proprio: ai bracci è consentito (con limiti imposti da un apposito fine corsa) di ruotare rispetto al gambo mediante cerniere cilindriche secondo il movimento consentito dai perni ai raggi di un ombrello, mentre è a loro inibito di ruotare l'uno rispetto all'altro esattamente



come in un ombrello i raggi, che sono fissati su una ghiera.

Una seconda caratteristica della struttura presa in esame è che gli elementi strutturali realizzati con cavi cioè la fune di chiusura (nelle sue porzioni superiore, inferiore e verticali), i tiranti obliqui (superiori e inferiori) e la rete sono in grado di resistere solamente a sollecitazioni di trazione.

Occorre quindi garantire che le sollecitazioni alle quali vengono sottoposti siano sempre di trazione: diversamente si riscontrano l'allentamento e la conseguente perdita di rigidità dell'elemento che fa venire meno la propria funzione statica.

La schematizzazione della struttura impiegata per i calcoli è basata sulle seguenti ipotesi: la barriera fermaneve si dispone con i tiranti obliqui inferiori adagiati sul pendio; l'elemento ad ombrello è di forma quadrata con i bracci a formare le diagonali del quadrato; il gambo è fissato all'ombrello

neve, quest'ultimo parametro risulta legato ai primi due dalla relazione:

$$\tan d = \frac{B}{2L}$$

Esistono tre prototipi di strutture, differenti per dimensioni geometriche o per scelta dei profili, così costituiti:

*Modello di barriera fermaneve a gambo lungo, alleggerito:* elemento fermaneve quadrato di lato  $B=3.20$  m; gambo di lunghezza  $L=6.00$  m; gambo fissato perpendicolarmente all'elemento fermaneve:  $d=14.93^\circ$ ; distorsione impressa alla fune di chiusura  $e=0.0003$ ; gli elementi strutturali in acciaio così realizzati sono: gambo: tubo serie carpenteria senza saldatura da 70 mm di diametro, 2.9 mm di spessore; bracci superiori: profilo HEB 100; bracci inferiori: profilo HEB 120; tiranti obliqui: cavo da 16 mm di diametro; fune di chiusura: cavo da 16 mm di diametro.

*Modello di barriera fermaneve a*

*gambo lungo, rinforzato*: elemento fermaneve quadrato di lato  $B=3.20$  m; gambo di lunghezza  $L=6.00$  m; gambo fissato perpendicolarmente all'elemento fermaneve:  $d=14.93^\circ$ ; distorsione impressa alla fune di chiusura  $e=0.0003$ ; gli elementi strutturali in acciaio così realizzati sono: gambo: tubo serie carpenteria senza saldatura da 70 mm di diametro, 2.9 mm di spessore; bracci superiori: profilo HEB 120;

vero e proprio ombrello), costituito da 4 spezzoni di profilato e da una fune di chiusura perimetrale disposti a formare una struttura reticolare a croce di S. Andrea, appoggiato in due punti al terreno (in posizione generalmente inclinata rispetto alla normale del pendio) e articolato mediante un apposito snodo all'elemento tubolare;

• **una rete fermaneve** a maglia fitta, fissata lungo il contorno alla



bracci inferiori: profilo HEB 140; tiranti obliqui: cavo da 16 mm di diametro; fune di chiusura: cavo da 16 mm di diametro.

*Modello di barriera fermaneve a gambo corto*: elemento fermaneve quadrato di lato  $B=3.20$  m; gambo di lunghezza  $L=5.00$  m; gambo fissato perpendicolarmente alla struttura fermaneve:  $d=17.74^\circ$ ; distorsione impressa alla fune di chiusura  $e=0.0003$ ; gli elementi strutturali in acciaio così realizzati sono: gambo: tubo serie carpenteria senza saldatura da 70 mm di diametro, 2.9 mm di spessore; bracci superiori: profilo HEB 120; bracci inferiori: profilo HEB 140; tiranti obliqui: cavo da 16 mm di diametro; fune di chiusura: cavo da 16 mm di diametro. Riassumendo, il modello si caratterizza per essere costituito da:

• **un elemento tubolare** (di seguito denotato come gambo o manico dell'ombrello) disposto a monte dell'elemento fermaneve;

• **un elemento fermaneve** (il

fune perimetrale, che si appoggia all'estradosso della struttura reticolare;

• **un sistema di 4 tiranti** che vincolano le estremità dei bracci della croce all'estremità superiore dell'elemento tubolare per solidarizzare la struttura.

## RISULTATI

Sono stati effettuati studi volti ad accertare, mediante modelli teorico- numerici, quali siano le prestazioni attese di una barriera fermaneve ad ombrello in acciaio di tipo innovativo.

Avvalendosi delle stime dei carichi da neve e dei criteri di progetto contenuti nelle Direttive per la costruzione delle opere di premunizione valanghiva nella zona di distacco (Edizione 1990) proposte dall'EISLF (Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe di Weissfluhjoch-Davos, in Svizzera) e di modelli meccanici, gli studi condotti hanno permesso di valutare qualitativa-

vamente e quantitativamente l'efficacia statica del fermaneve.

Lo studio svolto ha mostrato che il comportamento è quello desiderato confermando quindi la validità globale della soluzione adottata. I risultati in forma parametrica sono poi stati confrontati con quelli ottenuti mediante simulazioni numeriche svolte in ambito elastico lineare con codici di calcolo commerciali basati sul metodo degli elementi finiti e hanno avuto come obiettivo primario la verifica del buon funzionamento complessivo del sistema. Per permettere un calcolo significativo della sollecitazione della struttura si cerca una analogia con le ipotesi contemplate nelle direttive svizzere, le quali permettono di considerare il carico come concentrato in prossimità della mezzera della struttura: nel nostro caso il carico gravante sulla struttura viene suddiviso in quattro vettori gravanti sui quattro bracci della croce stessa. Il carico viene supposto distribuito in maniera lineare e vengono inoltre valutate entrambe le condizioni di carico consigliate dalle direttive svizzere: nella prima si prevede che la struttura venga caricata da uno sforzo agente lungo tutta l'altezza, mentre nella seconda si prevede che tutto il carico agisca in una zona pari al 77% dell'altezza complessiva dell'opera (in tal modo si vuol tener conto di un eventuale schiacciamento del manto nevoso dovuto a compattazione).

## ANALISI DEI COSTI

Un fattore molto importante che si pone a favore di questo tipo di paravalanghe è dato dalla semplicità dei singoli elementi costitutivi che risultano facilmente reperibili e meno costosi mentre la stessa semplicità dell'intera struttura permette di accorciare i tempi di preparazione e di montaggio consentendo una sensibile riduzione

dei costi di realizzazione. L'idea di questo tipo di struttura, infatti, nasce dalla constatazione che una grossa parte dei costi imputabili alle opere fermaneve è dovuta alla manodopera in quota, costretta ad agire nella maggior parte dei casi in condizioni ambientali e climatiche sfavorevoli.

La possibilità di agevolare e ridurre al massimo le operazioni di cantiere, essendo poche decine all'anno le giornate operative a quote elevate, è consentita dalla riduzione del numero di sondaggi da eseguire in quota e dalla possibilità di montaggio in officina della struttura. Il trasporto in loco infatti, anche mediante uso di elicottero, può avvenire a struttura assemblata che dovrà essere fissata con una semplice operazione. I tempi di preparazione e di montaggio vengono notevolmente accorciati a tutto vantaggio

Il presente lavoro è stato oggetto di una tesi di laurea realizzata presso la Facoltà di Scienze Geologiche dell'Università degli Studi di Trieste dal titolo: "ANALISI E STABILITÀ DEL MANTO NEVOSO E PERICOLOSITÀ DA VALANGA NEL TERRITORIO DI ARABBA (BL)" presentata dal dott. Massimo Pegani (relatore: prof. Franco Cucchi, correlatori: prof. Franco Vaia, dott. Anselmo Cagnati).

di una rapida esecuzione e del contenimento dei costi di realizzazione che, ad una valutazione sommaria, in funzione delle varie situazioni, dovrebbero ridursi del 30-40% rispetto alle normali reti da neve. L'entità della riduzione dei costi è facilmente intuibile e sarà tanto più consistente quanto più disagiata sarà il sito interessato dall'intervento.

### **ANALISI DEI MATERIALI**

Da un punto di vista strutturale il primo elemento innovativo è costituito dall'utilizzazione di un solo ancoraggio per ciascun elemento (che copre sempre 3,5 metri di allineamento) anziché i classici tre



punti previsti per le reti o dei quattro e più, necessari per i ponti da neve, con risparmi evidenti nella preparazione topografica, nella predisposizione del cantiere in quota, nella esecuzione dei fori e nella posa in opera dei tiranti necessari. Il secondo, come già detto precedentemente, è dato dalla semplicità dei singoli elementi costitutivi che risultano più facilmente reperibili e meno costosi. Dai calcoli effettuati si è potuto constatare che l'entità della forza di trazione sull'ancoraggio e la retta d'azione rispetto al pendio sono del tutto analoghe a quelle che si hanno per le reti da neve. Anche l'entità delle sollecitazioni scaricate a terra sotto i bracci dell'ombrello è assolutamente compatibile con i limiti ammessi usualmente nella progettazione.

### **ANALISI AMBIENTALE**

Date le sue peculiarità, la struttura è in grado di garantire un impatto ambientale minore rispetto ad altre opere tradizionali, in virtù anche della estrema facilità con cui può essere nascosto con metodi di bioingegneria.

Non è più necessario mantenere un allineamento perfetto perché

l'ombrello da neve risulta essere una struttura autoportante vale a dire che non necessita di essere collegata con altri elementi permettendo così un fronte interrotto qualora esigenze morfologiche o di transito faunistico lo richiedano. Inoltre l'estrema versatilità e il minore impatto ambientale sono dovuti anche al fatto che possono essere utilizzati stagionalmente, mettendoli in opera in autunno e rimuovendoli in primavera.

### **CONCLUSIONI**

I risultati in forma parametrica sono poi stati confrontati con quelli ottenuti mediante simulazioni numeriche e hanno avuto come obiettivo primario la verifica del buon funzionamento complessivo del sistema. Sono peraltro necessarie ulteriori indagini (anche di tipo sperimentale) sul prototipo di fermaneve proposto sia per accertare che i margini di sicurezza nel dimensionamento degli elementi strutturali siano adeguati, sia per garantire che dal punto di vista costruttivo vengano adottati gli accorgimenti tecnici indispensabili a fare sì che il comportamento della struttura risulti conforme al modello meccanico scel-



to ed allo schema di calcolo adottato. Nel caso dei fermaneve oggetto del presente studio non essendo possibile considerare la pressione della neve uniformemente distribuita sull'altezza, in quanto esso si presenta naturalmente come discontinua per la diversa rigidità in corrispondenza dei bracci e della rete da neve, in assenza di più precise valutazioni dell'azione esercitata dalla neve su una struttura non rigida o più precisamente, disuniformemente rigida, si è scelto, a favore della sicurezza, di considerare che la spinta della neve venga assorbita solo dai bracci, ritenendo che la rete sia solo un dispositivo di contenimento che trasferisce per contatto la spinta sulla struttura a croce di S. Andrea. Lo studio svolto, pur con dei limiti, ha mostrato che il comportamento è quello desiderato confermando quindi la validità globale della soluzione adottata.

La stessa validità peraltro è stata riscontrata dal buon funzionamento avutosi in varie località quali Carona (BG), Val Rabbi (TN), Fleres (BZ), Courmayeur, dove sono già stati testati da alcune stagioni invernali.

## ALTRE CONSIDERAZIONI

Anche se si tratta di un sistema originariamente concepito per la stabilizzazione del manto nevoso su pendii acclivi e potenzialmente valanghivi, esso è stato usato anche per applicazioni nel campo dell'ingegneria naturalistica quali interventi per la stabilizzazione di versanti e per la regolazione di corsi d'acqua. In particolare è stato elaborato un progetto dallo stesso dott. Pegani nell'ambito delle attività e delle competenze in ambito regionale del Consorzio di Bonifica della Bassa Friulana (UD) che prevedeva l'utilizzo delle strutture per la difesa di alcuni tratti spondali del canale Spinedo (Ronchis) e del torrente Corno (Romans di Varmo). Nel primo caso si erano presentati dei problemi erosivi dovuti ad un successivo e continuo approfondimento dell'alveo durante i periodi di maggior piena, nel secondo, fenomeni di scalzamento alla base della sponda verificatisi nonostante tempo prima si fosse provveduto alla realizzazione di una scogliera. L'utilizzo delle strutture è stato poi confrontato con altre tecniche di ingegneria naturalistica quali la palificata spondale, la scogliera ed una soluzione integrata. Per tale confronto i parametri presi come riferimento sono stati la resistenza all'erosione conferita alle sponde, la stabilità complessiva, l'impatto ambientale, considerato sia nella fase di attuazione dell'opera sia in quella successiva all'ultimazione dei lavori, la manutenzione.

L'utilizzo dei paravalanghe è stato giudicato tra i più idonei confermando la validità del sistema.

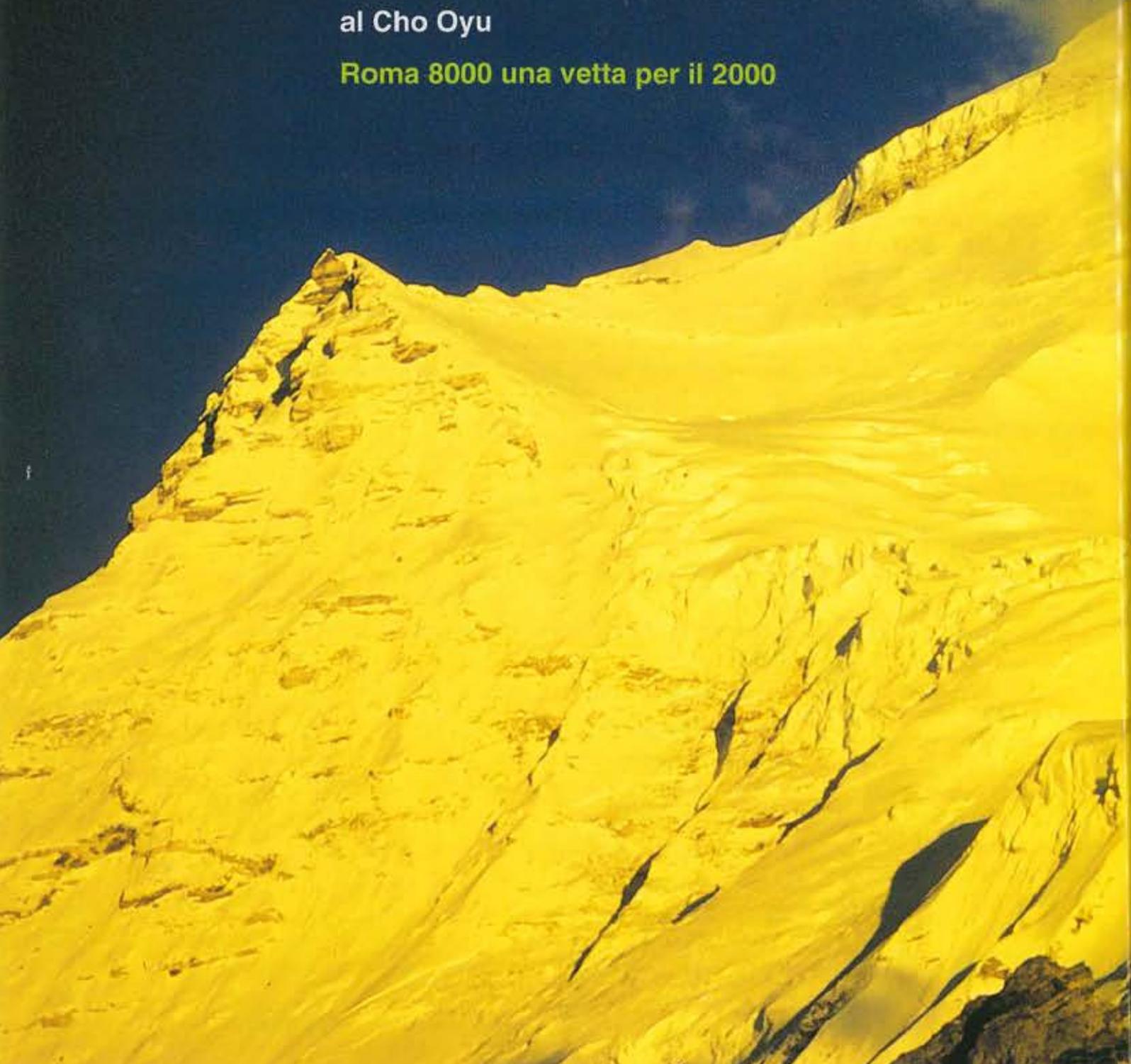
# Ricerche Nivologiche in Himalaya

la spedizione

alpinistico-scientifica

al Cho Oyu

Roma 8000 una vetta per il 2000



## Massimo Pecci

•ISPESL-Dipartimento Inseidiamenti  
Produttivi e Interazione con l'Ambiente (DIPIA)  
Via Urbana, 167 - 00184 ROMA  
www.appennini.it/roma 8000

Nell'ambito della spedizione alpinistico-scientifica "Roma 8000", che ha portato a fine settembre 2000 tre alpinisti romani in cima al Cho Oyu, la sesta montagna della terra, sono stati effettuati importanti rilievi scientifici. Le ricerche svolte sono inserite nell'ambito del Progetto Ev-K<sup>2</sup>-CNR e, più in generale, nelle attività che la comunità scientifica italiana sta promuovendo nelle varie aree glacializzate del nostro pianeta al fine di monitorare le variazioni degli apparati glaciali e contribuire alla valutazione dei cambiamenti climatici a scala locale e a scala globale. Per la prima volta in ambito nazionale, sono stati raccolti sul versante settentrionale dell'Himalaya e sono in corso di elaborazione importanti dati ambientali, tra cui, di non secondario interesse, quelli relativi alle caratteristiche della neve presente al suolo, che vengono presentati e discussi anche nella prospettiva particolare della sicurezza degli alpinisti e, in generale, delle spedizioni nell'ambiente estremo dell'alta quota himalayana.



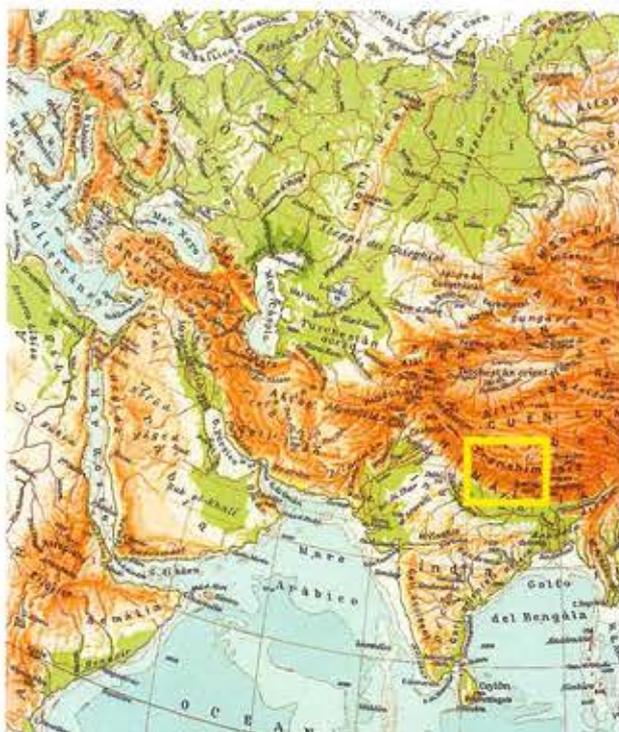


Fig 1



Fig 2

### ESCURSIONE DELLA TEMPERATURA espressa in gradi centigradi, al Campo Base Avanzato (5700 m s.l.m.) nei nove giorni di osservazione



Nella pagina precedente: vista panoramica del Cho Oyu: in basso a sinistra è visibile la linea di distacco di un imponente lastrone che ha dato luogo ad una valanga di fondo.

### LA SPEDIZIONE "ROMA 8000"

Dal 16 agosto al 15 ottobre 2000 si è svolta sulle montagne dell'Himalaya "Roma 8000, una vetta per il 2000", prima spedizione romana che ha raggiunto con successo la vetta di un 8000, il Cho Oyu, dal versante tibetano. Parallelamente al programma alpinistico è stato predisposto e portato a termine un vasto programma scientifico di ricerche ambientali, organicamente inquadrato nel più generale programma di ricerca per il 2000-2002 del Progetto Ev-K2-CNR ed avente come oggetto specifico della ricerca i *debris covered glaciers* (ghiacciai ricoperti di detrito, vedi anche PECCI &

SMIRAGLIA, 2000). I dati glaciologici, meteorologici e ambientali, raccolti durante la spedizione nel bacino collettore del Gyabrag Glacier e nell'area del campo base del Cho-Oyu (versante settentrionale della catena Himalayana), oltre a rappresentare, di per sé stessi, degli importanti indicatori dell'ambiente di alta montagna, forniranno un utile confronto con quelli rilevati presso il Laboratorio-Osservatorio Internazionale Piramide e lungo il Changri Nup Glacier (versante meridionale della catena Himalayana), da sei anni oggetto di monitoraggio nell'ambito del già citato Progetto Ev-K2-CNR. Accanto ai rilievi ed alle ricerche finalizzate al monitoraggio dei principali indicatori dei cambiamenti globali, un particolare interesse rivestono le ricerche tecnologiche nel campo della fisica nucleare. Queste ricerche hanno per scopo lo sviluppo di apparati di rivelazione di particelle "compatti", costruiti specificamente per poter essere utilizzati in alta quota e in grado di lavorare in condizioni ambientali difficili. Nel

corso della spedizione è stato sperimentato con successo sugli apparati glaciali del Cho-Oyu un rivelatore di radiazioni, monitorando "in-situ" l'emissione di raggi gamma dell'isotopo radioattivo Cs-137, che fornisce importanti dati per le ricerche glaciologiche e nivologiche, oltre ad essere il più significativo "Marker" del *fall out* provocato dall'esplosione del reattore nucleare di Chernobyl nel 1986 (BALERNA et alii, in stampa).

### CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E CLIMATICHE

Il Cho Oyu ("Dea turchese" in lingua Tibetana) con l'altezza di 8201 m s.l.m. rappresenta la sesta elevazione della terra, nell'area di maggiore sollevamento della catena Himalayana: dista infatti solo una trentina di km in linea d'aria dalla più alta vetta della terra (M. Everest - 8848 m s.l.m.). Questo settore della catena, posto al centro dell'Asia (fig. 1) è infatti caratterizzato dal maggiore ispessimento crostale, provocato a sua volta dalla collisione continentale



danza di precipitazioni) ed il ritiro (mancanza di precipitazioni) del *monzone*.

In sintesi l'ambiente di alta montagna himalayano può essere descritto come il luogo privilegiato in cui condizioni climatiche ed azioni morfogenetiche estreme hanno la massima espressione. A titolo di esempio in figura 2 è riportato il grafico delle temperature massime e minime rilevate (con la massima accuratezza possibile, ma pur sempre in condizioni logistiche "difficili") al Campo Base Avanzato (ABC) del Cho Oyu, posto ad una quota di circa 5700 m slm: si possono apprezzare escursioni termiche giornaliere anche vicine ai 30 °C e temperature notturne sempre al di sotto di 0 °C. Inoltre in figura 3 sono riportati gli spessori di neve e l'evoluzione delle precipitazioni, nel medesimo periodo di osservazione. Bisogna segnalare che la precipitazione nevosa, pur cominciando anche nella tarda mattinata, dava luogo ad un accumulo soltanto nelle ore notturne, come è facilmente comprensibile dall'andamento dell'escursione termica giornaliera di fig. 2.

### CARATTERISTICHE DELLA NEVE PRESENTE AL SUOLO

Il giorno 5/9/2000 è stata scavata una trincea nella neve nei pressi del Campo Base Avanzato, in un accumulo su ghiacciaio, originato dalle precipitazioni legate al regime monsonico e presente sulla lingua dell'apparato principale dell'area (Gyabrag glacier) con marcata orientazione a Nord. Nel periodo dei rilievi, infatti, la linea di equilibrio (ELA) era attestata intorno ai 6300 - 6500 m slm e gli accumuli di neve a quote più basse erano esclusivamente dovuti a valanghe o a particolari condizioni morfo-climatiche, ma unicamente su versanti esposti a Nord. Nella stazione relativa

tra placca indiana e placca asiatica e messo bene in evidenza sul terreno dalle potenti sequenze di rocce fortemente metamorfosate e che lasciano il posto, verso nord, al Tibet, il più alto altipiano della terra. Quest'ultimo, in costante sollevamento insieme al resto della catena, si comporta come naturale bacino di raccolta per il materiale eroso e trasportato dagli agenti morfogenetici (principalmente ghiacciai, terremoti e corsi d'acqua), in cui il vento, data la scarsa presenza della vegetazione a causa della quota, e, subordinatamente, le acque incanalate hanno massima libertà di azione nel modellare la superficie terrestre e plasmarne paesaggi così caratteristici. Oltre ai processi geomorfologici è il clima a contribuire maggiormente a caratterizzare l'ambiente dell'alta montagna himalayana. L'area in questione è infatti caratterizzata dalla presenza della zona di *convergenza intertropicale*, il cui movimento verso nord nel periodo estivo e verso sud in quello invernale determina sulla catena rispettivamente l'avanzata (abbon-

### Evoluzione delle precipitazioni nevose e spessori della neve fresca al suolo

Giorno	Spessore neve (cm)	Precipitazioni
03/09/00	-	pomeridiane
04/09/00	2	tardo - mattutine
05/09/00	3	tardo - mattutine
06/09/00	2	mattutine
07/09/00	1	mattutine
08/09/00	4.5	mattutine
09/09/00	1	tardo - mattutine
10/09/00	1.5	tardo - mattutine
11/09/00	0.5	assenti
12/09/00	0	assenti
13/09/00	0	assenti

Fig 3



Fig 4

Fig 5

### Principali caratteristiche delle stazioni GYA 1 e parametri ambientali rilevati in sito

Caratteristiche	Parametri rilevati
Coordinate UTM	45R 0460658 3109740
Quota	5680 m s.l.m.
Ora rilievo	11.00 - 12.00
Condizioni del cielo	poco nuvoloso (2/8)
Condizioni del vento	Calma di vento
Esposizione accumulo	Nord
Temperatura aria	20° C
PH medio	5.55
Conducibilità	2.3 µS
Radioattività totale	0.35 µSv/h
Radioattività	2.1 cps
Spessore neve fresca	3 cm



desto (e del tutto trascurabile in altre situazioni geografiche); il profilo termico e di resistenza mette in evidenza delle condizioni tipiche della primavera avanzata, se riferita alle montagne italiane, con spessori di neve caratterizzati da elevata resistenza al contatto con il suolo (o meglio, roccia) e da una generale, e talvolta molto ben localizzata, diminuzione delle resistenze verso la superficie. Specificando che tale accumulo ha avuto origine nel periodo monsonico e tutt'al più a partire da luglio, ne discenderebbe una sostanziale somiglianza di comportamento tra manto nevoso dell'alta montagna tipico della tarda primavera alpino-

appenninica (PECCI *et alii*, 1997, D'ALESSANDRO & PECCI, in stampa) e manto nevoso del monzone estivo himalayano.

Inoltre dai parametri ambientali riportati nella figura 5 e rilevati in sito con strumentazione elettronica (pHmetro, conduttivimetro e contatore Geiger), risultano dati interessanti relativamente alla qualità ambientale del sito in studio: se certamente la presenza nella neve di elementi e composti caratterizzati da conducibilità elettrochimica, acidità e radioattività, anche se in gradi diversi, non è del tutto trascurabile, non è d'altronde al momento possibile definire il grado di eventuale contaminazione, almeno fino a quando non saranno disponibili i risultati delle analisi di laboratorio (ancora in corso) sui campioni di neve prelevati in sito e i dati elaborati relativi alla radioattività, misurata tramite strumentazione di maggior precisione.

### **ELEMENTI DI VALUTAZIONE DELLA SICUREZZA**

Parallelamente ai rilievi sulla neve al suolo, presso la stazione GYA 1 sono state compiute le osservazioni nivo-meteorologiche di routine, con particolare riferimento alle valanghe osservate ed al relativo pericolo. Nei primi giorni di osservazione le condizioni dell'alta montagna (creste e cime) erano caratterizzate dalla presen-

za di evidenti e sviluppate cornici protese verso Nord (formate quindi dai monsoni che spirano da Sud), mentre i versanti, sia aperti che incanalati, erano localmente interessati, al di sotto delle fasce rocciose più imponenti, da scaricamenti spontanei di neve a debole coesione: al momento dell'osservazione un solo evidente e sviluppato fenomeno era presente e di esso era ancora osservabile l'imponente accumulo alla fine di un canalone esposto a Nord e poco a monte del Campo Base Avanzato (foto di pagina 28). Nelle condizioni osservate il pericolo è stato classificato come marcato, ma tendente ad aumentare, visto il profilo del manto nevoso osservato, le imponenti cornici ed una grande escursione della temperatura verso i valori più elevati. Da un punto di vista della sicurezza, i primi giorni di settembre hanno visto un impegno da parte degli alpinisti, principalmente per il trasporto dei carichi, solo alle quote più basse, in assenza di neve e con un rischio, quindi, molto ridotto.

A partire dal giorno 7 Settembre 2000 è stato registrato un marcato aumento delle temperature massime ed una progressiva diminuzione delle temperature minime, con una generale dilatazione della fascia di escursione termica giornaliera (fig. 2), cui hanno fatto riscontro crolli di seracchi e l'innescò di poche, ma impo-



nenti, valanghe di lastroni, con generale esposizione a nord, e con lunghezza delle linee di distacco anche di centinaia di metri (fotografie a lato), tutti di carattere spontaneo e ricollegabili, con le dovute cautele relative alle differenti condizioni e proporzioni degli accumuli, alla presenza dello "strato debole", evidenziato anche nel profilo del manto nevoso. Le valanghe di lastroni descritte non hanno interessato direttamente i percorsi effettuati normalmente dagli alpinisti per raggiungere i campi avanzati, anche se si sono

Introducendo l'argomento della sicurezza e della prevenzione degli incidenti da valanga nel corso di spedizioni alpinistiche, soprattutto al fine di promuovere un dibattito ed una informazione più fruttuosa ed allargata possibile, si vogliono, in conclusione, fare le seguenti considerazioni:

- La valutazione delle condizioni di sicurezza non deve riguardare soltanto la scelta degli itinerari, ma anche (direi soprattutto) quella dei campi, sia nel corso dell'avvicinamento sia in alta montagna, con particolare cura per il cam-

no essere sempre prese in considerazione, con un guadagno magari delle condizioni igieniche ed ambientali. Da questo punto di vista il campo base avanzato del Cho Oyu non si presenta del tutto esente dal pericolo di valanghe e/o crolli, come l'evoluzione e l'accumulo delle valanghe riprodotte nelle foto stanno ad evidenziare. *In questo senso una raccolta delle informazioni sui siti dei principali campi base ed una valutazione generale delle condizioni di sicurezza per valanghe e crolli potrebbe radicalmente abbassare*

A fianco: canale ed accumulo di valanga poco a monte del campo base avanzato; in primo piano una "vela" sul ghiacciaio Gyarag.

Nella pagina a fronte: (sopra) imponente linee di distacco di lastroni ubicata poche centinaia di metri ad est ed a monte del campo base avanzato; (al centro) particolare della valanga di lastroni del Cho Oyu



evolute in un momento in cui le spedizioni erano già impegnate ad allestire i campi in alta quota, in aree prossime a quelle che hanno visto l'insacco dell'imponente valanga del Cho Oyu: è visibile infatti al centro della foto di pagina 22-23 la traccia della salita e, a sinistra, la valanga di lastroni; sono inoltre visibili tracce relative a precedenti scaricamenti spontanei di valanghe a debole coesione nel versante aperto, a monte della traccia stessa.

po base: tutti devono essere esenti da pericolo di valanga, ma anche di crolli, considerando che a franare, in alta montagna, non c'è solo la roccia e il detrito, ma anche i numerosi seracchi pensili, che spesso ci fermiamo ad ammirare e fotografare per la loro bellezza. Non bisogna quindi superficialmente accontentarsi del fatto che "non è mai successo niente" o che "è già tutto organizzato (!)", ma anzi, in caso di dubbio, è necessario optare per altre alternative, che comunque devo-

*nel futuro il rischio di disastrose conseguenze.*

- La presenza di un esperto di valanghe e l'esecuzione di rilievi, anche se semplici e "non tecnologici" (temperature estreme e trincee, anche su piccoli spessori di neve nei pressi dei campi), possono fornire, per estrapolazione, delle indicazioni utili ed *irrinunciabili* sull'evoluzione del manto nevoso, anche in quota, e delle sue condizioni di sicurezza. Il problema di concretizzare questi buoni propositi si pone

quando si va poi a contare nelle spedizioni che frequentano l'alta montagna himalayana, delle quali almeno il 50% commerciali, non la presenza di nivologi, ancorché dilettanti, ma di semplici medici: il dato sconcertante del Campo

Base Avanzato del Cho Oyu, il più alto del mondo, esprime compiutamente il quadro e non richiede ulteriori commenti: a inizio settembre 2000 su 15 spedizioni presenti, erano attivi solo 2 medici di spedizione...



## BIBLIOGRAFIA

- BALERNA A., BERNIERI E., ESPOSITO A., PECCI M., SMIRAGLIA C. (in stampa) - "Cs-137 gamma peak detection in snow layers on Calderone glacier", Convegno Internazionale: "Global Change and Protected Areas" - L'Aquila (8 - 16 Settembre 1999).
- D'ALESSANDRO L. & PECCI M. (in stampa) - Rischio da valanga sul Gran Sasso d'Italia. IV Convegno dei giovani ricercatori di Geologia Applicata, CNR-GNGA, 22-24 Ottobre 1998, Chieti.
- ICSI - IASH - IGS (1993) - "Classificazione internazionale della neve stagionale presente al suolo. Traduzione italiana. Gruppo di lavoro dei Previsori AINEVA"; *Rivista Neve e Valanghe*, 19, Luglio 1993
- PECCI M., SMIRAGLIA C. & D'ORFICE M. (1997). "Il ghiacciaio del Calderone". *Rivista neve e valanghe*, 32, novembre 1997.
- PECCI M. & SMIRAGLIA C. (2000) - "Advance and retreat phases of the Karakorum glaciers during the 20<sup>th</sup> Century: case studies in Braldo Valley (Pakistan)". *Geogr. Fis. Din. Quat*, 23, 73-85, Torino

## RINGRAZIAMENTI

Questa ricerca è stata svolta nell'ambito del progetto Ev-K2-CNR ed è stata parzialmente finanziata dal Consiglio Nazionale delle ricerche, dall'ISPESL e dall'autore, membro del Comitato Scientifico del CAI e del Comitato Glaciologico Italiano.

Un vivo ringraziamento a sponsors, ad Enti patrocinanti ed a tutti i componenti della spedizione "Roma 8000" ed in particolare al medico, Mariassunta Lenotti, nonché a Patrizia Broggi per il supporto "tecnologico", a Rosanna Bacchilega di Columbia Transport ed a Giancarlo Spanò.

**Simona Fratianni**  
Università di Torino  
Dipartimento di Scienze  
della Terra  
Via Valperga Caluso 35  
10125 Torino

Una risorsa per lo sviluppo  
del turismo e dell'economia  
montana

con la collaborazione di  
**Elena Turrone**  
Settore Meteorologico  
della Regione Piemonte

# Il **Clima** in **Alta Valle**

**Studio preliminare all'evento  
Olimpiadi invernali del 2006**

L'assegnazione dell'organizzazione delle Olimpiadi invernali del 2006 alla Regione Piemonte ha determinato la necessità di progettare e realizzare un servizio di assistenza nivometeorologica con la finalità di garantire un valido supporto organizzativo sia per lo svolgimento dell'attività sportiva, sia per una migliore fruizione delle risorse turistiche e ambientali in montagna. La fase di preparazione di tale servizio è già stata avviata nella stagione invernale 1999/2000 con l'attivazione di rapporti di collaborazione con il Comitato Organizzatore e con enti esterni e locali, nonché con l'emissione sperimentale di bollettini per le competizioni sciistiche di rilievo. Parallelamente, in collaborazione con l'Università di Torino-Dipartimento di Scienze della Terra, è stato avviato uno studio sui climi locali delle Valli Susa e Chisone, dove si svolgeranno le competizioni. I risultati del lavoro costituiranno l'argomento del 4° volume della collana di pubblicazioni dal titolo "Studi climatologici in Piemonte" e di una cartografia tematica relativa. Nel presente articolo sono riportati i primi risultati delle analisi effettuate su alcune stazioni.

Susa



Stazioni	Quota (m)	Inizio attività	Sensori
Graviere/ Salbertrand (To)	1010	15/11/90	Pluviometro, Velocità e Direzione vento, Termometro aria, Igrometro, Nivometro.
Prerichard/ Bardonecchia (To)	1353	06/12/90	Pluviometro, Velocità e Direzione vento, Termometro aria, Igrometro, Nivometro, Barometro, Radiometro (radiazione diretta).
Camini Frejus/ Bardonecchia (To)	1800	09/11/90	Pluviometro, Velocità e Direzione vento, Termometro aria, Igrometro, Nivometro, Barometro, Radiometro.
Le Selle/ Salbertrand (To)	1950	26/07/91	Pluviometro, Velocità e Direzione vento, Termometro aria, Igrometro, Nivometro, Radiometro.
Lago Pilone/ Sauze d'Oulx (To)	2320	21/10/88	Pluviometro, Velocità e Direzione vento, Termometro aria, Nivometro, Barometro.

Fig 1



Fig 2



## TIPOLOGIE DI ELABORAZIONI SUI DATI CLIMATICI

Si sono scelte cinque stazioni automatiche della Rete di Monitoraggio Meteoidrografico della Regione Piemonte situate in Alta Val Susa (figg. 1 e 2), a monte della confluenza della Dora Riparia con il torrente Cenischia. Le stazioni automatiche di Prerichard e Camini Frejus si trovano a Bardonecchia; Lago Pilone a Sauze d'Oulx; Graviere e Le Selle a Salbertrand.

L'elaborazione è stata eseguita dall'entrata in funzione delle stazioni automatiche (generalmente dal 1990) fino al maggio 1998. I dati sono stati correlati con indici turistici: il clima è una risorsa naturale, fruibile dal turismo.

Ogni turista ha una sua **equazione climatica** personale (Besancenot J. P., 1990), molto variabile e risultante dalla somma di tutte le proprie esigenze.

Queste riguardano essenzialmente:

- *la sicurezza*, in quanto il turista medio rifugge dalle condizioni climatiche che possono mettere in pericolo la propria persona nelle varie attività.
- *l'attrattiva*, che si presenta particolarmente alta là dove ad una

prevalente insolazione diurna si accoppia una piovosità notturna frequente;

- *il benessere fisico*, ossia lo stato in cui si trova l'organismo in assenza di aggressioni esterne. Volendo esaminare le condizioni di "ideale climatico medio" alle quali si conforma la maggior parte dei turisti, una delle esigenze più importanti da considerare è il benessere fisico.

La sensazione di caldo o freddo non dipende esclusivamente dallo stato del soggetto e dalla temperatura dell'aria, ma anche da fattori quali la radiazione solare, l'umidità dell'aria, la traspirazione, l'umidità degli indumenti e quindi il vento. Il vento infatti favorisce l'evaporazione determinando un abbassamento della temperatura corporea. P.A. Siple e Ch. F. Passel (1945) hanno stimato la quantità di calore prelevata al corpo nell'unità di tempo grazie alla formula:

$$K = (12,12 + 11,6 \sqrt{v - 1,16 v}) (33 - T_x)$$

$K$  = potere refrigerante del vento espresso in  $W/m^2$   
 $T_x$  = temperatura massima in  $^{\circ}C$   
 $v$  = velocità del vento in  $m/s$  al momento della temp. max

Esistono condizioni di benessere fisico quando  $K$  è compreso fra 350 e 700 watt rapportato ad un metro quadro di superficie cor-

porea. Con  $K = 1625$  la pelle esposta congela. Al di sotto del valore dei 350 inizia la sudorazione per impedire che la temperatura corporea superi i  $37^{\circ}\text{C}$ . Il disagio si accentua drasticamente con  $K = 58$ .

Notevoli sono le implicazioni sull'attività turistica, favorita da temperature non eccessivamente calde o fredde, da condizioni di umidità intermedie, dall'alternanza regolare di periodi di luce solare e di ombra notturna.

Le stazioni esaminate sono caratterizzate da condizioni di benessere fisico buone, anche se abbastanza variabili. Bisogna considerare, come fattore limitante all'omogeneità dei risultati, la diversa altitudine a cui sono poste le stazioni meteorologiche. Come infatti emerge dai grafici (fig. 3), la stazione di Graviere (1010 m s.l.m.) presenta una permanenza di giorni con sensazione di benessere e di caldo più alta rispetto alla sensazione di freddo che prevale in stazioni poste ad una quota superiore (ad es. Lago Pione, a 2320 m s.l.m.). A quote elevate si verifica un peggioramento delle condizioni climatico-turistiche, bilanciato solo in parte dall'aumento dell'attrattiva turistica. Sono anche da considerare fattori quali l'esposizione e il grado di protezione di ogni singola stazione.

Un'altra elaborazione eseguita per analizzare l'interazione tra temperatura ed umidità o complesso termo-igrometrico è quella di E.C. Thom (1959) che utilizza la formula:

$$\text{THI} = T_x - [(0,55 - 0,0055 \text{ U}\%) (T_x - 14,5)]$$

THI = indice termo-igrometrico  
 $T_x$  = Temperatura massima in  $^{\circ}\text{C}$   
 $\text{U}\%$  = umidità relativa al momento del max termico

È stata anche considerata l'umidità relativa al momento del minimo termico.

THI è espresso in gradi Celsius: il valore ottimale oscilla fra i 15 ed i  $20^{\circ}\text{C}$ ; a valori superiori o inferiori nasce il disagio fisico.

I grafici sono stati elaborati mettendo in relazione l'umidità relativa percentuale con la sensazione termica espressa in  $\text{W}/\text{m}^2$ . Bisogna innanzitutto considerare che ai quattro angoli del grafico s'individuano diverse condizioni: partendo da sotto, troviamo caldo secco in prossimità dello zero e freddo secco verso i  $1600 \text{ W}/\text{m}^2$ ; sopra abbiamo invece, partendo da sinistra, caldo umido fino ad arrivare a freddo umido.

I dati giornalieri sono stati rappresentati indipendentemente e non aggregati in forma mensile. La sensazione termica è stata calcolata, per ogni giorno, usando la temperatura massima per il giorno e la minima per la notte.

Le Selle presenta un grafico (fig. 4) i cui punti appaiono molto distribuiti: il benessere fisico è garantito per circa un terzo dell'anno, ma prevalgono i giorni di freddo che, in qualche occasione, tendono al valore limite di  $1625 \text{ W}/\text{m}^2$ , con il 50% di umidità relativa. Un aspetto importante della climatologia turistica verte sulle caratteristiche della neve come risorsa, particolarmente interessante per i suoi risvolti sportivi e ricreativi. Particolare rilievo assume conoscere la quantità di neve che mediamente cade durante la stagione invernale in un determinato bacino sciistico e soprattutto la durata del manto nevoso. Quest'ultimo fattore condiziona la durata della stagione turistica invernale e a sua volta è condizionato dalla quantità delle precipitazioni nevose e dalla fusione del manto nevoso determinata in primo luogo dalle condizioni termiche.

Dall'analisi dell'andamento delle precipitazioni (fig. 5) nel corso degli anni considerati, si rileva una variabilità della distribuzione temporale delle stesse. La curva rappresentante la stazione di Camini Frejus, che esprime l'andamento delle altezze al suolo di

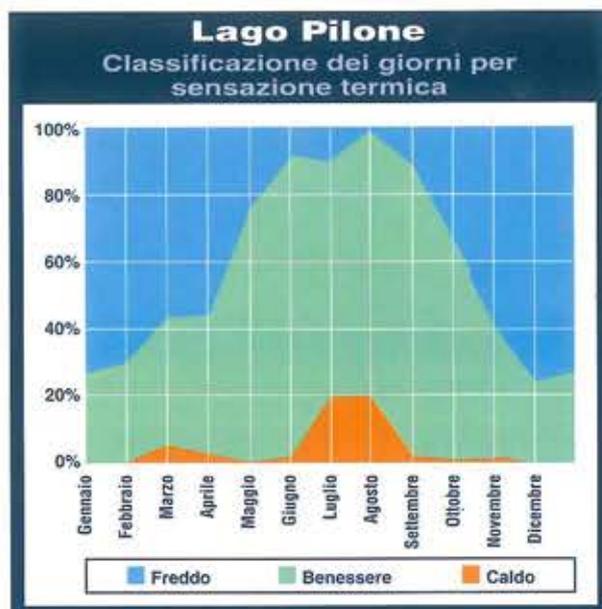


Fig 3a

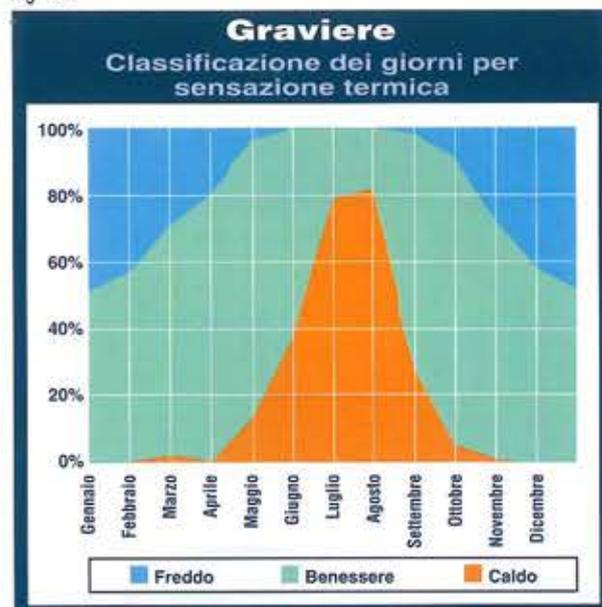


Fig 3b

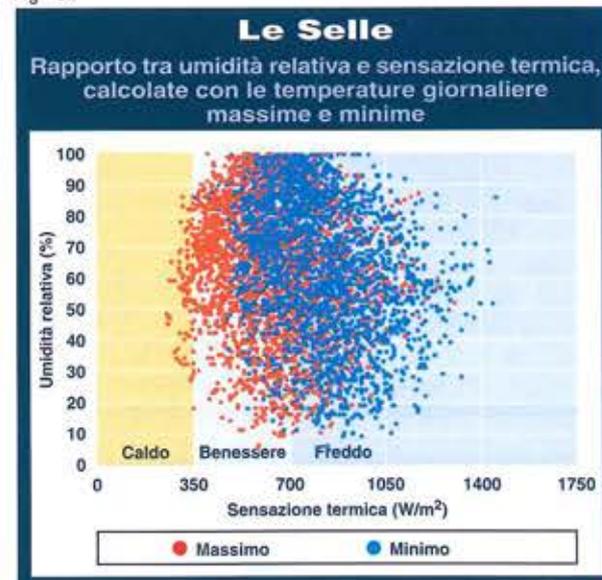


Fig 4

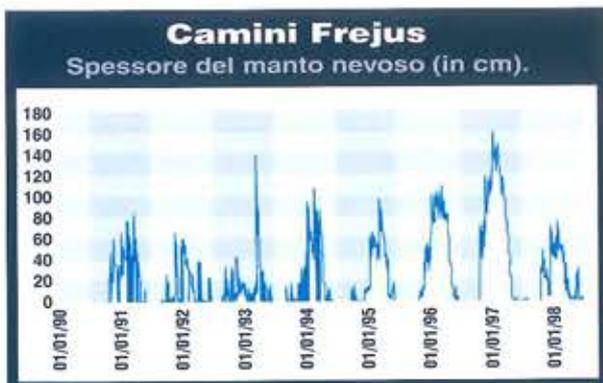


Fig 5

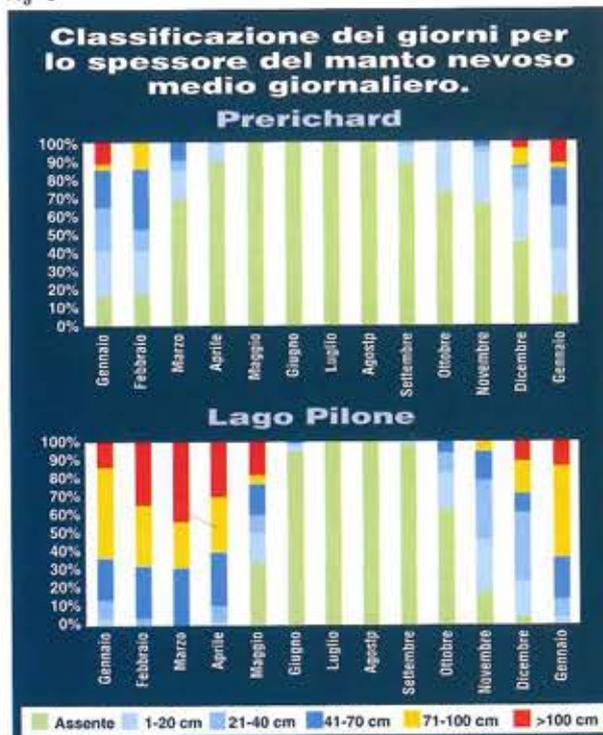


Fig 6



Fig 7

Fig 8

Temperatura			Gelo
minima	media	massima	
>0	>0	>0	Assente
>0	>0	<0	Discontinuo non prevalente
>0	<0	<0	Discontinuo prevalente
<0	<0	<0	Continuo

precipitazione nevosa non sembra presentare alcun andamento finito: si notano solo alcuni massimi accentuati, con un picco rilevabile a febbraio del 1997. Anche se le precipitazioni nevose paiono concentrarsi in pochi mesi per stagione, tali mesi non sono generalmente gli stessi.

L'altro parametro che bisogna considerare è lo spessore della neve al suolo. Nell'utilizzazione turistica vi sono notevoli differenze fra l'alta montagna dove si pratica lo sci alpino da discesa e le zone pianeggianti di fondovalle, regno dello sci da fondo.

Sono state suddivise sei classi a seconda della quantità in cm di neve al suolo:

**1° CLASSE:** assenza di neve al suolo;

**2° CLASSE:** da 1 a 20 cm di neve al suolo;

**3° CLASSE:** da 21 a 39 cm di neve al suolo;

**4° CLASSE:** da 40 a 70 cm di neve al suolo;

**5° CLASSE:** da 71 a 100 cm di neve al suolo;

**6° CLASSE:** con oltre 100 cm di neve al suolo.

Assumono particolare importanza le classi dalla 4° alla 6°, in quanto il manto nevoso si presenta in condizioni di spessore più che sufficiente a ricoprire con continuità la superficie e quindi a permettere la pratica di qualsiasi tipo di sci (fatte salve le condizioni di sicurezza).

Analizziamo ora la percentuale dei giorni di un mese (fig. 6) in cui la neve viene più facilmente trattenuta al suolo in due stazioni ubicate a quota diversa: Prerichard (1353 m s.l.m.) e Lago Pilone (2230 m s.l.m.).

Nella prima località una buona percentuale dei giorni con spessore del manto nevoso dai 40 ai 70 cm la troviamo nel mese di febbraio (35%). Solo nei mesi di dicembre e gennaio è presente la VI classe con percentuali di gior-

ni molto basse.

A Lago Pilone l'innnevamento è garantito durante tutta la stagione invernale data l'elevata presenza percentuale di giorni in cui sono presenti la IV, V e VI classe. Questo si verifica in quanto ad alte quote ad ogni inizio stagione si hanno abbondanti nevicate, che accumulano più di 70 cm di neve al suolo. Questo è confermato dal diagramma di dispersione delle altezze di neve al suolo per le varie quote delle stazioni (fig. 7), dove riscontriamo che fra l'altezza della neve al suolo e la quota vi è una proporzionalità esponenziale: ad una piccola variazione positiva della quota corrisponde così un notevole aumento dell'altezza di neve al suolo.

Il problema della carenza di precipitazione nevosa risulta evidente a quote più basse dove sono stati installati i cannoni per la neve artificiale, strumenti che hanno dato vantaggi innegabili soprattutto in campo turistico, in quanto l'innnevamento programmato può rappresentare per la vasta schiera degli appassionati un elemento privilegiato nella scelta della settimana bianca, la garanzia di sciare su piste ben innevate ed in ottime condizioni, anche nei passaggi più critici (fig. 8).

La neve artificiale sembra però non costituire una soluzione definitiva alla mancanza di neve naturale. Se, infatti, alla mancanza di precipitazioni naturali si può far fronte con la produzione artificiale di neve, ben pochi possono essere i rimedi ad una eventuale mancanza di freddo legata al riscaldamento dell'atmosfera. Non bisogna infatti dimenticare che la sua fabbricazione è dipendente da fattori climatici vincolanti quanto quelli che condizionano la presenza della neve naturale. In media le attrezzature di produzione della neve artificiale necessitano di temperature di circa -4°C in presenza di livelli di umidità

relativa del 100%, -3 °C con l'80% e -2 °C con il 60% (Signorini, compers).

Per questa ragione bisogna considerare il numero di giorni di permanenza di gelo come rappresentato in figura 8.

Dal punto di vista turistico le condizioni di gelo discontinuo prevalente e di gelo continuo favoriscono l'uso dei cannoni e quindi, grazie alla presenza di basse temperature, si potrà più facilmente programmare i giorni per fare la neve artificiale. Quindi, alte percentuali di giorni con le succitate condizioni possono facilmente individuare il periodo di innevamento artificiale potenziale. A Prerichard (fig. 9), ad es., dove, per la modesta quota (1353 m), si necessita di neve artificiale, possiamo verificare se vengono garantite le condizioni di temperatura per l'innnevamento programmato. Il controllo risulta positivo in quanto, nonostante la bassa presenza percentuale di giorni di gelo continuo (intorno al 10%), troviamo una buona consistenza percentuale di giorni di gelo discontinuo prevalente (con il 50% dei giorni nei mesi di dicembre e gennaio e con il 60% dei giorni nel mese di febbraio).

### L'IMPORTANZA DELL'ALBEDO

Un altro parametro importante per il suo diretto impatto sul turismo, si è rivelato l'albedo.

Si ammette che le condizioni migliori di sciabilità si trovano quando si forma una crosta superficiale capace di sopportare il peso di uno sciatore. La sua albedo assume valori che vanno dal 65% al 55%, 4-6 giorni dopo la precipitazione nevosa.

I processi metamorfici che determinano la compattazione della neve alterano in maniera rilevante il potere riflettente della superficie nevosa. Nei due-tre giorni successivi alla precipitazione ne-



vosa, si assiste a un calo del potere riflettente di circa il 15%, corrispondente all'instaurarsi dei processi metamorfici. La diminuzione del potere riflettente della superficie procede poi con sempre minore intensità, per arrestarsi verso il decimo giorno.

Il grafico di Figura 10 dimostra la veridicità del concetto secondo il quale i valori più alti di albedo li troviamo con gli apporti di neve fresca; al trascorrere dei giorni dalla nevicata l'albedo diminuisce fino ad un minimo di 52% dopo dodici giorni.

Si ha motivo di ritenere che l'evoluzione dell'albedo corrisponda grosso modo all'evoluzione dei processi metamorfici del manto nevoso che la determinano. Se così fosse l'albedo offrirebbe una stima diretta delle condizioni di sciabilità della neve. L'albedo per condizioni ottimali di sciabilità si aggirerebbe su valori pari a 65-55%. Valori superiori a questi indicherebbero neve ancora in rapida evoluzione metamorfica, deposta da non più di 4-6 giorni. La neve con albedo inferiore a 55% ha subito processi metamorfici che hanno determinato la comparsa di forti ondulazioni, oppure la genesi di acqua libera per metamorfismo di fusione, condizioni che peggiorano entrambe le qualità della neve dal punto di vista sciistico. Per conoscere il tipo di neve presente su

un suolo in un determinato periodo si sono divisi i giorni in cui vi era:

- neve fresca (81-99%)
- neve vecchia (65-81%)
- neve in fusione (30-64%)
- neve assente (10-29%)

Tali misurazioni sono state effettuate per le stazioni di Camini Frejus, Le Selle e Lago Pilone, poiché Graviere è sprovvista di radiometro e Prerichard non ha i dati di radiazione riflessa.

Come appare nel grafico della stazione di Le Selle (fig. 11) la situazione è piuttosto particolare, in quanto caratterizzata dalla quasi assenza di neve fresca (la classe 81-99%), pur essendo dotata di alte percentuali di neve vecchia e sporca (anche nel 70% dei giorni nel mese di marzo).

Questo ci fa capire che l'area è interessata da copiose nevicate all'inizio della stagione invernale, che riescono a conservarsi grazie alla quota elevata della località (1950 m s.l.m.) e alle conseguenti temperature rigide.

### L'IMPATTO AMBIENTALE NELLE GRANDI MANIFESTAZIONI SPORTIVE

L'importanza della presenza nivale in Val di Susa, oltre che ai fini dell'equilibrio idrologico della Dora Riparia, nel corso degli ultimi cinquant'anni è andata sempre crescendo di pari passo con lo sviluppo degli sport invernali,

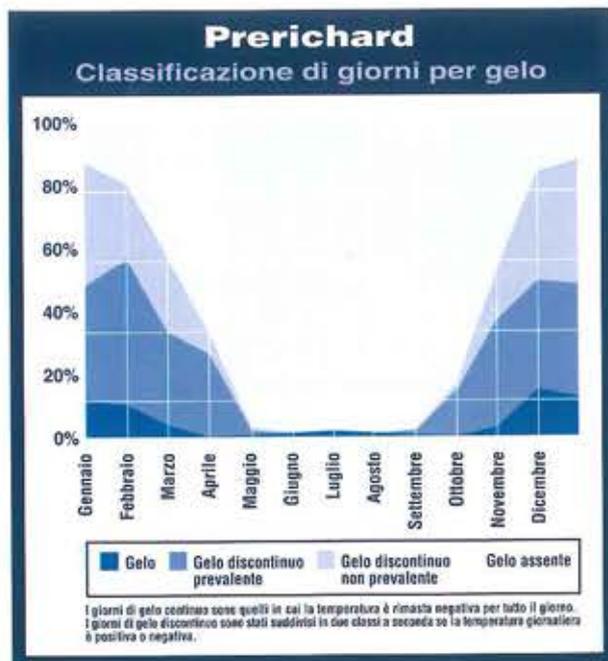


Fig 9

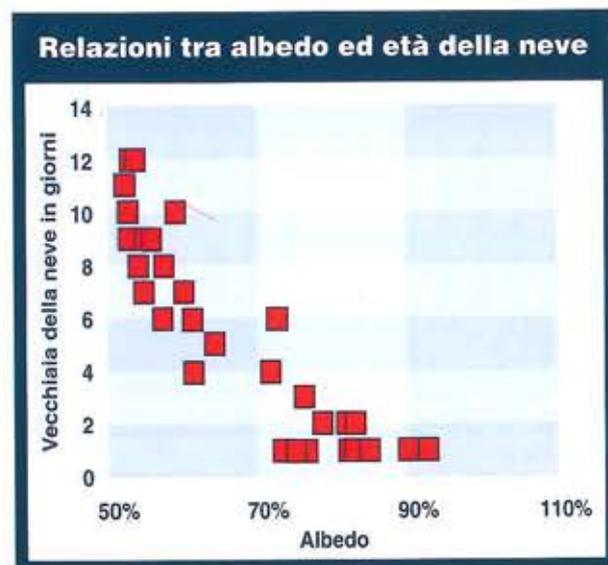


Fig 10

che oggi rappresentano la maggiore industria locale.

Tale argomento è di estrema attualità considerato che la Regione Piemonte con la città di Torino sarà sede delle Olimpiadi Invernali del 2006.

Non si possono prendere in considerazione soltanto gli effetti positivi delle grandi manifestazioni poiché le conseguenze ecologiche degli sport invernali sono molteplici. Ogni manifestazione sportiva con le infrastrutture necessarie ed i relativi impianti contribuisce, in maniera più o meno intensa, ad accrescere i problemi ambientali regionali e globali, anche quelli legati al clima.

Una valutazione complessiva di una manifestazione in una prospettiva ecologica, sociale ed economica è estremamente complessa, anche perché la metodologia stessa della valutazione svolge un ruolo determinante. Per questo verranno ora esaminati i principali ambiti problematici da cui scaturiscono i diversi tipi d'impatto sull'ambiente climatico.

**1) Costruzione di impianti sportivi, di strutture ricettive, infrastrutture:** l'impatto sul clima consiste soprattutto nel consumo di suolo (processi di copertura ed impermeabilizzazione che au-

mentano l'evaporazione e cambiano la capacità termica dell'ambiente), rifiuti ed emissioni inquinanti (polvere, biossido di carbonio, biossido di zolfo, ossidi di azoto).

**2) Problema dei trasporti:** qui si possono riscontrare significativi impatti sull'ambiente.

L'ottimizzazione delle vie di comunicazione esistenti e la creazione di sistemi di trasporto nuovi ed innovativi può invece produrre vantaggi a lungo termine per la località ospitante.

**3) Approvvigionamenti energetici:** di norma i consumi aggiuntivi vengono soddisfatti attraverso l'importazione: in questo caso si pone la questione di come possa essere valutato l'utilizzo di energia atomica francese e la costruzione di elettrodi e linee ad alta tensione.

**4) Costi ambientali:** in parte i costi ambientali e il degrado dell'ambiente possono essere equilibrati da compensi economici. Una parte di questi può provenire dalle sponsorizzazioni che mirano al coinvolgimento di aspetti ambientali climatici nei programmi di promozione. In molti casi tuttavia i danni indiretti sono valutabili con difficoltà. Spesso si ricorre a provvedimenti che pro-

PANCH CHULI II, 6904 m.  
COSÌ SFILANO LE  
NOSTRE MODELLE.

mettono risultati a breve termine, ma hanno scarsa utilità nel lungo periodo. Il reperimento di fondi per progetti dovrebbe in ogni caso considerare i molteplici aspetti delle possibilità di utilizzo precedenti e successive.

**5) Aumento del consumo di energia e di acqua:** si rende talvolta necessario il potenziamento o il rifacimento delle reti di trasporto e distribuzione, oppure si deve ricorrere all'acquisto di energia elettrica dall'estero per coprire le richieste dei periodi di punta. Per soddisfare l'incremento del consumo di acqua si costruiscono bacini di accumulo sotterranei. Si preleva acqua addirittura da ghiacciai limitrofi, innescando ulteriori alterazioni dell'equilibrio climatico.

Proiettando lo sguardo ai Giochi invernali del 2006, il Comitato Promotore delle Olimpiadi (COGO) intende qualificare la candidatura di Torino anche dal punto di vista della tutela ambientale, mirando non solo a contenere gli eventuali impatti ma anche a produrre un miglioramento duraturo del territorio e dell'ambiente urbano e montano (fonte: da sito Internet torino 2006). Per la valutazione dell'impatto sul sistema urbanizzato e sull'ambien-

te naturale a Torino e nelle vallate è stato prodotto il documento "Carta Verde".

Esso consiste in uno studio preliminare, e in un piano di tutela ambientale, contenente indicazioni sui criteri di localizzazione e di progettazione degli impianti sportivi e delle strutture, sulla gestione dei sistemi ambientali, sull'utilizzo post-Olimpiadi delle opere che verrebbero realizzate per i Giochi. Gli interventi più pesanti come infrastrutture riguarderebbero Torino, mentre nelle zone montane gli interventi sarebbero più rivolti ad una riqualificazione e promozione locale.

### BIBLIOGRAFIA

- BARTALETTI F. (1984) - *Le grandi stazioni turistiche nello sviluppo delle Alpi italiane*. Patron, Bologna, pp. 19-31.
- BESANCENOT J.P. (1990) - *Climat et tourisme*. Masson, Paris, pp. 11-212.
- CEPRA-INTERNATIONAL (1998) - *Grandi manifestazioni sportive invernali nelle Alpi*. Coll. "Piccola documentazione", n. 13/98, 63p.
- ESCOURROU G. (1978) - *Climatologie pratique*. Masson, Paris, pp.9-42.
- RAKOVEC J. (1998) - *Alpine climate as natural and economic resource*. CIMA ICAM 1998, booklet of abstracts. Atti della XXV Conferenza Internazionale di Meteorologia Alpina; Torino, 14-19 settembre 1998, 1 p. 75.
- THOM E.C. (1959) - *The discomfort index*. Weatherwis, t. XX, pp. 57-60.

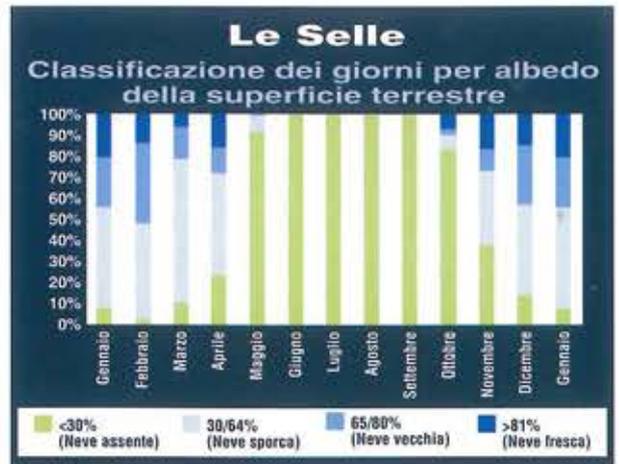


Fig 11



impermeabile

forte

5520 POWER JACKET.

resistente all'abrasione

POWERTEX

Cordura

SALEWA

# Neve e Valanghe in Polonia

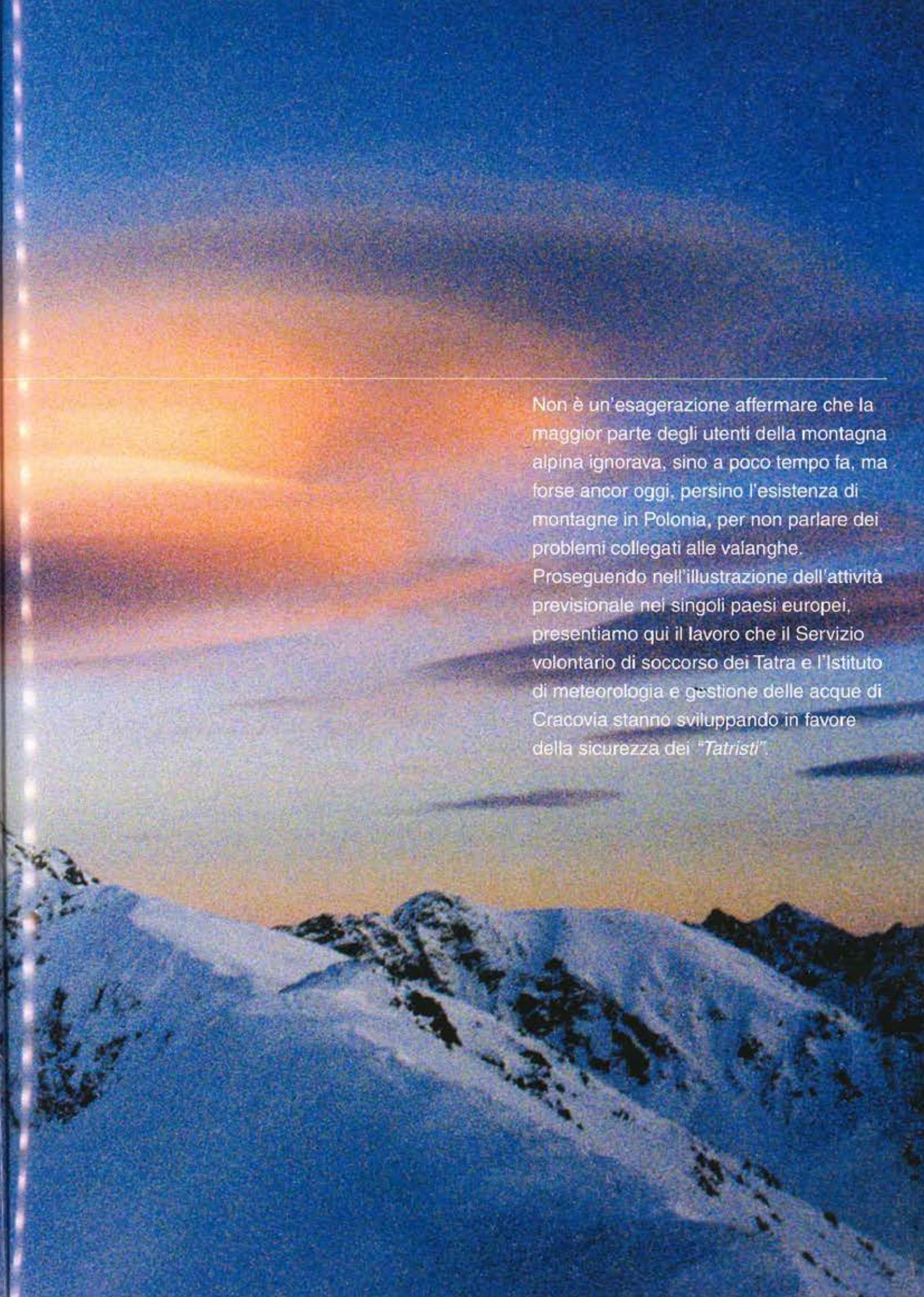
La modernizzazione  
del servizio di  
previsione del  
pericolo di valanghe  
sui Tatra polacchi

**Maciej Karzynski**  
**Marek Kotlarczyk**

Institute of Meteorology and Water  
Management (IMGW)  
Ufficio di Cracovia (Hydro-Meteorological  
Service Department)

**Adam Marasek**

Tatra Voluntary Rescue Service (TOPR)  
Zakopane

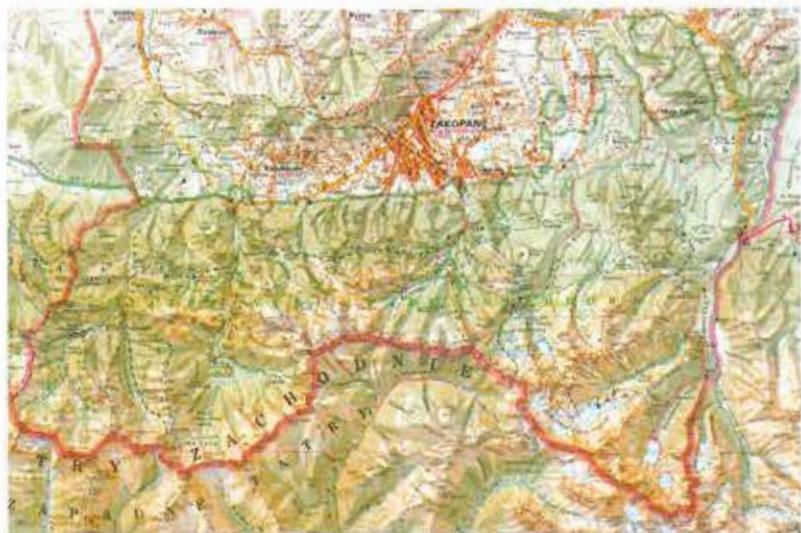


Non è un'esagerazione affermare che la maggior parte degli utenti della montagna alpina ignorava, sino a poco tempo fa, ma forse ancor oggi, persino l'esistenza di montagne in Polonia, per non parlare dei problemi collegati alle valanghe. Proseguendo nell'illustrazione dell'attività previsionale nei singoli paesi europei, presentiamo qui il lavoro che il Servizio volontario di soccorso dei Tatra e l'Istituto di meteorologia e gestione delle acque di Cracovia stanno sviluppando in favore della sicurezza dei "Tatristi".

## L' AMBIENTE DEI TATRA

I monti Tatra (figura 1) sono la più alta catena montuosa dell'arco dei Carpazi, che congiungono le Alpi al Caucaso. La superficie totale è di 808 miglia quadrate e l'estensione, lungo la linea del parallelo, è di 51 km, mentre la lunghezza reale della dorsale è di 82 km.

Dal punto di vista geologico e paesaggistico i Tatra si dividono in tre parti: Tatra Occidentali, Alti Tatra e Bielski Tatras o Tatra Bian-



A lato: Osservatorio meteorologico di alta montagna (1991 m) del IMGW sul Kasprowy Wierch



chi. Circa un quarto della superficie totale, e più precisamente 175 miglia quadrate, ricadono in territorio polacco.

Le cime più alte sono il Rysy (2.499 m s.l.m.) al confine tra Polonia e Slovacchia, e il Kozi Wierch (m 2291 s.l.m.), interamente in territorio polacco.

Dal punto di vista *geologico*, i Tatra appartengono alle montagne piegate di tipo alpino e sono costituite da rocce di tipo cristallino e sedimentario. Le formazioni sedimentarie si originarono nel Triassico, nel Giurassico e nel Cretaceo, e vennero corrugate durante il sollevamento alpino.

L'attuale conformazione di queste montagne è il risultato di molti cambiamenti morfologici, e i ghiacciai furono tra gli attori più importanti. Durante il periodo glaciale i Tatra subirono quattro

glaciazioni.

Il clima dei Tatra è quello tipico delle alte montagne e si fa più aspro con l'altitudine, con un gradiente termico di circa 0,6°C ogni 100 metri. L'inverno, alla quota di 1991 metri dell'Osservatorio meteorologico di alta montagna dell'IMGW sul Kasprowy Wierch (foto sopra e pag 45) dura da metà ottobre all'inizio di maggio, e l'estate da metà giugno alla fine di agosto. I più importanti parametri climatici del periodo 1951-1997, sulla base dei dati del Kasprowy Wierch, sono rappresentati nelle figure dalla 2 alla 6. Nelle zone sommitali il totale annuale è superiore ai 1800 mm, e al di sopra dei 1520 metri vi sono precipitazioni nevose ogni mese. La vegetazione sui Tatra è molto ricca e varia con la quota. Ci sono sei piani vegetazionali:

- la fascia dei coltivi, fino ai 1000 metri,
  - la fascia delle foreste a latifoglie, *regiel dolny*, fino ai 1200 m,
  - la fascia delle foreste a conifere, *regiel górny*, fino ai 1550 m,
  - la fascia subalpina dei pini a portamento basso, fino ai 1800 m,
  - la fascia dei prati alpini, *hale*, fino ai 2300 metri,
  - la fascia delle rocce e dei ghiaioni subnivali, oltre i 2300 m.
- Sui Tatra ci sono più di 100 specie di piante, delle quali 250 tipicamente montane. Vi sono pure alcune specie endemiche. Anche la fauna è molto ricca: nelle zone più basse vi sono specie diffuse su tutti i Carpazi, quali cervo, volpe, lince, mentre nelle parti più alte dei Tatra vi sono specie presenti solo alle alte quote, quali camoscio, marmotta, polnik e darniowka. È presente pure l'orso bruno.

## IL TURISMO NEI TATRA E GLI INCIDENTI DA VALANGA

L'intera area dei Tatra polacchi è inclusa nel Parco nazionale dei Tatra. Le pratiche sportive e le attività ricreative sono ammesse, sia pure con particolari regolamentazioni. Ci si può muovere solo lungo i sentieri consentiti, e il *tatrismo*, la versione polacca dell'alpinismo, è consentita solo ai

membri delle associazioni alpinistiche. Ci sono aree destinate alla pratica dello sci alpino, mentre lo sci alpinismo è consentito solo lungo i sentieri autorizzati per l'escursionismo estivo.

Come ogni altro gruppo montuoso, i Tatra esercitano una forte attrattiva per il turismo e le attività ricreative. Ogni anno il numero dei visitatori aumenta, a mano a mano che sci, alpinismo, escursionismo e parapendio incrementano la loro popolarità. I frequentatori dei Tatra si trovano però ad affrontare i pericoli tipici della montagna, tra i quali sono da includere le valanghe. In ogni stagione invernale si verificano incidenti da valanga e la loro distribuzione nel periodo 1985-2000 è visibile nel grafico di figura 7:

- 21 febbraio 1996. Uno dei peggiori incidenti. Un gruppo di 7 persone che camminava fuori dai sentieri autorizzati venne travolto da una valanga staccatasi dalle pareti del Medziany. Tre persone, coperte solo parzialmente, riuscirono a salvarsi, mentre le altre quattro morirono.

- 14 febbraio 1997. Nella valle retrostante il Mnich un turista venne spazzato via da una valanga, riportando parecchie ferite. Nello stesso giorno, un escursionista solitario che percorreva lo Zawrat fu sepolto da un'altra valanga. Poiché nessuno assistette all'incidente, le ricerche iniziarono solo tre giorni dopo. Fu ritrovato cadavere.

- 14 dicembre 1997. Due rocciatori furono presi, sulla parete Est del Kosielec, da un'altra valanga, di tali dimensioni da raggiungere il Czarny Staw (Laghetto Nero), romperne il sottile strato superficiale ghiacciato e infilarvi sotto i corpi dei due *tatristi*.

- 4 febbraio 1999. Da un bivacco presso i laghetti di Dolina Pieciu, tre giovani volevano recarsi sullo Zawrat. La valanga, staccatasi dalla sommità, li travolse. Immedia-

tamente dopo le condizioni meteorologiche peggiorarono: intense nevicate e forti venti copriro, in poche ore, ogni traccia della valanga. I cadaveri furono ritrovati il 29 aprile sotto due metri di neve.

- Prima metà di febbraio 2000. Vi furono nevicate accompagnate da forti venti. Un turista solitario diretto verso Hala Gasienicowa venne coinvolto da una valanga innescata dalla caduta di una cornice, o forse ruppe egli stesso la cornice dando origine alla valanga, che lo trasportò verso la valle Olczyška. La morte fu causata da soffocamento e da fratture; nessuno si accorse dell'accaduto ed il corpo fu ritrovato per caso alla fine di aprile.

## IL PERICOLO DI VALANGHE, L'IMGW E IL TOPR

Nelle righe precedenti vi era l'elenco di alcuni, pochi incidenti. Potenzialmente il rischio aumenta di anno in anno a causa del sempre crescente numero di visitatori che percorrono i Tatra. Tale incremento rende necessaria l'attività di prevenzione al fine di rendere possibile la previsione delle valanghe e l'emissione di avvertimenti. L'efficacia di tale servizio dipende dalla raccolta, trasmissione ed elaborazione dei dati, dall'utilizzo delle nuove tecniche previsionali e dalla diffusione di bollettini ed avvisi al pubblico ed ai responsabili di settore. In Polonia, la previsione del pericolo di valanghe per i Tatra è gestita dal Tatrzańskie Ochotnicze Pogotowie Ratunkowe - TOPR (Servizio volontario di soccorso dei Tatra), assieme alla sezione di Cracovia dell'Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej - IMGW (Istituto meteorologico e della gestione delle acque).

La collaborazione fra questi due organismi dura da 50 anni.

Rilievi episodici del manto nevoso

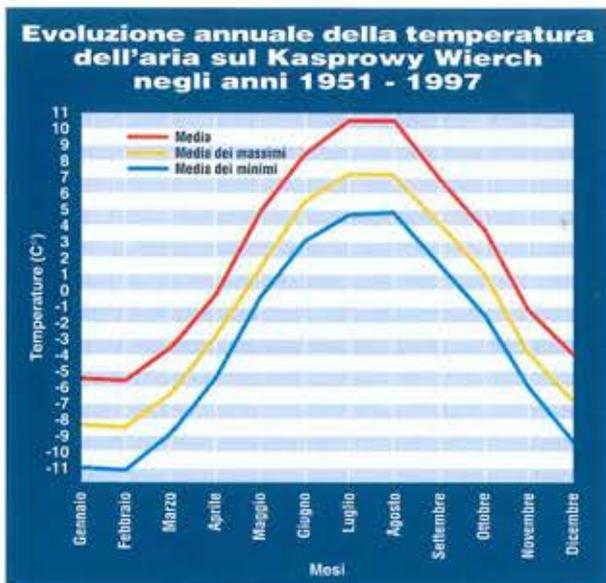


Fig 2

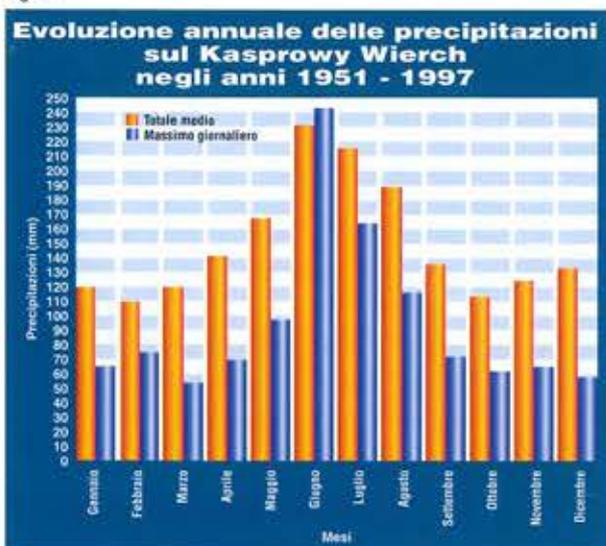


Fig 3

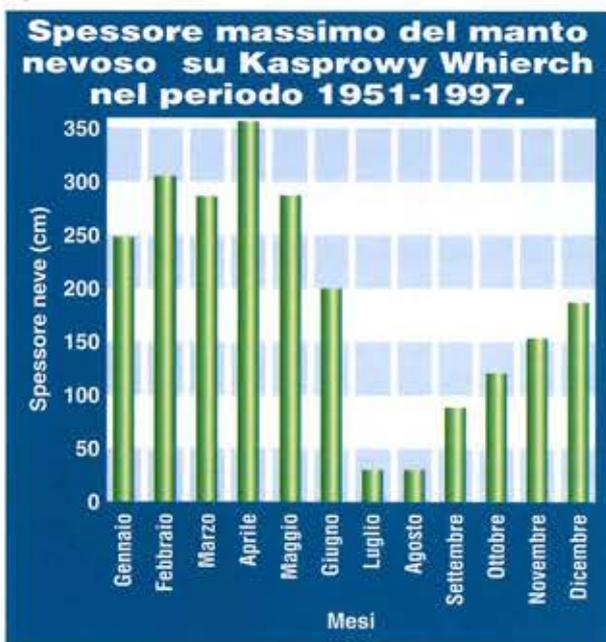


Fig 4



Fig 5

Mese	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre	Anno
Media mensile dei giorni con nebbia	24.3	22.2	24.4	23.7	24.1	24.7	24.3	23.0	24.2	22.6	25.1	24.6	287.3
Media mensile dei giorni con vento forte	21.6	18.5	18.4	15.9	13.6	11.5	11.8	11.9	14.9	17.5	20.0	20.8	196.4
Media mensile dei giorni con vento molto forte	9.9	7.6	7.2	4.5	2.7	1.9	1.7	2.1	3.7	6.4	8.7	9.8	66.1

Fig 6

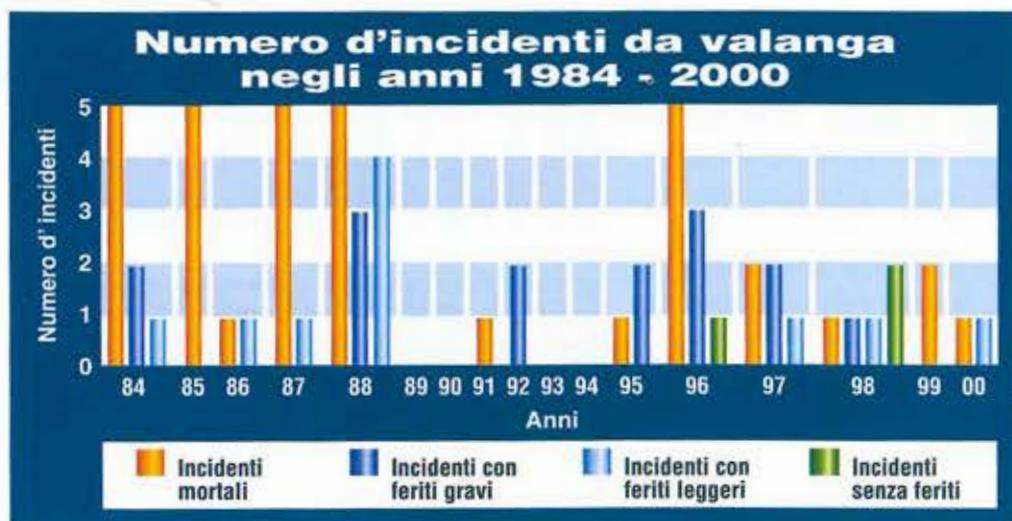


Fig 7



so furono fatti all'inizio del XX secolo, ma è solo dal 1959 che vengono svolti con continuità, e da allora tali misure vengono effettuate presso la Stazione di ricerca nivometeorologica dell'IMGW ad Hala Gasienicowa. I materiali raccolti furono la base per il lavoro di ricerca sulla neve fatto da K.Chomicz e del lavoro scientifico di M. Klapowa, direttore dell'Ufficio IMGW di meteorologia e idrologia dei Tatra a Zakopane.

Nel 1996, presso il Dipartimento del Servizio idrometeorologico dell'IMGW a Cracovia, venne presa una decisione fondamentale riguardante la modernizzazione del servizio previsionale esistente ed il suo allineamento agli standard europei.

Il Sistema di avvertimento valanghe (LAVISO), è stato modernizzato sulla base delle esperienze e dei metodi francesi, in cooperazione con il METEO FRANCE, Centro ricerche neve di Grenoble, e con la Stazione dipartimentale di meteorologia montana di Bourg Saint Maurice. Anche in questo frangente c'è stata la partecipazione del TOPR.

### BASI DEL SISTEMA

I componenti del sistema sono:

1. osservazioni e misure relative alla situazione meteorologica ed al manto nevoso;
2. analisi e previsioni sulla situazione meteorologica e sull'evoluzione del manto nevoso;
3. informazioni ed inferenze riguardanti:
  - condizioni meteorologiche (presenti e passate)
  - livello previsto di pericolo valanghe

### Osservazioni e misure

I dati meteorologici relativi alle condizioni del tempo presente, assieme ad alcune informazioni sul manto nevoso, vengono rilevati dalla rete delle stazioni IMGW ubicate sui Tatra. Dopo la codifica, i dati sono inviati due volte al

giorno, via telefono o radiotelefono e sotto forma di messaggio, al Centro LAVISO (CL1) e da qui a Cracovia (CL2). I rilievi vengono svolti da rilevatori IMGW.

È prevista l'installazione di stazioni automatiche, in particolare alle quote montane più elevate.

La rete di stazioni è così configurata (figura 8):

**1.** Stazione di ricerca nivo-meteorologica di Hala Gasienicowa – LAVISO Centre 1

- m 1.520 s.l.m.
- osservazioni SYNOP ogni tre ore

**2.** Osservatorio meteorologico di alta quota Monte Kasprowy

- m 1.991 s.l.m.
- osservazioni SYNOP ogni ora

**3.** Stazione meteorologica Dolina Pieciu Stawow Polskich

- m 1.670 s.l.m.
- osservazioni meteorologiche tre volte al giorno

**4.** Stazione meteorologica Morskie Oko

- m 1.408 s.l.m.
- osservazioni meteorologiche una volta al giorno

**5.** Stazione meteorologica Polana Chocholowska

- m 1.147 s.l.m.
- osservazioni meteorologiche tre volte al giorno

**6.** Stazione meteorologica Hala Ornak

- m 1.109 s.l.m.
- osservazioni meteorologiche tre volte al giorno

Tutti i parametri meteorologici sono inclusi nella gamma delle misurazioni.

Per effettuare misure del manto nevoso, profili stratigrafici e prove penetrometriche, sono stati scelti alcuni punti di rilievo (fig 8). Questi rilievi vengono effettuati una volta alla settimana o, se necessario, più frequentemente, dai pattugliatori di servizio del TOPR.

I risultati dei rilievi vengono trasmessi via fax alla centrale CL1 ad Hala Gasienicowa e da qui al CL2 a Cracovia, dove è stato attiva-



vato il nuovo centro.

Le misure ed i dati delle valanghe osservate entreranno a far parte del processo di previsione. Le informazioni sulle valanghe cadute che giungono a Cracovia includono le seguenti informazioni:

- data e ora dell'evento
- ubicazione e morfologia del sito valanghivo
- tipo di distacco
- condizioni meteo al momento dell'evento
- tipo di valanga
- caratteristiche della zona di scorrimento
- caratteristiche del deposito
- danni e vittime

In considerazione della notevole mole di differenti dati raccolti (fig.9), si sta studiando la fattibilità di database, situati in CL1 e in CL2, di facile accessibilità. In futuro verranno creati archivi con i dati meteorologici e valanghivi, che formeranno la base di due bollettini intitolati "La neve ed il tempo" e "Neve e valanghe nella stagione..." rispettivamente.

#### Analisi e previsione

Una previsione preliminare del grado di pericolo verrà effettuata a Cracovia (CL2) presso il DSHM dove i modelli matematici francesi CROCUS, SAFRAN e MEPRA verranno implementati sull'elabora-



Stazioni di rilevamento (LavisNetwork)							
Stazioni	m s.l.m.	Previsione valanghe	Dati nivologici	Profilo del manto nevoso	Dati meteorologici	Stazione meteorologica	Sondaggio con battage
SBN Hala Gasienicowa (centro valanghe)	1520	●	●	●	●		●
Kalatowki	1250		●	●			●
Hala Kondratowa	1333		●	●			●
Polana Chocholowska	1147		●	●	●	●	●
Posredni Goryczkowy	1872		●	●			●
Kasprowy wierch (Hmmo)	1991				●		
Dolina 5 Stawow	1670		●	●	●	●	●
Morskie Oko	1408		●	●	●	●	●

Fig 8

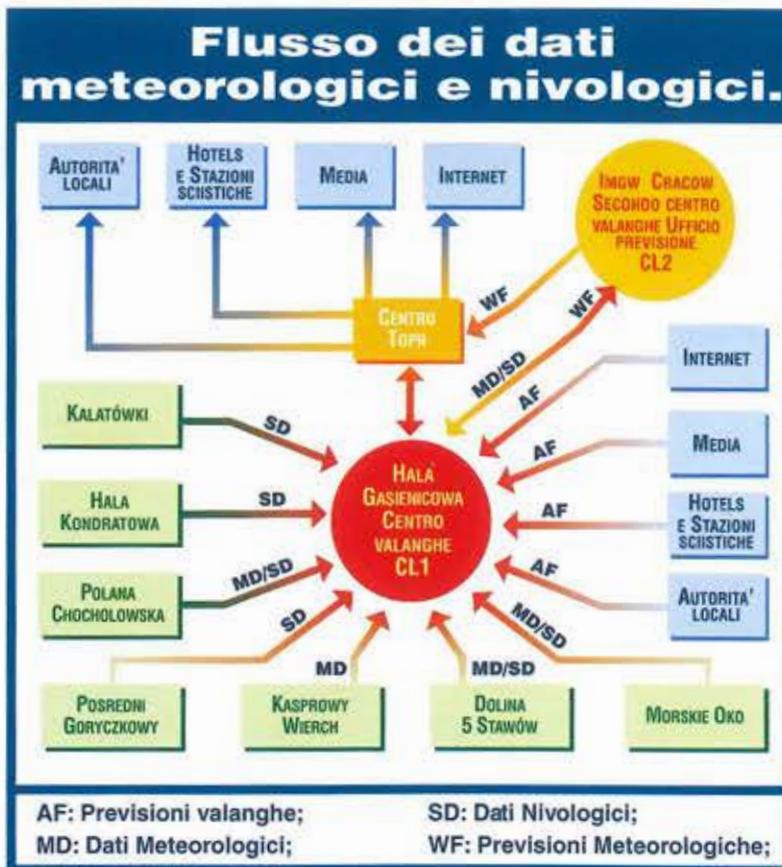


Fig 9



tore esistente e tarati per le condizioni polacche.

Il modello francese ALLADIN, già in funzione presso l'Ufficio regionale di previsione a Cracovia, verrà utilizzato come modello previsionale meteorologico.

Una prima previsione relativa al pericolo valanghe, sviluppata a Cracovia, sarà comunque verificata in Hala Gasienicowa (CL1), dove si prevede di assumere meteorologi destinati a tale servizio, e sarà basata sulle condizioni del tempo presenti al momento

della emissione.

Tutti dati raccolti costituiranno la base per una ulteriore previsione del pericolo valanghe che, come passo successivo, sarà inviata all'Ufficio centrale del TOPR. Dopo una consultazione con i membri di tale ufficio, l'informazione verrà diffusa. Questa procedura è motivata dal fatto che, in base alla normativa vigente, il grado di pericolo è deciso dal TOPR in accordo con l'IMGW.

### Informazioni e bollettini

Il Sistema di previsione del pericolo di valanghe e il Bollettino valanghe, entrambi curati da CL1, saranno il "prodotto finale" del sistema. Il Bollettino, redatto sulla base delle specifiche del modello francese, conterrà anche informazioni sulle condizioni meteorologiche, nivologiche e sciistiche attuali e previste per il giorno successivo.

L'informazione verrà inviata a:

- TOPR
- Tatra National Park
- impianti di risalita

- autorità locali
- rifugi alpini
- centri turistici
- mass media
- Internet
- alberghi

I rilievi nivologici vengono effettuati da pattugliatori TOPR, in conformità agli accordi tra questo ente e l'IMGW. I risultati vengono trasmessi via fax al CL1 in Hala Gasienicowa. L'esecuzione dei profili stratigrafici è stata effettuata nei sette punti per due anni, mentre le prove penetrometriche sono state attivate nel 1998/1999, utilizzando sonde prodotte su specifiche francesi fornite dall'IMGW al TOPR.

I dati raccolti vengono memorizzati mediante il programma GELINIV, che li archivia e li visualizza in forma grafica. Il programma, e la relativa documentazione, sono stati forniti dal CEN di Grenoble; ugualmente francesi (METEO FRANCE) sono i manuali di istruzione per i rilievi neve, opportunamente tradotti in polacco per il loro uso da parte dei rilevatori.

È stata creata una opportuna banca dati per l'archiviazione delle informazioni, incluse quelle relative alle valanghe cadute.

L'IMGW supervisiona l'intera operazione, organizzando anche corsi e conferenze, e fornendo gli strumenti e le istruzioni operative. L'ufficio CL1 fornisce pareri sul grado di pericolo delle valanghe. In collaborazione con il TOPR ha redatto 10 pannelli informativi, destinati ad essere esposti nei rifugi e negli impianti di risalita per informare il pubblico sui problemi delle valanghe, sulle condizioni meteorologiche e sulle previsioni del tempo.

Il grado di pericolo viene anche pubblicizzato alla televisione, sui quotidiani e sul sito Internet del TOPR. Anche l'IMGW avrà, a partire dalla prossima stagione invernale, un proprio sito dal quale



sarà possibile ottenere informazioni sullo stato della neve. Questo progetto, unitamente alla ubicazione dei punti ed a quanto è già stato fatto, ha ricevuto l'approvazione degli esperti francesi durante la loro visita in Polonia.

### Progetti per il futuro

Tra le molte cose da fare alcune meritano una citazione particolare:

1. installazione ed implementazione del modello matematico francese presso CL2 a Cracovia
2. attivazione del sistema nella modalità pienamente operativa
3. addestramento del personale alla stesura dei bollettini
4. campagna promozionale per il bollettino valanghe
5. addestramento sistematico dei rilevatori
6. nuovo sito Internet, con maggiori informazioni e nuovi grafici.

### Educazione degli utenti del bollettino

L'informazione è un elemento molto importante per raggiungere lo scopo principale, la protezione della vita umana. Tale formazione tenderà a spiegare il significato di concetti e vocaboli utilizzati nel bollettino. E' molto importante instillare, fra i turisti e



# METEO



	KASPROWY WIERCH	HALA GABENICOWA	PROGNIZA POGODY	KOMUNIKAT LAWINOWY
DATA	1999.03.10	1999.03.10		
WIECZOR	7**	7**		
TEMPERATURA	-2,7	4,7		
WIECZOR WIECZOR	NW	S		
PROGNIZA POGODY	11,4	3		
WIECZOR WIECZOR	8/8	8/8		

## STOPIEŃ ZAGROŻENIA LAWINOWEGO

2

	473	496
WIECZOR WIECZOR	2	1
WIECZOR WIECZOR	3	3

### SKALA ZAGROŻENIA LAWINOWEGO

Stopecień zagrożenia	Opis zagrożenia	Opis zagrożenia	Opis zagrożenia
1	...	...	...
2	...	...	...
3	...	...	...

LAVISO



gli sciatori, l'abitudine di attingere informazioni dal bollettino al fine di prendere la decisione corretta e di osservare regole di condotta coerenti con le condizioni atmosferiche.

Quest'ultimo traguardo pare il più difficile da raggiungere fra tutti quelli menzionati.

**Mauro Valt,  
Anselmo Cagnati**  
ARPAV- Centro Valanghe di Arabba  
Via Campolongo 122 - 32020 Arabba (BL)

**Ruggero Casacchia,  
RosaMaria Salvatori**  
CNR- Istituto sull'Inquinamento Atmosferico  
Viale Marx 15 - 00131 Roma

# e Neve Ghiaccio

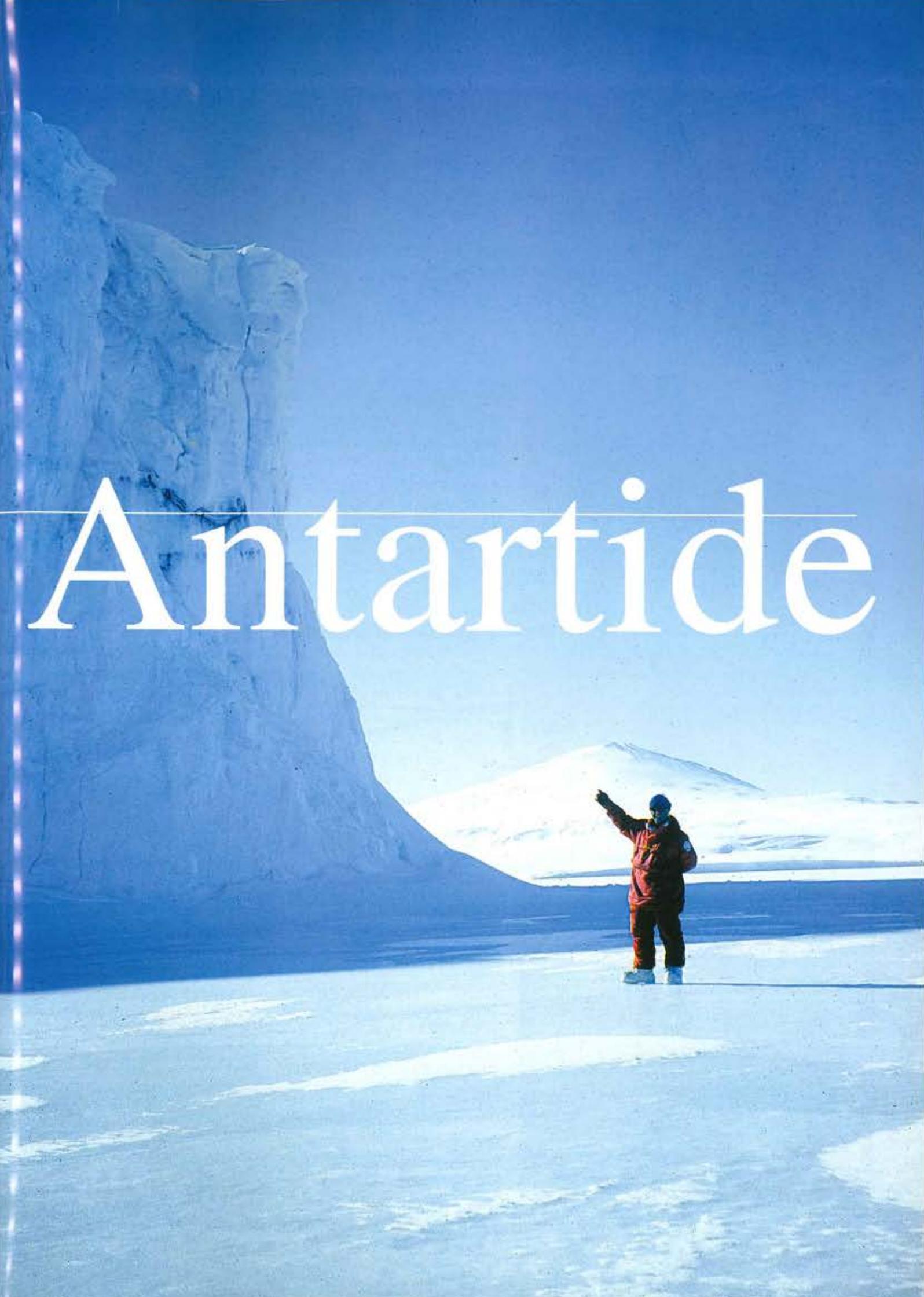


Uno studio per  
l'individuazione  
dei tipi di neve  
e di ghiaccio



Nel corso della XII e XIV spedizione scientifica italiana in Antartide presso la base permanente di Baia Terra Nova sono state svolte delle ricerche sulla struttura del manto nevoso associate a misure radiometriche per individuare e definire le varie tipologie di ghiaccio e neve presenti sulla superficie della calotta polare. Nel presente lavoro vengono illustrate le metodologie di indagine, i dati raccolti e i primi risultati ottenuti dalle elaborazioni dei dati effettuate in Italia.

# Antartide

A photograph of an Antarctic landscape. On the left, a large, jagged ice formation rises vertically. In the center-right, a person wearing a red jacket and dark pants stands on a flat, icy surface, pointing towards the horizon. The background shows a vast, flat expanse of ice under a clear, pale blue sky. The word "Antartide" is overlaid in a large, white, serif font across the middle of the image.

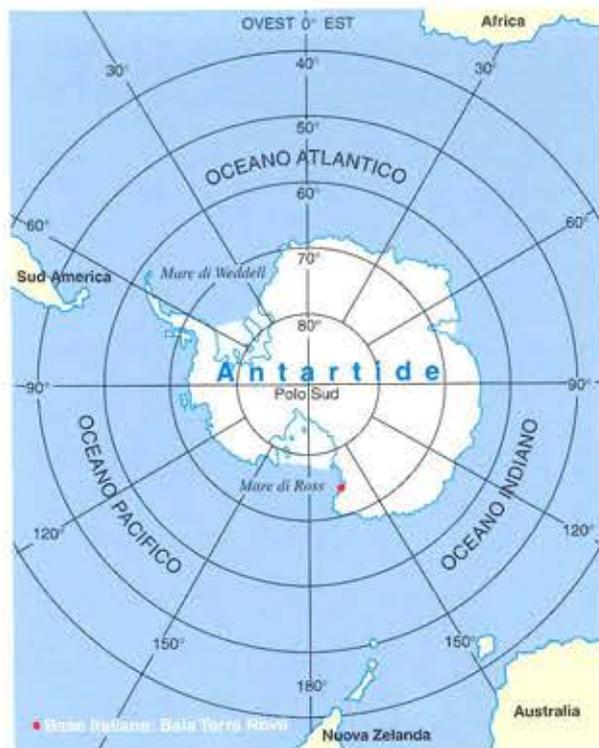


Foto a lato: rilievi del manto nevoso. Per gli spostamenti è stato utilizzato prevalentemente l'elicottero, in alcune occasioni un aereo leggero (Twin Otter) e più raramente la motoslitte.



## ZONA DELLE RICERCHE

Le ricerche sono state effettuate in un'area di circa 70 km<sup>2</sup> nella Terra Vittoria Settentrionale dove dal 1985 è operativa la base permanente italiana di Baia Terra Nova. La zona si trova al margine della calotta antartica orientale che dà sul Mare di Ross ed è caratterizzata da una serie di catene montuose che, da sud verso nord, sono le Prince Albert Mountains, la Deep Freeze Range, la Shourten Cross Range e la Mountainer Range. La cima più alta della zona è il Mount

Marchison (3501 m), ma numerose altre cime superano i 3000 m di quota. In prossimità della base, le cime principali sono il Mount Melburne (2732 m) dal cono vulcanico ben visibile grazie alla sua posizione isolata e il Mount Nansen (2737 m) che domina l'omonima piattaforma. La copertura glaciale, ad esclusione di alcune limitate aree in prossimità della costa, interessa la quasi totalità del territorio ed è caratterizzata a nord da névé, estesi pianori nevosi che fungono da zone di accumulo (Evans, Rennick, etc.) e ghiacciai locali (Aviator, Campbell) e a sud da ghiacciai di sbocco (David, Reeves e Pristley) che drenano parte della calotta orientale

(Dome Circe e Talos Dome). Le zone costiere sono inoltre caratterizzate da piattaforme galleggianti (ghiacciai tabulari dalla superficie piatta attaccati alle coste ma estesi sul mare su cui galleggiano) e lingue di ghiaccio galleggianti.

## I RILIEVI DEL MANTO NEVOSO

I rilievi del manto nevoso sono stati eseguiti secondo la metodologia classica (prova penetrometrica e analisi stratigrafica), misurando i seguenti parametri: spessore dello strato, contenuto in ac-

qua liquida, forma e dimensione dei grani, durezza della neve, densità e temperatura della neve. Le misure di durezza sono state effettuate sia mediante l'impiego di una sonda a percussione svizzera (angolo del cono: 60°, diametro della base del cono: 40 mm peso del tubo: 10N/m, peso del martello: 10 N), sia mediante il test della mano. Per la valutazione delle dimensioni e delle forme dei grani è stata utilizzata una lente d'ingrandimento 8x munita di reticolo a 1/10 di mm. La densità è stata misurata ogni 0.1 m di profondità utilizzando un tubo carotatore del volume di 10<sup>-4</sup> m<sup>3</sup> e una pesa a stadera opportunamente calibrata. I valori di temperatura della neve sono stati misurati utilizzando un termometro digitale a contatto (range di -50/+50°C). Il contenuto in acqua liquida, quando si è presentato il caso è stato stimato con un metodo empirico.

I dati sono stati riportati facendo riferimento alla "Classificazione internazionale della neve stagionale presente al suolo" (Colbeck et alii, 1990) della International Commission on Snow and Ice. Nelle due spedizioni, svoltesi nel periodo primaverile australe (31.10- 04.12.1996 e 14.11- 04.12.1998), sono stati eseguiti 32 profili del manto nevoso a quote diverse lungo la costa e in alcuni névé verso l'interno del continente (figura 1).

## LA STRUTTURA DEL MANTO NEVOSO NELLA TERRA VITTORIA SETTENTRIONALE

Le prove penetrometriche effettuate hanno evidenziato, in generale, un aumento degli indici di durezza con la profondità, con frequenti inversioni di tendenza in corrispondenza di strati costituiti da particelle sfaccettate o forme

miste come riscontrato da altri ricercatori nelle spedizioni precedenti (Meneghel, 1991; Cagnati, 1997).

In alcuni casi non è stato possibile eseguire la prova penetrometrica a causa dell'elevata compattezza del manto nevoso.

Le analisi stratigrafiche sono state effettuate fino ad 1 m di profondità quando gli spessori della neve lo consentivano, negli altri casi fino al raggiungimento della superficie ghiacciata sottostante. Nei primi 25 cm sotto la superficie della neve, sono state osservate prevalentemente forme di grani corrispondenti a piccole particelle arrotondate (3a) dovute, nella maggior parte dei casi, all'azione del vento sulla superficie della neve.

Al di sotto di questo primo strato dominano le forme dovute alla crescita cinetica dei grani (4a-4b-4c). E' da rilevare che i cristalli sfaccettati (4a) che sono già presenti a profondità di 5-25 cm associati ai grani arrotondati, diventano la forma dominante nella maggior parte dei profili alla profondità di 25-35 cm (figura 2)

A maggiori profondità, gli strati sono formati da cristalli sfaccettati derivanti da una diminuzione del gradiente termico all'interno del manto nevoso e chiamati forme miste (4c) ma in molti profili alle profondità di 55-65 cm e/o 75-85 cm, è stata riscontrata ancora la presenza di piccole particelle sfaccettate (4a) in quantità prevalente.

Le particelle arrotondate (3a-b-c) e i cristalli sfaccettati (4a-b-c) rappresentano le forme di grani che più frequentemente sono state osservate in generale nel manto nevoso e precisamente le prime in 106 strati (34%) e le seconde in 83 strati (25%).

Cristalli di neve fresca (particelle di precipitazione, forme 1) e particelle frammentate (forme 2) sono stati osservati direttamente

Siti dove sono stati effettuati i rilievi del manto nevoso						
Distanza dalla costa	Zona costiera	2-40 km	40-60 km	60-100 km	100-150 km	150-220 km
> 2500				Hercules Nivé 2960 m		
2500-2000					Evans N. 2380 m Rennik G. 2270 m Rennik G. 2042 m	
2000-1500					Rennik G. 1844m	Priestley 1983 m Rennik G. 1645 m Rennik G. 1524 m
1500-1000			Styx Glacier 1660 m Tourmaline Plat. 1600 m			Rennik Glacier 1387 m
1000-500		Monte Abbot 600 m	McCarthy Ridge 650 m			
< 500	Drygalski Ice T. 20 m Baia Terra Nova 2 m Campbell Ice Tounge 2 m	Browning P. Est 150 m Browning P. W 150 m Nansen 40 m				

Fig 1

sulla superficie del manto nevoso solo in occasione di due nevicate durante la spedizione del 1996, mentre, in ben 8 profili eseguiti in località diverse in entrambe le spedizioni, sono state osservate particelle frammentate (forme 2b) all'interno della neve, ad una profondità di 5-15 cm o 15-25 cm. Probabilmente questi strati sono stati depositi all'inizio di una nevicata con calma di vento e poi sono stati rapidamente ricoperti da neve riportata dal vento (rilievi nei siti di Rennig Glacier 1996, Evans Névè 1996, Campbell 1996, McCarthy Ridge 1996 e 1998) (Figura 3).

In alcuni rilievi è stata rilevata la presenza di brina di superficie con cristalli di dimensioni di 1-1,5 mm e in un caso di 5.0 mm ( sito di Mc Carthy Ridge 1998). Croste da fusione e rigelo dovute principalmente al rigelo di grani bagnati (6a) sono state individuate con maggior frequenza nella zona costiera e sempre meno frequentemente verso l'interno. Sono state però rilevate anche all'interno del manto nevoso nei siti di Priestley Névè e ad Hercules Névè, ben distanti dalla costa e situati oltre i 1800 m di quota.

Constatato l'esiguo spessore delle croste (osservate solo nel 1998 e non nei rilievi del 1996) è da ipotizzare che esse si siano for-

Analisi stratigrafica del manto nevoso			
Cristalli e grani osservati alle diverse profondità divisi per forme principali e in sottoclassi (prevalenti e secondarie)			
Profondità	Classe	Sottoclasse prevalente	Sottoclassi secondarie
0-5	3	3a	3b
5-15	3	3a	4a
15-25	3	3a	4a
25-35	4	4a	3a/4c
35-45	4	4c	3a/4a
45-55	4	4c	4a
55-65	4	4a	4c
65-75	4	4c	4a
75-85	4	4a	4c
85-95	4	4c	4a

Fig 2

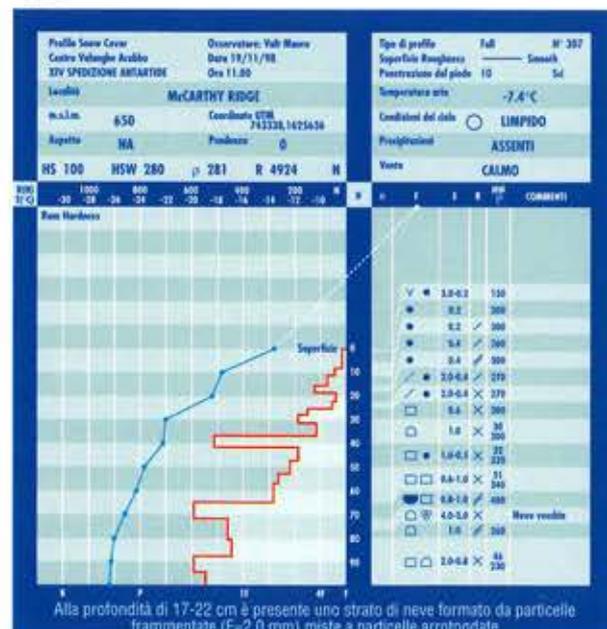


Fig 3

Analisi stratigrafica										
Distribuzione percentuale delle dimensioni dei vari grani e cristalli osservati nel manto nevoso										
Forme	Dimensioni dei grani in mm									
	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,5	2	5	8
1		20							80	
2a				22	39	6	22	11		
2b		11	11	33	33		11			
3a	43	42	14							
3b	25		50	25						
3c		25	30	25	20					
4a		13	18	17	29	1	9	6	6	
4b								100		
4c			10	2	29	7	17	12	24	
5a										100
6a					20		13	13	53	
7a	17				17	17	33		17	

Fig 4

Analisi del manto nevoso						
Temperature misurate in diverse località durante la campagna 1998						
Profondità	Drygalski Ice Tempus q. 70m	McCarthy Ridge q. 650m	Styx Glacier 1660m	Priestley Nève q. 1983	Evans Nève q. 2380	Hercules Nève q. 2960
Superficie	-11.9	-13.4	-13.4	-28.6	-24.0	-32.2
10 cm	-14.1	-17.4	-17.4	-31.0	-30.9	-34.5
30 cm	-14.8	-20.0	-31.4	-32.9	-32.2	-35.7
50 cm	-17.3	-23.6	-33.9	-35.1	-32.2	-37.1

Fig 5

Analisi del manto nevoso				
Frequenza dei valori di gradiente termico misurati durante le due campagne alle diverse profondità				
Profondità	Gradiente termico °C/m			
	0-5	6-15	16-25	> 26
0-15	15	12	21	53
16-25	12	36	30	21
26-35	26	67	7	0
36-45	35	58	8	0
46-55	36	55	9	0
56-65	44	56	0	0
66-75	60	40	0	0
76-85	25	75	0	0
86-95	57	43	0	0
96-105	50	50	0	0

Fig 6

mate a seguito di temperature condizioni di clima mite con temperatura dell'aria positiva. Le croste da rigelo possono costituire un buon indicatore dell'accumulo annuale di neve, in quanto si formano durante la stagione estiva e quindi separano i depositi annuali di neve.

Se in ambiente alpino gli strati formati da cristalli di brina di profondità sono frequenti, in Antartide molto meno. Strati di brina di profondità sono stati individuati solo in alcuni profili eseguiti sulla neve che ricopre la banchisa e nei siti di Mc Carthy

Ridge nel 1996 e Styx Glacier nel 1998. Rispetto alle osservazioni di Cagnati A. (1997) è stata osservata una distribuzione più ampia delle classi granulometriche rispetto alle varie forme come evidenziato nella figura 4.

Sono state inoltre rilevate delle particelle tipo 4b più grosse e delle particelle piane sfaccettate (4a) anche di dimensioni minori. Ciò è dovuto probabilmente alla maggior quantità di siti indagati e probabilmente ad un diverso andamento del tempo atmosferico nei mesi precedenti le osservazioni.

Durante l'esecuzione dei profili del manto nevoso sono stati rilevati anche i valori di temperatura della neve superficiale e alle varie profondità con intervalli di 10 cm. I dati rilevati sono stati alquanto interessanti per diversi aspetti. Anzitutto i valori di temperatura più bassi sono stati misurati verso l'interno del continente, come era logico aspettarsi (figura 5).

Si passa da valori superficiali di  $-10^{\circ}\text{C}$  nei pressi della costa, ai  $-10^{\circ}/-20^{\circ}\text{C}$  dei rilievi effettuati oltre i 1000 m, ai  $-20^{\circ}/-30^{\circ}\text{C}$  ai rilievi eseguiti in quota, oltre i 2000 m e verso l'interno del continente (Evans Nève, Hercules Nève). Contrariamente a quanto rilevato nelle coperture nevose alpine, in ambienti polari le temperature più "calde" sono misurate in superficie (durante la stagione estiva) in quanto influenzate dalle temperature relativamente miti dell'estate australe. Alla profondità di 40-50 cm le temperature si stabilizzano su valori che si può ipotizzare siano prossimi ai valori medi invernali della temperatura dell'aria nella zona del rilievo, anche se ricerche accurate in questo campo devono essere ancora effettuate.

La rapida diminuzione delle temperature nei primi 20-30 cm della neve determina degli elevati valori di gradiente termico super-



ficiale. Nei primi 10 cm sono stati osservati, nel 74% dei casi, gradienti termici superiori ai  $15^{\circ}\text{C}/\text{m}$ , con ben il 52% superiore ai  $25^{\circ}\text{C}/\text{m}$ .

Fra i 10 e 20 cm di profondità, nel 53% delle osservazioni, sono stati riscontrati ancora gradienti superiori ai  $15^{\circ}\text{C}/\text{m}$  e un 36% con gradiente fra i 5 e i  $15^{\circ}\text{C}/\text{m}$  (figura 6). Queste condizioni favoriscono la crescita cinetica dei cristalli che però è contrastata dalla compattezza degli strati superficiali e dalla continua azione di erosione e accumulo operata dal vento. Infatti, le analisi cristallografiche hanno evidenziato, come sopra illustrato, una prevalenza di forme arrotondate (3a-3b-3c), dovute al vento, ma anche la presenza di forme sfaccettate (4a-4b) che raggiungono la loro massima presenza ad una profondità di 25-35 cm, profondità in cui l'azione di erosione si fa sentire meno e i grani di neve permangono per un tempo abbastanza lungo da rendere possibile e osservabile la crescita cinetica.

Nelle aree dove il vento influenza meno il manto nevoso sono stati osservati già in superficie in piccoli cristalli sfaccettati (Tuorma-



## CARATTERISTICHE RADIOMETRICHE DELLA NEVE

La neve è un insieme di aria e di grani di ghiaccio e spesso contiene impurità quali polvere, fuliggine, polline e altri elementi vegetali. Le proprietà ottiche di uno strato di neve, alle lunghezze d'onda del visibile e dell'infrarosso, dipendono dal suo spessore, dalla granulometria, dalla presenza di impurità e dal contenuto in acqua (Wiscombe e Warren, 1980; Warren, 1982). Lo studio delle proprietà spettrali del ghiaccio e della neve generalmente si basa sull'analisi della riflettanza, definita, in termini generali, come il rapporto tra l'energia radiante riflessa da una superficie e quel-

line Plateau 1998, Priestley Névé 1998 etc.), dovuti proprio all'elevato valore di gradiente. Al di sotto dei 30 cm, nella maggior parte dei casi il gradiente si stabilizza su valori fra i 5 e 15 °C/m con una interessante diminuzione fra i 65 e i 75 cm di profondità (0-5°C/m) osservate in entrambe le spedizioni, per poi riprendere ancora su valori fra i 5 e i 15 °C/m. Se fra i 25 e i 45 cm di profondità predominano le forme 4a conseguenti degli elevati valori di gradiente, a maggiori profondità si osserva una prevalenza di particelle sfaccettate che sono rimaste in ambienti a basso gradiente e classificate come forme miste 4c.

### SUPERFICI DEL MANTO NEVOSO

Il vento è l'elemento meteorologico che caratterizza il clima della calotta Antartica e la superficie del manto nevoso ne è estremamente condizionata. Azioni di erosione e trasporto sono effettuate in continuo e le giornate di calma di vento sono assai rare. Il vento di caduta (catabatico) nella zona costiera è ancor più tipico e in poche ore può erodere parecchi



centimetri di neve e mettere a nudo il ghiaccio sottostante nelle zone dove la neve non ha elevati spessori. Le forme in superficie sono alquanto varie, sia come distribuzione areale che come profondità delle erosioni (sastrugi). Sono state rilevate superfici perfettamente lisce (depositi di neve ventata), forme irregolari con piccole rugosità (1-2 cm) e forme irregolari tipo sastrugi, con altezze delle irregolarità tali da rendere difficile il procedere a piedi (foto sopra). Superfici concave dovute a sublimazione dello strato di neve sono state osservate soprattutto nelle zone costiere (fig 7).

la incidente su di essa. La riflettanza della neve è alta nella porzione visibile dello spettro, mentre diminuisce rapidamente a lunghezze d'onda maggiori di circa 700 nm. Alle lunghezze d'onda del visibile il ghiaccio è molto trasparente, così l'albedo della neve, inteso qui come valore di riflettanza integrato su tutto il territorio del visibile, è sensibile anche a piccole quantità di impurità in esso presenti, mentre nell'infrarosso vicino la riflettanza dipende principalmente dalle dimensioni dei grani (Dozier, 1989; Warren e Wiscombe, 1980).

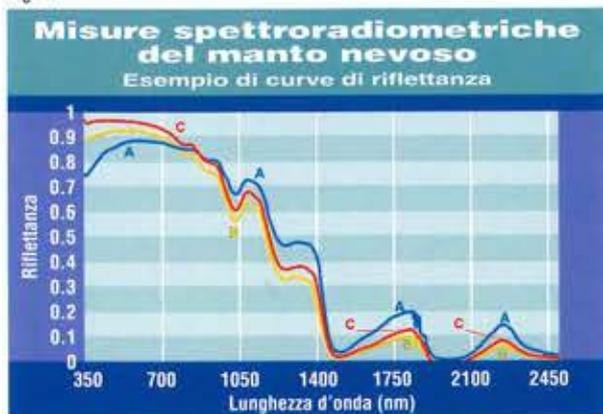
L'aumento delle dimensioni dei

Sopra: superficie del manto nevoso caratterizzata da sastrugi (Monte Abbot 650 m).

**Rilevi spettroradiometrici del manto nevoso**  
 Spettro e numero di osservazioni effettuate durante la campagna 1998

Tipo di superficie	Simbolo	Tipo di granocristallo numero di osservazioni effettuate					Tipo di ghiaccio numero di osservazioni effettuate		
		1-2	3a-3b	4a	7	8	Acqua marino	Ghiaccio di ghiaccio	Ghiaccio di legno
Liscia	5a	2	21	12	6		7	2	
Ondulata	5b	2	3	3	3		2		4
Solchi concavi	5c		1	1			1	10	7
Solchi convessi	5d								
Irregolare	5e	1	5	4		1			

Fig 7



**Caratteristiche fisiche della neve per le curve riportate nella figura sopra**

Sito	Nansen Ice Sheet	Campbell Glacier	Helts Gate
Tipo di superficie	Neve ventata	Neve ventata	Neve ventata
Densità (kg/m³)	ND	400	320
Descrizione della superficie	Piccole particelle arrotondate (3a 0.2mm)	Piccole (3a 0.2mm 50%) e grandi particelle arrotondate (3a 0.8mm 50%)	Piccole particelle arrotondate (3a 0.4mm)
Durezza (test della mano)	Alta	Media	Media
Temperatura superficiale della neve T (°C)	-15.1	-7.7	-10.9
Rugosità superficiale	Superficie concava	Ondulata	Liscia
Simbolo	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>

**Caratteristiche meteorologiche e altezza del sole per le curve riportate nella figura sopra**

Sito	Nansen Ice Sheet	Campbell Glacier	Helts Gate
Condizioni del cielo	Sereno	Sereno	Sereno
Vento	Calmo	Moderato	Moderato
Temperatura dell'aria	-5.9	-1.9	-4.4
Altezza del sole	32°	31°	33°

Fig 8

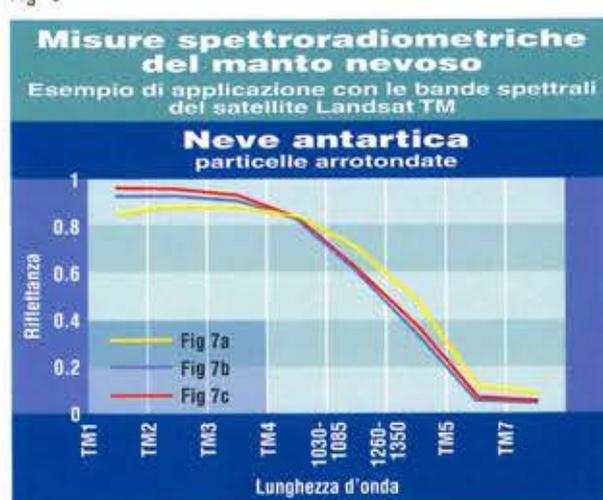


Fig 9

grani determina una diminuzione della riflettanza in tutto l'intervallo spettrale 350-2500 nm ed è particolarmente rilevante nell'infrarosso (Warren, 1982; Warren et al., 1986; Wiscombe e Warren, 1980). La riflettanza della neve, sia umida che rigelata è generalmente più bassa di quella della neve asciutta, a causa dell'elevato coefficiente di assorbimento dell'acqua e del ghiaccio, soprattutto alle lunghezze d'onda dell'infrarosso (700-2500 nm) (Fig.8).

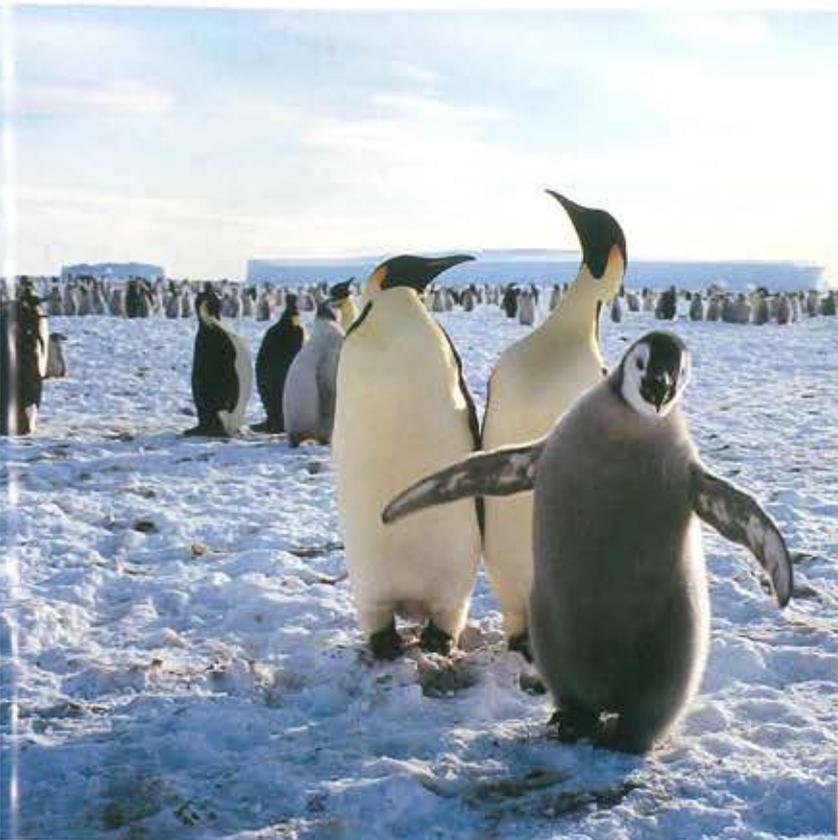
## MISURE SPETTORADIOMETRICHE

Le misure di riflettanza sono state ottenute con uno spettroradiometro Fieldspec FR che opera nell'intervallo spettrale 350-2500 nm, come rapporto tra la radiazione riflessa dalla superficie misurata e la radiazione riflessa da un pannello bianco di Spectralon, secondo una disposizione geometrica strumento/superfici di tipo normale. Utilizzando lo strumento in questa modalità il fattore di riflettanza, mentre la riflettanza assoluta può essere calcolata moltiplicando il fattore di riflettanza per la curva di calibrazione del pannello, ottenuta in laboratorio (Manuale ASD, 1997). Durante le due campagne sono state rilevate diverse tipologie di superfici di neve e ghiaccio che sono riassunti in figura 7. Le varie curve radiometriche e i dati nivologici correlati sono stati inseriti in un data base pubblicato sul CD Rom "Sispec - Snow & Ice Spectra Archive" (Salvatori et al., 2000) distribuito dal Centro Valanghe di Arabba e dall'Istituto di Inquinamento Atmosferico di Roma. Quest'ultimo Istituto ha creato anche un sito Internet dove sono consultabili tutti i dati della campagna 1998 (<http://gioconda.polar.rm.cnr.it/sispec.php>) e anche quelli rilevati in Artico (NyAlesund, Svalbard primavera 1998).

## APPLICAZIONE DELLA RICERCA

Lo studio delle modifiche delle coperture nevose in aree polari costituisce uno degli elementi di indagine per il monitoraggio dei cambiamenti climatici a scala planetaria.

A questo studio possono contribuire dati radiometrici derivati da immagini satellitari multispettrali, acquisiti nell'intervallo di lunghezza d'onda compreso tra 400 e 2500 nm. Infatti, dai valori di riflettività della neve alle lunghezze d'onda del visibile, si possono ottenere dati sulle variazioni morfologiche superficiali, mentre nell'infrarosso possono essere analizzate le variazioni granulometriche del manto nevoso (Wiscombe e Warren, 1980; Warren, 1982; Dozier, 1989). Queste ultime, associate alla densità, sono generalmente un indice dello stato di trasformazione della neve e quindi possono fornire informazioni sulle età relative delle coperture nevose. Utilizzando i dati rilevati dai satelliti disponibili quali Landsat/Thematic Mapper, SPOT e del NOAA/AVHRR, già utilizzati per altre indagini sulle coperture glaciali (Bourdelles e Fily, 1993; Hall et al., 1988; Hall et al., 1990; Thomas, 1993; Winther, 1993; Winther et al., 1998), è possibile, ottenere informazioni sulle variazioni delle morfologie superficiali e quindi, per quanto riguarda le terre polari, sulle modifiche delle coperture nevose e ghiacciate. Applicando queste ricerche sarebbe già possibile con il satellite Landsat Thematic Mapper, ad esempio, discriminare le differenze fra le coperture di neve e ghiaccio. Nella figura 9 è riportato un esempio di applicazione sulle curve riportate in figura 7, ai canali del satellite Landsat. Oltre alle lunghezze d'onda delle bande TM1 (450-520), TM2 (520-600), TM3 (620-



690), TM4 (760-900), TM5 (1550-1750) e TM6 (2080-2350) risultano significativi anche altri intervalli quali i 1030-1085 nm e i 1260-1350 nm per discriminare meglio le varie tipologie di curve e quindi di neve o ghiaccio. La distinzione fra i diversi tipi di copertura ghiaccio/neve (Cagnati et al., 1998; Casacchia et al., 2000) potrà dare delle indicazioni sullo stato dei ghiacciai (coperti o scoperti da neve), del suolo (superficie scoperta o coperta di neve), consentire la distinzione delle varie tipologie di superficie nevose (neve fresca, neve erosa o trasportata dal vento, presenza di brina di superficie, croste da fusione e rigelo etc.) e dare indicazioni sui fenomeni atmosferici e climatici in atto. Per quanto riguarda ad esempio le croste da fusione e rigelo, l'estensione delle zone di ablazione del manto nevoso durante la stagione estiva del manto nevoso correlata con la quota, può fornire utili informazioni sugli andamenti climatici (più elevata è la temperatura dell'aria nel periodo di osservazione).



### RINGRAZIAMENTI

Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide e in particolare del progetto 3d.1 "Rilevi spettroradiometrici di superfici naturali in Antartide per uno studio integrato con dati telerilevati". Un particolare ringraziamento va al personale ENEA della base italiana di Baia Terra Nova per la disponibilità offerta, ai piloti degli elicotteri della New Zealand Ltd e all'Ing. Mario Zucchelli responsabile del Programma Nazionale di Ricerche in Antartide.

### BIBLIOGRAFIA

Bourdelles, B. and M. Fly 1993. Snow grain-size determination from Landsat imagery over Terre Adélie, Antarctica. *Ann. Glaciol.*, 17, 88-92.

Cagnati, A. 1997. Some observations on snowpack features in northern Victoria Land, Antarctica. *In International Conference on Avalanches and Related Subjects, September 2-8, 1996 Kirovsk, Russia. Proceedings.* Kirovsk, Murmansk. Production Association "Apatit", 176-180.

Cagnati, A., R. Casacchia, R. Salvatori, M. Valt. 1998. Indagini nivologiche e radiometriche in Artico per studi multitemporali con dati telerilevati. *In Conferenza Nazionale ASITA, Rilevamento, Rappresentazione e Gestione dei Dati Territoriali e Ambientali, 24-27 November Bolzano, Atti Vol. 1.* 98. Colosno Production Association "ASITA" 415-420.

Casacchia R., R. Salvatori, F. Lauta, A. Cagnati, M. Valt, S. Ghergo, 2000. Field reflectance of snow/ice covers in polar regions. *Proc. of the Sixth Circumpolar Symposium on Remote Sensing, Yellowknife, Canada, June 12-14, 2000.*

Colbeck, S. C. and 7 others. 1990 *The international classification for seasonal snow on the ground.* Wallingford, Oxon, International Association of Scientific Hydrology International Commission on Snow and Ice.

Dozier, J. 1989. Spectral signature of alpine snow cover from Landsat Thematic Mapper. *Remote Sensing Environ.*, 28, 9-22, 159-163.

Hall, D.K., A. T. C. Chang, H. Siddalingaiah. 1988. Reflectance of glaciers as calculated using Landsat-5 Thematic Mapper Data. *Remote Sensing of Environ.*, 25(3), 311-321.

Hall, D.K., W.M. Kovalick and A.T.C. Chang. 1990. Satellite-derived reflectance of snow-covered surfaces in northern Minnesota. *Remote Sensing Environ.*, 33(2), 87-96.

Meneghel, M. and C. Smiraglia. 1991. Snow Stratigraphy and Accumulation at Browning Pass (Northern Victoria Land - Antarctica). *Preliminary Observations* Mem. Soc. Geol. It., 46, 49-58.

Salvatori R., Ghergo S., Firmiani M., Casacchia R., Lauta F., Cagnati A., Valt M. 2000. A Snow/Ice Spectra archive to support remote sensing in polar regions. *Proc. of Convegno Nazionale di Glaciologia e Paleoclima, Padova, 6-7 luglio 1999.* In press.

Thomas, R.H. 1993. Ice sheets. *In Gurney, R.J., J.L. Foster and C.L. Parkinson, eds Atlas of satellite observations related to global change.* Cambridge, Cambridge University Press, 385-400.

Warren, S.G. 1962. Optical properties of snow. *Rev. Geophys. Space Phys.*, 30 (1), 67-89.

Warren, S.G., T.C. Grenfell, P.C. Mullen. 1986. Optical properties of Antarctic snow. *Antarct. J. U.S.*, 21(5), 247-248.

Warren, S.G. and W.J. Wiscombe. 1960. A model for the spectral albedo of snow. II: Snow Containing Atmospheric Aerosols. *J. Atmos. Sci.*, 37(12), 2734-2745.

Winther, J.-G. 1993. Studies of snow surface characteristics by Landsat TM in Dronning Maud Land, Antarctica. *Ann. Glaciol.*, 17, 27-34.

Winther, J.-G., S. Gerland, J.B. Ørbaek, B. Ivanov, A. Bianco and J. Boike. 1998. Spectral reflectivity and physical properties of snow and sea ice near Ny-Ålesund, Svalbard. *In Fourth Ny-Ålesund Seminar: The Arctic and Global Change, 5-6 March 1998, Ravenna Italy.* Pisa, NySMAC Publication, 007, 113-116.

Wiscombe, W.J., S.G. Warren. 1960. A model for the spectral albedo of snow. I. Pure snow. *J. Atmos. Sci.*, 37(12), 2712-2733.

Cesare Cesa Bianchi  
Istruttore Guide Alpine, AGAI

# Guida

---

## manager del rischio

Guida Alpina manager dell'incertezza e del rischio. E' questa la definizione più appropriata e più moderna che si possa dare della nostra professione. Noi sappiamo in ogni situazione gestire il rischio che è insito nella montagna e in tutte le attività sportive ad essa collegate. Partendo da questa conside-

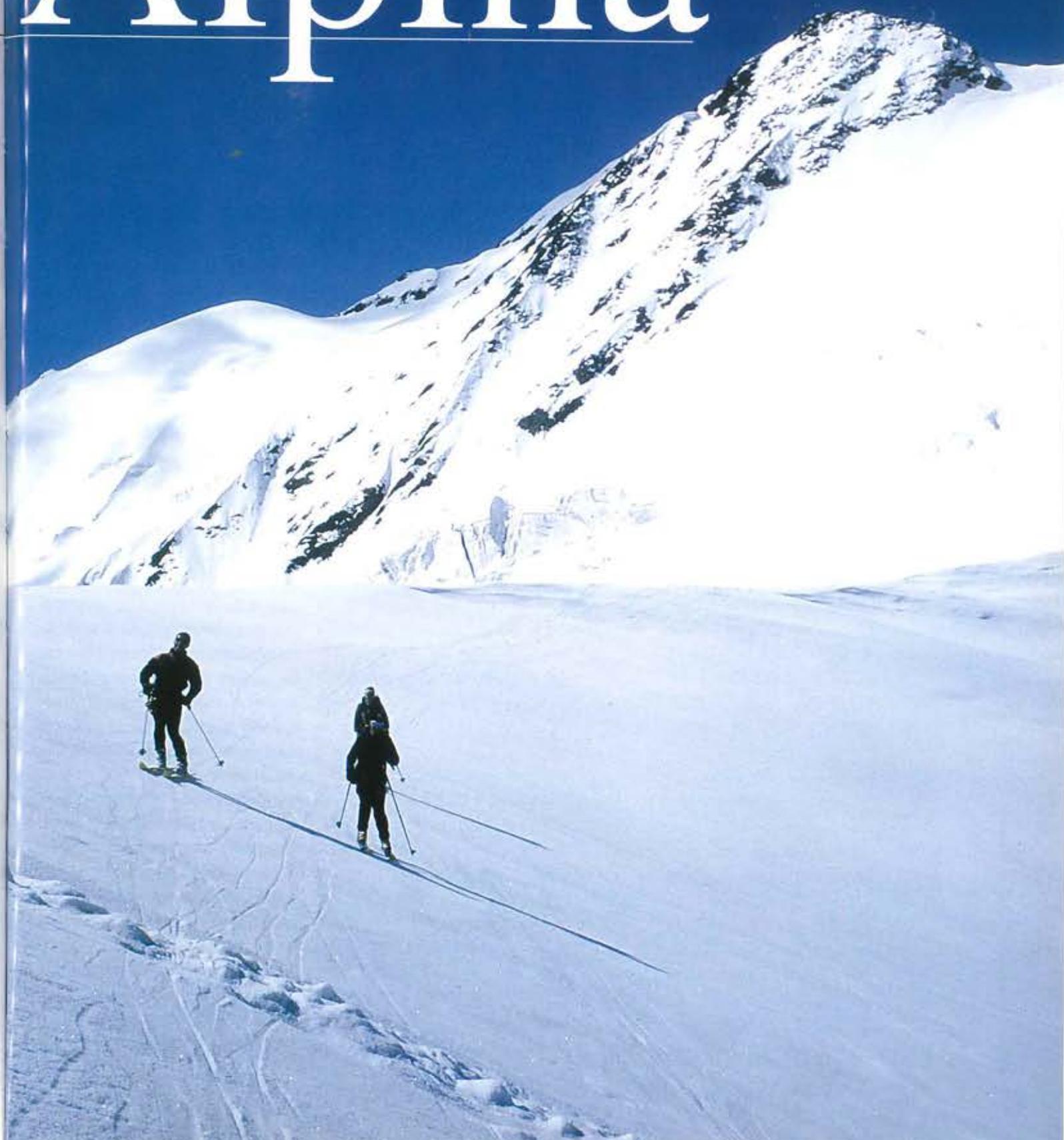


razione noi ci siamo impegnati a studiare e a codificare le tecniche individuali delle diverse discipline e le tecniche di sicurezza e di autosoccorso. La guida alpina per tradizione è colui che accompagna i clienti sulle vette del mondo. Negli ultimi vent'anni si è affermata anche la guida alpina maestro di alpinismo, che insegna ai propri allievi finché poi essi possano praticare queste attività sportive anche autonomamente. Le due situa-

zioni richiedono due modi di comportarsi diversi: nel primo caso la guida è "depositaria di tutte le conoscenze tecniche", mentre il cliente non è necessariamente autonomo; nel secondo caso l'allievo deve imparare dalla guida quelle tecniche che gli permettano poi di andare in montagna autonomamente. Questo si traduce in differenti tecniche che si utilizzano in un caso e nell'altro. Insegnare non vuole dire trasmettere esclusivamente delle nozioni, dare delle istruzioni. Insegnare significa portare gradualmente alla comprensione e alla padronanza dell'oggetto dell'insegnamento.

Nell'insegnamento delle tecniche di sicurezza e di autosoccorso abbiamo seguito questa linea. Per esempio per imparare ad utilizzare l'ARVA si propone una scelta di esercizi rivolti sia al principiante che apprende per la prima volta l'uso dell'ARVA che all'esperto che vuole migliorare le tecniche di ricerca.

# Alpina





Fino ad oggi la guida alpina si è quasi sempre presentata come garante della sicurezza e dell'incolumità dei propri allievi e clienti.

Quest'immagine non è corretta perché noi sappiamo bene che, in un ambiente complesso e mutevole come è quello della montagna, non è possibile garantire ad alcuno la sicurezza al 100%, nemmeno da parte della "più brava guida del mondo".

### **GUIDA ALPINA MANAGER DELL'INCERTEZZA E DEL RISCHIO**

È questa la definizione più appropriata e più moderna che si possa dare della nostra professione. Noi sappiamo in ogni situazione gestire il rischio che è insito nella montagna e in tutte le attività sportive ad essa collegate; rischio inalienabile ed ineliminabile, ma gestibile e riconducibile entro limiti molto accettabili, per cui con le guide alpine si impara ad andare in montagna e si va in montagna divertendosi. I nostri allievi

e clienti imparano da noi a conoscere questi rischi e a gestirli insieme a noi o autonomamente.

### **SICUREZZA E AUTOSOCCORSO**

Partendo da questa considerazione noi ci siamo impegnati a studiare e a codificare le tecniche individuali delle diverse discipline e le tecniche di sicurezza e di autosoccorso.

Questo studio ha portato ad un notevole incremento dei contenuti e dell'impegno dei corsi di formazione per guida alpina con grande crescita della professionalità delle guide alpine e della qualità del servizio che viene offerto ai nostri clienti e allievi.

Esso inoltre ci ha permesso di realizzare l'ultimo testo tecnico didattico del Collegio Nazionale Guide Alpine Italiane, ormai pronto alla stampa con la cooperazione della Vivalda Editore.

Al di là dei contenuti tecnici del testo che, anche se non nuovi, susciteranno sicuramente vivaci discussioni e contribuiranno a scardinare qualche concetto or-

mai obsoleto, mi preme sottolineare due concetti che stanno alla base della progressione tecnica e didattica nel campo della sicurezza e dell'autosoccorso e che danno la misura dell'evoluzione e del livello delle guide alpine.

### **SITUAZIONE DI ACCOMPAGNAMENTO E SITUAZIONE PARI LIVELLO**

La guida alpina per tradizione è colui che accompagna i clienti sulle vette del mondo; spesso clienti occasionali di cui non conosce l'esperienza e il livello tecnico. Negli ultimi vent'anni, accanto a questo tradizionale aspetto della professione, si è affermata anche la guida alpina maestro di alpinismo, che insegna ai propri allievi ad arrampicare su roccia, neve, ghiaccio e misto, che insegna a sciare fuoripista e lo scialpinismo affinché poi essi possano praticare queste attività sportive anche autonomamente. Le due situazioni richiedono, come è ovvio, due modi di comportarsi radicalmente diversi: nel primo caso la guida è "depositaria di tutte le conoscenze tecniche", mentre il cliente non è necessariamente autonomo; nel secondo caso l'allievo deve imparare dalla guida quelle tecniche che gli permettano poi di andare in montagna autonomamente con compagni del suo stesso livello. E le tecniche, soprattutto quelle di sicurezza, che si utilizzano in un caso e nell'altro, sono spesso differenti.

Un esempio che spero possa contribuire a chiarire questi concetti è la cordata su ghiacciaio.

Nella situazione di accompagnamento la guida lega i propri clienti tenendo presente che, in caso di caduta in crepaccio, solo lui, la guida, è in grado di recuperare l'infortunato, mentre se nel crepaccio dovesse caderci proprio la guida, non potrebbe contare

sulle abilità dei clienti, ma dovrebbe arrangiarsi a venire fuori da solo. Quindi legherà i clienti in fondo alla corda a distanza opportuna uno dall'altro, mentre egli si legherà tenendo a tracolla, o nello zaino, tutta la corda rimanente, per poter organizzare facilmente un eventuale recupero.

Nella situazione pari livello (di insegnamento) la guida insegnerà a legarsi in modo che il primo e l'ultimo componente della cordata possano avere a disposizione corda a sufficienza per allestire un recupero da crepaccio, perché tutti i componenti della cordata, per potersi considerare una cordata autonoma e di pari livello, dovranno essere in grado di recuperare il proprio compagno dal crepaccio. Quindi i componenti si legheranno partendo dal centro della corda a distanza opportuna e il primo e l'ultimo terranno a tracolla o nello zaino la corda rimanente.

## PROGRESSIONE DI ESERCIZI

Insegnare non vuole dire trasmettere esclusivamente delle nozioni dare delle istruzioni. Insegnare significa portare gradualmente alla comprensione e alla padronanza dell'oggetto dell'insegnamento.

Insegnare le operazioni aritmetiche elementari non consiste nel dire "l'addizione si fa così e così, la moltiplicazione si fa in questo modo...", ma significa far fare degli esercizi che passo dopo passo portino a comprendere e assimilare le procedure di esecuzione delle operazioni.

Questo principio vale ovviamente qualsiasi cosa si voglia insegnare. Quindi anche nell'insegnamento delle discipline sportive della montagna e delle tecniche di sicurezza ad esse connesse.

I testi tecnico-didattici del Collegio Nazionale Guide Alpine Italiane Progressione su ghiaccio e Sci

fuoripista e Scialpinismo rispettano questo principio e offrono una progressione di esercizi che permettono gradualmente di apprendere le tecniche di arrampicata e dello scialpinismo.

Nell'insegnamento delle tecniche di sicurezza e di autosoccorso abbiamo seguito la stessa linea.

Un esempio che può chiarire il concetto è la ricerca ARVA.

Per imparare ad utilizzare l'ARVA si propone una scelta di esercizi rivolti sia al principiante che apprende per la prima volta l'uso dell'ARVA che all'esperto che vuole migliorare le tecniche di ricerca. Compito della guida alpina e della guida istruttore è individuare gli esercizi più adatti alle diverse esigenze (vedi box riportato a lato).



## ESERCIZI PER IMPARARE AD UTILIZZARE L'ARVA

### Conoscenza dell'apparecchio:

- definire la portata dell'apparecchio a vari volumi di ricerca
  - verificare con quale spostamento angolare si perde il segnale della direzione della linea d'induzione.
- Più persone si dispongono in cerchio con dietro alla schiena l'ARVA, uno solo dei quali in trasmissione; stando al centro del cerchio si deve trovare chi ha l'ARVA in trasmissione.

### Intersezione di campi magnetici:

- verificare la differenza tra la portata con apparecchi coassiali e apparecchi perpendicolari.

ARVA in trasmissione - orizzontale e verticale ruotare l'apparecchio in ricezione per percepire le variazioni di intensità individuando la posizione di massimo segnale e quella di minimo (assenza di campo)

seguire la linea di induzione lasciando sul terreno una bandierina ad ogni cambio di direzione e poi osservare il percorso seguito.

### Portata massima e portata utile:

in gruppo per ogni apparecchio in trasmissione trovare la portata massima di ogni apparecchio in ricezione.

In gruppo per ogni apparecchio in trasmissione trovare la minima portata massima di ogni apparecchio in ricezione (portata utile); calcolare la portata utile effettiva di tutto il gruppo.

### Ricerca del primo segnale:

eseguire la ricerca del primo segnale su un'area delimitata

- persona singola
- coppia
- gruppo di 3 o 4 persone.

### Percorso minimo = tempo minimo:

confronto dei due metodi di ricerca per linee ortogonali e per linee d'induzione. Si parte dal punto di primo segnale e si lascia sul terreno una bandierina ad ogni cambio di direzione fino a quando si entra nella fase di ricerca del punto; si misurano poi i metri complessivi percorsi e si confrontano i dati fra i due metodi.

### Ricerca del punto:

posizionare l'apparecchio trasmettente in verticale ed eseguire la ricerca finale nella situazione "due massimi" individuando il punto mediano.

### Separazione dei segnali nel caso di ricerca multipla:

disporre diversi ARVA (2 o 3, variando anche i modelli) e far stabilire al ricercatore quanti sono e se sono o meno dello stesso tipo.

Disporre due ARVA in trasmissione vicini fra loro; far eseguire la ricerca del punto senza spegnere il primo ARVA trovato.

## La Banca Dati Valanghe per la Provincia di Torino: un sistema informativo condiviso

### tra Regione e Provincia

Si è svolta a Torino il 1° Dicembre 2000 la presentazione ufficiale del Sistema Informativo Banca Dati Valanghe condiviso tra Regione Piemonte e Provincia di Torino.

La creazione di una Banca Dati sulle valanghe della Provincia di Torino nasce dalle rispettive esigenze istituzionali degli organi tecnici dell'Amministrazione regionale e di quella provinciale di disporre di informazioni di base utili in una prospettiva di pianificazione e di gestione del territorio montano.

La collaborazione tra il Settore Meteorografico della Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione ed il Servizio Difesa del Suolo della Provincia di Torino ha permesso di raccogliere e gestire in un Sistema GIS informazioni di tipo cartografico e documentale su oltre 1300 siti valanghivi.

Nel corso dell'incontro sono state illustrate le metodologie adottate per la realizzazione della cartografia, per il reperimento delle informazioni storiche e per la creazione del sistema informativo condiviso che permetterà l'accesso ai dati in rete da parte degli utenti interessati, tecnici della pubblica amministrazione e professionisti.

Marco Cordola



## "Neve e Valanghe - Conoscenze di Base, prevenzione e soccorso" il nuovo CD-Rom edito da ArpaVeneto

Il CD Rom è stato prodotto dal Centro Valanghe di Arabba sulla base del volume "Neve e Valanghe - conoscenze, prevenzione e soccorso" realizzato da Anselmo Cagnati nel 1993 come supporto didattico ai corsi di abilitazione all'esercizio della professione di maestro di sci organizzati dalla Regione del Veneto.

I contenuti riguardano l'insieme delle problematiche afferenti al manto nevoso alpino e al fenomeno delle valanghe che,

come è noto, rappresentano il principale fattore di rischio nella frequentazione della montagna durante il periodo invernale. Considerando i recenti sviluppi della materia, in fase di realizzazione del CD Rom i contenuti sono stati aggiornati e integrati da Mauro Valt sotto la supervisione dell'autore.

Affinchè possa essere accessibile a tutti i potenziali frequentatori della montagna, il Cd Rom è stato realizzato in forma divulgativa, privilegiando gli aspetti pratici alla trattazione scientifica dei diversi argomenti: esso in ogni caso rimane un punto di partenza per la comprensione della materia. Infatti, solamente con la pratica sul terreno e l'attenta osservazione della natura ciascuno potrà acquisire quell'esperienza che ancora oggi è difficilmente traducibile in dotte trattazioni e formule matematiche.

Il Cd Rom è stato suddiviso in 5 sezioni:

- "I temi": divisi per argomenti (Il tempo in inverno, La neve, Neve e ambiente, Le valanghe, Il terreno da valanga, I pericoli della montagna invernale, La valutazione del pericolo, Sicurezza nei comprensori sciistici, Il soccorso in valanga) contengono testi, fotografie, disegni e una bibliografia di base;

- "La fototeca": una raccolta di immagini fotografiche sui diversi temi trattati con un breve commento;

- "La cineteca": una serie di filmati che illustrano i vari tipi di valanghe;

- "I giochi": questa sezione offre un simulatore di ricerca con ARVA e dei puzzle da ricomporre;

- "L'Help": un aiuto all'utilizzo del Cd.

Il software del CD è stato realizzato dalla Ditta Multimedia di Siena e i requisiti hardware minimi per il suo funzionamento sono:

- Processore Pentium 100 MHz o superiore;
- Ram 16 Mb;
- Software Windows 95/98;
- Lettore Cd Rom 8 velocità;
- Scheda audio;
- Mouse.

Il Cd Rom è in vendita direttamente presso il Centro Valanghe di Arabba al costo di Lit 30.000 (spese di spedizione comprese).

Per riceverlo è necessario far pervenire alla segreteria del Centro (Via Campolongo 122, 32020 Arabba BL fax 0436 79319) la copia del versamento di Lire 30.000 sul conto corrente bancario intestato ad "ARPAV - Centro Valanghe di Arabba n. 11858, codice ABI 5040 e CAB 60980 della Banca Popolare

Antoniana Veneta - Agenzia di Agordo con indicata nella causale "Cd Neve e Valanghe".

Presso il Centro Valanghe di Arabba, con le stesse modalità per l'acquisto, sono anche disponibili i Cd Rom:

- "I Ghiacciai delle Dolomiti" (1997) a lire 25.000

- "Sispec - Snow ad Ice Spectra Archive (2000) a lire 10.000

Mauro Valt e Anselmo Cagnati



## Relazione sull'ultimo Corso di aggiornamento per Commissioni Valanghe in Trentino - Alto Adige

Si è svolto dal 13-15 novembre 2000 in Val Senales, località Maso Corto, un incontro di aggiornamento per i membri delle Commissioni Locali Valanghe delle due Province Autonome di Trento e Bolzano.

Lo scopo dell'incontro, alla vigilia dell'inizio della nuova stagione invernale, è quello dell'interscambio di esperienze di lavoro maturate in questi ultimi anni dalle due Province, impegnate ormai da diversi anni a studiare e controllare i fenomeni valanghivi.

Sull'intero territorio del Trentino Alto Adige, in particolare, sono in funzione delle Locali Commissioni Valanghe che supportano il Sindaco nell'attività di gestione locale delle problematiche valanghivie.

Tali commissioni sono formate da personale esperto locale in rappresentanza di tutte le categorie di persone che operano e vivono nelle vallate alpine, quali albergatori, impiantisti, maestri di sci, guide alpine, forestali, custodi e professionisti, tutti uniti nella difesa del territorio

montano dal pericolo di valanghe.

Il programma delle giornate prevedeva tra l'altro l'illustrazione e l'analisi delle recenti esperienze operative del Tirolo dell'Arberg e della Val Aurina nel biennio 1999-2000 e ha visto tra i relatori R.Sailer, R.Mayr, M.Maierhofer, tutti esperti che a vario titolo ricoprono ruoli di responsabilità nell'ambito della prevenzione valanghe.

Hanno completato il programma le relazioni dei tecnici delle due provincie C.Oberschmied, F.Gheser, M.Mazzola sugli aspetti organizzativi di una C.L.V., con alcuni approfondimenti sulla nivologia e la valutazione locale del pericolo valanghe.

L'ultima parte del corso è stata dedicata alla prevenzione del pericolo valanghe con i metodi di analisi del manto nevoso e sui sistemi di sicurezza in caso di valanghe, con la presentazione degli ultimi A.R.V.A. di tipo digitale.

Mauro Mazzola



## Meteotrentino per la montagna.

### Nivologia e meteorologia alpina per il territorio della Provincia Autonoma di Trento.

In collaborazione con la Società degli alpinisti trentini (SAT)

Meteotrentino per la montagna nasce nei primi mesi del 2000 come nuova sezione operativa di Meteotrentino - Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia Autonoma di Trento, rivolta espressamente ai frequentatori della montagna. La crescente domanda d'informazioni sulle condizioni di percorribilità del territorio montano ed in particolare sulla si-





tuazione meteorologica e sullo stato del manto nevoso, unite all'interesse sempre più diffuso per gli aspetti climatologici e previsionali legati alla meteorologia alpina, hanno spinto Meteotrentino ad impegnarsi in un nuovo settore d'attività strutturato attraverso la realizzazione di una nuova ed articolata rete di monitoraggio e la produzione di specifici bollettini d'analisi e previsione, sia nel campo meteorologico, sia nel settore della prevenzione del rischio valanghivo.

Al progetto d'attivazione di questo nuovo settore operativo ha aderito con entusiasmo la Società degli Alpinisti Tridentini consentendo così di strutturare un'offerta informativa il più possibile aderente alle specifiche esigenze del mondo dei

propria rete di monitoraggio nivometeorologico, Meteotrentino dispone così di nuove informazioni da inserire nei processi di valutazione e previsione e, attraverso adeguati interventi di elaborazione e visualizzazione, garantisce il ritorno dei dati rilevati sul territorio utilizzando a tale fine anche gli stessi canali informativi SAT.

Nell'ambito di **Meteotrentino per la montagna** si è provveduto a sviluppare e potenziare la tradizionale rete di monitoraggio nivometeorologico di Meteotrentino costituita da un centinaio di stazioni meteorologiche automatiche e da circa trenta campi manuali finalizzati al rilievo delle caratteristiche del manto nevoso.

manto nevoso da effettuarsi sui principali percorsi scialpinistici. I soci SAT interessati a tale iniziativa, a seguito di un adeguato iter formativo curato da Meteotrentino, vengono abilitati all'effettuazione delle procedure di analisi sullo stato del manto nevoso che Meteotrentino utilizza per le proprie valutazioni sul rischio valanghivo e successivamente pubblica rendendo disponibili al pubblico.

Accanto alla realizzazione di specifici prodotti previsionali, in Meteotrentino per la Montagna si è pertanto dato sviluppo a nuove forme di diffusione dei dati analitici e delle elaborazioni sulle condizioni nivometeorologiche relative al territorio montano della provincia.

Nell'ambito della specifica sezione del sito Internet di Meteotrentino, all'indirizzo [www.provincia.tn.it/meteo](http://www.provincia.tn.it/meteo), saranno progressivamente consultabili:

- Il bollettino di previsione meteorologica Meteotrentino per la montagna: **Bollettino meteorologico per il territorio montano della Provincia Autonoma di Trento**. Il bollettino ha frequenza giornaliera esce alle ore 16 ed ha validità per il giorno successivo all'emissione. Il bollettino approfondisce le informazioni del tradizionale bollettino meteorologico di Meteotrentino e sviluppa gli aspetti di maggiore interesse per l'escursionismo alpino.
- Il **Bollettino valanghe**, che è consultabile anche nel contesto del bollettino emesso da AINEVA per l'intero Arco Alpino, è prodotto da più di un de-

cennio e costituisce un tradizionale riferimento per l'utenza interessata all'escursionismo invernale.

• I **dati nivometeorologici** raccolti dalla rete di monitoraggio automatico in quota, rilevati in tempo reale e rappresentati attraverso elaborazioni tabellari e grafiche. La rete è costituita da una ventina di stazioni automatiche poste ad una quota compresa tra 1500 e 2800 mslm facenti parte della più vasta rete di monitoraggio meteorologico della Provincia Autonoma di Trento

• I **dati nivologici** rilevati manualmente nei trenta campi neve di Meteotrentino ed attraverso l'effettuazione di rilievi stratigrafici, utilizzando per questi ultimi, anche i dati forniti dai soci SAT. Questi dati consentono di valutare lo stato della neve soprattutto relativamente alla determinazione consistenza e stabilità del manto nevoso, ai fini della determinazione del grado di pericolo di valanghe.

• I **dati giornalieri di osservazione meteorologica raccolti dai gestori dei rifugi SAT** con rappresentazione degli stessi attraverso elaborazioni tabellari e grafiche.

• **Elaborazioni cartografiche** relative ai principali parametri nivometeorologici, in particolare relativamente alla distribuzione spaziale della neve al suolo e della neve fresca (**carte della nevosità**)

• **Pagine informative e di documentazione scientifica** sviluppate anche sulla base d'iniziative comuni tra Meteotrentino e la Società degli Alpinisti Tridentini.

Giorgio Tecilla



frequentatori della montagna e basata su una rete di raccolta di dati ed informazioni ampia ed articolata.

A questo proposito si evidenzia, infatti, come, oltre ad un coinvolgimento degli organi tecnici SAT nelle fasi di verifica sulla qualità dei prodotti e di impostazione metodologica delle diverse attività in programma, la collaborazione in atto ha prodotto la creazione di una rete informativa che, facendo riferimento sul volontariato SAT e sulle strutture di gestione dei rifugi alpini, permette a Meteotrentino di consultare giornalmente dati di osservazione aggiornati, relativi al territorio montano della provincia con riferimento ai fenomeni nivometeorologici di interesse.

In aggiunta a quelle provenienti dalla

Le principali iniziative nel campo del monitoraggio curate da Meteotrentino per la montagna sono costituite:

- dalla creazione di un serie di nuovi campi di osservazione meteorologica collocati presso alcuni rifugi SAT rappresentativi delle condizioni meteorologiche dei principali comprensori montani della Provincia. Durante il periodo di apertura, i gestori dei rifugi interessati provvedono giornalmente ad effettuare il rilievo dei principali parametri meteorologici curando il tempestivo invio dei dati che sono trattati e pubblicati in tempo reale da Meteotrentino sulle proprie pagine Internet.
- dall'attivazione di una nuova rete di monitoraggio basata su rilevatori abilitati all'esecuzione di analisi sullo stato del





**CAE**  
**SISTEMI**  
**DI MONITORAGGIO**  
**NIVOMETEOROLOGICO**

**CAE** srl

Uff. commerciale: Via Ca' dell'Orbo, 34 - 40050 Villanova di Castenaso (BO)  
Tel. 051.6004811 - Fax 051.6004829 - e-mail: sales@cae.it - Internet: <http://www.cae.it>