Neve e Valanghe

Meteorologia alpina, Glaciologia, Prevenzione e Sicurezza in montagna

n° 44 - dicembre 2001

Neve a dentelli

Dendrocronologia e fitosociologia

Le sonde penetrometriche del 2000

La previsione nivometeo Valutazioni sul rischio residuo

Incidenti valanghe 2001

Nuova area valanghiva

Ghiaccio e ghiacciai

AINEVA

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

REGIONE PIEMONTE
(Direzione dei Servizi Tecnici di Prevenzione)
Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio
C/o CSI-Piemonte
C.so Unione Sovietica, 216 - 10134 Torino
Tel. 011 3168203 - Fax 3181709
e-mail: meteoidro@regione.piemonte.it
Bollettino Nivometeorologico:
Tel. 011 3185555
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 Quart AO
Tel. 0165 776301 Fax 0165 776302
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0165 776300
http://www.regione.vda.it
e-mail: u-valanghe@regione.vda.it

REGIONE LOMBARDIA
Centro Nivometeorologico
Via Roverbori 2 - 23032 Bormio SO
Tel. 0342 630362 - Fax 0342 905133
Bollettino Nivometeorologico - 5 linee -
NUMERO VERDE 8488 37077
Fax polling 0342 901521
http://www.regione.lombardia.it/meteonew.nsf/home/homemeteo
e-mail: nivometeo@regione.lombardia.it

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Ufficio Neve, Valanghe e meteorologic
Via Galilei 24 - 38100 Trento
Tel. 0461 494877 - Fax 0461 238309
Bollettino Nivometeo 0461 238939
Self fax 0461 237089
http://www.provincia.tn.it/meteo
e-mail: 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
Bollettino Nivometeorologico
Tel.0471 270555
Tel.0471 271177 anche self fax
http://www.provincia.bz.it/valanghe

REGIONE DEL 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 I. Ted. Ingl.
Fax polling 0436 780009
http://www.arpa.veneto.it/csvdi
e-mail: cva@arpa.veneto.it

REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA
Ufficio Valanghe
C/o Direzione Regionale delle Foreste
Via Caronificio 127 - 33100 Udine
Tel. 0432 555877
Fax 0432 485782
Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 800 860377 (in voce e self fax)
http://www.regione.fvg.it/meteo/valanghe.htm
e-mail: 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

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
- Sedi Regionali U.S.T.I.F.
- Sedi Provinciali A.N.A.S.
- Ministero della Protezione Civile
- Direzioni dei Parchi Nazionali
- Stazioni Sciistiche
- Scuole di Sci
- Club Alpino Italiano
- Scuole di Scialpinismo del CAI
- Delegazioni del Soccorso Alpino del CAI
- Collegi delle Guide Alpine
- Rilevatori di dati Nivometecrologici
- 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.

Neve e Valanghe

Meteorologia alpina, Glaciologia, Prevenzione e Sicurezza in montagna

Rivista dell'AINEVA - ISSN 1120 - 0642
Aut. Trib. di Rovereto (TN)
N° 195/94NC
del 28/09/1994
Sped. in abb. postale Gr. IV - 50%
Abbonamento annuo 2002: Euro 15,50
da versare sul c/c postale n. 14595383
intestato a: AINEVA
vicolo dell'Adige, 18 - 38100 Trento

Direttore Responsabile
Giovanni PERETTI

Coordinatore di redazione
Alfredo PRAOLINI

Comitato di redazione
Enrico FILAFERRO, Fabio GHESER, Mauro GADDO, Elena TURRONI, Mauro VALT, Elena BARBERA

Comitato scientifico editoriale
Cristoforo CUGNOD, Giorgio TECILLA, Vincenzo COCCOLO, Alberto LUCHETTA, Paolo STEFANELLI, Giovanni PERETTI, Michela MUNARI

Segreteria di Redazione
Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO
Tel. 0461/230305
Fax 0461/232225

Videoimpaginazione e grafica
MOTTARELLA STUDIO GRAFICO
www.mottarella.it
Cosio Valtellino (SO)

Impianti
STUDIO AL di Locatelli - Lecco

Stampa
ALCIONE srl
Trento

Referenze fotografiche:

foto di copertina Alfredo Praolini
Federica Gironi: 11, 12 (alto)
Maurizio Santilli: 12, 13, 14, 16
Gianluca Tognoni: 41
Alfredo Praolini: 19, 29, 30 34, 35, 37, 42-43, 53
Mauro Valt: 18, 20, 21
Stefano Urbani: 46
Lodovico Mottarella: 1,2,4,7, 38, 51
Daniele Mancardi: 54, 55, 56, 57, 58
Flavio Berbenni: 30-31

Hanno collaborato a questo numero:

Elena Barbera, Nadia Preghenella, Stefania Del Barba, Antonella Viltolina

Gli articoli e le note firmate esprimono l'opinione dell'Autore e non impegnano l'AINEVA.

I dati forniti dagli abbonati e dagli inserzionisti vengono utilizzati esclusivamente per l'invio della presente pubblicazione (L.31.12.96 n.675 e successive integrazioni).

Sommario

dicembre 2001 numero 44

6 NEVE E DENTELLI
di M.Valt

10 DENDROCRONOLOGIA E FITOSOCIOLOGIA
di M.Pelfini, M.Santilli, M.Caccianiga, F.Gironi

18 LE SONDE PENETROMETRICHE DEL 2000
di M.Valt, R.Zasso, A.Cagnati, F.Berbenni

24 LA PREVISIONE NIVOMETEO
di E.Filaferro

28 LA VALUTAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO
di L.Lizzero e Gruppo Previsori Valanghe AINEVA

36 INCIDENTI DA VALANGA IN ITALIA - 2001
di A.Praolini e E.Meraldi

46 NUOVA AREA VALANGHIVA
di M.Barbolini, L.Nettuno, P.Volpatti

52 GHIACCIO E GHIACCIAI
di D.Mancardi

EDITORIALE

Questo numero di Neve e Valanghe vede la luce un po' in ritardo rispetto alla tabella di marcia. Ciò è dovuto ai numerosi, e gravosi, impegni del Comitato di Redazione, formato da tecnici dei vari uffici valanghe aderenti all'AINEVA che – occorre ribadirlo – mettono a disposizione volontariamente le loro capacità. Nell'ultimo periodo del 2001, infatti, il Comitato di Redazione di Neve e Valanghe è stato molto impegnato su vari fronti legati all'attività editoriale e promozionale dell'AINEVA: è stata ristampata – con dovuti accorgimenti – l'edizione del volumetto La Neve che ha avuto un buon successo di critica e di pubblico; ha visto la luce una nuova pubblicazione sempre con quelle caratteristiche editoriali, Le Valanghe, redatta completamente dal Gruppo Previsori dell'AINEVA e magnificamente illustrata con disegni inediti dal nostro grafico-alpinista Lodovico Mottarella di Cosio Valtellino; è stata stampata l'edizione 2002 delle tessere riportanti i numeri telefonici delle segreterie per l'ascolto dei Bollettini NivoMeteorologici e la nuova Scala di Pericolo Valanghe Europea; è stato completamente rifatto il sito internet www.aineva.it ; ha visto la luce la riedizione aggiornata e rivista della Guida all'interpretazione dei Bollettini Nivometeorologici, con il conseguente, ovvio, aggiornamento on line; ha portato a termine le sue fatiche un gruppo di lavoro appositamente creato per l'unificazione dei dati sugli incidenti da valanga degli ultimi decenni; sono state gettate le basi per la realizzazione di un film divulgativo sulle valanghe in accordo con la RAI di Trento ed inoltre si sono avviati i lavori, in collaborazione con l'Università di Milano che possiede una attrezzata Camera del Freddo, per la raccolta di cristalli di neve nei vari stadi evolutivi al fine di essere fotografati, per creare un archivio di immagini tutto italiano.
Come si vede la carne al fuoco è veramente tanta, soprattutto per tecnici che, principalmente, devono comunque eseguire il proprio lavoro quotidiano nei propri uffici regionali.
È più che giustificato, dunque, questo piccolo ritardo. Anzi, un grosso ringraziamento a questi ragazzi, che con passione e volontà portano avanti in AINEVA questi aspetti tecnici.

Apre il numero un curioso articolo del collega Mauro Valt di Arabba, che ci presenta una sua sconosciuta passione: la neve nella filatelia. Un altro interessante articolo, sempre di tecnici AINEVA, riguarda le Sonde Penetrometriche alternative a quelle, pesanti, tradizionali. L'Università di Milano ci presenta poi una ricerca riguardante un diverso approccio per lo studio delle valanghe: i rapporti tra dendrocronologia e fitosciologia mentre il collega Enrico Filaferro, colonna portante del Friuli Venezia Giulia in AINEVA, ci ricorda – con una bella panoramica di comparazione – la strutturazione dei vari Bollettini NivoMeteo delle Regioni e Province associate e le attività che vengono svolte per la loro diffusione. Il suo vicino di ufficio Luciano Lizzero con acute osservazioni analizza criticamente due proposte recentemente in auge: il metodo di riduzione del rischio di Werner Munter e il Nivotest di MeteoRisk. Un bell'articolo di Alfredo Praolini ed Eraldo Meraldi del Centro Nivo-Meteo di Bormio ci presenta il delicato punto della situazione sugli incidenti da valanga in Italia nella Stagione Invernale 2000-2001 mentre due professionisti, Nettuno e Volpatti, assieme a Massimiliano Barbolini, un attivo ricercatore dell'Università di Pavia, ci rendono noto che sulle Alpi a seguito di un incendiosi è creata una nuova area valanghiva, e ci illustrano lo studio che hanno fatto per metterla in sicurezza. Infine Daniele Mancardi ci presenta in sintesi la sua Tesi di Laurea, riguardante i rapporti tra la struttura cristallina del ghiaccio e la dinamica dei ghiacciai.
Da questa breve presentazione si deduce un fatto: la sempre maggior preparazione tecnica di chi lavora presso gli uffici e servizi valanghe e nivo-meteorologici italiani associati in AINEVA unita alla sempre più forte collaborazione con gli Istituti Universitari italiani.
La strada intrapresa alcuni anni fa si dimostra giusta.

Il Direttore Responsabile
Giovanni Peretti

Un curioso approccio allo studio della neve: la filatelia

NEVE A DENTELLI

Mauro Valt
ARPAV- Centro Valanghe di Arabba
Via Pradat,5
32020 Arabba (BL)
mauro.valt@sunrise.it

Con un approccio diverso, dovuto ad un' antica passione, vengono illustrati alcuni tipi di cristalli di neve e alcune problematiche legate alla neve. L'esposizione è stata realizzata per alcune manifestazioni filateliche, riscuotendo un discreto successo soprattutto fra i non addetti ai lavori, per la sua originalità.
I testi sono tratti dai fogli espositivi, adattati per l'occorrenza senza tuttavia stravolgere il tema "Filatelico".

Avete mai osservato una nevicata? Se non avete mai avuto questa fortuna la filatelia vi può aiutare a scoprire il fantastico mondo dei cristalli di neve.

CHE COSA È LA NEVE

Quando si parla di neve occorre distinguere fra la neve che si forma nelle nuvole (1) sotto forma di diverse cristallizzazione di ghiaccio e la neve al suolo come deposito, quella che ricopre le case, i prati, gli alberi (2), formata da una parte solida, ghiaccio, e da una parte porosa, aria (neve secca) o/e acqua (neve umida o bagnata).
I cristalli di neve, che si osservano durante una nevicata (3), si formano all'interno delle nuvole (4) per congelamento da contatto o per sublimazione. Il primo processo porta alla formazione di grani di neve senza una precisa forma (neve pallottolare, grandine, sferette di ghiaccio), il secondo invece forma dei veri cristalli di neve (colonne, aghi, piastrine, dendriti stellari etc.) con una forma geometrica regolata da leggi di cristallizzazione proprie di ogni elemento chimico o composto. Per sublimazione si intende il passaggio diretto dallo stato gassoso allo stato solido, come avviene per la brina che si osserva in autunno o d'inverno (4).

LA STELLA DI NEVE

Giochi Olimpici Invernali

La stella di neve a sei punte, che richiama l'esagono, è la forma di cristallo di precipitazione che più frequentemente è stata impressa sui francobolli specie in occasione dei Giochi Olimpici Invernali (5).
La celebrazione dei Giochi del 1948 a S.Moritz in Svizzera ha rappresentato la prima comparsa di una stella di neve su un francobollo (6), ma molte altre sono seguite, a volte di notevole pregio e fedele riproduzione come per i giochi del 1960 negli USA (7), altre volte con più semplici stilizzazioni come nel 1976 in Canada (8) e per celebrare i Giochi di Innsbruck.

Non solo Olimpiadi

Sempre la stella è stata utilizzata molte altre volte e per occasioni diverse come nel 1966 dal Belgio nella serie dedicata al patrimonio scientifico nazionale, dove vengono riprodotti diverse stelle di neve (9), nel 1989 dalla Gran Bretagna in occasione del 150° della Royal Microscopical Society in una valore da 19 p (la serie è di

1
Energie 2000
Helvetia
70
2
29ον ΣΥΝΕΔΡΙΟΝ ΟΜΟΣΠ. ΧΙΟΝΟΔΡΟΜΩΝ
ΚΥΠΡΟΣ
CYPRUS KIBRIS
1979
20M
XXIX FIS CONGRESS
3
NIPPON
80
日本郵便
4
13.3.1940
SUOMI FINLAND 2.00

4 valori) (10).
Il francobollo originale in questo caso riproduce una stella ingrandita 10 volte.
E ancora, Finlandia 1990 in occasione del 50° della fine della "guerra d'inverno" (4), Giappone 1999 con una striscia di 4 francobolli di cui uno raffigura due stelle di neve viste al microscopio (11). Come nel caso dell'emissione del 1960 degli USA, la fedele riproduzione del cristallo è legata alla presenza nei due stati di numerosi Laboratori e Università che studiano i fenomeni del freddo, del ghiaccio e della neve (12).
Di natura diversa la stella di neve riprodotta dalle Poste Svedesi nel 2000 (12).
Le forme delle stelle di neve e la loro regolarità ispirarono il matematico Svedese Helge von Koch (1870-1924) a spiegare un esempio di fractali che si trovano in natura.
E infine l'Italia con un uno dei due francobolli dedicati al Natale 2000 (13).

Fasulli cristalli di neve

Errori di raffigurazione si presentano, anche in questo campo.
Il valore delle Poste Austriache per commemorare i Giochi Olimpici di Albertville e Barcellona (14), propone la stilizzazione di un fiocco di neve con una serie di ramificazioni che terminano con delle strane punte: è probabile che il disegnatore si sia lasciato un po' troppo trasportare dalla schematizzazione del cristallo di neve.
Ben altra cosa è quanto rappresentato su un valore della serie Natale 1988 delle Poste Spagnole.
Quattro dei cinque cristalli di neve raffigurati presentano delle varietà geometriche sufficienti a sconvolgere tutte le teorie fisiche sulla formazione della neve. Il solo cristallo di neve in basso a destra rappresenta una schematizzazione reale; le altre forme sono molto discutibili o frutto della fantasia (in basso a sinistra) (23).
Anche l'Unione Sovietica, nella serie dedicata ai Giochi Olimpici Invernali di Innsbruck del 1964 e alle vittorie sovietiche alle stesse Olimpiadi (15), propone sullo sfondo una alquanto improbabile stella a 5 punte forma più vicina ai simboli sovietici che alle stelle di precipitazione.

SPORT E NEVE

Ricche di stelle sono invece alcune emissioni di francobolli che ritraggono le discipline sportive che si possono praticare sulla neve.
Una pista di cristalli di neve, con alcune stelle non proprio di neve (a cinque punte) su questo foglietto emesso dalle Poste dell'Unione Sovietica (16), assieme ad altri 5 valori, in occasione dei Giochi Olimpici Invernali di Lake Placid del 1980.
Cristalli tozzi per alcune discipline sportive in due serie della Polonia: le Universiadi del 1954 (17) e i "50 anni dello sci nazionale" del 1957 (18).
Nel 1971 l'URSS, in occasione dei giochi invernali, non sbaglia e le stelle ritornano a 6 punte (19). Una serie di cristalli di neve contorna un foglietto del Giappone emesso in occasione delle Olimpiadi Invernali di Sapporo del 1972 (20).
Il ghiaccio sul quale si praticano diverse due delle 3 discipline sportive rappresentate si forma per solidificazione dell'acqua e non per cristallizzazione della stessa.
Sport e stelle infine per la Corea in occasione delle Universiadi invernali del 1997 (21).

NEVE E VALANGHE

I cristalli di neve, belli e affascinanti, calpestati mille volte e sfruttati per gli sport invernali, a volte si ribellano e scendono violentemente a valle.
Occorre andare indietro fino al 1954 in Austria per trovare un francobollo che ricordi, purtroppo, delle valanghe.
Per raccogliere fondi a favore delle vittime da valanga di alcuni paesi del Vorarlberg (102 morti di cui 31 bambini sotto i 14 anni), le Poste dell'Austria stamparono un francobollo da 1S con sovra prezzo di 20 g (22).
Per trovare dell'altro materiale occorre dare uno sguardo alla "marcofilatelia" (molto ricca di cristalli): per ricordare le valanghe del 1951 a Livigno è stato realizzato un annullo manuale utilizzato nella sola giornata dal 21 gennaio 2001 con raffigurata una valanga che travolge degli alberi al margine del paese.

CONCLUSIONI

Scrutando le varie emissioni mondiali di francobolli si scopre che l'abbinamento francobolli – cristallo di neve non è inusuale, ma strettamente legato ad alcune tematiche generali come le Olimpiadi e gli Sport Invernali. Tuttavia la neve e il manto nevoso hanno anche molti altri aspetti che non vengono trattati se non in serie dedicate al turismo e a volte a episodi drammatici.
Nelle esposizioni filateliche si è cercato di far capire al pubblico il mondo della neve attraverso i dentelli, anche con il poco materiale a disposizione.
La raccolta non è sicuramente completa e l'autore ringrazia tutti colori che potranno fornire delle segnalazioni di altre emissioni.

5

6

7

8

9

10

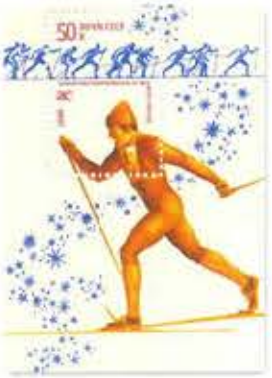
12

11

13

14

15



16

17

18

19

20

21

22

23

Le dimensioni dei francobolli non sono originali

DENDROCRONOLOGIA e FITOSOCIOLOGIA

Un diverso approccio per lo studio delle valanghe

Manuela Pelfini,
Maurizio Santilli
Dipartimento di Scienze della Terra,
Sezione di Geologia e Paleontologia,
Università degli Studi di Milano,

Marco Caccianiga,
Federica Gironi
Dipartimento di Biologia,
Sezione di Botanica Sistematica,
Università degli Studi di Milano

La vegetazione nelle nostre regioni costituisce un archivio di dati sulle variazioni climatiche ed ambientali dettagliato e puntiforme. In generale, la capacità delle piante di reagire agli stimoli esterni e di registrarli, fa sì che dallo studio delle comunità vegetali, delle forme, del portamento e degli anelli di accrescimento degli alberi, nonché delle variazioni dei limiti della vegetazione arborea si possano ricavare informazioni sulla storia climatica recente e su diversi processi geomorfologici che caratterizzano i versanti alpini.

Uno dei fenomeni più interessanti, anche per le implicazioni che può avere nelle aree antropizzate o frequentate dal punto di vista turistico, è costituito dalle valanghe, la cui frequenza ed intensità sono strettamente collegate alle condizioni meteorologiche e all'andamento generale del clima. Ne deriva pertanto l'importanza di riconoscere l'evoluzione del fenomeno valanghivo nel tempo, evidenziando la sua correlazione con altri processi clima-dipendenti quali, ad esempio, le variazioni dei ghiacciai e le colate di detrito (*debris flows*). Se lo studio delle valanghe e della loro prevenzione costituisce oggetto di ricerche consolidate da tempo, le ricerche sulla vegetazione arborea e sulle comunità vegetali, quali indicatori del fenomeno valanghivo, è stato finora piuttosto trascurato.

Fig.2

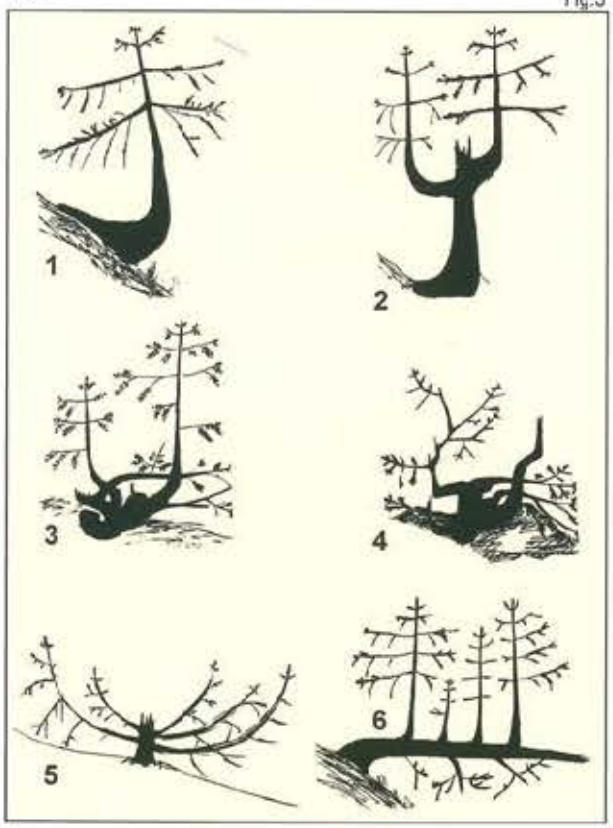


Fig.3

Fig 2: aggruppamento a megaforbie: in primo piano un aconito napello.
Fig 3: forme di crescita anomale (da Schweingruber 1995, modificato): 1 "a sciabola"; 2 "a candelabro"; 3-4-5 forme arbustive dovute a forti danni; 6 "ad arpa".
Fig 4: alberi abbattuti dal passaggio di una valanga in Valle del Gallo (SO)
Fig 5: cicatrice d'abrasione sul fusto di un pino montano.

L'EFFETTO DELLE VALANGHE SULLA VEGETAZIONE

Le valanghe sono spesso in grado di imprimere un aspetto caratteristico ai versanti vallivi, sui quali tendono ad aprire percorsi entro le aree boschive, o a formare i caratteristici coni di valanga incisi dai cosiddetti "*corridoi di valanga*", solchi preferenziali dello scorrimento della neve e dell'acqua di fusione (foto pg.11 fig.1). Spesso i coni di deiezione alla base dei valloni e delle incisioni in roccia hanno una genesi complessa in quanto vengono costruiti sia per opera di acque correnti, sia da processi di frane per colata (*debris flows*) ed infine sono battuti quasi annualmente dalle valanghe primaverili in grado anch'esse di contribuire al modellamento del paesaggio.

Questo tipico ambiente, soggetto ad intenso disturbo, è colonizzato da un mosaico di vegetazioni ben adattate: nel solco centrale interessato con maggior frequenza dalle valanghe si trovano aggruppamenti erbacei discontinui; nelle zone adiacenti spesso lussureggia una vegetazione ad alte erbe (*megaforbie*) (fig. 2) legate alla disponibilità di acqua e di nutrienti concentrati lungo i percorsi delle valanghe, dove gli impenetrabili arbusteti ad ontano verde resistono alla pressione della neve grazie alla flessibilità dei fusti. Solo ai margini dell'area valanghiva, dove la frequenza degli eventi è minore, la vegetazione propria della quota (boschi di conifere, arbusteti ad ericacee o tundra nana) riprende il sopravvento. La vegetazione arborea presenta però spesso forme peculiari, modellate dall'impatto della neve o dal soffio della valanga. A volte i danni sono letali, ma spesso gli alberi riescono a sopravvivere ed assumono portamenti caratteristici (fig. 3).

LA DATAZIONE E LA VALUTAZIONE DELLA FREQUENZA DELLE VALANGHE

Gli effetti delle valanghe sugli alberi dipendono da numerosi fattori, tra cui la specie, la topografia, la situazione geomorfologica, la dimensione della valanga, il tipo di neve e infine anche dalla presenza di detriti, ghiaccio, tronchi ecc. inclusi nella massa nevosa in movimento. Questi ultimi possono provocare ferite, piegare o spezzare i fusti e i rami, se non addirittura sradicare parzialmente o completamente gli alberi. Sono proprio i danni individuabili sugli alberi, che possono essere utilizzati per studiare e datare gli eventi che li hanno provocati (fig. 4-5).

Tra i tipi di danno più comune-

Fig.4

mente analizzati vi sono le *cicatrici* e il *legno di reazione*. Le cicatrici si formano quando l'impatto della valanga, o del materiale inglobato nella massa nevosa, asporta la corteccia lasciando una parte di fusto non protetta (fig.5); il legno di reazione invece si forma per permettere alle piante che sono state piegate dall'urto di recuperare la posizione verticale (per le conifere si parla, in particolare, di *legno di compressione*) (fig. 6). Con l'utilizzo della *dendrocronologia*, mediante semplice conteggio degli anelli di crescita annuale su piante vive, è possibile attribuire l'esatto anno calendario alle cicatrici o allo sviluppo del legno di reazione. Talora il danno viene registrato con una brusca riduzione dello spessore anulare negli alberi sopravvissuti se la massa nevosa ha comunque disturbato la crescita, oppure con un aumento dello spessore per gli alberi ubicati al margine dell'area colpita. Questi, infatti, dopo il passaggio della valanga, si trovano a godere di una maggiore disponibilità di luce grazie all'abbattimento delle piante vicine.

La datazione di tronchi morti o di eventi in essi registrati richiede tecniche dendrocronologiche più sofisticate (metodi matematici e statistici) che prevedono la costruzione di curve di crescita per ogni singolo albero, databili confrontandole con una cronologia di riferimento costruita per la medesima zona tramite "datazione incrociata" (*cross-dating*). A volte eventi violenti antichi che hanno distrutto porzioni di bosco possono essere datati in base all'età della popolazione di alberi che ha ricolonizzato l'area.

La *fitosociologia* consente invece di studiare la vegetazione nel suo complesso, includendo quindi anche le comunità vegetali erbacee. Integrando metodologie diverse è possibile delineare pertanto un quadro ambientale preciso di un territorio soggetto alle valanghe.

L'ESEMPIO DELLA VAL ZEBRÙ

Uno studio campione è stato realizzato in Val Zebrù (SO), lungo il versante vallivo sinistro, battuto quasi annualmente da valanghe, soprattutto primaverili, caratterizzate da neve umida, pesante e con un notevole effetto geomorfologico. Su tredici aree campione sono stati analizzati sia i dati dendrocronologici, sia le comunità vegetali. Le aree esaminate presentano caratteristiche morfologiche e vegetazionali non uniformi, poiché differiscono per topografia, dimensioni del bacino di accumulo della neve e copertura arborea ed arbustiva e sono costituite da coni di deiezione, porzioni di versanti vallivi e canaloni di valanga.

Fig.5

La dendrocronologia

Definizione	La *dendrocronologia* è la scienza che studia l'accrescimento delle piante arboree nel tempo, le modalità con cui questo avviene ed i fattori che lo influenzano. Gli anelli di accrescimento che si formano di anno in anno nel fusto dipendono strettamente dalle condizioni climatiche ed ambientali in cui la pianta si sviluppa, e sono pertanto registrate nella sequenza anulare stessa.
Campionamento	I campioni di legno sono costituiti da stretti cilindri (*carote*) prelevati mediante un apposito *carotiere* (*Succhiello di Pressler*) senza che l'albero subisca alcun danno.
Analisi dei campioni	Secondo gli obiettivi della ricerca, è possibile determinare semplicemente l'età degli alberi, oppure, ad esempio, datare anelli particolari o tronchi morti, studiare i rapporti con i fattori ambientali e climatici, mediare con opportune tecniche statistiche curve di diversi alberi in un'unica *cronologia*. Le curve dendrocronologiche relative a singoli individui vengono costruite misurando lo spessore degli anelli di accrescimento.
Cross-dating	Il *cross-dating* permette di stabilire le concordanze tra le ampiezze anulari di campioni diversi, collocando esattamente nel tempo ciascun anello e individuando eventuali *falsi anelli* o *anelli mancanti*.

La fitosociologia

Definizione	La *fitosociologia* è la scienza che studia le comunità vegetali (boschi, prati, arbusteti) analizzandone la composizione floristica, cioè tutte le specie vegetali che le costituiscono.
Rilievo fitosociologico	Attraverso il *rilievo fitosociologico* si ottiene un elenco completo delle specie vegetali presenti in un dato ambiente e ne viene stimata l'abbondanza, intesa come percentuale di copertura al suolo. Assumendo che a parità di condizioni ambientali la stessa composizione di specie si ripeta in modo prevedibile, è possibile individuare delle comunità vegetali ricorrenti e dedurre le condizioni ambientali che le hanno determinate.

Analisi dendrocronologica

L'analisi dei dati dendrocronologici degli oltre 500 campioni di larice prelevati da alberi opportunamente ubicati sulla carta topografica, ha consentito di datare numerose valanghe e di determinarne la frequenza, mettendo inoltre in evidenza le traiettorie preferenziali delle masse nevose nonché le zone più colpite dai singoli eventi (fig. 7).

Buona parte dei dati è stata ricavata da alberi abbastanza giova-

Fig 6: sezione di fusto di pino montano mostrante legno di compressione (più scuro in basso) e cicatrice (in alto).

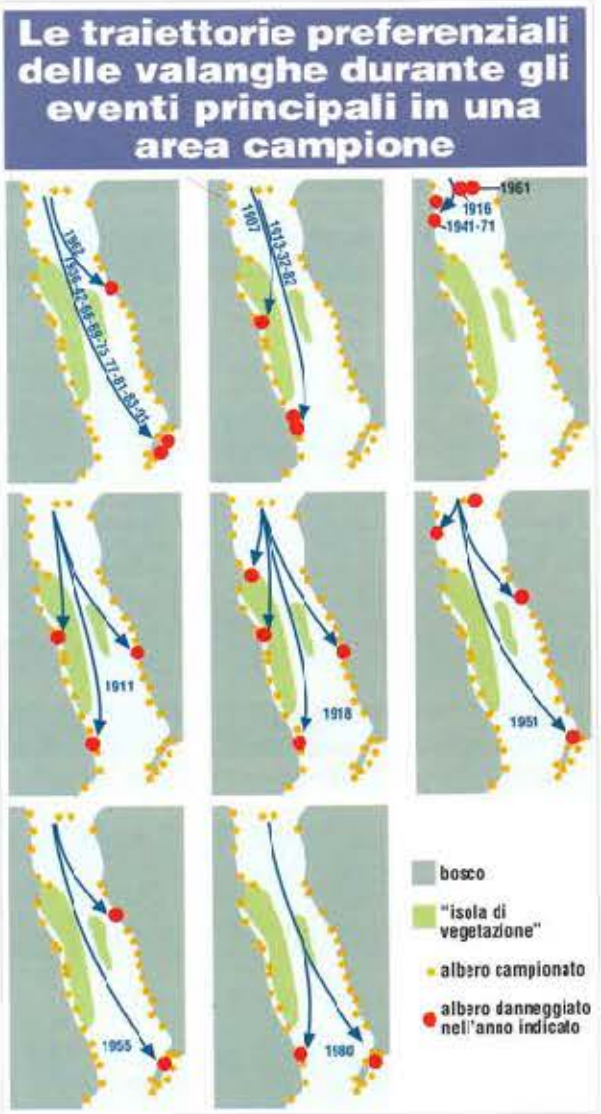


Fig.7

ni i cui fusti possono più facilmente piegarsi; tuttavia gli eventi più intensi e diffusi sono stati registrati dalle piante indipendentemente dall'età.

L'analisi complessiva dei dati ha evidenziato una concentrazione degli eventi nel secondo decennio del XX secolo, intorno agli anni '50 e tra gli anni '70 ed '80. Questi intervalli di maggiore intensità e frequenza delle valanghe corrispondono in parte alle note fasi di avanzata dei ghiacciai alpini verificatesi nel primo ventennio del XX secolo e negli anni '80 dello stesso.

Il confronto dei dati di precipitazione registrati dalla stazione di Santa Caterina Valfurva (SO) (fig.8) mostra un'interessante correlazione con gli eventi valanghivi più significativi. Le annate caratterizzate da valanghe cadute in oltre la metà delle aree indagate, coincidono con i massimi marcati nella curva delle precipitazioni cumulate del semestre Ottobre-Marzo. Va comunque ricordato che le valanghe sono determinate da situazioni meteorologiche che coinvolgono anche il rapido innalzamento della temperatura e non solo la quantità di precipitazioni solide.

Comunità vegetali

Il complesso di comunità vegetali legate alle valanghe si è rivelato piuttosto articolato. L'acqua di fusione esercita un ruolo fondamentale, determinando la presenza di comunità discontinue su substrato subaffiorante, dominate da specie litofile come *Rumex scutatus* o *Saxifraga aizoides* (fig.9). Queste comunità hanno uno sviluppo molto ridotto e sono strettamente limitate al solco interessato dallo scorrimento della valanga e delle acque di fusione. Molto frequentemente, soprattutto nei canaloni del tratto inferiore della Val Zebrù, la vegetazione litofila sfuma lateralmente in vegetazioni erbacee, assimilabili a pascoli piuttosto umidi e ricchi. Questi subiscono probabilmente sia l'influenza delle valanghe sia quella del pascolamento domestico e selvatico.

I complessi a megaforbie occupano spesso la zona di passaggio tra il solco centrale e le vegetazioni erbacee, o tra queste e gli arbusteti a ontano verde. Sono caratterizzati da specie di grande taglia come *Aconitum spp.*, *Peucedanum ostruthium*, *Veratrum album* e indicano spesso le aree a maggior accumulo di nutrienti e a microclima fresco e umido.

Le ontanete a ontano verde rappresentano l'ambiente più tipico dei canaloni di valanga, che talvolta arrivano a occupare anche la porzione centrale del canalone. Nella loro forma più comune

Fig.8

Tipologie di canaloni da valanga

Tipo A

Elevata pressione da pascolo. La massa di neve mobilitata ha avuto un impatto sulla vegetazione poco distruttivo, forse a causa della debole pendenza del conoide.

Tipo B

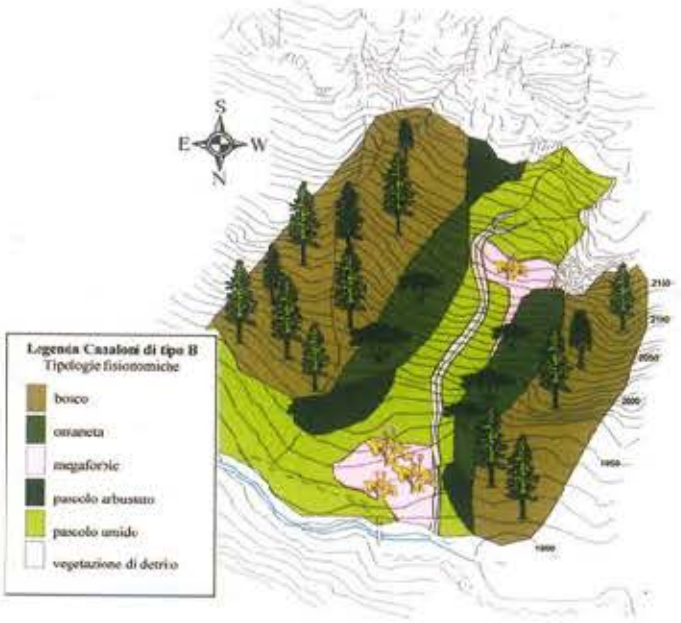
Canaloni ubicati principalmente nella parte bassa della valle con grandi bacini idrografici, forti pendenze; prevalenza di vegetazioni tendenzialmente legate a una buona disponibilità idrica. (ontanete, megaforbie, pascoli umidi, praterie arbustate e vegetazioni di detrito). La vegetazione indica disturbo piuttosto frequente, distribuito lungo tutto il canale, e prolungata permanenza della neve. Ciò determina intenso ristagno di acqua e nutrienti al suolo.)

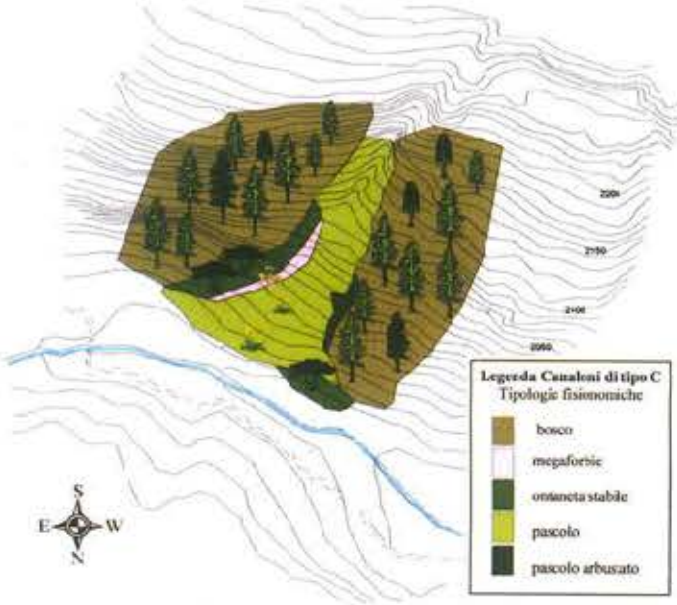
Tipo C

Le tipologie fisionomiche meglio rappresentate indicano una maggiore stabilità, dimostrata da stadi più evoluti (ontanete stabili, megaforbie, pascoli e pascoli arbustati). Disturbo meno frequente e sicuramente meno distruttivo, situazione che risulta favorevole all'ingresso di specie più competitive, che nel tipo B erano distrutte dal disturbo meccanico dovuto alla valanga. Scomparsa dell'ontaneta a megaforbie. La struttura della componente erbacea indica un minore apporto di detriti, che permette al suolo di evolvere fino a condizioni ottimali. La presenza di conoidi al piede permette però un maggior pascolamento, che rende difficile l'ingresso del bosco.

Tipo D

Le tipologie fisionomiche tendenzialmente più xeriche delle precedenti sembrano indicare un maggior grado di stabilità (pascolo arbustato, rodoreto a ginepro, vegetazione di ricolonizzazione, pascoli umidi, vegetazione di detrito). Il disturbo appare sempre più circoscritto verso il corridoio centrale, che permette al rododendro di rientrare dai lati verso l'interno del canale. L'ulteriore diminuizione della pressione di pascolo rispetto al tipo precedente è testimoniata dall'abbondanza di tipologie arbustive.





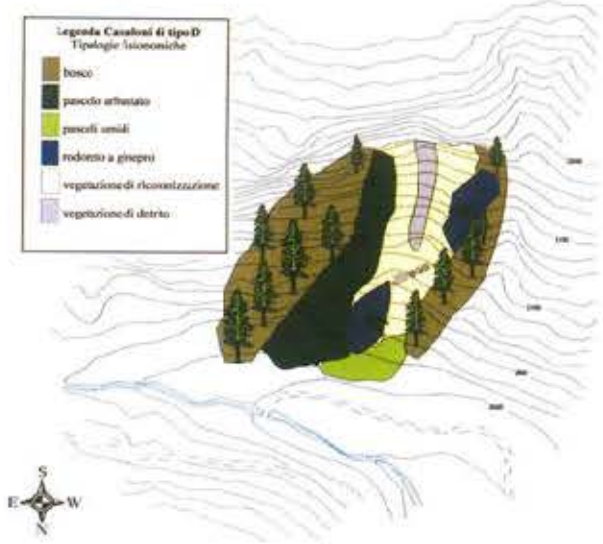


Fig 9: comunità vegetale litofila su un substrato incoerente.

presentano un sottobosco a megaforbie, ma spesso in Val Zebrù hanno un sottobosco tipico dei boschi di conifere circostanti, ad indicare una situazione di disturbo saltuario e, probabilmente, un disboscamento antropico (fig. 10).

Lo studio delle associazioni vegetali ha permesso di riconoscere alcune tipologie di canalone di valanga caratterizzate da una presenza e una disposizione ricorrenti delle associazioni stesse. Queste tipologie possono essere correlate alla localizzazione nella valle, alla morfologia, alla diversa ricorrenza e intensità delle valanghe, consentendo quindi una sorta di classificazione dei percorsi delle valanghe su base vegetazionale. Sono state individuate quattro tipologie di canalone presentate a pagina 15.

DISCUSSIONE

L'analisi integrata di dendrocronologia e fitosociologia fornisce un utile contributo per lo studio del fenomeno valanghivo. Nel primo caso è possibile ottenere datazioni degli eventi principali che a loro volta permettono di delineare un quadro delle tendenze climatiche e dei processi ad esse correlati. Nel caso delle indagini fitosociologiche, dall'osservazione dell'ecologia e della distribuzione delle varie tipologie, emerge un'indicazione del tipo e della frequenza di disturbo a cui esse sono soggette. La forte dinamicità che caratterizza le associazioni vegetali di zone soggette a disturbo presenta, infatti, l'indubbio vantaggio di fornire una vasta gamma di gradienti sia spaziali, sia temporali, sia, se correttamente interpretati, permettono di ricostruire con buona approssimazione la storia di un determinato luogo. Dal confronto con i risultati dell'analisi dendrocronologica emerge la maggior precisione spaziale della risposta della vegetazione che, anche se non fornisce date puntuali, descrive in modo preciso la dinamica della zona interna al canalone, non accessibile all'analisi dendrocronologica; quest'ultima registra, infatti, solamente quegli eventi di entità eccezionale, che investono tutto il canalone fino al margine del bosco con intensità sufficiente a danneggiare gli alberi o deviarli dalla verticale.

L'integrazione dei due metodi permette quindi di correlare dati spaziali e temporali, per giungere ad una migliore lettura dell'evoluzione delle zone soggette a valanghe. Alla luce del presente studio si delinea la prospettiva di ampliare l'analisi dei fattori considerati ad altre zone geografiche, al fine di contribuire alla valutazione del tipo di disturbo in zone a rischio di valanga.

Fig 10: ontaneta la cui origine è probabilmente legata al disboscamento antropico: ne è testimone l'abbondanza di *Rubus idaeus* (lampone), in primo piano.

Bibliografia

AA. VV. (1992) – *Carta di localizzazione probabile delle valanghe, comuni di Bormio e Valfurva (provincia di Sondrio)* – Regione Lombardia, Settore Energia e Protezione Civile (Centro Nivometeorologico) e Settore Presidenza (Ufficio Informazioni Territoriali e Cartografia).

BURROWS, C.J., BURROWS, V.L. (1976) – *Procedures for the study of snow avalanche chronology using growth layers of woody plants.* Institute of Arctic and Alpine Research Occasional Paper No. 23, pp. 54.

COOK E.R. & KAIRIUKSTIS L.A., eds. (1990) – *Methods of dendrochronology. Applications in the environmental sciences.* Kluwer Academic Publisher, International Institute for Applied System Analysis, Dordrecht, pp. 394.

ERSCHBAMER B. (1989) – *Vegetation on avalanche paths in the Alps* – Vegetatio 80: 139-146, 1989.

GIRONI F. (2000) – *La vegetazione dei canaloni di valanga della Val Zebrù (Parco Nazionale dello Stelvio).* Tesi di Laurea in Scienze Naturali, Facoltà di Scienze MM.FFNN., Università degli Studi di Milano, Relatore C. Andreis, A.A. 1999-2000.

PELFINI M. & DIOLAIUTI G. (2000) – *Avalanches variability analised by Dendrogeomorphology: the example of Val Zebrù (Ortles-Cevedale Group, Italian Alps).* 4th Alpine Glaciological Meeting, Trento (Italy, 23-24 March 2000).

PELFINI M. & OROMBELLI G. (1997) – *Variazioni recenti dell'Ambiente Alpino registrate nelle serie di anelli di accrescimento delle conifere. Applicazioni della Dendrogeomorfologia.* Acqua e Aria, 8, pp. 103-110.

PITTF & CODOGNO M. (1977) - *Fitosociologia ed ecologia delle ontanete subalpine* - Actes du deuxieme Colloque Ecologie et biogeografie alpines II. La Thuile 6/7 Septembre 1997.

SCHWEINGRUBER F.H. (1996) – *Tree Rings and Environment. Dendroecology.* Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research, WSL/FNP, Haupt, Birmensdorf, pp. 609.

VAN DER MAAREL E. (1979) – *Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity* – Vegetatio 39 (2): 97-114.

Ringraziamenti

Lavoro svolto con il contributo Murst 40% 1999 Responsabile nazionale Prof. M. Panizza, Responsabile locale Prof. G. Orombelli, e Murst 40% 2000 Responsabile nazionale Prof. R. Terranova, Responsabile locale M. Pelfini.

Gli autori ringraziano il dott. R. Radin e la dott. G. Diolaiuti per aver fornito dati utili al presente lavoro, il Consorzio del Parco Nazionale dello Stelvio ed il Corpo Forestale dello Stato per aver autorizzato le ricerche.

La scorsa stagione invernale l'AINEVA ha presentato l'opuscolo ***La Neve*** quale sussidio per comprenderne la formazione ed i metamorfismi.
Ora propone

le Valanghe

Interamente redatto dai suoi tecnici del Gruppo Previsori Valanghe, si incentra sulle complesse dinamiche che regolano il manto nevoso al suolo, la classificazione delle valanghe, la gestione del pericolo, la prevenzione, l'autosoccorso ed il soccorso organizzato.
Piacevoli vignette illustrano alcuni preconcetti, o "false sicurezze", che spesso traggono in inganno i frequentatori del mondo della neve.

L'opuscolo è distribuito gratuitamente dall'A.I.Ne.Va. e può essere richiesto allegando 1,55 Euro in francobolli.

Due diversi modelli per nuove esigenze

LE SONDE PENETROMETRICHE DEL 2000

Mauro Valt, Renato Zasso e Anselmo Cagnati
ARPAV - Centro Valanghe di Arabba
Via Pradat 5, 32020 Arabba (BL)
Tel 0436 79227 fax 0436 79319
mauro.valt@sunrise.it

Flavio Berbenni
Centro Nivo-Meteorologico
Via Reverberi 2 - 23032 Bormio (SO)
Tel 0342 530362
nivometeo@regione.lombardia.it

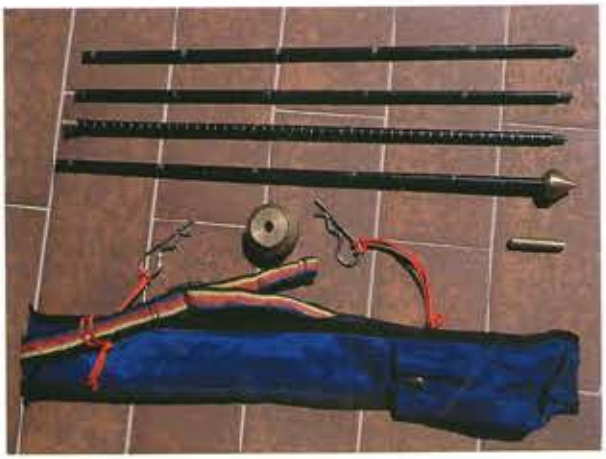
Per ovviare alle difficoltà di trasporto a spalla della sonda penetrometrica tradizionale sono utilizzate dai servizi valanghe italiani due diversi modelli di sonde. Il primo modello ricalca il modello classico ma è costituito da aste da 0.5 m, mentre il secondo è un modello nuovo, chiamato "sonda leggera". La sonda leggera ha un peso complessivo inferiore ai 15 Newton ed è stata studiata e realizzata per l'utilizzo nei campi nivometrici, in occasione di gite sci alpinistiche e lunghi movimenti sulla neve.

INTRODUZIONE

L'esecuzione di prove penetrometriche e stratigrafiche al di fuori dei tradizionali campi neve in piano ha sempre riscontrato una certa riluttanza da parte dei rilevatori a causa delle ingombranti e pesanti attrezzature da portare a spalla.

Infatti il trasporto della sonda penetrometrica con aste da 1 m e del peso complessivo di 30 N (2 metri di aste più la massa battente), nell'apposita sacca a tracolla o alla meglio nello zaino, è sempre stato difficoltoso specie nei movimenti sulla neve utilizzando gli sci. L'ingombro dato soprattutto dalla lunghezza delle aste determina delle oggettive difficoltà nell'imbarco di elicotteri, seggiovie, cabinovie e funivie e anche il pericolo, in caso di bruschi e improvvisi movimenti da parte del rilevatore, di accidentali contusioni con le persone vicine.

Sempre la precarietà della sistemazione a spalla della sonda determina, al rilevatore munito di sci, una li-



A pag 13: particolare della massa battente e della rondella di fermo.

A pag 19: primi prototipi di sonda leggera, a destra il modello finale.

mitazione dei movimenti, una insicura sciata specie in condizioni di piste dure o ghiacciate o affollate da sciatori.

Altri elementi che hanno spinto gli Uffici Valanghe a ricercare delle soluzioni alternative alla sonda tradizionale sono stati la necessità di disporre di dati sulle caratteristiche fisiche meccaniche del manto nevoso lungo itinerari di sci alpinismo, per consentire la realizzazione di bollettini valanghe più affinati o prodotti specifici (es. Bollettini di analisi) e la necessità di ridurre i rischi dovuti proprio al trasporto della sonda, ai fini di adempiere ai documenti sulla sicurezza realizzati dopo l'entrata in vigore del Decreto Legislativo 626/94.

In questo contesto generale sono state realizzate una sonda penetrometrica dal peso ridotto per facilitare il trasporto nello zaino e ed è stato ripreso l'uso della sonda penetrometrica tradizionale con aste da 0.5 m, modello già presente sul mercato da alcuni anni, ma poco utilizzato.

LA SONDA PENETROMETRICA DAL PESO RIDOTTO

I primi tentativi

Agli inizi degli ani '90 sono stati intrapresi in Italia alcuni studi per realizzare una sonda penetrometrica dal peso proporzionalmente inferiore al modello originale, con un rapporto circa di 1 a 5. Nell'autunno 1990 con la collaborazione dalle officine di Matterello della Provincia Autonoma di Trento, è stata realizzata una prima sonda in lega leggera dal peso complessivo di 10 N e con 2 metri di aste.

Questo modello, dopo una breve sperimentazione in campo è stato abbandonato, in quanto il materiale impiegato non era sufficientemente rigido e determinava un elevato momento flettente alle aste e un rapido deterioramento delle filettature di giunzione delle stesse.

Nel frattempo anche una ditta privata realizzava un modello simile, più rigido e con alcuni accorgimenti tecnici interessanti.

E' nata quindi, fra la ditta e l'AINEVA una collaborazione per lo sviluppo di un nuovo modello dove i tecnici AINEVA provvedevano alla sperimentazione in campo e alla realizzazione delle nuove specifiche tecniche, mentre la ditta realizzava i nuovi componenti e commercializzava, alla fine della sperimentazione, la nuova sonda.

La sonda "leggera"

La versione finale della sonda leggera è stata definitivamente realizzata nell'autunno del 1991.

E' stata realizzata utilizzando un materiale più rigido, colorata di nero con scala graduata in cm, puntale e massa battente in ottone per un peso complessivo, comprensivo della sacca di alloggiamento, di 13 N.

Le aste, di lunghezza di 0.5 m, pesano circa 2 N/m, sono filettate agli estremi e per facilitare la loro giunzione, sono stati realizzati due piccoli fori orizzontali alle estremità, nei quali inserire degli appositi ferri in modo da poter agire a contrasto per serrare o aprire le giunzioni filettate. Questa soluzione, assieme ad una filettatura più precisa, ha permesso di eliminare gran parte dei problemi legati all'elevato momento flettente del primo prototipo.

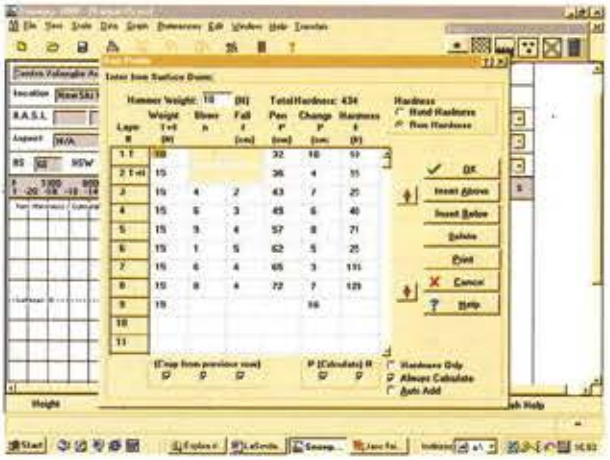
Il puntale della sonda non è sclidale con una asta, ma viene fissato anche esso per mezzo di un giunto filettato.
La determinazione delle misure e del peso del puntale ha richiesto molte prove in campo. Inizialmente sono stati provati diversi puntali leggeri, in alluminio, dal diverso diametro e angolo incidente la neve. Alla fine è stato scelto un puntale di ottone, del peso di 1,5 N, dal diametro di 30 mm e con un angolo incidente la neve di 70° leggermente superiore a quello della sonda tradizionale di 60°. Questo accorgimento ha determinato nella sonda, un peso concentrato in punta e non distribuito uniformemente lungo la lunghezza, ma ha permesso di aumentare la verticalità di penetrazione della sonda nella neve.
La massa battente, o martello, è stata realizzata in ottone, con un peso di 4,5 N uguale al primo metro della sonda pronta per il rilievo. Per trasmettere il lavoro dato dalla caduta della massa battente al sistema di aste, è stata realizzata una apposita rondella da inserire fra le aste all'altezza di 1 o 2 m, per fermare la caduta del martello.
Le varie soluzioni tecniche adottate hanno permesso di realizzare una sonda leggera in cui non sono più rispettate le proporzioni con il modello tradizionale, ma con buoni risultati per quanto riguarda gli andamenti dei profili delle durezze ricavati. Il dato comparativo più vicino per le due sonde riguarda la pressione di punta che, nella sonda leggera è solo il 10% inferiore a quella tradizionale per quanto riguarda il primo metro di aste, ma è del 25% inferiore con due metri di aste. Occorre precisare che anche i pesi della sonda tradizionale sono del tutto convenzionali, basti pensare che quando la neve ha uno spessore di 1 metro si utilizza una sonda dal peso di circa 10 N e un martello dal peso uguale, mentre, quando si indaga un manto nevoso con spessore fra 1 e 2 metri si utilizza una sonda dal peso di circa 20 N e, di norma, un martello da 10 N.

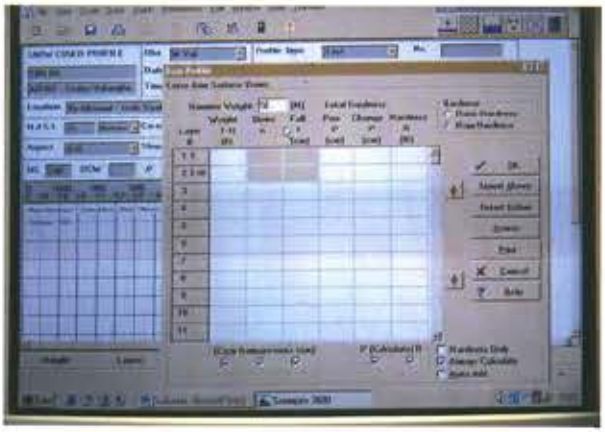
I test comparativi

In questi anni sono stati eseguiti più di un centinaio di prove comparative fra la sonda penetrometrica classica e la sonda leggera. I test sono stati fatti eseguendo le prove in successione ad una distanza massima di 50 cm e con vari tipi di neve. I risultati ottenuti sono stati più che soddisfacenti come si può vedere negli allegati profili.
Delle piccole differenze sugli andamenti delle durezze sono sempre state osservate: in presenza di strati estremamente soffici la nuova sonda riesce ad individuare meglio i livelli di separazione degli strati, mentre una certa difficoltà alla penetrazione della neve è stata riscontrata in presenza di strati estremamente compatti da vento.

LA SONDA TRADIZIONALE CON ASTE DA 0.5 METRI

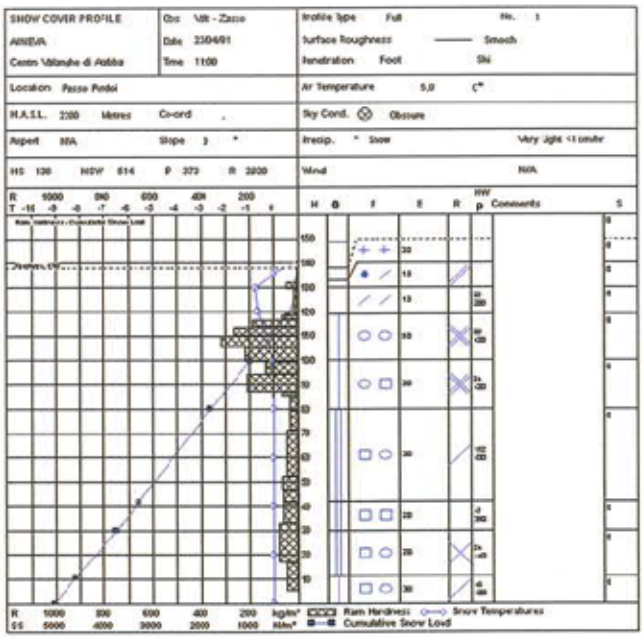
La sonda leggera è stata accolta favorevolmente dai rilevatori sia per il poco ingombro e il facile alloggiamento all'interno dello zaino, sia per il peso ridotto che ha consentito il suo trasporto con poco aggravio fisico del rilevatore, anche lungo gite sci alpinistiche.
Tuttavia è rimasto il problema della sua validità e confrontabilità con il modello tradizionale in ambiente scientifico.
Per facilitare il trasporto e per garantire una maggior sicurezza al rilevatore è stato ripreso l'utilizzo della sonda penetrometrica tradizionale formata da aste lunghe 0.5 m.
L'utilizzo di queste aste non è del tutto nuovo in quanto sul mercato sono già presenti alcuni modelli i cui pesi/metro però non sono omogenei.
La collaborazione fra il Centro Valanghe di Arabba e una ditta privata ha permesso di realizzare una sonda con aste da 0.5 m di lunghezza e dal peso uniforme di 10 N/m anche nell'asta munita di puntale fisso. Inoltre per facilitare il trasporto e ridurre conseguentemente l'ingombro, l'asta di lancio è stata ridotta a 0.5 m, al posto degli abituali 0.6 m.
Innesti di tipo tradizionale a baionetta o a sfera sono stati utilizzati

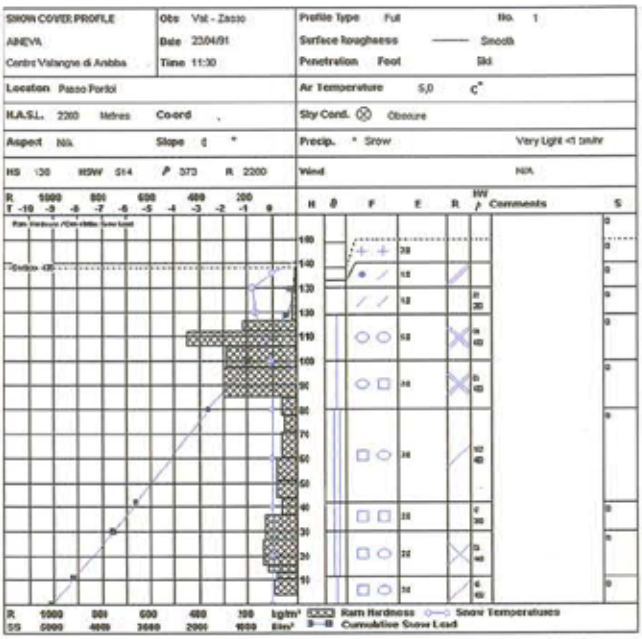


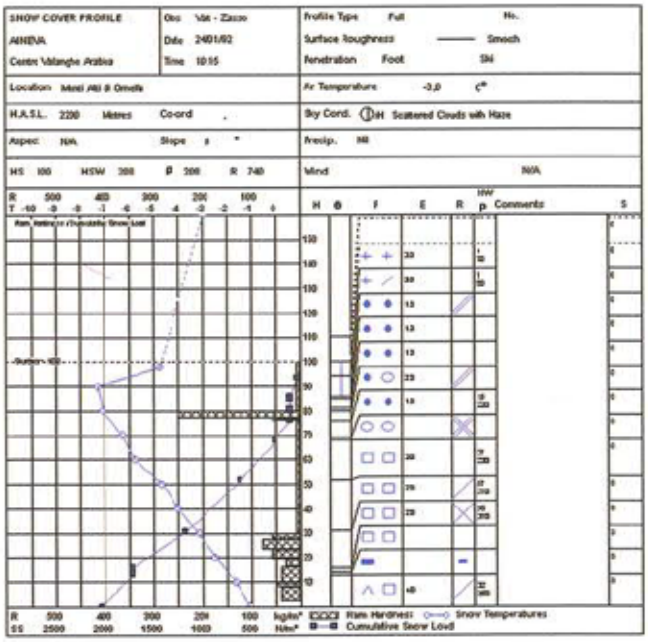


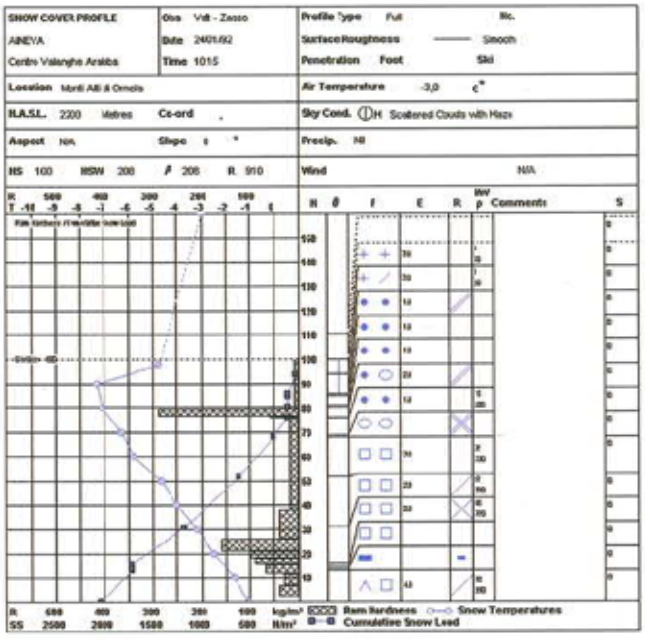
Sopra: sonda tradizionale con aste da 0,5 m di lunghezza; particolari del software Snow Pro 2000 che consente il calcolo dell'indice di durezza.

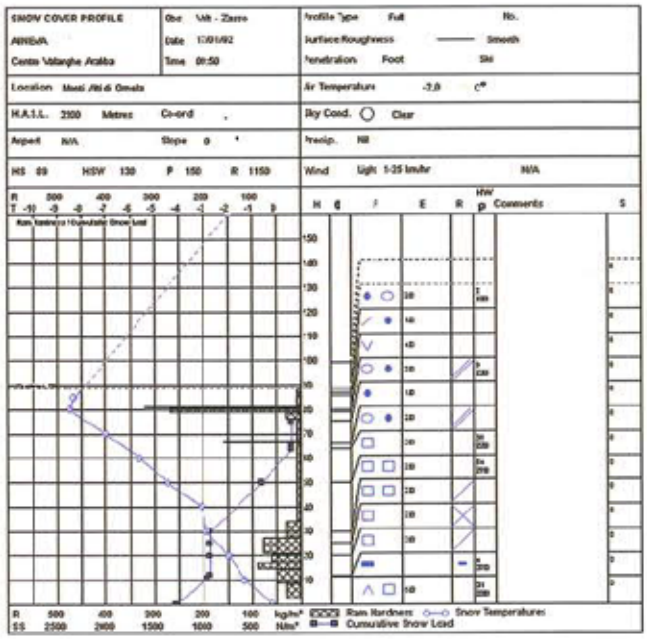
Nella pagina a fronte: puntali di prova, a sinistra la rondella; masse battenti di diverso tipo; particolari di sonda leggera con i ferri per serrare le aste e la sacca.

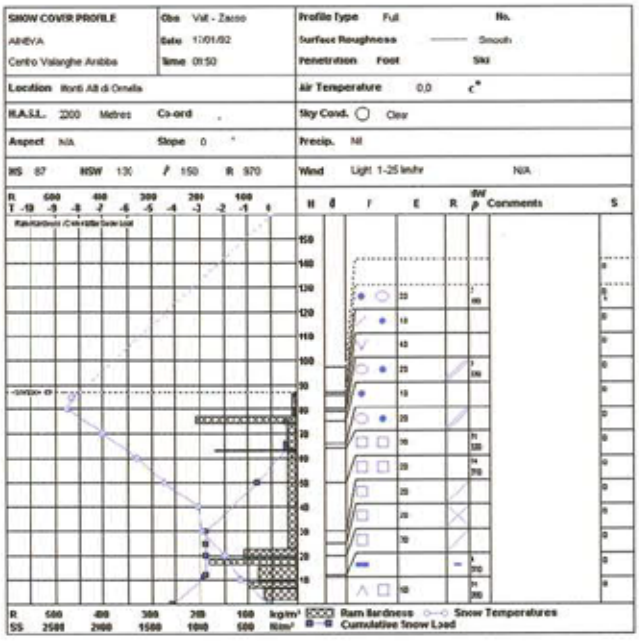

SNOW COVER PROFILE
ANEVA
Centro Valanghe di Arabba
Obs Valt - Zasso
Date 23/04/91
Time 11:00
Location Passo Pordoi
H.A.S.L. 2200 Metres Co-ord
Aspect N/A Slope 3 °
HS 130 HSW 614 P 373 R 2200
Profile Type Full No. 1
Surface Roughness Smooth
Penetration Foot Ski
Air Temperature 5,0 C°
Sky Cond. Obscure
Precip. Snow Very Light <1 cm/hr
Wind N/A
Ram Hardness Snow Temperatures
Cumulative Snow Load


SNOW COVER PROFILE
ANEVA
Centro Valanghe di Arabba
Obs Valt - Zasso
Date 23/04/91
Time 11:30
Location Passo Pordoi
H.A.S.L. 2200 Metres Co-ord
Aspect N/A Slope 0 °
HS 130 HSW 614 P 373 R 2200
Profile Type Full No. 1
Surface Roughness Smooth
Penetration Foot Ski
Air Temperature 5,0 C°
Sky Cond. Obscure
Precip. Snow Very Light <1 cm/hr
Wind N/A
Ram Hardness Snow Temperatures
Cumulative Snow Load


SNOW COVER PROFILE
ANEVA
Centro Valanghe Arabba
Obs Valt - Zasso
Date 24/01/92
Time 10:15
Location Monti Alti di Ornella
H.A.S.L. 2200 Metres Co-ord
Aspect N/A Slope 0 °
HS 100 HSW 200 P 200 R 740
Profile Type Full No.
Surface Roughness Smooth
Penetration Foot Ski
Air Temperature -3,0 C°
Sky Cond. H Scattered Clouds with Haze
Precip. Nil
Wind N/A
Ram Hardness Snow Temperatures
Cumulative Snow Load


SNOW COVER PROFILE
ANEVA
Centro Valanghe Arabba
Obs Valt - Zasso
Date 24/01/92
Time 10:15
Location Monti Alti di Ornella
H.A.S.L. 2200 Metres Co-ord
Aspect N/A Slope 0 °
HS 100 HSW 200 P 200 R 910
Profile Type Full No.
Surface Roughness Smooth
Penetration Foot Ski
Air Temperature -3,0 C°
Sky Cond. H Scattered Clouds with Haze
Precip. Nil
Wind N/A
Ram Hardness Snow Temperatures
Cumulative Snow Load


SNOW COVER PROFILE
ANEVA
Centro Valanghe Arabba
Obs Valt - Zasso
Date 10/01/92
Time 09:50
Location Monti Alti di Ornella
H.A.S.L. 2200 Metres Co-ord
Aspect N/A Slope 0 °
HS 89 HSW 130 P 150 R 1150
Profile Type Full No.
Surface Roughness Smooth
Penetration Foot Ski
Air Temperature -3,0 C°
Sky Cond. Clear
Precip. Nil
Wind Light 1-25 km/hr N/A
Ram Hardness Snow Temperatures
Cumulative Snow Load


SNOW COVER PROFILE
ANEVA
Centro Valanghe Arabba
Obs Valt - Zasso
Date 10/01/92
Time 09:50
Location Monti Alti di Ornella
H.A.S.L. 2200 Metres Co-ord
Aspect N/A Slope 0 °
HS 87 HSW 130 P 150 R 970
Profile Type Full No.
Surface Roughness Smooth
Penetration Foot Ski
Air Temperature 0,0 C°
Sky Cond. Clear
Precip. Nil
Wind Light 1-25 km/hr N/A
Ram Hardness Snow Temperatures
Cumulative Snow Load

per unire le varie aste mentre i giunti guida sono stati realizzati in parte in materiale plastico.
Con questo tipo di sonda non sono stati fatti profili comparativi in quanto, una volta montata presenta le stesse caratteristiche tecniche della sonda tradizionale con aste da 1 m di lunghezza. Tuttavia la sua robustezza e affidabilità è stata testata in alcune campagne scientifiche in Antartite e Artide.

SOFTWARE PER LA VISUALIZZAZIONE DEI DATI

Gli indici di durezza del manto nevoso ricavati con le prove penetrometriche eseguite con le due sonde possono essere visualizzati con i software utilizzati sull'arco alpino italiano quali Yeti, Snow Pro 2.1 e il nuovo SnowPro 2000.Per quanto riguarda la sonda da 10N/m di peso con aste da 0.5 m, i dati sono inseriti nella stessa modalità della sonda avente aste da 1 m di lunghezza non essendoci differenze di peso.
Per quanto riguarda la sonda leggera occorre verificare che il software utilizzato consenta di variare il peso del martello e delle aste (differenti rispetto al modello tradizionale), per la determinazione dell'indice di durezza in modo da consentire l'inserimento diretto dei dati rilevati in campo e cioè: altezza di lancio della massa battente, numero di alzate e profondità di penetrazione della sonda. Se la variazione è possibile (Yeti e Snow Pro 2000), vengono impostati i nuovi valori e si procede all'inserimento dei dati come da normale procedura. Se ciò non è possibile (Snow Pro 2.1) occorre procedere al calcolo manuale utilizzando la formula classica (Roch A. 1980):

$$R=P*n*h*\Delta^{-1}+P+A$$

Dove R= indice di durezza,
P= Peso del martello in N,
n= numero di alzate,
h= altezza di lancio del martello in m,
Δ= affondamento sonda in m,
A=peso delle aste in N

Pertanto per le due sonde, il peso del martello P e delle aste A è:
• sonda leggera:
P= 4.5 N, A= 4.5N
• sonda con aste da 0.5 m e da10N/m:
P= 10, A= 10 N

La formula per il calcolo degli indici di durezza per la sonda leggera diventa:

$$R=0.45*n*h*\Delta^{-1}+0.45+0.45$$

CONCLUSIONI

L'introduzione delle sonde penetrometriche formate da aste da 0.5 m ha consentito di ridurre i rischi conseguenti a lesioni dirette in caso di caduta e indirette durante il trasporto con gli impianti di risalita (Regione del Veneto, 1999).
Inoltre l'ingombro ridotto della versione con i pesi standard (aste a 0.5 m e dal peso di 10 N/m) è stato particolarmente apprezzato per la facilità di alloggiamento, imbarco e sbarco dall'elicottero durante alcune campagne scientifiche in Antartide (Cagnati A., 1997; Valt M. e A.Cagnati, 2000). Il minor peso della sonda leggera (15 N circa con la sacca), ha permesso di ottenere dati sugli indici di durezza del manto nevoso anche lungo itinerari sci alpinistici impegnativi, in quanto il rilevatore non è stato più limitato, dal peso e dalle dimensioni del modello tradizionale, nell'affrontare salite e discese con gli sci e pelli di foca.
I due modelli di sonda sono utilizzati in modo diverso e mirato dagli Uffici Valanghe dell'Arco Alpino Italiano mentre sono utilizzati in maniera stabile dal Centro Valanghe di Arabba e dal Centro Nivometeorologico della Regione Lombardia.

Tabella comparativa

	Sonda tradizionale	Sonda leggera
Peso totale attrezzature (3 m con sacca)	42 N	1.3 N
Peso sonda per profilo 1 m di spessore neve	9.8N	4.4N
Peso sonda per profilo 2 m di spessore neve	19.6N	6.6N
Peso massa battente	9.8N	4.4N
Diametro puntale	0.06 m	0.03 m
Angolo incidente	60°	76°
Pressione di punta 1 m di aste	46.8 Pa	52 Pa
Pressione di punta 1 m di aste e martello	93.6 Pa	8.08
Pressione di punta 2 m di aste e martello	116.56 Pa	156.05 Pa

BIBLIOGRAFIA

CAGNATI, A. 1997. Some observations on snowpack features in northern Victoria Land, Antatctica. *In Internationl Conierence on Avalanches and Related Subjects, September 2-6, 1996 Kirovsk, Russia Proceedings*. Kirovsk, Murmansk, Production Association "Apatit", pag. 176-180

REGIONE VENETO 1999. La Valutazione dei Rischi e la tutela della sicurezza nei cantieri forestali. *Edizioni Papergraf* pag. 230

VALT M, A. CAGNATI. 2000 Neve e ghiaccio in Artartide. *Neve e valanghe*, 41, 46-53.

ROCH, A. 1980 Neve e Valanghe . *Club Alpino Italiano*, pag. 268

Ringraziamenti
Il presente lavoro è stato possibile grazie alla collaborazione delle ditte Gespi Neve, Obiettivo Neve e Asport's Equipments e al Gruppo dei Previsori Valanghe degli Uffici aderenti all'AINEVA.
Un particolare ringraziamento va a tutti gli osservatori nivologici per l'attiva collaborazione in campo.

L'attività delle Regioni, Regioni autonome e Province autonome associate A.I.NE.VA. nella diffusione delle informazioni riguardanti il pericolo di valanghe e le condizioni meteorologiche in montagna

Enrico Filaferro
Ufficio Valanghe
Direzione Regionale delle Foreste
Regione Autonoma - Friuli Venezia Giulia

LA PREVISIONE NIVOMETEO

Dai bollettini emessi una volta alla settimana al venerdì e diffusi solo attraverso lente telescriventi e gracchianti segreterie telefoniche, ai bollettini quotidiani diffusi in tempo reale via e-mail o internet, arricchiti da mappe o grafici: molto è cambiato dagli inizi degli anni '70 ad oggi nella diffusione delle informazioni riguardanti il pericolo di valanghe.

LA NASCITA DEI BOLLETTINI IN ITALIA

Sin dalla propria fondazione, avvenuta agli inizi degli anni '80, l'A.I.NE.VA. ha avuto, tra i propri compiti, quello di promuovere lo scambio di informazioni, notizie e dati concernenti la neve e le valanghe e quello di favorire l'adozione di mezzi e strumenti di informazione uniformi.

Dopo una prima fase, durante la quale le diverse strutture incaricate di curare la raccolta dei dati nivologici e la diffusione del bollettino valanghe utilizzarono schemi e metodologie *ereditati* da chi si era occupato in precedenza dell'argomento, si mise mano ad un processo di omogeneizzazione e di razionalizzazione nella raccolta e nella distribuzione delle informazioni.

Si rividero quindi le procedure per la raccolta dei dati, sia nivometeorologici giornalieri che penetrometrico-stratigrafici settimanali, rendendole uniformi e sfrondandole di alcune pesantezze. Venne anche realizzato un apposito software, opportunamente battezzato *Yeti*, per una veloce ed omogenea validazione, memorizzazione e visualizzazione dei dati raccolti.

Il passo successivo riguardò il risultato dell'analisi dei dati raccolti, il *bollettino valanghe*.

In considerazione del fatto che molte delle strutture incaricate della sua emissione, *in primis* il Centro sperimentale valanghe e difesa idrogeologica di Arabba, ma via via tutti gli altri, si erano dotati di una capacità previsionale autonoma per quanto riguardava

l'evoluzione delle condizioni meteorologiche, si decise di modificare la struttura del bollettino inserendovi anche alcune indicazioni meteorologiche.

STRUTTURAZIONE ED EMISSIONE DEI BOLLETTINI

Ulteriori miglioramenti hanno portato il bollettino alla strutturazione attuale: ad una prima parte, riguardante le condizioni presenti del manto nevoso che si conclude con una indicazione circa il grado attuale di pericolo, fa seguito una parte prettamente meteorolcgica con le previsioni per i due giorni successivi per quanto riguarda l'evoluzione del tempo, delle temperature, compreso lo zero termico, e del vento.
Sulla base delle condizioni del manto nevoso e dell'influsso che su di esso potrà avere l'evoluzione del tempo, si redige la terza parte, cvvero la previsione circa il pericolo di valanghe per le 48 o 72 ore successive.

Per quanto riguarda le previsioni meteo, in Lombardia, Trentino, Alto Adige e Veneto l'ufficio incaricato della previsione meteorologica è lo stesso che cura la previsione valanghe.
In Piemonte ed in Valle d'Aosta la previsione meteo è effettuata da un ufficio diverso ma sempre facente capo all'amministrazione regionale.
Solo nel Friuli – Venezia Giulia ci si rivolge ad una entità esterna, sia pure formalmente (Fig 1).
Al di là delle differenti forme grafiche, solo testuali o arricchite con mappe, grafici o pittogrammi (vedi bollettini nivometec riportati nelle pagine sucessive), le differenze sostanziali vertono sui tempi di emissione e sulle modalità di diffusione.
L'inizio della raccolta dei dati, e quindi della emissione dei bollettini, si situa intorno alla metà di novembre per quattro degli enti emittenti, mentre per i rimanenti slitta al 1° dicembre.
La fine dei rilievi è strettamente collegata alla quota media delle montagne, che influisce sugli innevamenti e sulla quota degli impianti di risalita più alti (e quindi sulla durata della loro stagione operativa), e sull'utilizzo, maggiore o minore, delle stazioni nivometeorologiche automatiche.
Varia comunque da fine aprile a fine maggio, con maggior concentrazione intorno alla metà di maggio (Fig 2).
La frequenza di emissione varia da una cadenza maggioritaria trisettimanale (lunedì, mercoledì e venerdì) ad una giornaliera (Regione del Veneto) o quasi giornaliera (Provincia autonoma di Trento, con esclusione della domenica) (Fig 3).
Il bollettino viene redatto in lingua italiana.
La Regione autonoma della Valle d'Aosta e la Provincia autonoma di Bolzano, bilingui, emettono i bollettini anche, rispettivamente, in francese ed in tedesco.
La Provincia autonoma di Trento ha in programma l'emissione di

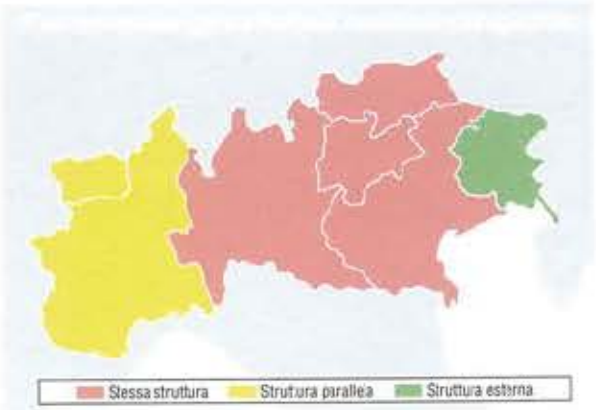


Fig.1

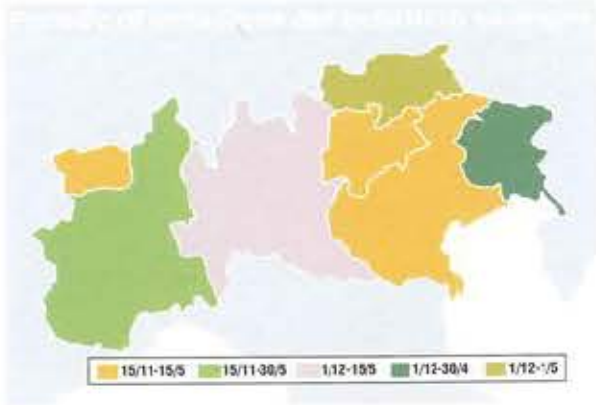


Fig.2

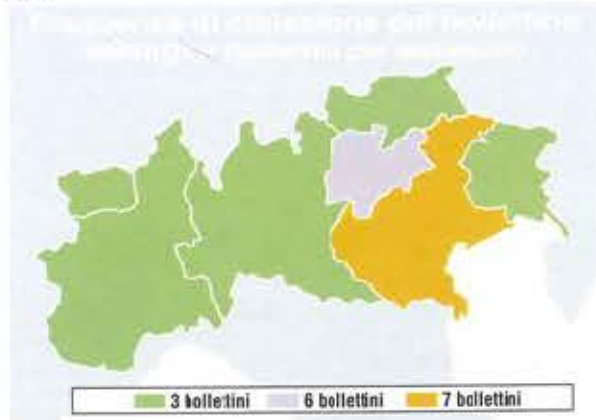


Fig.3

un bollettino in tedesco, accanto a quello in inglese già presente, mentre la Regione autonoma Friuli – Venezia Giulia cura la diffusione del proprio bollettino, almeno per quanto riguarda la versione scritta, anche in sloveno, tedesco ed inglese (Fig 4).

LA DIFFUSIONE E LA CONSULTAZIONE

Se nei primi anni di operatività l'unico veicolo di diffusione delle previsioni sul pericolo di valanghe era la vecchia segreteria telefonica o le macchinose telescriventi, l'evoluzione tecnologica ha consentito l'utilizzo di mezzi più veloci e incisivi: il primo è stato il fax, presente ora sia sotto forma di lista di distribuzione destinata agli utenti istituzionali, sia sotto forma di *fax polling* o *fax on demand*. L'avvento di Internet ha dato un notevole slancio alla diffusione del messaggio: ogni emittente ha ora il proprio sito e l'uso di questo mezzo sta prendendo il sopravvento su tutte le altre forme di comunicazione.

Sempre collegato al web è l'uso della posta elettronica: la creazione e la manutenzione di *mailing list* consente in un tempo brevissimo di far arrivare i comunicati sulla scrivania "virtuale" di migliaia di utenti (Fig 5).

Una diffusione differenziata avviene attraverso radio e televisioni locali a causa della diversa "sensibilità" delle singole emittenti.

Oltre che ad opera dei singoli uffici valanghe, la diffusione dei bollettini nivometeorologici e dei bollettini meteorologici avviene sia attraverso il sito A.I.NE.VA. (www.aineva.it), sia attraverso il risponditore telefonico della stessa (0461 230030).

Per avviarci alla conclusione un ultima domanda: quanti sono gli utenti del bollettino valanghe? A causa dei diversi livelli tecnologici, in particolare per quanto riguarda i risponditori telefonici, è difficile dare una risposta, ma per dare un'idea indicativa dei volumi di traffico, sulla cartina (Fig 6) sono indicati gli accessi al sito Internet dei singoli uffici valanghe registrati nel corso della passata stagione invernale 2000-2001.

E per il futuro?

SMS, WAP ed altre diavolerie tecnologiche sono all'esame per rendere sempre più incisiva l'opera di divulgazione dei bollettini nivometeorologici e quindi meno rischioso l'accesso alla neve delle nostre montagne.

REGIONE PIEMONTE
Direzione Regionale Servizi Tecnici di Prevenzione
Settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio

Sala Situazione Rischi Naturali

Prot. N. 14915 /20.2/M

BOLLETTINO NIVOLOGICO PER LA REGIONE PIEMONTE

emesso il 05/12/01 ore 14:00 valido 48 ore

CONDIZIONI DI INNEVAMENTO

ALTEZZA MEDIA DEL MANTO NEVOSO A 2000 METRI

STATO DEL MANTO NEVOSO

PERICOLO DI VALANGHE ATTUALE

LUOGHI PERICOLOSI

INDICE DI PERICOLO ATTUALE

PERICOLO VALANGHE PREVISTO

Il prossimo bollettino sarà emesso il 07/12/01 alle ore 1

BOLLETTINO NIVOMETEOROLOGICO N. 57 DEL 4- apr. - 2001 ORE 12:00-

INDICE DEL PERICOLO ATTUALE: 2 (moderato)

PARTE METEOROLOGICA

SITUAZIONE GENERALE:

TEMPERATURA DELLE ORE 07:00 A 0 UNA QUOTA MEDIA DI 2000 metri: -1 gradi

TEMPO PREVISTO: Oggi:

DATI METEOROLOGICI:

PARTE NIVOLOGICA

CONDIZIONI DI INNEVAMENTO:

ALTEZZA DEL MANTO NEVOSO ALLA QUOTA DI 2000 metri:

STATO DEL MANTO NEVOSO:

PERICOLO VALANGHE ATTUALE:

BOLLETTINO NIVOLOGICO DI: venerdì 23 marzo 2001

Wetterberichte Donnerstag, 27.11.2001, 11 Uhr

Wetterlage

Prognose für heute

Prognose für Mittwoch

Temperatur (in der freien Atmosphäre)

Weitere Entwicklung

LA SCALA UNIFICATA DEL PERICOLO DI VALANGHE CAMBIA COLORE

Chi ha collezionato i vecchi numeri di *Neve e Valanghe* potrebbe utilmente rileggersi l'articolo di Anselmo Cagnati "La nuova scala unificata per la classificazione del pericolo da valanghe" pubblicata alle pagine 26-31 del n. 19 (luglio 1993). Le persone più attente si accorgerebbero però che c'è una differenza sostanziale tra i colori usati nella Tabella 1 di quell'articolo e quelli utilizzati correntemente e presenti sia sulla pagina dedicata ai bollettini nel sito A.I.NE.VA, sia sul pieghevole attualmente in distribuzione che riporta, per memoria dell'utente, i numeri di telefono dei risponditori telefonici e delle pagine internet dell'A.I.NE.VA e dei singoli uffici valanghe regionali e provinciali.
Cos'è successo? Durante otto anni d'uso ci si è resi conto che i colori ocra e arancio usati per distinguere i gradi 3 e 4, spesso maltrattati dalle tipografie e dai realizzatori dei siti web, tendevano ad assomigliarsi, creando potenziale confusione.
Così, durante la riunione dei Servizi valanghe europei tenutasi nello scorso giugno a Trento, è stato deciso di rendere definitiva la proposta sperimentalmente adottata dalla Svizzera durante la stagione passata e così, a partire dall'inverno 2001-2002 i colori usati saranno quelli riportati sulla scala riportata a fianco.

Per chi volesse sapere con precisione che cosa significhino, in termini colorimetrici, queste parole, ecco i livelli RGB per ogni singolo grado: verde 204, 255, 102, giallo 255, 255, 000, arancio 255, 153 000, rosso 255, 000, 000, rosso/nero 255, 000, 000 con quadrettatura nera.

Nessuna variazione per quanto riguarda i testi, anche se qualche novità è prevista per la stagione 2003-2004.

Scala del pericolo	Stabilità del manto nevoso	Probabilità di distacco di valanghe
1 DEBOLE	Il distacco è generalmente possibile solo con forte sovraccarico su pochissimi pendi estremi. Sono possibili soltanto valanghe spontanee.	Condizioni generalmente favorevoli per gite scisistiche.
2 MODERATO	Il distacco è possibile soprattutto con forte sovraccarico su pendi ripidi indicati. Non sono da aspettarsi grandi valanghe spontanee.	Condizioni favorevoli per gite scisistiche ma occorre considerare adeguatamente locali zone pericolose
3 MARCATO	Il distacco è possibile con debole sovraccarico sui pendi ripidi indicati, in alcune situazioni sono possibili valanghe spontanee di media grandezza, in singoli casi, anche grandi valanghe	La possibilità per le gite scisistiche sono limitate ed è richiesta una buona capacità di valutazione locale
4 FORTE	Il distacco è probabile già con un debole sovraccarico su molti pendi ripidi. In alcune situazioni sono da aspettarsi molte valanghe spontanee di media grandezza e, talvolta, anche grandi valanghe	Le possibilità per gite scisistiche sono fortemente limitate ed è richiesta una grande capacità di valutazione locale
5 MOLTO FORTE	Sono da aspettarsi numerose grandi valanghe spontanee, anche su terreno moderatamente ripido	Le gite scisistiche non sono generalmente possibili

Il presente articolo ha costituito oggetto di una presentazione che illustrava l'attività degli Uffici valanghe italiani durante la riunione biennale dei Servizi valanghe europei tenutasi a Trento il 7 e 8 giugno 2001.

Fig.4

Fig.5

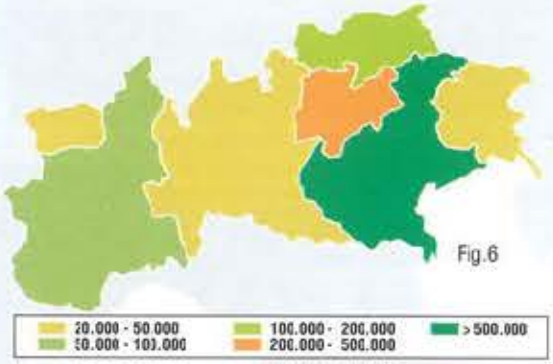


Fig.6

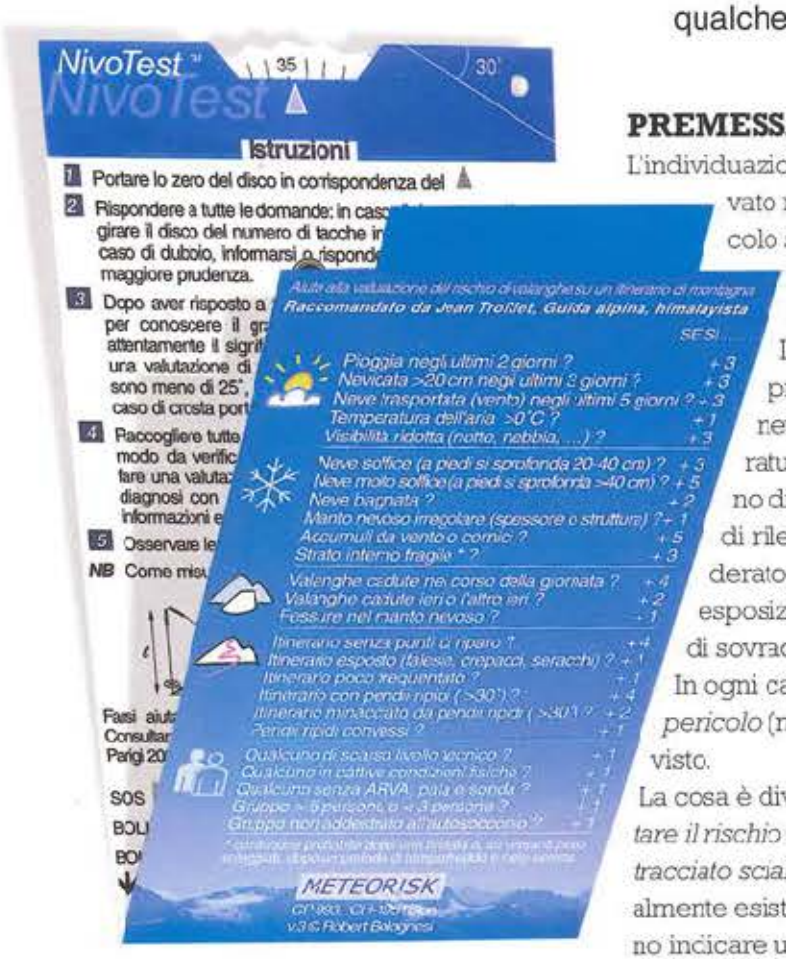
Valanghe: alcune valutazioni sul metodo di riduzione di W. Munter e sul Nivotest di Meteorisk

CONSIDERAZIONI SULLA VALUTAZIONE DEL RISCHIO RESIDUO

I bollettini previsionali sono necessariamente riferiti ad aree piuttosto vaste, per lo meno a livello di vallata. Come applicare l'informazione ai singoli itinerari sci-alpinistici? Due recenti proposte sono state analizzate e raffrontate con casi reali: i risultati lasciano qualche perplessità.

LUCIANO LIZZERO
Ufficio Valanghe
Direzione Regionale delle Foreste
Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia

con la collaborazione del
Gruppo Previsori Valanghe AINEVA



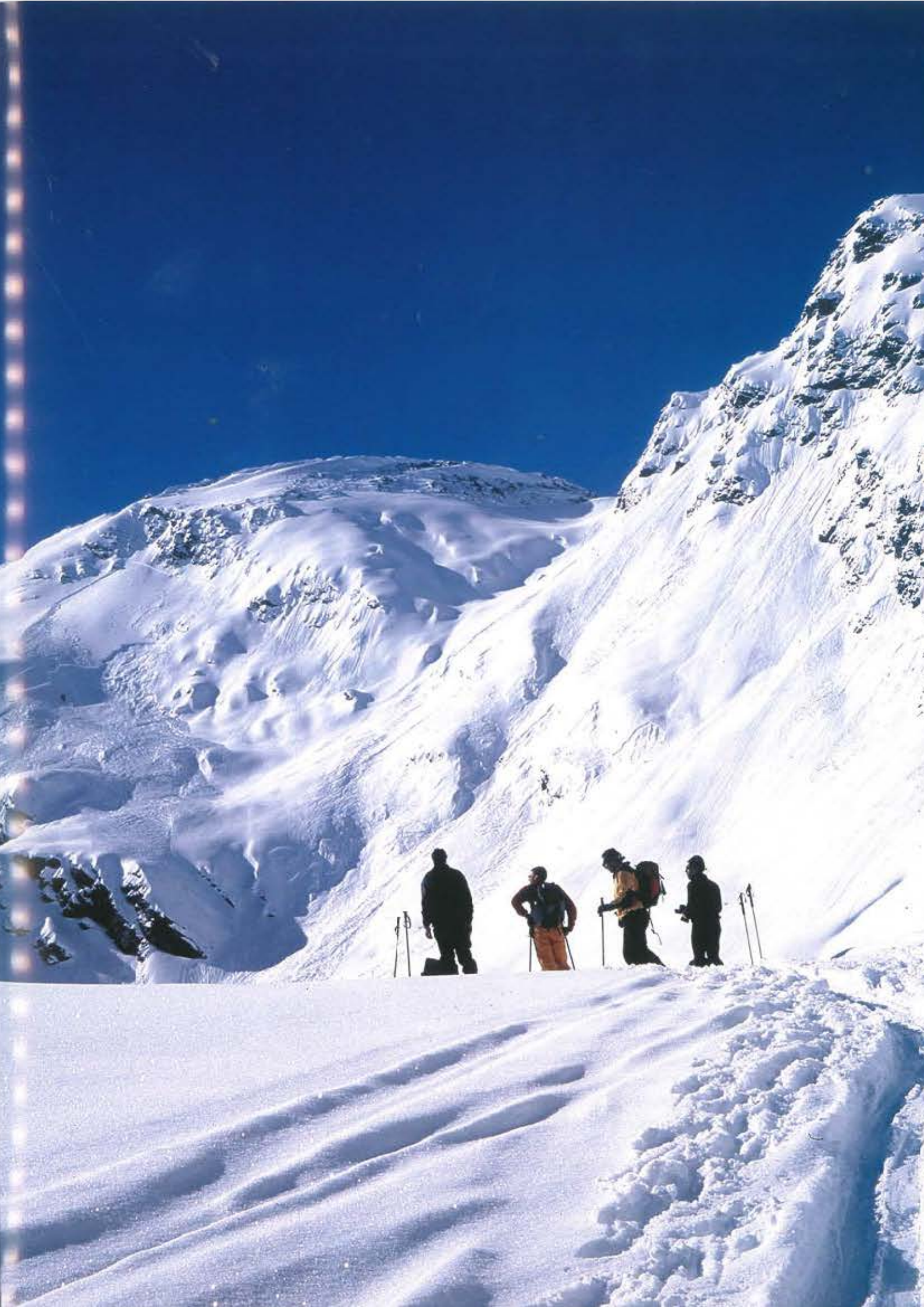
PREMESSA

L'individuazione del pericolo di valanghe è resa complessa dall'elevato numero di fattori che concorrono a determinare il pericolo stesso e dalle loro correlazioni, con conseguente variabilità dei risultati in funzione dei "pesi" attribuiti di volta in volta ai parametri considerati.

L'evoluzione del tempo atmosferico, con le temperature, precipitazioni, venti ecc., assieme all'evoluzione del manto nevoso, con durezze, composizioni, nuovi apporti, temperature, masse, stratificazioni e resistenze relative, permettono di stabilire (con un adeguato numero di significativi punti di rilevamento) la diffusione del pericolo sul territorio considerato, le tipologie e dimensioni delle valanghe previste, le esposizioni e quote con maggiori probabilità di pericolo, il tipo di sovraccarico nel caso di eventi valanghivi provocati.

In ogni caso un Bollettino valanghe, su scala regionale, *indica un pericolo* (nel territorio e/o nel tempo considerato) presente o previsto.

La cosa è diversa (e spesso più complicata) quando si tratta di *valutare il rischio derivante dall'esposizione al pericolo in un preciso sito o tracciato scialpinistico*: non solo si tratta di riconoscere il pericolo realmente esistente in quel luogo (per es.: i bollettini nivometeo possono indicare una maggiore probabilità di lastroni a nord ma non possono escluderli in altri versanti) ma si tratta inoltre di tenere conto di altri fattori quali la preparazione tecnica e fisica dei componenti il



gruppo, il numero di persone componenti il gruppo, il numero e le caratteristiche dei siti pericolosi realmente presenti, elementi da cui discendono i tempi ed il tipo di esposizione al pericolo.
Affrontando il problema in questo modo ci si rende conto di quanto sia in realtà molto difficile elaborare *metodologie "semplificate"* per la prevenzione del rischio di valanghe rivolte per di più a grandi masse di utenti della montagna invernale, ivi comprese le persone con scarsa preparazione culturale su quel tipo di ambiente.
Ne sono state proposte recentemente alcune, rivolte appunto al grande pubblico, per la valutazione del rischio valanghe: da Werner Munter viene proposto il metodo di riduzione del rischio di valanghe, mentre Meteorisk con Robert Bolognesi propone il Nivotest pubblicato in Italia dallo SVI-CAI.

IL METODO DI RIDUZIONE DI WERNER MUNTER

Sia pure riprendendo alcuni concetti della sua ottima regola del 3X3, che impone la valutazione di tutti i fattori determinanti il rischio, l'autore si limita a considerarne solo alcuni dando poi ad essi un valore e, con una semplice formuletta, calcola il rischio residuo. Le variabili prese in considerazione sono il Rischio potenziale (Rp), ottenuto dando pesi ai gradi di pericolo indicati nei bollettini nivometeo o valanghe, nonché i Fattori di riduzione (Fr); questi ultimi riguardano 3 categorie:
1) inclinazione del pendio sul posto o nel punto dove è più ripido,
2) esposizione del pendio,
3) il gruppo e il comportamento;
anche a questi fattori vengono assegnati dei pesi.
Il rapporto tra il Rischio potenziale e i Fattori di riduzione ci da il Rischio residuo (Rr) che, se risulta inferiore o uguale a 1, può essere accettato.
I valori da assegnare al Rischio potenziale ed ai Fattori di riduzione sono riportati nella tabella raffigurata a pagina 29.

Divengono inevitabili alcune considerazioni critiche.
Per quanto riguarda il Rischio potenziale bisogna dire che l'esame dei fattori determinanti l'evoluzione e il conseguente grado di consolidamento del manto nevoso viene demandato ai Bollettini valanghe escludendo con ciò ogni valutazione zonale e locale. Bisogna poi tenere conto che anche i migliori previsori valanghe possono commettere errori, in

particolare quando per la previsione del pericolo di valanghe entrano in campo le previsioni meteorologiche.

Anche senza tenere conto dei possibili "errori" di previsione nei bollettini valanghe, bisogna correttamente considerare le caratteristiche strutturali dei contenuti dei bollettini stessi che sono sostanzialmente finalizzati a riportare, in un determinato periodo e in un determinato territorio (ovviamente molto più grande dell'area interessata da un tracciato scialpinistico) i concetti della Scala unificata del pericolo di valanghe come, per altro, si accennava all'inizio.

Da quanto sopra si desume che:

1) la diffusione (e quindi, la probabilità di incontrare siti pericolosi) descritta nei bollettini non indica, con la necessaria precisione, i reali punti pericolosi da attraversare durante uno specifico itinerario (anche in situazioni di pericolo marcato sono possibili itinerari non pericolosi; di contro,

in condizioni di pericolo moderato non si possono escludere realtà molto pericolose, sia pure molto localizzate);

2) l'utente deve quindi in ogni caso stabilire, di volta in volta, le reali condizioni di pericolo di fronte a cui si trova per pesare correttamente il Rischio potenziale; per fare ciò però deve per forza procedere ad un attento esame di tutti i fattori (magari applicando proprio la regola del 3X3!) e, a questo punto, la formula di riduzione diviene inutile.

Per quanto riguarda i Fattori di riduzione bisogna dire che ci troviamo di fronte ad alcune eccessive semplificazioni e schematizzazioni che portano a conclusioni spesso fuorvianti.

Si consideri *l'inclinazione dei pendii*:

1) anche disponendo di carte di dettaglio non è possibile stabilire se ci troviamo entro i 34° o siamo già ai 35°; questo è stabilibile solo con adatti strumenti di precisione e solo sul posto, ma allora potrebbe essere già tardi;

2) un pendio con inclinazione di 37°- 40°, caratterizzato da crosta da fusione e rigelo portante, è decisamente meno pericoloso di un pendio di 27°- 30° con lastrone soffice debolmente consolidato

3) bisognerebbe anche considerare il tipo di percorso introducendo un fattore di riduzione per la sua posizione (dorsali e creste piuttosto che canaloni) e per la percentuale di siti potenzialmente pericolosi (canaloni, tratti esposti, pendii aperti sotto creste, ecc.) che in questi casi potrebbero anche aumentare il pericolo (per esempio: 0,2 - 0,5, nei casi di maggior probabilità di pericolo).

Si consideri *l'esposizione dei pendii*:

1) sia pure tenendo conto delle statistiche che indicano che il 60% degli incidenti avvengono sui versanti nord non si deve dimenticare che il 40% (e non è poco!) avvengono su versanti con le altre esposizioni e, quindi, non si deve mai escludere una corretta valutazione locale che non può dare luogo, a priori ad un peso inferiore per esempio per i versanti sud; per esempio: con neve trasportabile, venti da nord e basse temperature, si possono avere situazioni di forte pericolo, anche prolungato nel tempo, anche a sud;

2) bisogna rilevare che molti tracciati hanno più esposizioni; in questo caso di quale esposizione si tiene conto?

Di quella in cui si valuta ci sia più pericolo (ma in questo caso si torna al problema del riconoscimento del pericolo stesso: dove si trova e di che tipo è?), oppure di quella predominante per lunghezza o dislivello (con il rischio di escludere proprio l'esposizione più pericolosa)?

Si consideri *il fattore umano*

Il metodo delle riduzioni di Munter

Rischio potenziale (Rp) (derivato dal pericolo indicato dai bollettini valanghe)	**Fattori di riduzione (Fr)**	
Con grado di pericolo 1 (debole)	**Inclinazione del pendio** sul posto o nel punto dove è più ripido:	
Rp = 2	1- inclinazione tra i 35° e i 39°	**Fr = 2**
	2- inclinazione tra i 30° e i 34°	**Fr = 4**
Con grado di pericolo 2 (moderato)	**Esposizione del pendio**	
Rp = 4	3- si evitano i pendii da NW a NE	**Fr = 2**
	4- si evitano i pendii da WNW a ENE	**Fr = 3**
	5- si evitano le quote e le esposizioni a rischio indicate nel bollettino	**Fr = 4**
Con grado di pericolo 3 (marcato)	**Gruppo e comportamento**	
Rp = 8	1- pendio molto frequentato (regolarmente percorso)	**Fr = 2**
	2- grande gruppo che mantiene le distanze di sicurezza	**Fr = 2**
	3- piccolo gruppo (2-4 persone)	**Fr = 2**
	4- piccolo gruppo con distanze di sicurezza	**Fr = 3**

Il **Rischio residuo (Rr)** è dato dal rapporto tra Rischio potenziale e il prodotto dei Fattori di riduzione:
Rr = Rp : Fr (prodotto dei fattori di riduzione)
il **Rischio residuo è accettabile** quando è uguale o inferiore a 1 ($Rr \leq 1$)

(gruppo e comportamento):

1) come si riconosce un pendio regolarmente percorso (in particolare dopo una nevicata)?
Per la sua fama? (ma questo non ci dice se sia stato frequentato di recente!) Perché presenta tracce (quante? recenti?)?

2) la capacità di mantenere la distanza di sicurezza (ivi compresa quella che consente il contatto visivo e/o acustico) non può entrare nel computo della gestione del fattore umano: deve essere sempre presente, pertanto diviene inutile, oltre che contraddittorio, introdurre la distinzione tra "piccolo gruppo" e "piccolo gruppo che mantiene le distanze di sicurezza"; ancor più contraddittoria è la categoria del grande gruppo con distanze di sicurezza: se può esistere un piccolo gruppo senza distanze di sicurezza tanto più potrà esserci un grande gruppo senza comportamento di sicurezza.

3) sarebbe invece accettabile la sola distinzione tra grande e piccolo gruppo: anche in presenza di una buona capacità di mantenere la distanza di sicurezza è più difficile gestire un grande gruppo che un piccolo gruppo: maggiori probabilità di errori di comportamento e minor possibilità di controllo e recupero rapido degli stessi;

4) dovrebbero di contro essere considerate le condizioni fisiche, le capacità tecniche e le basi conoscitive dell'ambiente montano, elementi che invece non sono usati nella valutazione del gruppo e del comportamento.

IL NIVOTEST

Lo strumento proposto da Meteorisk e diffuso in Italia dal SVI-CAI adotta una logica diversa più riconducibile alla regola del 3X3 di Munter.
Sia pure non partendo da un inquadramento generale del pericolo presente al momento (ma si consiglia caldamente però di assumere corrette informazioni dai bollettini, esperti locali, guide, ecc.) si prendono in considerazione 5 gruppi di domande (relative a fattori che possono determinare il pericolo) che riguardano:

1) le *condizioni metecrologiche* presenti e nei giorni immediatamente precedenti l'uscita con 5 domande;

2) le *caratteristiche del manto nevoso* con 6 domande;

3) l'*attività valanghiva* con 3 domande;

4) *le caratteristiche dell'itinerario* con 6 domande;

5) il *fattore umano* con 5 domande; per il dettaglio si rimanda alle immagini sopra del Nivotest.

Ad ogni domanda viene assegnato un "peso" (vedi immagine di sinistra) da sommare su un disco rotante, se la risposta è affermativa; la somma finale ci viene proposta nel retro del disco stesso sotto forma di tre gruppi di facce: "sorridenti", "serie" e "preoccupate" per il cui significato si rimanda all'immagine di destra.
Si comprende subito che questo metodo tende a far sì che l'utente debba valutare molti degli elementi che concorrono a produrre il pericolo e il conseguente rischio, sia pure in modo semplificato.

Si sottolineano alcune incongruenze relative alle singole domande:

1) *"pioggia negli ultimi 2 giorni ?"* (peso +3): la quantità di precipitazione (e le temperature che accompagnano e seguono l evento) sono importanti: una piccola precipitazione seguita da basse temperature forma croste da rigelo, di contro una forte precipitazione con alte temperature determina appesantimento e indebolimento del manto nevoso; pertanto attribuire un unico peso (senza porlo in relazione a quantità di pioggia temperature e tipo di neve) sicuramente non permette di cogliere le reali conseguenze possibili.

2) *"nevicata > 20 cm negli ultimi 3 giorni ?"* (peso +3): molto probabilmente doveva essere dosata meglio la quantità di neve mettendo almeno 3 domande con neve fresca tra 10 e 30 cm, tra 30 e 50 cm, oltre 50 cm e pesi diversi: quantità differenti determinano un pericolo alquanto diverso;

3) *"temperatura dell'aria > 0°C ?"* (peso +1): il peso assegnato è basso ma la domanda tende a sottolineare il vecchio concetto che il caldo equivale a pericolo mentre il freddo significa sicurezza, cosa che, in linea generale, può andare bene per le condizioni tipicamente primaverili (che in questi anni si possono presentare anche in piena stagione invernale), ma risulta un concetto quanto mai fuorviante e pericoloso in condizioni tipicamente invernali: temperature calde durante il giorno (sono in realtà quelle misurate dallo scialpinista) ma fredde durante la notte sono proprio quelle che favoriscono il consolidamento del manto nevoso; di contro periodi di temperature negative costanti favoriscono la formazione di strati fragili;

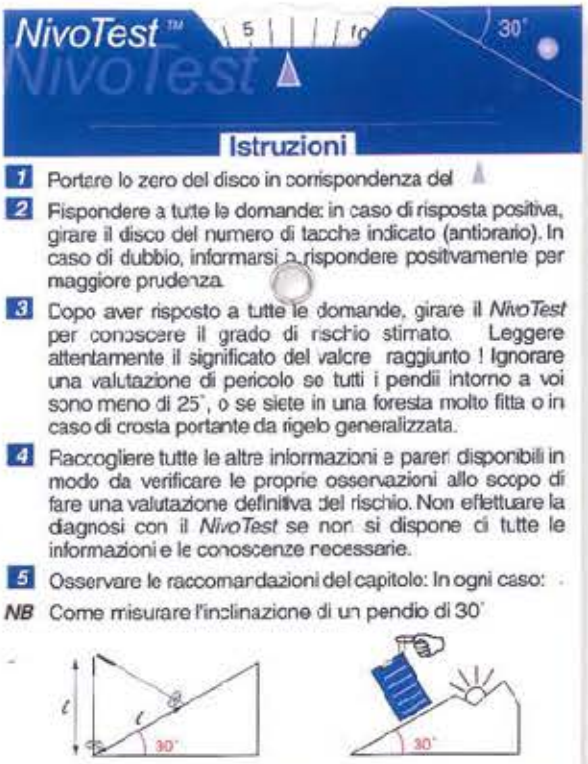
4) *"manto nevoso irregolare (spessore o struttura) ?"* (peso +1): non si capisce il concetto di "irregolarità" (specie se rapportata al peso assegnato): se riguarda lo spessore dovrebbe riguardare l'attività eolica e quindi rientrare nel concetto di *presenza di accumuli* (peso +5!), se riguarda la presenza di elementi deboli nella struttura del manto dovrebbe rientrare nella valutazione dello strato fragile (peso +3!);

5) *"strato interno fragile ?"* (peso +3): certamente la presenza di accumuli (peso +5) è un indice di pericolo ma vi sono situazioni in cui il distacco di lastroni richiede un forte sovraccarico e quindi il pericolo è minore; di contro la presenza di uno strato fragile (peso +3) e la sua profondità nel manto è un elemento determinante per stabilire il pericolo di distacco provocato con debole sovraccarico (quindi pericolo importante!); per tale motivo la qualità e la posizione dello strato fragile sia pure in relazione alla presenza di lastroni, diviene in realtà assai più importante della sola presenza di accumuli;

6) *"valanghe cadute nel corso della giornata?"* (peso + 4) e *"valanghe cadute ieri o l'altro ieri?"* (peso +2): quante? Sono piccoli e isolati scaricamenti o si tratta di attività diffusa; di che tipo? si tratta di valanghe a debole coesione o anche a lastroni, magari di neve asciutta: è evidente che la situazione cambia e di molto;

7) *"itinerario poco frequentato ?"* (peso +1): in base a cosa si stabilisce la scarsa frequenza? Se ci si riferisce alla scarsa conoscenza della sua esistenza nel grande pubblico degli utenti, non possiamo sapere se è stato percorso frequentemente di recente specie dopo una nevicata anche piccola; se ci si riferisce alla presenza di tracce bisogna ricordarsi che tracce vecchie non indicano automaticamente sicurezza: l'evoluzione meteo (in particolare vento e temperature) possono cambiare e di molto il tipo di consolidamento;

8) *"itinerario con pendii ripidi (>30°) ?"* (peso +4): sono pochi i percorsi che non abbiano pendii con inclinazione superiore ai 30° per cui il problema non è solo l'inclinazione ma soprattutto il tipo di consolidamento del manto nevo-



so: come si ricordava prima a proposito della formula di riduzione di W. Munter, possono sicuramente esserci pendii di 37° sicuri (con crosta da fusione e rigelo portante) e pendii decisamente pericolosi con 30° di inclinazione ma con lastroni debolmente consolidati; questo è proprio il caso che permette di capire l'importanza della relazione tra fattori (per es.: inclinazione e grado di consolidamento) per stabilire il "peso" relativo da attribuire ai fattori stessi;
9) *"qualcuno senza ARVA, pala e sonda ?"* (peso +1): non dovrebbe essere un argomento da prendere in considerazione: tutti dovrebbero essere dotati dell'attrezzatura di autosoccorso; dato però che (per fortuna sempre meno) vi sono persone che frequentano la montagna innevata senza tale attrezzatura, e quindi si decide di tenerne conto, a tale variabile dovrebbe essere assegnato un peso assai più rilevante tale da indurre alla rinuncia almeno della persona non dotata di attrezzatura.

Per quanto riguarda le risposte del Nivotest:
1) per il gruppo di *"facce preoccupate"* (situazione delicata): risulta difficile la comprensione del concetto di "rinuncia temporanea"; dovrebbe essere più chiaro l'invito ad attendere condizioni più sicure; meglio ancora consigliare di predisporre itinerari alternativi meno impegnativi: è infatti difficile la rinuncia totale, di solito riservata a condizioni decisamente (e facilmente riconoscibili) pericolose, in questo caso avere già predisposto una alternativa permette di non rinunciare completamente all'uscita ma di dirottare su itinerari meno pericolosi.
2) per gli altri gruppi si deve rilevare la buona sottolineatura dell'atteggiamento di prudenza con l'applicazione dei corretti comportamenti.

Considerazioni
Restano ora da fare alcune considerazioni sulla *logica generale dello strumento* il limite fondamentale (quello più importante!) è proprio il peso "fisso" assegnato ad ogni variabile, svincolato dai rapporti relativi tra le variabili (per es.: inclinazione dei pendii e tipi di manto, accumuli e consolidamento del manto nevoso, tipi di manto ed evoluzione meteo del passato recente e prevista, ecc.)
Il risultato finale determina una estrema *rigidità nell'uso* dello strumento che, dovendo sottolineare, giustamente gli atteggiamenti di prudenza, finisce per indicare, quasi sempre, situazioni di pericolo molto forte e quindi per sconsigliare con estrema facilità l'uscita, spesso anche in condizioni che la consentirebbero, e quindi può ingenerare una scarsa credibilità negli strumenti di valutazione del pericolo e di calcolo del rischio. Per avere la certezza di trovarci sicuramente entro il gruppo di facce "allegre" bisogna totalizzare al massimo 5 punti.
Purtroppo per raggiungere questo limite è sufficiente affrontare un itinerario con pendii ripidi >30° (peso +4) e avere in gruppo un persona di scarso livello tecnico (peso +1).
Basta poi tenere conto di "neve trasportata dal vento negli ultimi 5 giorni" (peso +3), "neve soffice" (peso +3), "valanghe cadute ieri o l'altro ieri" (peso +2), per totalizzare 13 punti e ritrovarsi nel gruppo di "facce serie"; sino qui si sono considerate situazioni molto comuni e quindi molto spesso presenti. Se poi andiamo a considerare le situazioni previste da tutte le domande si finisce per totalizzare punteggi molto elevati con il risultato di ritrovarsi molto frequentemente nel gruppo di "facce preoccupate": basta totalizzare 22 punti per "cominciare a preoccuparsi" mentre con 24-25 punti siamo "sicuramente preoccupati"; dagli esempi riportati a pag 33 si capirà che tale punteggio è facilmente raggiungibile.

CONCLUSIONI
Entrambi i metodi proposti si dimostrano estremamente rigidi con conseguenze diverse ma in ogni caso da evitare. Per il metodo di riduzione del rischio valanghe di Munter bisogna dire che la sua applicazione può portare a conclusioni contrastanti non solo a partire da "errori" nelle previsioni dei bollettini valanghe (anche se poteva essere fatto, negli esempi non sono state prese in considerazione situazioni con "Bollettini sbagliati") ma soprattutto in considerazione del rapporto estremamente rigido con i Fattori di riduzione (e tra i fattori di riduzione) che può (addirittura casualmente!) portare a valutazioni (rischio accettabile o no) errate.
Nell'applicazione del Nivotest si ha troppo spesso l'indicazione alla rinuncia temporanea anche nel caso di situazioni affrontabili, sia pure con le dovute precauzioni, con buona sicurezza; se la sottovalutazione del pericolo (e del rischio) risulta ovviamente pericolosa, anche la frequente sopravvalutazione è pericolosa in quanto ingenera una scarsa credibilità nei metodi di approccio alla individuazione del pericolo di valanghe (del calcolo del rischio) finendo per indurre l'utente a sottovalutare il pericolo stesso.

ALCUNI ESEMPI DI APPLICAZIONE DEI DUE METODI

Uscita del 6 febbraio 2001: Monte Crostis da Malga Plumbs a Sella Bioichia, Alpi Carniche, esposizione, fino a 1900 m, N-NW quindi, fino a 2200 m, SW (rilievo incidente da valanga del 04.02.01)

a) applicazione del Nivotest: neve trasportata negli ultimi 5 giorni (+3), neve soffice (+3), manto nevoso irregolare (+1), accumuli da vento (+5), strato interno fragile (+3), valanghe cadute ieri o l'altro ieri (+2), itinerario con pendii ripidi (+4), pendii ripidi convessi (+1), gruppo numeroso (+1);
totale punti 23 = a metà tra faccia seria e faccia preoccupata quindi tra situazione sospetta e situazione delicata.

b) applicazione del metodo di riduzione: Rischio potenziale Rp = 4 (grado di pericolo 2, moderato); Fattori di Riduzione: per l'inclinazione pendii tra i 30° e i 34° Fr = 4; per l'esposizione, nulla se si tiene conto del tratto a N e NW, Fr = 3 se si tiene conto del tratto a SW; per il gruppo: Fr = 2 (grande gruppo con distanze di sicurezza);
risultato 1) Rr = Rp 4 / (Fr 4 x Fr 2) = 0,5 (accettabile);
risultato 2) Rr = Rp 4 / (Fr 4 x Fr 3 x Fr 2) = 0,1667 (molto accettabile).

c) situazione rilevata: il giorno 04.02.01 proprio nel versante S a quota 2100 m circa uno scialpinista aveva staccato un lastrone rimanendo ucciso; alle quote elevate a SW si riscontrano cedimenti sotto gli sci per la presenza di strati deboli; si rileva altresì la presenza di accumuli (difficilmente individuabili da persona non molto esperta), il manto nevoso si rivela debolmente consolidato sia al profilo stratigrafico (lastrone da vento su strato debole di cristalli staccettati) sia al test del blocco di slittamento (grado 2: cistacco all'ingresso con gli sci). la situazione di pericolo risulta decisamente localizzata ma molto insidiosa;
valutazione: sia pure molto localizzata, proprio sul versante SW e alla quota più elevata, l'area pericolosa comportava un rischio altissimo: infatti solo mantenendosi rigorosamente sulla linea di dorsale (senza sconfinare nemmeno di pochi metri) era possibile evitare di sovraccaricare il lastrone.

Uscita del 10 maggio 2001: Forcella di Riofreddo Alpi Giulie, esposizione N

a) applicazione del Nivotest: temperatura dell'aria > 0°C (+1), neve bagnata (+2), manto nevoso irregolare (+1), cornici (+5), valanghe cadute nel corso della giornata (+4), valanghe cadute ieri o l'altro ieri (+2), fessure nel manto nevoso (+1), itinerario esposto (+1), itinerario con pendii ripidi (+4), itinerario minacciato da pendii ripidi (+2), qualcuno di scarso livello tecnico (+1), qualcuno in cattive condizioni fisiche (+1);
totale 25 punti = faccia preoccupata: situazione delicata e rinunciare temporaneamente all'itinerario.

b) applicazione della formula di riduzione: Rischio potenziale Rp = 2 o 4 (pericolo 1, debole, in aumento a 2, moderato, nelle ore calde); Fattori di riduzione: per l'inclinazione presenza di pendii ripidi con inclinazione > di 35° Fr = 2, per l'esposizione nulla (esposizione N), per il gruppo: piccolo gruppo con distanze di sicurezza Fr = 3;
risultato 1) Rr = Rp 2 / (Fr 2 x Fr 3) = 0,334 (accettabile);
risultato 2) Rr = Rp 4 / (Fr 2 x Fr 3) = 0,667 (ancora accettabile).

c) situazione rilevata: manto nevoso di tipo primaverile a tutte le quote, attività valanghiva (calle ore 11.00 circa) con scaricamenti dalle pareti e piccole valanghe di neve a debole coesione sotto le rocce nei punti di insolazione o provocati dalle scariche stesse; il manto presenta, in genere, un buon consolidamento sia allo stratigrafico che al blocco (grado7), ad eccezione di un piccolo strato superficiale (5-10 cm) di neve bagnata che si stacca, verso le ore 12.00-13.00, in alcuni casi durante la curva con gli sci dando luogo a piccoli distacchi di qualche metro quadro.
valutazione: escludendo i tratti esposti a scariche nelle ore calde, l'itinerario risulta fondamentalmente affrontabile in condizioni di buona sicurezza.

INCIDENTI DA VALANGA IN ITALIA

Analisi dei dati e statistiche sulle vittime da valanga nella stagione invernale 2000-2001

Alfredo Praolini e Eraldo Meraldi
Centro Nivo-Meteorologico
Regione Lombardia,
Via Reverberi 2 - Bormio (SO)
aineva@regione.lombardia.it

L'innevamento eccezionale della stagione invernale 2000-2001, da novembre ai mesi estivi, ha permesso una grande frequentazione della montagna innevata, in particolare durante i fine settimana e nelle festività, periodi in cui si sono registrati anche la stragrande maggioranza degli incidenti.

La cadenza annuale dell'Assemblea della CISA-IKAR (Commissione Internazionale di Soccorso Alpino che riunisce 17 paesi, anche d'oltreoceano) quest'anno svoltasi in Croazia a inizio ottobre, ha permesso all'AINEVA di fare il punto della situazione sulla casistica degli incidenti da valanga accaduti sul versante sudalpino, sugli appennini e su tutti i rilievi della penisola italiana.

Purtroppo non è mancata materia su cui ragionare, fare considerazioni, elaborare statistiche e trarre delle conclusioni: il numero assai considerevole di persone coinvolte in incidenti da valanga (oltre 250 persone presenti) e l'altrettanto considerevole numero di vittime (29) possono di primo acchito spaventare quanti in questi anni si sono dati da fare nel campo della prevenzione, in particolar modo l'AINEVA. Fatti molto spiacevoli, che sino ad ora avevano interessato solamente altri settori del vivere civile, sono da collegare al mancato soccorso di alcune vittime in valanga ed all'arresto di escursionisti che hanno causato il distacco di valanghe.

L'analisi dei dati ha permesso di estrapolare alcune considerazioni a carattere generale ed ha dato modo di cercare di mettere in risalto quelle situazioni che più hanno caratterizzato la scorsa stagione invernale ai fini della prevenzione degli incidenti nella stagione in atto.

ANDAMENTO NIVO-METEOROLOGICO SULLE ALPI ITALIANE

La scorsa stagione è iniziata precocemente: già dalla fine di settembre episodi perturbati hanno apportato precipitazioni nevose oltre i 2500-2700 metri di quota. Successivamente, dalla seconda decade di ottobre, numerose ed abbondanti nevicate hanno contribuito alla formazione di uno strato consistente di manto nevoso oltre i 2600 metri, basti pensare che sul Ghiacciaio del Livrio - Passo Stelvio (3200 m s.l.m.) il nuovo manto nevoso ai primi di novembre superava abbondantemente i 2 metri di spessore. Proprio in questa località ed in Alta Valtellina vengono rilevati i primi incidenti da valanga del nostro paese:

- il giorno 8 ottobre un turista, con il fuoristrada, forzando lo sbarramento predisposto sulla SS.38 in prossimità del valico dello Stelvio per il pericolo di valanghe, è stato travolto sulla strada da una valanga a lastroni;
- nelle festività di Ognissanti, due surfisti scendono in fuoripista dal Monte Scorluzzo (in prossimità del Passo dello Stelvio) e, innescando una valanga a lastroni di medie dimensioni, provocano un distacco a distanza che raggiunge la pista di fondo e seppellisce parzialmente tre fondisti in allenamento;
- domenica 5 novembre un gruppo di 11 scialpinisti - telemarker provoca una valanga sul versante Nord-orientale del Monte Corno, in prossimità del Passo Foscagno (SO), quattro di essi vengono travolti.

Gli episodi perturbati, molto frequenti nella prima parte della stagione ed in gran parte imputabili all'approfondimento di sistemi ciclonici sull'Atlantico o sul Mediterraneo, quindi molto carichi di umidità, si susseguono con brevi pause l'uno dall'altro dall'inizio di novembre sino alla prima decade di gennaio. Parallelamente, i continui sovraccarichi del manto nevoso, perlopiù caratterizzato da neve molto umida fino oltre il limite boschivo, contribuiscono ad innescare molti fenomeni valanghivi di notevoli entità e, in alcuni casi con carattere di eccezionalità, in particolare quelli che si sono verificati nei giorni successivi all'Epifania.

Visto il significativo innevamento presente al suolo, già da dicembre, in concomitanza di eventi perturbati, l'indice di pericolo valanghe riportato nei bollettini nivometeorologici viene spesso ricondotto al grado 4 FORTE su più regioni o provincie italiane. In alcune località montane, si cita ad esempio la frazione di Primolo – Alta Valmalenco (SO), si mettono in atto sistemi di monitoraggio a protezione delle unità abitative e delle vie di comunicazione e con apposite ordinanze vengono fatte evacuare per sette volte le persone. Solamente con febbraio la situazione diventa un po' più tranquilla, gli episodi perturbati sono più sporadici ed in generale meno intensi.

Oltre il limite boschivo il manto nevoso raggiunge spessori considerevoli e tra i più alti registrati negli ultimi 100 anni, riconducibili a stagioni invernali quali quella del 1951 o quella più lontana del 1916. Il cumulo della neve fresca per l'intera stagione invernale, registrato dalle stazioni nivometeorologiche poste oltre i 2300 metri di quota, evidenzia apporti nevosi superiori ai 20 metri su quasi tutti i settori dell'arco alpino.

GLI INCIDENTI DA VALANGA

"Scarsità di innevamento = maggior numero di incidenti"

E' una equazione a cui ci si stava abituando in considerazione all'ultimo decennio piuttosto povero d'innevamento e quindi facilmente predisposto alla formazione di strati basali deboli che compromettono la stabilità del manto nevoso; la stagione invernale 2000-2001 ha smentito questa analisi fatta a suo tempo.

Abbondante innevamento sin da inizio stagione e temperature in generale al di sopra della media, per periodi anche prolungati, hanno favorito ed accelerato il graduale assestamento del manto nevoso precludendo, invece, la

possibilità d'innesco di forti gradienti con una conseguente formazione di cristalli a calice o sfaccettati.
Anche sulla superficie del manto nevoso raramente è comparsa la brina che, se inglobata, avrebbe potuto dar luogo ad uno strato favorevole allo scivolamento delle masse nevose soprastanti.
Tuttavia col prematuro inizio delle attività escursionistiche al di fuori delle piste battute e controllate (seconda metà di ottobre) ed il suo prolungato protrarsi a fine stagione (ancora a luglio si son potute effettuare gite scialpinistiche con gli sci calzati a 2400 m di quota) possono aver contribuito al fatto che in Italia venissero segnalati ben oltre sessanta incidenti con persone travolte da valanga.
Le prime due vittime si registrano in Trentino, in due incidenti distinti, il 30 dicembre 2000 appena dopo 3-4 giorni caratterizzati da precipitazioni intermittenti ma da un'attività eolica significativa con un pericolo valanghe localizzato: l'indice riportato nel bollettino nivometeorologico in vigore riportava grado 2 (MODERATO).
Va aggiunto che nei 3 giorni a cavallo di Capodanno, dal 30/12 al 1/01, sono stati ben 6 gli incidenti che hanno visto coinvolto persone, perlopiù rilevati oltre che in Trentino anche in Lombardia, Friuli V.G. e Valle d'Aosta.
L'abbondante innevamento di inizio gennaio, i continui apporti nevosi e l'attività valanghiva spontanea accentuata non sembrano scoraggiare gli escursionisti della neve: malgrado i bollettini nivometeorologici degli enti aderenti all'AINEVA segnalino a lungo indici di pericolo tra il grado 3 (MARCATO) ed il 4 (FORTE), tra il 6 ed il 14 gennaio in 8 incidenti periscono 6 persone. Lo stesso evento si ripete a fine mese, tra il 26/01 ed il 4/02, in 16 incidenti perdono la vita altre 6 persone, con addirittura 5 incidenti nello stesso giorno, domenica 4 febbraio. Anche il fine settimana successivo, con indici di pericolo sempre elevati al grado 3 e 4 conta 7 incidenti e 3 vittime.
Da fine febbraio all'ultima settimana di aprile si registrano ancora 25 incidenti per un totale di 12 vittime; come riportato nel grafico di fig. 1 i mesi che risultano maggiormente interessati da vittime sono quindi: gennaio, febbraio e marzo (85%).
Unica anomalia, in questo caso positiva, è il fatto che non sono stati segnalati incidenti da valanga, né tantomeno vittime, durante l'intera stagione estiva, eventi che invece avevano assai caratterizzato alcune annate con scarsità d'innevamento. In effetti il consistente spessore di neve al suolo è stato caratterizzato dalla presenza di strati molti compatti con densità comprese fra i 350 ed i 600 kg/mc, formati da cristalli da fusione e rigelo e da policristalli arrotondati a granulometria elevata (da 3-4 mm ad oltre 1 cm), senza strati deboli o superfici di slittamento all'interno.
Inoltre si sono notati strati interni ghiacciati, di spessore variabile da 1 a 10 cm, formatisi da acqua di percolazione.

Territorialmente la distribuzione degli incidenti ha visto coinvolte in maniera differente le varie Regioni e Provincie Autonome aderenti all'AINEVA, con una prevalenza di incidenti con vittime nel settore occidentale: Piemonte 10 vittime e Valle d'Aosta 7 vittime. Nel settore centrale delle Alpi, Lombardia e Trentino Alto Adige, molti sono stati gli incidenti registrati (oltre 30) ma il numero di vittime (10) è in proporzione assai più ridotto; e così sul settore orientale (in Veneto e Friuli Venezia Giulia ove, a fronte di 9 incidenti, si registra una sola vittima (fig. 2).

LE VITTIME DA VALANGA

Il numero di vittime da valanga, 29 morti, registrato nella stagione invernale appena trascorsa, supera abbondantemente la media degli ultimi 15 anni attestata intorno alle 18 unità e rappresenta quasi il doppio della media calcolata sugli ultimi 6 anni, 16 vittime.
Come dimostra il grafico riportato in figura 3 la percentuale maggiore delle vittime da valanga appartiene alla categoria degli scialpinisti con un valore prossimo alla metà dei malcapitati. Questo valore poco si discorda dalla media delle vittime da valanga calcolata sugli ultimi 15 anni di statistiche sui rilievi italiani (1985-

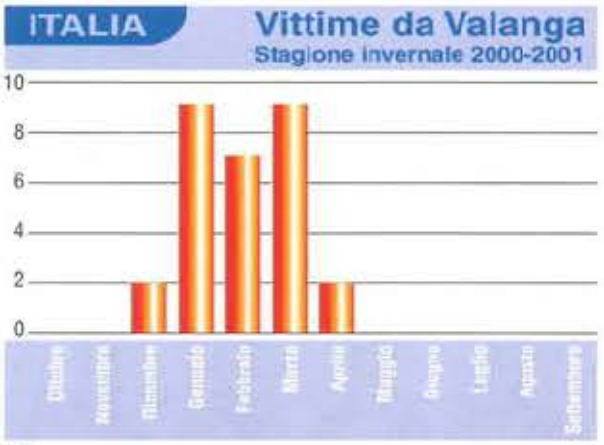


Fig 1

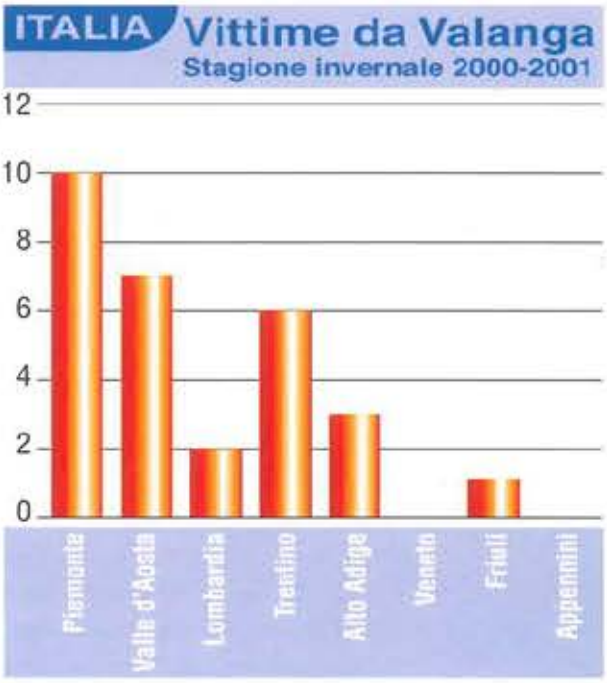


Fig 2

Fig 3

Fig 4

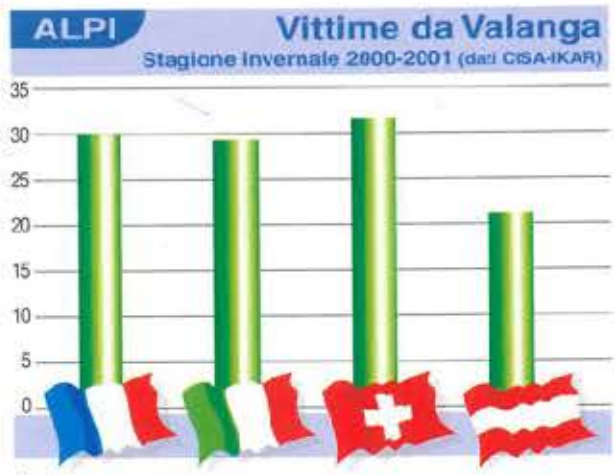


Fig 5

2000) che è attestata sul 45% dei casi (rivista "Neve e Valanghe" n. 42 aprile 2001).

Così pure il valore attribuito agli sciatori fuoripista (9 vittime), 31% contro il 28%, che però continua a presentare un aumento di tendenza al coinvolgimento in valanga da parte degli snowboarders (3 vittime).

La categoria a cui appartengono gli alpinisti, pur mancando una casistica di incidenti mortali occorsi durante la stagione estiva, conferma un 10% di persone coinvolte, le 3 vittime sono state travolte da masse nevose staccatesi mentre effettuavano la salita di cascate di ghiaccio.

Va invece rilevato che nella categoria "altri" compaiono 2 vittime tra gli escursionisti con racchette da neve, 1 operaio, e, primo caso in Italia, compare la prima vittima da valanga dovuta alla pratica dell'escursionismo con motoslitta.

L'ANALISI DEI DATI

Un dato molto sintomatico emerge dall'osservazione del grafico di fig 3: più di 1/4 (28%) delle vittime stava effettuando un'escursione con indice di pericolo riportato nel bollettino nivometeorologico della Regione/Provincia di appartenenza attestato sul grado 4 (FORTE), allorquando la scala adottata a livello europeo asserisce testualmente che *"Le possibilità per gite sciistiche sono fortemente limitate ed è richiesta una grande capacità di valutazione locale"*; e comunque un 55% di escursionisti si trovava già in condizioni di stabilità del manto nevoso piuttosto precarie, evidenziato dal grado 3 (MARCATO).

Su oltre 40 persone sepolte dalla neve (per sepolto si intende la persona che non ha possibilità di attivare le funzioni respiratorie, quindi con almeno la testa sotto la neve), quelle che sono riuscite a salvarsi in buona parte si sono liberate da sole, mentre tra le vittime si evidenzia un elevato numero di persone localizzate tramite l'ARVA (apparecchio di ricerca in valanga). Tuttavia, nonostante la presenza di uno o più compagni l'autosoccorso messo in atto non ha dato esito positivo in tempo utile. E', questa, un'osservazione molto significativa.

Va comunque rilevato che 5 vittime sono da annoverare tra escursionisti che stavano effettuando un'uscita in solitaria ed altre 2 vittime, coinvolte in cascata su ghiaccio, sono rimaste entrambe sepolte.

Dall'analisi dei dati emerge inoltre che circa 2/3 degli incidenti in valanga sono avvenuti durante i fine settimana o nelle festività, allorquando la pratica di escursioni organizzate è senz'altro più massiccia, tuttavia la metà delle vittime è stata registrata in occasione di incidenti occorsi in giornate lavorative.

Interessante notare che a fronte dei dati delle vittime da valanga degli ultimi 15 anni oscillanti tra i 10 ed i 36 morti, c'è stato un incremento di frequentazione assai considerevole e via via compaiono nuove attività sportive che si espongono al pericolo delle valanghe (snowboarders, cascate di ghiaccio, racchette da neve, motoslitte)

Alcune altre considerazioni importanti da mettere in risalto:

- in 3 incidenti, fortunatamente senza vittime coloro che hanno provocato la valanga sono fuggiti invece di soccorrere i malcapitati;
- in altri 2 incidenti occorsi a dei praticanti dello sci fuoripista, i travolti, rimasti illesi, si sono prontamente allontanati dalla zona per il timore di ricorrere in sanzioni o denunce;
- in 2 incidenti con vittime i superstiti, fautori del distacco della valanga, sono stati arrestati.

CONCLUSIONI

Di fronte a tanti incidenti in valanga malgrado da alcuni anni molti sforzi ed iniziative vengano intraprese da parte delle Associazioni (AINEVA, Club Alpino Italiano, Guide Alpine, Corpo Nazionale del Soccorso Alpino, etc.) al fine di sensibilizzare gli escursionisti alla messa in atto di misure di protezione e di comportamenti da adottare in ambiente innevato, molto terreno rimane ancora da esplorare per raggiungere risultati più soddisfacenti. Potrebbe sembrare superfluo ribadire che mai bisognerebbe uscire su terreno innevato da soli e ancor meno in condizioni di pericolo

valanghe elevato (soprattutto grado 4).
Sicuramente bisognerà continuare ad insistere non solo sull'utilità della dotazione personale degli apparecchi ARVA e sull'esercizio all'utilizzo dello stesso, in modo da poter essere prontamente operativi in caso di autosoccorso ma anche nel campo dell'informazione nivometeorologica perché questa possa giungere puntualmente a tutti coloro che frequentano la neve nel tempo libero o per attività professionali.

Si ringraziano: Fabio Gheser (Uff. Idrografico e Servizio Prevenzione Valanghe della Provincia Autonoma di Bolzano), Giovanni Peretti (Centro Nivometeorologico Regione Lombardia), Gianluca Tognoni (Uff. Neve, Valanghe e Meteorologia – Provincia Autonoma di Trento), Mauro Valt (Centro Valanghe di Arabba).
I dati sono stati raccolti dall'AINEVA attraverso la collaborazione di: CAI, CNSAS, Alpenverein Sudtirol, SAGF.

CISA IKAR 2001

Il cinquantatreesimo congresso con l'assemblea dei delegati della Commissione Internazionale Soccorso Alpino (Cisa), nell'anno 2001 si è svolta in una inusuale cornice balneare. Paese ospitante la Croazia, con la bella cittadina di Makarska, affacciata sul mare ma con alle spalle le selvagge rocce calcaree del monte Biokovo, che si eleva fino a 1762 m s.l.m., seconda più alta montagna della Croazia. Grande è stata la partecipazione con 27 organizzazioni presenti in rappresentanza di 18 Stati, su 21 Stati membri.
Giovedì 4 ottobre sono iniziati i lavori delle quattro sottocommissioni, terrestre, aerea, medica e valanghe che sono proseguiti anche sabato 6 ottobre dopo una giornata di esercitazioni in campo nel caratteristico parco nazionale del Biokovo.
Sono state analizzate varie problematiche del soccorso organizzato e presentate, da parte di molti rappresentanti dei paesi partecipanti, relazioni di incidenti e metodologie per la ricerca ed il recupero di infortunati.
L'attuale Presidente della Cisa - Ikar, Toni Grab, dopo le dimissioni a marzo di François Sivardière, ha presieduto la commissione valanghe, e sarà ancora lui a ricoprire tale carica, fino alla nomina di un nuovo presidente.
La commissione valanghe con 34 delegati in rappresentanza di 13 paesi, nell'ordine Austria, Croazia, Repubblica Ceca, Francia, Germania, Italia, Liechtenstein, Norvegia, Polonia, Slovacchia, Svezia, Svizzera e Stati Uniti, ha lavorato a lungo analizzando le tipologie e le dinamiche di molti incidenti che hanno provocato complessivamente 176 vittime nell'anno 2000/2001 (vedi tabella e fig 5) ed in numerosi casi è emerso come molto si può, e si deve fare, nell'ambito della prevenzione e dell'informazione.
Con quest'ottica, la commissione vuole lavorare in concerto con gli specialisti della neve, con i previsori, i soccorritori, i conduttori cani da valanga ed i produttori di materiali per il soccorso. Si vuole così, da una parte ridurre gli incidenti con più prevenzione e dall'altra con un miglior Know How soccorrere, possibilmente con maggior successo. In questo contesto, si inseriscono a pieno titolo organizzazioni come l'Aineva e altri servizi valanghe nazionali, che partecipano a queste riunioni di lavoro su specifico invito delle organizzazioni preposte al Soccorso Alpino.
Dal 18 al 20 gennaio la Commissione Soccorso in valanga si riunisce in Alto Adige per addentrarsi maggiormente negli aspetti pratici del lavoro del soccorritore.
Un plauso ed un ringraziamento per l'organizzazione e l'ospitalità ai colleghi del Soccorso Alpino Croato (GSS – HPS).

	Scialpinismo	Fuoripista	Sci in pista	Alpinismo	Strade	Abitazioni	Motoslitte	Altro	Totale
Svizzera	13	9	0	7	1	0	0	2	**32**
Austria	10	7	1	0	4	0	0	0	**22**
Italia	14	9	0	4	0	0	1	1	**29**
Francia	8	13	0	8	0	0	0	1	**30**
Germania	0	1	0	0	0	0	0	0	**1**
Liechtenstein	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Slovenia	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
Polonia	0	0	0	1	0	0	0	0	**1**
Rep Ceca									**0**
Slovacchia	2	0	0	3	0	0	0	0	**5**
Croazia	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Bulgaria									**0**
Romania									**0**
Gran Bretagna									**0**
Irlanda									**0**
Norvegia	1	2	0	4	0	0	2	0	**9**
Svezia	0	0	0	0	0	0	1	0	**1**
Spagna									**0**
Andorra									**0**
Canada	4	0	0	0	0	0	7	1	**12**
USA	7	5	0	4	0	0	15	2	**33**
Totale	**59**	**46**	**1**	**32**	**5**	**0**	**26**	**7**	**176**

Fabio Gheser
(servizio prevenzione valanghe Provincia Autonoma di Bolzano)
Gianluca Tognoni
(servizio prevenzione valanghe Provincia Autonoma di Trento)

Studio della pericolosità da valanghe dell'abitato di Ardenno (So)

UNA NUOVA AREA

Massimiliano Barbolini
Università degli Studi di Pavia
Dip. di Ingegneria Idraulica e Ambientale
Via Ferrata 1, 27100 Pavia, 0382 505 308,
massimiliano.barbolini@unipv.it

Lorenzo Nettuno
Montana s.r.l.
Via XXII Marzo 19,
20100 Milano, 02 5411 8173,
nettuno@montana-ambiente.it

Peppino Volpatti
Studio Volpati Associati
Piazza III Novembre 19,
23017 Morbegno (SO), 0342 613 126
pepivolpatti@tiol.it

Nel versante retico a monte dell'abitato di Ardenno (Sondrio) a seguito di un recente incendio boschivo si sono create le condizioni per la formazione di valanghe. Accertato in via preliminare il potenziale pericolo per la parte alta dell'abitato, è stato redatto il Piano delle Zone Esposte al pericolo di Valanghe (P.Z.E.V.), utilizzando una procedura essenzialmente basata sulle Direttive Svizzere. Inoltre è stato predisposto un Piano di Protezione Civile per le zone esposte al pericolo. Il sistema proposto si basa sulla misurazione dell'altezza della neve al suolo in località significativa (mediante stazione automatica di rilevamento), trasmissione ed elaborazione dei dati in un centro decisionale, ed evacuazione delle zone potenzialmente interessate da valanghe, in corrispondenza di valori prefissati dell'altezza del manto nevoso nella zona di distacco. Il sistema proposto per il Piano di Protezione Civile è innovativo e molto semplice da gestire. Inoltre, pur essendo basato su ipotesi molto prudenziali, appare adeguato per la situazione in esame: l'evacuazione di porzioni significative dell'abitato risulta infatti prevista in condizioni di innevamento caratterizzate da tempi di ritorno variabili tra 20 e 50 anni. Le elaborazioni nivometriche sono state effettuate sulla base dei dati relativi alla vicina stazione Enel *Prati di Lotto*. Lo scendimento delle valanghe è stato simulato con il modello di dinamica VARA1D, sviluppato presso il Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia.

VALANGHIVA

Fig. 1: corografia su base CTR 1:10000. Sono indicate l'area interessata dall'incendio del 1998, le frazioni *Maroli* e *Cavallari*, la zona maggiormente critica per il distacco di valanghe, e la posizione delle stazioni *Prati di Erbolo* e *Prati di Lotto*.

1. INTRODUZIONE

Nel versante meridionale delle Alpi Retiche, a monte dell'abitato di Ardenno (SO) a seguito di un incendio boschivo occorso nell'inverno 1998 (Figura 1) si sono create le condizioni per la formazione di valanghe. Il problema in esame riguarda essenzialmente la parte dell'abitato di Ardenno situata allo sbocco della gola montana del torrente Venduno (località *Maroli* e *Cavallari*, Fig 1) e, indirettamente, alcune frazioni collegate da strade che attraversano le zone a rischio (*Gaggio, San Lucio*). In particolare si riconosce come possibile zona di distacco di valanghe potenzialmente pericolose la parte del bacino a monte dell'abitato già priva di bosco a causa di incendi precedenti, mai rimboschita forse anche per l'azione di locali piccole valanghe, situata nella parte centrale e sommitale della valle, approssimativamente tra le quote 1250 e 1550 m s.l.m. (Fig 1).

Si osserva peraltro che pur essendo questa la zona maggiormente critica per quote, pendenze, caratteristiche morfologiche ed estensione delle masse nevose coinvolte in un possibile distacco, tutta l'area a monte dell'abitato di Ardenno interessata dall'incendio dell'inverno 1998 ed attualmente priva di copertura boschiva (compresi baite, sentieri, strade) risulta potenzialmente soggetta al distacco e scorrimento di masse nevose ed è pertanto da ritenersi "sito valanghivo" nell'accezione più generale del termine.

La Comunità Montana Valtellina di Morbegno ha richiesto uno studio di dettaglio della situazione, finalizzato alla redazione del Piano delle Zone Esposte al Pericolo di Valanghe (P.Z.E.V.) ed alla redazione di un Piano di Protezione Civile (Piano di Evacuazione) per le aree potenzialmente interessate dalla caduta di valanghe. Nel presente articolo sono presentati i principali risultati di tale studio.

2. METODOLOGIA DI STUDIO

Lo studio è stato basato sull'utilizzo sistematico di un modello fisico-matematico per la simulazione della dinamica dei moti valanghivi (il modello VARAID, vedi cap 3). Preliminarmente all'utilizzo del modello di dinamica è stato applicato al sito oggetto di studio un modello di tipo "statistico-topografico"[1]. Tali modelli rappresentano un utile complemento ai più complessi e completi modelli di dinamica, consentendo di ottenere una indicazione di massima degli spazi di arresto potenziali di eventi valanghivi "estremi".

Tale informazione è molto utile nel caso (peraltro abbastanza usuale) di siti dove la conoscenza storica è limitata, o addirittura completamente mancante come nel caso di Ardenno, e dove quindi una taratura "diretta" del modello di dinamica non può essere effettuata. Infatti, una volta effettuata una valutazione preliminare degli spazi di arresto mediante i modelli di tipo statistico-topografico, tale informazione può essere utilizzata come supporto e/o verifica della taratura dei modelli di dinamica (vedi §5.2), la cui successiva applicazione è peraltro essenziale per ottenere tutte le informazioni necessarie in fase di mappatura e di stesura del piano di evacuazione (velocità, pressioni di impatto, distribuzione finale del deposito, tempi di ritorno).

I dati topografici di riferimento sono stati dedotti dalla cartografia disponibile: Carta Tecnica Regionale scala 1:10.000 (1983) e aerofotogrammetria scala 1:2.000 della Comunità Montana Valtellina (1998).

Ripetuti sopralluoghi sul terreno hanno favorito una analisi di dettaglio delle condizioni della zona di distacco, della zona di scorrimento e della zona di arresto, finalizzati a valutare lo stato attuale della copertura vegetativa, ed a tenere conto, in fase di mappatura, degli edifici e delle opere di regimazione idraulica recentemente realizzate (vedi § 5.3). I dati nivometrici di progetto sono stati ottenuti mediante elaborazione dei dati della vicina stazione meteorologica Enel *Prati di Lotto* (Figura 1) relativi al periodo di registrazione 1969 - 2000.

[1] I modelli statistico-topografici, originariamente sviluppati dai ricercatori del *Norwegian Geotechnical Institute* (Lied e Bakkehoi, 1980), utilizzano relazioni regressive che consentono di stimare la massima distanza di arresto raggiungibile da un evento valanghivo in un determinato sito sulla base esclusiva di parametri topografici del sito. Tali relazioni regressive, ottenute elaborando statisticamente dati storici di valanghe relative a siti oggetto di una adeguata memoria storica in funzione di opportuni parametri topografici, possono essere utilizzate al fine di prevedere il comportamento delle valanghe (in termini esclusivi della distanza di arresto) in siti non documentati. Sulla base dell'idea originale di Lied e Bakkehoi sono state successivamente sviluppate numerose relazioni regressive "ad hoc" per differenti regioni montane alpine ed extra-alpine (per una rassegna in proposito si veda Fellini, 1999); in particolare recentemente detto tipo di modelli sono stati sviluppati anche relativamente al contesto montano lombardo (Fellini, 1999).

3. IL MODELLO DI DINAMICA ADOTTATO

I modelli di dinamica delle valanghe "VARA", sviluppati presso il Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia nel corso degli anni '90 (Natale *et al.*,'94; Nettuno,'96; Barbolini, '98;'99), utilizzano un approccio di tipo idraulico per la simulazione della dinamica degli scorrimenti nevosi: le equazioni sono infatti simili a quelle comunemente applicate per la simulazione delle correnti idrauliche a pelo libero. Di conseguenza, tali modelli sono applicabili esclusivamente alla simulazione di moti di tipo radente (VARA è infatti l'acronimo di valanghe radenti). I modelli VARA sono stati oggetto di estensive applicazioni e validazioni in ambito alpino ed extra-alpino (Nettuno e Sommavilla, 1994; Barbolini e Savi, 2001; Keylock e Barbolini, 2001), e utilizzati nel contesto delle attività di ricerca applicata del progetto SAME (*Snow Avalanche Mapping and Warning Systems in Europe*) del IV programma Quadro *Ambiente e Clima* della Comunità Europea (Barbolini et al., 2000).

Nel caso specifico è stata utilizzata la formulazione mono-dimensionale del codice di calcolo, denominata VARA1D.

La definizione dei dati di "input" del modello VARA1D, ovvero degli "scenari di simulazione", avviene attraverso la definizione delle seguenti variabili: (a) profilo longitudinale del pendio; (b) estensione longitudinale della zona di distacco; (c) altezza del manto nevoso al distacco; (d) coefficienti di resistenza (rappresentati dal coefficienti di attrito Coulombiano, μ e dal coefficiente di attrito turbolento, n). La corretta stima dei coefficienti di resistenza richiede una preliminare operazione di taratura del modello, discussa al paragrafo 4.3.

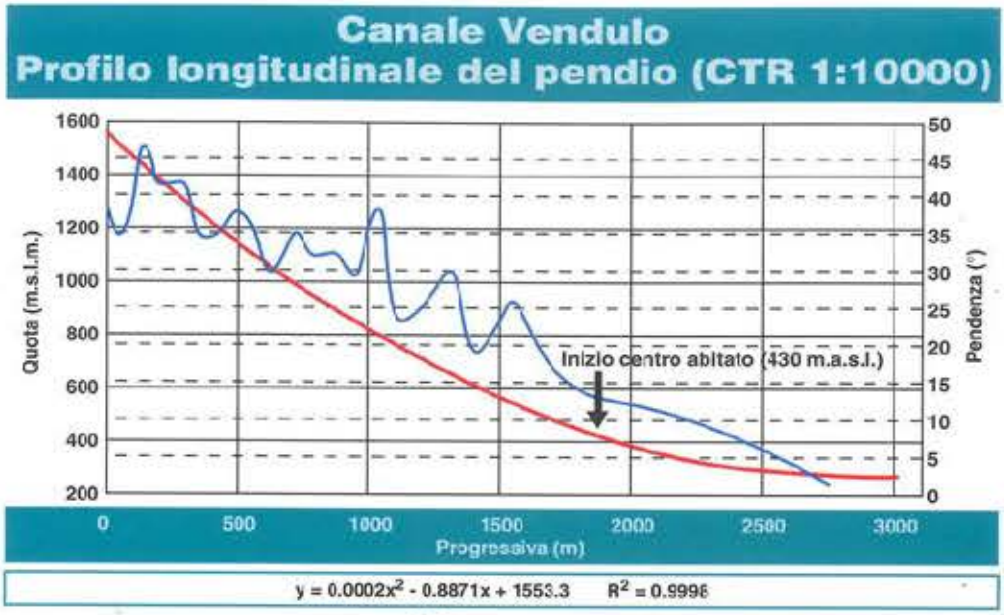


Fig 2

Fig. 2: profilo longitudinale del pendio, con indicazione delle pendenze locali e della parabola che fornisce la migliore interpolazione dei punti rilevati.

4. DEFINIZIONE DEGLI SCENARI DI SIMULAZIONE

4.1 Topografia di riferimento

L'analisi del versante a monte dell'abitato di Ardenno compreso nei bacini di alimentazione delle valli Vilasca, Vendune e Valena, condotta mediante sopralluoghi e indagini clivometriche, ha consentito di individuare la zona maggiormente critica per il distacco delle valanghe ed il relativo percorso principale di scendimento, corrispondente con l'alveo del canale Verdulo (vedi Fig 1). Il profilo longitudinale del pendio relativo al percorso principale di scorrimento indicato in planimetria in Figura 1, utilizzato per definire il profilo numerico di input da inserire nel modello per le simulazioni, è riportato in Figura 2 ed è stato dedotto dalla Carta Tecnica Reg., scala 1:10000. Nella zona di arresto, corrispondente con l'area di conoide ubicata approssimativamente al di sotto della quota 430 m s.l.m. sono state considerate due distinte possibili direzioni di espansione della valanga, indicate rispettivamente con le lettere "A" e "B" in Figura 3. I relativi profili longitudinali sono stati dedotti da una cartografia di maggior dettaglio (scala 1:2000).

Fig 3

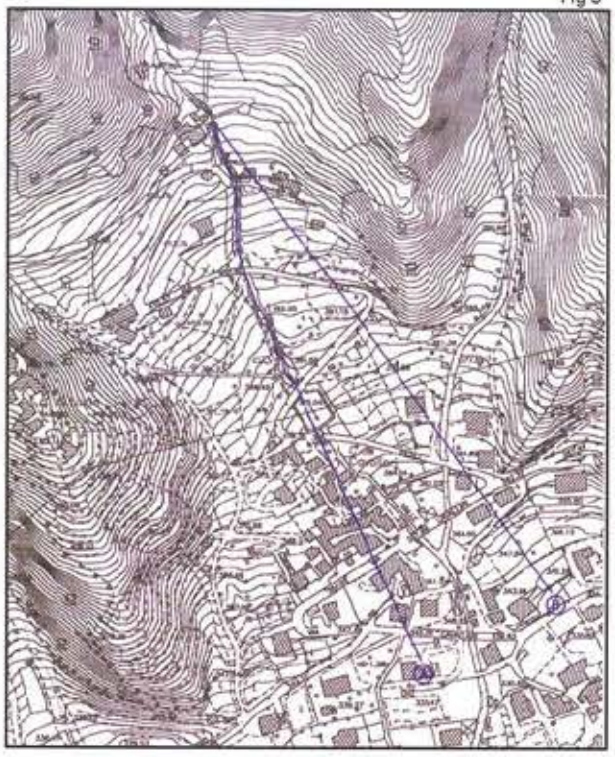


Fig. 3: zona di arresto, con indicazione delle due possibili direzioni di espansione considerate nelle simulazioni (indicate "A" e "B")

4.2 Scenari di distacco

La zona di distacco corrispondente all'area critica indicata in Figura 1, ha larghezza media di circa 200 m, estensione lungo il profilo longitudinale del pendio di circa 400 m, ed è compresa tra le quote 1250 e 1550 m s.l.m., con quota media di distacco pari a circa 1400 m s.l.m. e pendenza media di circa 40°. In termini areali detto scenario di distacco è stato mantenuto fisso in tutte le simulazioni numeriche del moto della valanga, essendo ritenuto rappresentativo di una condizio-

ne relativamente "estrema" e pertanto adeguatamente conservativa.La determinazione dell'altezza di distacco è stata dedotta dall'analisi statistica dai dati di innevamento relativi alla stazione Enel *Prati di Lotto* (ubicata a quota 970 m s.l.m., Figura 13). Sono stati analizzati i dati giornalieri di altezza di neve al suolo, relativi a 32 anni di registrazioni consecutive (dalla stagione invernale 1968-69 alla stagione invernale 1999-00). A seconda della fase di lavoro sono stati impiegati dati nivo-meteorologici differenti, sia con riferimento alla tipologia del dato che al tempo di ritorno associato allo stesso.

Con riferimento alla stesura del P.Z.E.V. in accordo con le indicazioni fornite da Salm *et al.* (1990), il dato significativo per la stima dell'altezza di distacco relativa alle valanghe di progetto (cioè con tempi di ritorno pari a 30 e 300 anni rispettivamente) è la precipitazione nevosa su tre giorni consecutivi (indicata con *P72* nel seguito dello studio). Sono stati pertanto elaborati statisticamente i dati di precipitazione nevosa (su uno e più giorni consecutivi) relativi alla stazione di *Prati di Lotto* al fine di caratterizzarne i valori con assegnati tempi di ritorno. Anche per le correzioni del dato di precipitazione nevosa (*P72*) in dipendenza della quota media e della pendenza media della zona di distacco sono stati adottati i criteri proposti da *Salm et al.* (1990).
Con riferimento alle applicazioni modellistiche finalizzate alla redazione del piano di evacuazione si è invece utilizzato come parametro di riferimento per la definizione dell'altezza di distacco delle valanghe di progetto, l'altezza totale del manto nevoso al suolo (indicata con *H* nel seguito dello studio).
Ciò è stato fatto in accordo con la filosofia del piano di evacuazione proposto, che si basa sulla misurazione dell'altezza di neve al suolo e sull'ipotesi conservativa che il distacco possa interessare tutto lo strato nevoso presente al suolo (vedi paragrafo 6.1).
Anche il procedimento è risultato differente da quello adottato nella stesura del P.Z.E.V., in cui assegnati determinati tempi di ritorno (30 e 300 anni) si procedeva a calcolare la *P72* relativa. Infatti in questo caso si è proceduto a simulare una serie di valanghe con altezza al distacco progressivamente crescente (vedi paragrafo 6.3), e ad assegnare a tali altezze di distacco un appropriato tempo di ritorno mediante un'analisi statistica dei dati di altezza di neve al suolo misurati alla stazione *Prati di Lotto*.

4.3 Taratura del modello

Le applicazioni modellistiche volte alla stesura del P.Z.E.V. ed alla redazione del Piano di Evacuazione sono state precedute da una operazione di taratura del modello. La taratura del modello ha per obbiettivo la definizione della coppia di coefficienti di resistenza μ e n più appropriati in relazione alle dimensioni dell'evento considerato ed alla specifica situazione morfologico-topografica del sito valanghivo (grado di incanalamento, caratteristiche del profilo longitudinale del pendio, scabrezza del letto di scorrimento).
Non essendo disponibili per il caso in esame eventi storici di riferimento su cui effettuare una taratura "diretta", sono stati adottati i risultati relativi alla taratura del modello VARA1D su altri siti valanghivi e la metodologia di taratura "indiretta" documentata e descritta in Barbolini (1999). Si è ottenuto quanto segue.

- Il valore $n = 0.021$ s/m$^{0.5}$ rappresenta il valore medio da adottare per il modello VARA1D nel caso di siti valanghivi incanalati, e non dipende né dal tempo di ritorno dell'evento (cioè dai volumi di neve al distacco) né dalle caratteristiche del manto nevoso (Barbolini, 1999); detto valore è stato pertanto utilizzato in tutte le simulazioni di dinamica delle valanghe effettuate sul sito valanghivo di Ardenno.
- Per il coefficiente μ invece i valori medi da usare per il sito di Ardenno con riferimento ad eventi relativamente frequenti (indicativamente con un tempo di ritorno $T < 50$ anni) ed estremi (indicativamente con un tempo di ritorno $T > 100$ anni) sono stati calcolati secondo le procedure proposte in Barbolini (1999) sulla base dei valori di taratura relativi

Direttive svizzere per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo valanghe (da IFSNV, 1984)

Grado di pericolosità	Definizione
Elevato (Zona rossa)	Sono attese valanghe radenti con tempo di ritorno fino a 30 anni o, alternativamente, con tempo di ritorno fino a 300 anni e pressioni di impatto superiori a 30kPa
Moderato (Zona blu)	Sono attese valanghe radenti con tempo di ritorno fino a 30 e 300 anni e pressioni di impatto inferiori a 30kPa, o valanghe polverose con un tempo di ritorno fino a 30 anni e pressioni di impatto inferiori a 3kPa.
Basso (Zona gialla)	Sono attese valanghe radenti con tempo di ritorno superiore a 300 anni, o valanghe polverose con un tempo di ritorno maggiore di 30 anni e pressioni di impatto inferiori a 3kPa.
Nullo (Zona bianca)	Non sono attese valanghe.

Fig 4

a siti valanghivi "simili" ("*proximity analysis*"). Si sono ottenuti i valori: μ= 0.26 per eventi relativamente frequenti (con tempo di ritorno di circa 30 anni); μ = 0.22 per eventi estremi (con tempo di ritorno di circa 300 anni). E' interessante notare che i valori ottenuti corrispondono approssimativamente ai valori medi adottati per le simulazioni di eventi con analoghe caratteristiche di frequenza per una serie di siti valanghivi ubicati in Valmalenco (ottenuti in quel caso mediante taratura diretta del modello su eventi storici documentati).

Con riferimento alla serie di simulazioni relative alla stesura del piano di evacuazione, in cui sono stati utilizzati una sequenza di scenari di distacco con altezza variabile tra 30 e 125 cm (con intervallo di variazione pari a 5 cm), per la definizione del coefficiente di resistenza μ si è adottato il seguente criterio: per valori dell'altezza di distacco H < 65 cm (con 65 cm valore corrispondente all'altezza al distacco della valanga di progetto con tempo di ritorno di 30 anni nel P.Z.E.V.) si è assegnato a μ un valore costante e pari a 0.26; per valori dell'altezza di distacco H > 90 cm (con 90 cm valore corrispondente ad all altezza al distacco della valanga di progetto con tempo di ritorno di 300 anni nel P.Z.E.V.) si è assegnato a μ un valore costante e pari a 0.22; per valori dell altezza di distacco 65 < H < 90 cm, si è utilizzata per μ una legge di variazione lineare tra i valori 0.26 e 0.22.

Un tale approccio è in accordo con l'osservazione ampiamente accettata che le distanze di arresto delle valanghe (ovvero il coefficiente di attrito Coulombiano μ) siano fortemente legate ai volumi di distacco, ed in particolare aumentino (ovvero μ diminuisca) al crescere delle dimensioni della valanga.

5. PIANO DELLE ZONE ESPOSTE AL PERICOLO DI VALANGHE (P.Z.E.V.)

5.1 Criteri di mappatura

Stante la carenza di riferimenti tecnico-normativi a livello nazionale in merito alle procedure da adottarsi per le operazioni di mappatura di aree potenzialmente esposte al pericolo di valanghe, è stata seguita una procedura basata sulle 'Direttive per la considerazione del pericolo di valanghe nelle attività di incidenza ter-

Fig. 5: linea oraria e velocità del fronte ottenute simulando l'evento estremo (T=300 anni) con il modello VARA1D.

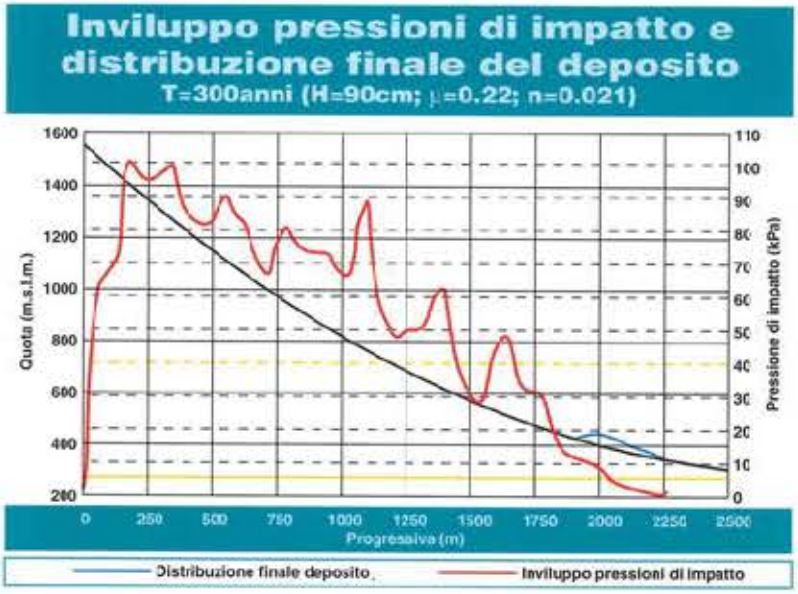


Fig. 6: inviluppo delle pressioni di impatto e distribuzione finale del deposito ottenute simulando l'evento estremo (T=300 anni) con il modello VARA1D; nella figura sono indicate anche le due soglie di pressione pari rispettivamente a 30 kPa e 5 kPa.

Sintesi dei risultati dell'applicazione del modello VARA1D
Risultati inerenti la redazione del P.Z.E.V.

Tempo (anni)	P72 Lotto (cm)	H dist. (cm)	Z sup. (m s.l.m.)	Z inf. (m s.l.m.)	μ [-]	n (s/m$^{0.5}$)	Distanza di Arresto (m s.l.m.)	Limite Pimp.=5kPa (m s.l.m.)	Limite Pimp.=30kPa (m s.l.m.)
30	85	65	1550	1250	0.26	0.021	406	430	495
300	120	90	1550	1250	0.22	0.021	350	390	450

Fig 7

Fig. 8: calcolo della distanza di arresto per un evento "estremo" mediante il modello statistico-topografico. *b* rappresenta l'angolo formato con l'orizzontale dalla retta che congiunge il punto più alto di distacco con il punto del profilo dove la pendenza scende sotto i 14° (nel caso di Ardenno ubicato a circa 450 m s.l.m.). L'angolo *a* è calcolato a partire da *b* mediante la relazione regressiva riportata in Fig. 10, e consente di identificare il punto di massima espansione della valanga lungo il pendio.

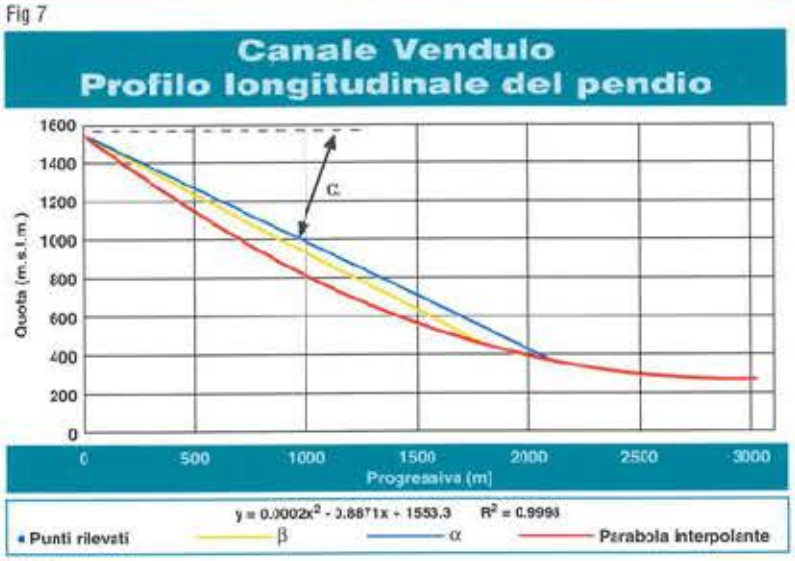


Fig 8

Fig 9

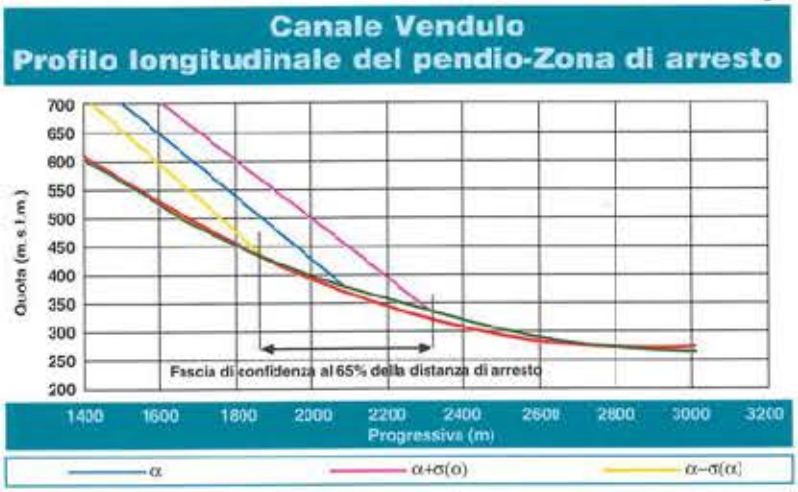


Fig. 9: fascia di confidenza al 65% della distanza di arresto calcolata il modello statistico-topografico. *a* fornisce il valore medio della distanza di arresto, ed è calcolato mediante la relazione regressiva di Fig.10; *s*, indicato in Fig. 10 come Dev.St., è la deviazione standard della legge di regressione.

ritoriale" adottate in Svizzera (Fig.4) che, allo stato attuale, rappresentano lo strumento direttivo di riferimento a livello europeo ad uso dei tecnici.

Anche le perimetrazioni per alcune aree esposte al pericolo di valanghe, recentemente eseguite dalla Regione Lombardia nel contesto del Piano Straordinario per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ("PS 267", eseguito ex Legge 267/93), sono state eseguite sulla base di criteri analoghi a quelli delle *Direttive Svizzere dell'IFSNV del 1984 (Fig.4)*.

5.2 Procedimento

Il procedimento seguito per l'effettuazione delle perimetrazioni è sintetizzato dalla seguente sequenza di operazioni:

- Sono stati determinati gli scenari di progetto, in termini di condizioni al distacco (altezze di distacco per tempi di ritorno di 30 e 300 anni, area di distacco), possibili traiettorie della valanga nella zona di arresto, parametri di resistenza (μ, n) da adottare nelle simulazioni (vedi Fig.7).
- Sono stati eseguiti i calcoli di dinamica delle valanghe, per ogni scenario di progetto, a mezzo del modello VARA1D. A titolo di esempio in figura 5 è riportata la linea oraria del fronte della valanga relativa alla simulazione dell'evento con tempo di ritorno di 300 anni; per il medesimo evento di progetto in figura 6 sono riportati l'inviluppo delle pressioni di impatto lungo il pendio e la distribuzione finale del deposito.
- I risultati ottenuti in termini di distanza di arresto e limite inferiore per le soglie di pressione rispettivamente pari a 5 kPa e 30 kPa sono riportati nella figura 7. L'applicazione del modello statistico-topografico specificatamente sviluppato per il contesto montano valtellinese (Fellini, 1999) al sito in esame ha fornito una utile verifica dei risultati delle simulazioni dinamiche, ed in particolare ha confermato la ragionevolezza dei valori di taratura adottati per i coefficienti di resistenza del modello. Infatti, il valore atteso della distanza di arresto per un evento di tipo "estremo" calcolato con il modello statistico-topografico risulta pari a 380 m s.l.m. (figura 8 e figura 10), in buon accordo con il valore ottenuto per un tale evento mediante le simulazioni dinamiche (caso T = 300 anni in figura 7); inoltre la fascia di confidenza al 65% della distanza di arresto associata ai risultati del modello statistico-topografico (valore atteso più o meno una deviazione standard, figure 9 e 10), copre un'area pressoché analoga alla zona potenzialmente interessata dall'arresto di eventi valanghivi simulati con tempo di ritorno variabile tra i trenta ed i trecento anni (zona blu nel P.Z.E.V.).
- Sui diversi profili utilizzati (Figura 3) sono stati cartografati i punti corrispondenti ai limiti delle zone "blu" e "rossa" secondo le condizioni di mappatura previste dalle Direttive Svizzere (figura 4).
- L'estensione areale delle zone "blu" e "rossa" è stata delimitata

sulla base dei risultati ottenuti dalle simulazioni e tenendo conto della concorrenza degli elementi topografici e morfologici locali, nonché delle caratteristiche degli eventi simulati in termini di volumi, condizioni cinematiche e condizioni dinamiche (vedi paragrafo 5.3).

5.3 Risultati

In figura 11, su base topografica in scala 1:2.000 sono riportate, limitatamente alla zona di arresto, le delimitazioni delle zone "rossa" e "blu". In merito si osserva quanto segue.

- La frazione Maroli e la parte alta della frazione Cavallari approssimativamente a monte della quota 405 m s.l.m., risultano all'interno della "zona rossa" del P.Z.E.V., esposte ad un elevato pericolo di caduta di valanghe (ovvero potenzialmente interessate in maniera frequente dall'arresto di valanghe).
- L'arginatura del torrente Vilasco e la briglia alla confluenza Vilasco-Venduno a quota circa 390 m s.l.m., sono state ubicate speditivamente sulla carta in scala 1:2000. Un confronto tra i valori di velocità, pressione di impatto (circa 5 kPa) e tiranti massimi (circa 1,7 m), in corrispondenza della briglia per il caso dell'evento con un tempo di ritorno T=300 anni, e le dimensioni della briglia stessa (altezza, capacità di invaso a monte), consente di ritenere la briglia in grado di arrestare e contenere al suo interno le masse nevose la cui direzione principale di scorrimento segue l'alveo del canale Venduno. Lungo questa possibile direzione di espansione delle masse nevose pertanto il limite fisico rappresentato dalla briglia rappresenta anche il limite inferiore dell'area esposta ad un moderato pericolo di valanghe, o "zona blu".
- Allo sbocco della gola montana, in corrispondenza dell'apice della conoide (quota circa 430 m s.l.m.) può verificarsi una deviazione della valanga, lungo una traiettoria in sinistra orografica del canale Venduno, che consente alle masse nevose, almeno con riferimento ad accadimenti estremi (T=300 anni), di evitare la briglia e raggiungere le parte più bassa della frazione Cavallari, oltrepassando la strada Via Cavallari ed arrestandosi approssimativamente alla quota 350 m s.l.m.

6. PROPOSTA DI UN PIANO DI PROTEZIONE CIVILE (Piano di evacuazione)

6.1 Criteri generali

Il piano di evacuazione è stato pensato con l'obiettivo principale di fornire uno strumento facilmente gestibile e basato su criteri di valutazione il più possibile oggettivi e semplificati. Il sistema proposto si basa sulla misurazione dell'altezza della neve al suolo in località significativa, mediante stazione automatica di rilevamento, trasmissione ed elaborazione dei dati in un centro decisionale, ed evacuazione progressiva delle zone potenzialmente interessate da eventuali valanghe, in corrispondenza di valori prefissati dell'altezza del manto nevoso nella zona di distacco.

L'adozione dell'altezza del manto nevoso al suolo nella zona di distacco per la gestione delle eventuali (e progressive) operazioni di evacuazione delle zone potenzialmente in pericolo, presuppone l'ipotesi che tutto il manto nevoso, indipendentemente dalla sua altezza e dalle sue caratteristiche stratigrafiche, possa divenire instabile e staccarsi simultaneamente. L'ipotesi è sicuramente conservativa; peraltro, data la bassa quota e la esposizione a sud della zona di distacco, accanto alle valanghe invernali tipicamente associate a periodi di intensa precipitazione nevosa, è possibile il verificarsi di valanghe primaverili di fondo. Il vantaggio di una impostazione delle soglie di evacuazione basata solo sull'altezza del manto nevoso, è duplice.

- Relativa facilità nell'impostazione e successiva gestione del piano di evacuazione. Le fasce di evacuazione possono infatti essere determinate mediante la simulazione di valanghe con altezza di distacco progressivamente crescente; ad una determinata altezza del manto nevoso al suolo può essere associata in modo univoco una ben definita area dell'abitato potenzialmente interessata dall'arresto delle masse nevose (e pertanto assoggettabile ad evacuazione).

Sintesi dei risultati dell'applicazione del modello statico-topografico
Modello statistico-topografico ($\sigma''\alpha/\beta''$)

β (°)	β (m s.l.m.)	α (°)	α (m s.l.m.)	$\alpha+\sigma(\alpha)$ (m s.l.m.)	$\alpha+\sigma(\alpha)$ (m s.l.m.)
31.4	450	29.2	380	430	340

$\alpha=0.986\ \beta - 1.782$; $R^2=0.9$; Dev.St.=1.5°

Fig 10

Fig 11

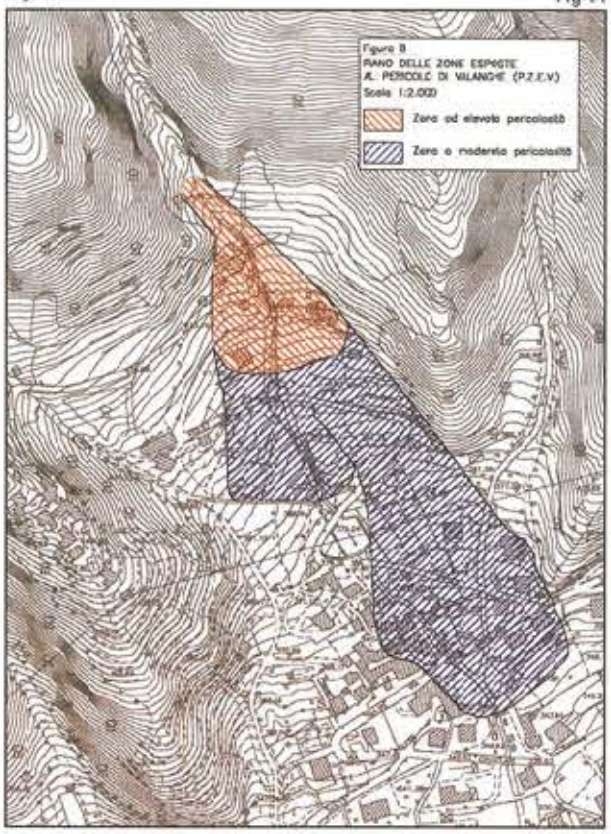


Fig. 11: Piano delle Zone Esposte al pericolo di Valanga.

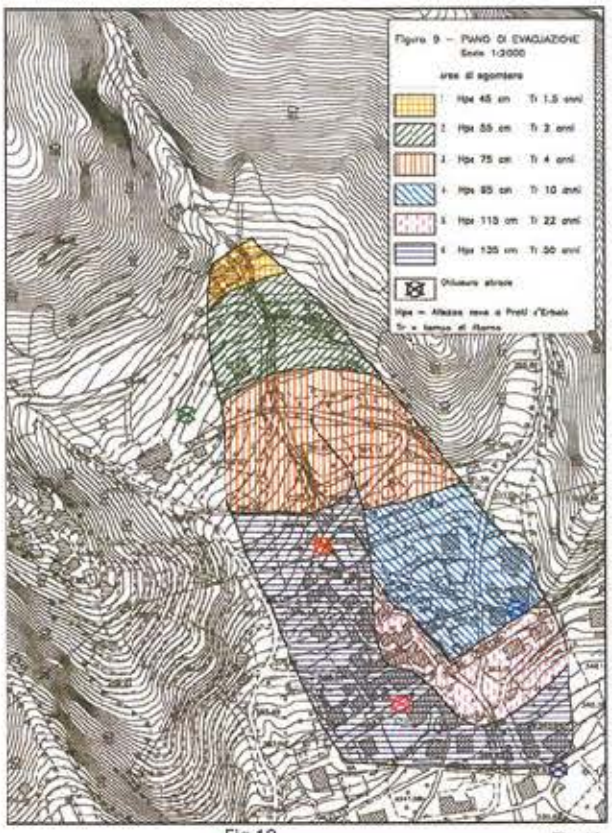


Fig 12

Fig. 12: Piano di Evacuazione. Per le varie fasi di evacuazione, espresse in funzione di *Hpe*, sono indicati i tempi di ritorno (stimati sulla base di un'analisi statistica dei dati di precipitazione relativi alla stazione Prati di Lotto), e la progressiva chiusura delle strade ubicate nella zona a rischio.

Fig 13

Fig.13: soglie di allerta ed evacuazione (rapportate alla stazione Prati di Lotto) inserite nella serie storica di dati relativi alla stazione *Prati di Lotto*.

• Relativa facilità nella gestione del monitoraggio, essendo richiesta la misurazione di un unico parametro nivometrico.

6.2 Sistema operativo

Per il monitoraggio del dato di altezza di neve al suolo si propone l'installazione di una stazione di rilevamento automatica in località *Prati di Erbolo*, posta ad una quota di circa 1200 m s.l.m. e servita da strada carrozzabile.

I dati di altezza di neve al suolo vengono automaticamente inviati, via telefono GSM, ad un calcolatore installato nella Sede di gestione (es. Municipio di Ardenno), dove vengono elaborati. La situazione, a partire dal raggiungimento della soglia di allerta, viene comunicata, mediante apposito dispositivo di segnalazione (es. Teledrin, telefono portatile, cercapersone, ecc.), al Responsabile della gestione (es. Capo dell'Ufficio tecnico del Comune). Al raggiungimento delle soglie di altezza stabilite il Responsabile della gestione attiva l'evacuazione delle zone corrispondenti. Il Responsabile deve essere sempre reperibile (nel periodo invernale, indicativamente da Novembre ad Aprile) e collegato al centro di elaborazione dati mediante apposito dispositivo di comunicazione.

E' inoltre consigliabile che gli abitanti delle zone interessate siano preventivamente informati della possibilità di attuazione della evacuazione.

6.3 Procedimento di definizione delle fasi di evacuazione

Con riferimento ai criteri esposti al paragrafo 6.1, sono state dapprima valutate mediante le simulazioni numeriche del moto della valanga le varie fasce di competenza inerenti il piano di evacuazione, ovvero le zone potenzialmente interessate da valanghe, per fissate altezze di distacco. Sono state valutate 20 situazioni ("scenari"), con altezze di distacco crescenti di 5 cm per volta, da 30 a 125 cm. Sono poi state selezionate otto situazioni significative, con incrementi di altezza al distacco tra le fasce di competenza variabili tra 10 e 20 cm.

Le altezze di distacco sono state collegate ad altezze della neve al suolo misurate alle stazioni *Prati di Erbolo* e *Prati di Lotto* mediante le correzioni empiriche proposte in Salm et al. (1990).

Le aree di evacuazione sono state definite utilizzando i risultati relativi alle fasce di competenza nel seguente modo: raggiunta una altezza del manto nevoso corrispondente alla fascia n, viene evacuata l'area a valle della stessa fino alla fascia di competenza successiva, ovvero la n+1. Questo implica che il tempo a disposizione per effettuare l'evacuazione in sicurezza è pari al tempo impiegato dal manto nevoso per arrivare, a partire dall'altezza relativa alla fascia n, all'altezza relativa alla fascia n+1. Il ritorno nell'area evacuata n si effettuerà quando l'altezza del manto nevoso scenderà fino al valore relativo alla fascia di competenza n-1.

6.4 Risultati

In figura 12 sono indicate le sei zone di evacuazione proposte; le successive fasi di evacuazione sono espresse in funzione dell'altezza del manto nevoso misurata dalla stazione automatica di rilevamento *Prati di Erbolo*, indicata con *Hpe*. Accanto alle soglie di evacuazione presentate in figura 12 è stata introdotta anche una soglia di allerta, corrispondente ad un valore di *Hpe* pari a 35 cm.

L'analisi della precipitazione massima annua sulle 24 ore relativa

ai dati registrati alla stazione di Prati di Lotto ha fornito un valore massimo nel trentennio 1969-2000 pari a 80 cm; ciò implica un valore massimo (sulla serie storica di registrazioni) della precipitazione media oraria di circa 33 mm/h. Sulla base di questi dati si possono stimare indicativamente i tempi a disposizione per i successivi livelli di sgombero, che risultano variabili tra 3 e 6 ore. Nel caso si adotti una ipotesi di sicurezza per cui il valore massimo della nevicata complessiva nelle 24 ore (80 cm) si sia in realtà verificata in sole 12 ore, ovvero che l'intensità massima di precipitazione possa essere doppia (66 mm/h), si ottengono tempi a disposizione per i successivi livelli di sgombero dimezzati: in caso di nevicata continua di forte intensità, i tempi a disposizione per i sucessivi livelli di sgombero risultano variabili tra 1,5 e 3 ore.

In figura 13 le soglie di evacuazione ed allerta, espresse in termini di altezza del manto nevoso alla stazione di Prati di Lotto, sono rapportate alla serie storica dei massimi annui dell'altezza di neve al suolo misurata alla stazione Prati di Lotto a partire dall'inverno 1968-69. Nel corso degli ultimi 15 anni la soglia di evacuazione n.2 sarebbe scattata quattro volte, la n.3 due volte e la n.4 una volta sola, mentre la n.5 e n.6 non sarebbero mai scattate. A titolo indicativo questo significa che la parte alta della frazione Cavallari sarebbe stata evacuata circa 1 volta ogni quattro anni, mentre la strada Via Cavallari non sarebbe mai stata chiusa al traffico.

7. CONCLUSIONI

In conclusione appare importante evidenziare il duplice interesse del caso di studio presentato in questo articolo.

- E' stata effettuata la valutazione del grado di esposizione al pericolo di valanghe per un sito in cui non era disponibile nessun dato storico relativo ad eventi valanghivi pregressi, utilizzando in maniera complementare modelli per lo studio della dinamica delle valanghe e modelli di tipo "statistico-topografico" per il calcolo delle distanze di arresto.
- E' stata effettuata la redazione di un piano di evacuazione per le aree potenzialmente interessate dalla caduta di valanghe – problema solitamente demandato ad apposite commissioni di esperti – sulla base di criteri il più possibile semplici ed oggettivi, in maniera tale da fornire uno strumento direttamente gestibile anche da tecnici non necessariamente specialisti nel campo valangologico. Appare altresì importante ribadire la natura transitoria della situazione di pericolo attuale, in dipendenza degli interventi di rimboschimento in atto. Ciò rende estremamente appropriato in un'ottica "costi-benefici", un intervento di mitigazione del rischio basato sulla predisposizione di un piano di evacuazione temporaneo. Peraltro si deve osservare che il problema potrebbe essere anche risolto, o molto ridimensionato, con la costruzione di ponti da neve nella zona di distacco (utili anche per favorire la ricrescita del bosco), o con la costruzione di un muro-argine sul lato sinistro della briglia recentemente realizzata in località Cavallari.

RINGRAZIAMENTI

Lo studio oggetto del presente articolo è stato eseguito per incarico della Comunità Montana Valtellina di Morbegno. I dati relativi alla stazione nivo-meteorologica *Prati di Lotto* sono stati cortesemente forniti dall'Enel di Sondrio. Gli autori desiderano ringraziare la Dott.ssa Marta Trivella per il paziente aiuto nella redazione dell'articolo.

BIBLIOGRAFIA

BARBOLINI, M. 1998. VARA one- and two-dimensional models. In: *A Survey of computational models for snow avalanche motion*. Edited by C. Harbitz. NGI Report No. 581220-1. (anche Deliverable D3 of the 4th EU Framework Project SAME: Snow Avalanche Mapping and Warning Systems in Europe. Ed. by European Community).

BARBOLINI, M. 1999. Dense snow avalanches: computational models, hazard mapping and related uncertainties. Tesi di Dottorato, Università di Pavia.

BARBOLINI, M., GRUBER, U., KEYLOCH, C., NAAIM, M. and SAVI, F. 2000. Application and evaluation of statistical and hydraulic-continuum dense-snow avalanche models to five real European sites. *Cold Regions Science and Technology* 31(2), 133-149.

BARBOLINI, M. E SAVI, F. 2001. Estimate of uncertainties in avalanche hazard mapping. In Proceedings of International Symposium on Snow, Avalanches and Impact of the Forest Cover, Innsbruck, Austria, 22-26 Maggio 2000. *Annals of Glaciology* n.32.

IFSNV, 1984, "*Direttive per la considerazione del pericolo di valanghe nelle attività di incidenza territoriale*". Ufficio Federale per le Foreste - Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe.

FELLIN M. 1999. Calcolo della distanza di arresto di valanghe estreme: applicazione di un modello statistico - topografico all'Alta Valtellina ed all'Alta Valmalenco. Tesi di Laurea, Università di Pavia.

LIED K. and BAKKEHØI S. 1980. Empirical Calculations of Snow Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parameters. *Journal of Glaciology*, 26(94), 165-177.

KEYLOCH, C.J. e BARBOLINI, M. 2001. Snow avalanche impact pressure/vulnerability relations for use in risk assessment. *Canadian Geotechnical Journal* n.38, 227-238

NATALE, L., NETTUNO, L., e SAVI, F. 1994. Numerical simulation of snow dense avalanche: an hydraulic approach. In: *Proceedings of the 24th Annual Pittsburg International Conference on Modelling and Simulations*, Pittsburg (IASTED 1994).

NETTUNO, L. e SOMMAVILLA, F. 1994. Experiments on snow avalanche dynamics: some preliminary results. In: Atti del Convegno: *Man and Mountain '94*. Ponte di Legno, Italia 20-24 Giugno 1994, 199-210.

NETTUNO, L. 1996. La modellazione delle valanghe di neve densa: aspetti modellistici e sperimentali. Tesi di Dottorato, Università di Pavia.

SALM B., BURKARD A. e GUBLER H., (*Direttive Svizzere*). 1990. *Calcul des Avalanches: Une Metode pour le Praticien avec des Exemples*. SFISAR Message No 47 (Translated in French by Ancey, C., 1994).

Rapporti tra la struttura cristallina del ghiaccio e la dinamica glaciale.

GHIACCIO E

La neve che si deposita ad una quota superiore all'isoterma 0°C, si trasforma in ghiaccio per effetto dell'azione di temperatura e pressione. Il ghiaccio accumulato fluisce mosso dalla forza di gravità seguendo un percorso dettato dalla struttura morfologica della valle. Il flusso glaciale varia a seconda del profilo e della sezione dell'area considerata, provocando variazioni di velocità e di pressione all'interno della massa del ghiacciaio. I cristalli che costituiscono il ghiaccio risentono di tali variazioni. E' possibile, pertanto, mettere in relazione forma e struttura dei cristalli con il settore glaciale da cui sono stati prelevati. Nel corso di questo studio sono stati analizzati tre ghiacciai del bacino idrografico valdostano, diversi per ubicazione e caratteristiche dinamiche, in modo da differenziare significativamente il campione: il ghiacciaio del Lys (nell'alta valle di Gressoney), il ghiacciaio degli Jumeaux (nella conca di Breuil-Cervinia) e il ghiacciaio dell'Indren (P.ta Indren, gruppo M.te Rosa). Sul campo sono stati prelevati i campioni per le analisi di laboratorio e, parallelamente, sono state censite le forme superficiali di erosione.

Daniele Mancardi
Università di Torino
Facoltà di Scienze Matematiche
Fisiche Naturali
daniele.mancardi@unito.it

TRASPORTO E PREPARAZIONE DEI CAMPIONI

I campioni sono stati prelevati con strumenti per lo scavo che consentissero di estrarre blocchi di 15-20 cm di lato (pag 54 al centro). Tali dimensioni sono necessarie per poter ottenere sia la sezione orizzontale sia la sezione verticale. In alcuni casi (ghiaccio sovraimposto), a causa del ridotto spessore del campione, è stato possibile produrre solo la sezione orizzontale. I campioni sono stati portati a valle all'interno di una borsa termica contenente un criogeno. Inizialmente si è utilizzata anidride carbonica in granuli (ghiaccio secco), in seguito si è ricorsi ad una soluzione salina sovrasaturata ottenuta con acqua di fusione. Entro il giorno successivo al prelevamento, i blocchi sono trasportati al Laboratorio del freddo dell'Università di Milano, Bicocca. Nel laboratorio del freddo la temperatura è mantenuta costantemente a –20° C con valori molto bassi di umidità. Queste condizioni permettono di ottenere, con un microtomo, sezioni di 250-300 µ di spessore. All'interno del laboratorio si trova anche un sistema ottico composto da una fonte di luce polarizzata ed un secondo polarizzatore (analizzatore), che consente di fotografare la struttura cristallina della sezione sottile.

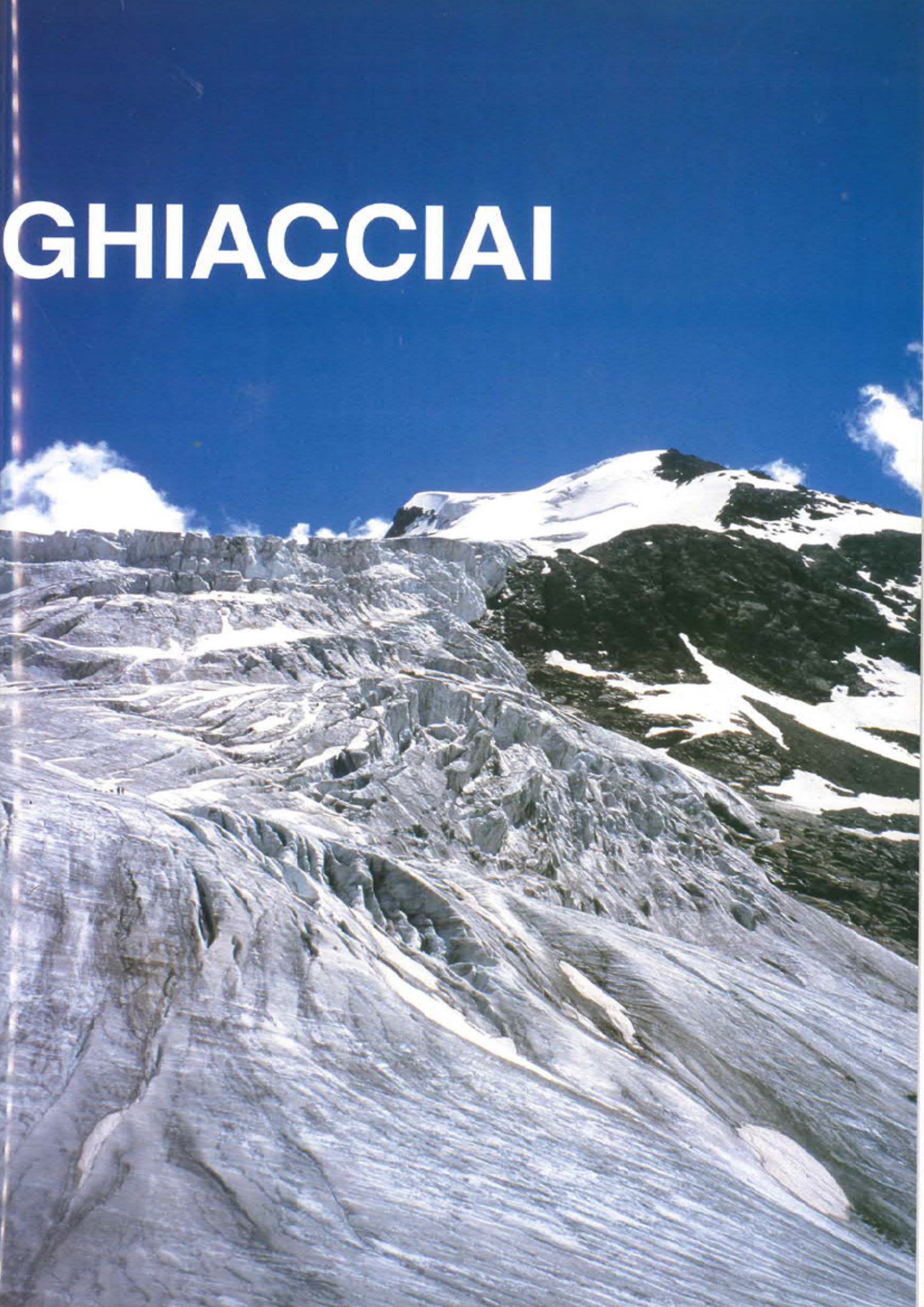
CRISTALLI

L'acqua cristallizza secondo un sistema esagonale, osservabile tanto nei cristalli di neve quanto in quelli di ghiaccio. La neve si trasforma in ghiaccio, per estrusione dell'aria e rigelo dell'acqua. Durante questo processo esiste uno stadio di trasformazione intermedio, detto *firn*. Il passaggio definitivo da *firn* a ghiaccio avviene quando la densità supera il valore di 0.85 kg/dm^3. Nel cristallo di ghiaccio, le molecole d'acqua si dispongono alternativamente su due piani paralleli, rispettando lo schema esagonale dettato dalle proprietà chimico-fisiche della sostanza.

PROPRIETÀ OTTICHE DEL GHIACCIO

Due polarizzatori lineari, posti con direzioni di polarizzazione ortogonali tra di loro, assorbono completamente un fascio di luce monocromatica; se tra essi viene posto un mezzo anisotropo questo permette il passaggio di una luce residua. In virtù delle caratteristiche cristalline, il ghiaccio si comporta come un mezzo otticamente anisotropo. Una sezione sottile di ghiaccio posta in un

GHIACCIAI



sistema costituito da una fonte di luce polarizzata e un analizzatore, mostra i singoli cristalli colorati in modo diverso, a seconda dello orientazione. Ciò perché la luce proveniente dal polarizzatore viene scissa dalla lamina di ghiaccio in due vibrazioni con velocità differenti e ortogonali tra loro. La luce emergente dalla lamina è pertanto polarizzata ellitticamente.

Le proprietà ottiche ci consentono di analizzare la struttura cristallina dei campioni e di metterla in relazione al settore glaciale da cui sono stati prelevati.

ANALISI DATI

Dalle immagini in luce monocromatica si ottengono dati relativi alla bollosità del campione, come la distribuzione in senso verticale e orizzontale e dimensioni delle bolle d'aria. Si possono inoltre riconoscere i granuli di materiale detritico che potrebbero apparire come cristalli sempre estinti (neri) a polarizzatori incrociati. Per quanto riguarda invece le fotografie delle sezioni a polarizzatori incrociati, da esse si evincono due parametri fondamentali: diametro apparente e grado di estinzione dei cristalli. Il diametro apparente (D_a) è un parametro relativo alla dimensione di un cristallo e, riferito ad una singola sezione, rappresenta il diametro medio dei cristalli che la compongono.

Il grado di estinzione fornisce dati relativi all'orientazione dell'asse c e si deduce dai colori di interferenza confrontati con le tavole di Michel-Levy. Il cristallo sempre estinto ha asse c ortogonale al piano di sezione. I due suddetti parametri possono essere riferiti ad un singolo cristallo o ad un'intera sezione sottile, in tal caso il valore sarà una media dei valori relativi a tutti i cristalli che la compongono.

PARAMETRI CRISTALLOGRAFICI

Al fine di classificare le sezioni sottili vengono espressi tre parametri necessari e sufficienti a descrivere univocamente il campione. Il primo di questi riguarda la Facies Tessiturale (*Textural facies*) ed è indice dei rapporti diametrici dei cristalli evidenziandone gli allungamenti preferenziali: *columnar, granular, platelet*, etc. Il secondo parametro è relativo alla sub-facies ed esprime il grado di compenetrazione dei cristalli: *large, medium, not-interlocking*. L'ultimo è relativo alla taglia dei cristalli ed all'uniformità della sezione. Le sezioni sottili di ghiaccio sono particolarmente delicate e anche gli strumenti di laboratorio possono variarne la struttura. A differenza dei preparati mineralogici, infatti, possono essere alterati dalla lama del microtomo che, per attrito, crea una fusione al bordo della sezione e per immediato rigelo forma cristalli aciculari. Anche al momento del prelievo del campione si possono provocare microfratture visibili solo in laboratorio. In ogni caso

figure di questo tipo sono facilmente riconoscibili dalle strutture naturali.

ZONE IN UN GHIACCIAIO

L'acqua allo stato solido immagazzinata all'interno dei ghiacciai fluisce creando stress e deformazioni all'interno del corpo glaciale. I fattori che influenzano la dinamica sono diversi a seconda del tipo di ghiacciaio (temperato, subpolare o polare). I ghiacciai analizzati sono tutti temperati, a questo tipo verrà, pertanto, riferito lo studio.La suddivisione in settori si basa su criteri diversi. Prendendo in considerazione il bilancio si possono individuare due aree:

- Area di accumulo, in cui il bilancio parziale è attivo
- Area di ablazione, in cui il bilancio parziale è negativo.

Le due aree sono separate dalla linea di equilibrio e possono essere individuate unendo idealmente i crepacci con una linea: se la curva che ne deriva ha concavità verso monte siamo nell'area di accumulo, se la concavità è rivolta verso valle ci troviamo nell'area di ablazione.

Alcuni autori fanno coincidere convenzionalmente la linea di equilibrio con l'isoterma "0".

Nel 1962 Müller perfezionò le classificazioni precedenti di Benson e Ahlmann, proponendo una divisione dell'area di accumulo in quattro zone:

Zona a neve asciutta (*Dry snow zone*): è la più alta ed è caratterizzata dall'assenza di acqua di fusione anche in estate. È delimitata inferiormente dalla linea della neve asciutta (*Dry snow line*).

Zona di percolazione (*Percolation zone*): la zona consente una fusione limitata. L'acqua può percolare per una certa distanza all'interno della neve senza rigelare nonostante la temperatura sia inferiore agli 0° C. Se l'acqua incontra uno strato impermeabile può essere espulsa lateralmente. Il rigelo può dare origine a lenti, strati o strutture verticali.

Questa zona è limitata inferiormente dalla linea di saturazione (*Saturation line*).

Zona di imbibizione (*Soaked zone*): tutta la neve caduta nella stagione invernale, in questa zona, viene trasformata entro la fine dell'estate. L'acqua di fusione percola fino agli strati accumulati in anni precedenti. Müller divide la zona di imbibizione tramite lo *slush limit*, ovvero il più alto punto del ghiacciaio in cui il materiale si muove per scorrimento.

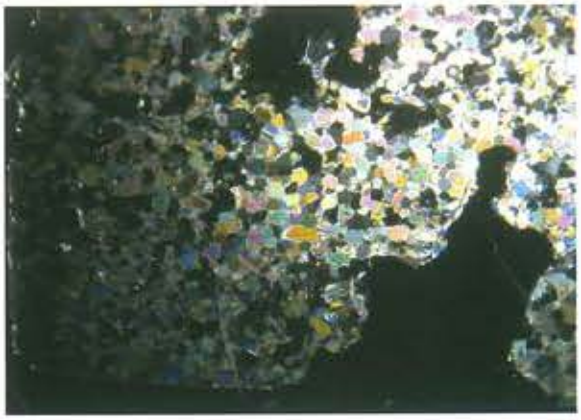
Zona a ghiaccio sovraimposto (*Superimposed ice zone*): alle quote più basse la presenza di acqua di fusione si fa cospicua. Gli strati di ghiaccio si uniscono e formano dei pacchi. La definizione di "zona a ghiaccio sovraimposto" può tuttavia essere ristretta all'area in cui vi è un incremento annuale del ghiaccio sovraimposto affiorato in superficie.

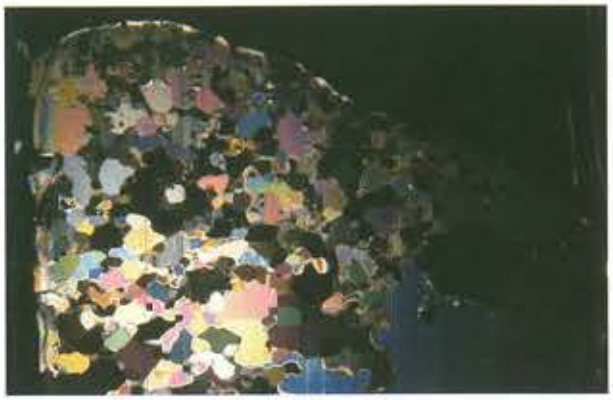
Tale zona è delimitata superiormente da un limite denominato in modi diversi: linea del firn (*firn line, firn edge*) o linea della neve annuale (*annual snow line*).

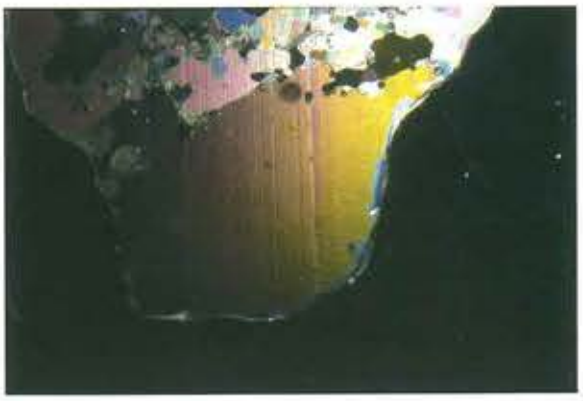
Benson considera l'area di ablazione come parte della zona a ghiaccio sovraimposto, mentre per gran parte degli autori i due settori sono divisi dalla linea di equilibrio (Paterson, 1969).

FLUSSO GLACIALE

Nella parte superiore del ghiacciaio gli apporti annuali nevosi vengono smaltiti tramite fenomeni di fusione, scorrimento ed eva-







porazione. Nella parte inferiore il ghiaccio e gli apporti nevosi vengono persi ogni estate. Prendiamo ora in considerazione delle sezioni ortogonali alla superficie del ghiacciaio ed alle linee di flusso. Nell'area di accumulo l'apporto da scorrimento aumenta gradualmente attraverso sezioni successive, se il profilo rimane costante, da 0, nella parte più alta, ad un massimo in corrispondenza della linea di equilibrio. Analogamente, nella zona di ablazione, la massa di ghiaccio che fluisce attraverso una sezione trasversale è uguale a quella persa tra la sezione considerata e il termine del ghiacciaio. La massa fluente aumenta quindi dal punto più elevato fino alla linea di equilibrio per diminuire fino a 0 nel punto più basso.

Parallelamente avremo velocità massima nella zona mediana e minima (0) agli estremi (Paterson, 1969). I vettori che indicano la velocità non sono paralleli alla superficie del ghiacciaio, ma inclinati verso il basso nell'area di accumulo e verso l'alto nell area di ablazione. La velocità aumenta linearmente con l'allontanamento dal substrato.

IL GHIACCIAIO DEL LYS

Il ghiacciaio del Lys grazie alla bassa quota cui è situata la sua fronte, offre un'ampia gamma di campioni.

L'abbondante acqua di fusione, erodendo la superficie glaciale, porta a giorno strati di ghiaccio profondo e da origine ad evidenti forme di erosione (foto a pag 54 basso). Da alcune strutture endoglaciali sono stati prelevati i campioni per le analisi di laboratorio. Le ondulazioni caratteristiche di tali strutture (*scallops*) derivano probabilmente da variazioni di entalpia dell'aria che penetra nelle cavità. Il ghiaccio, pur comportandosi come un fluido, presenta comportamenti fisico-meccanici simili a quelli dei sedimenti. Il ghiaccio sovraimposto che si deposita stagionalmente per effetto delle precipitazioni nevose, forma delle evidenti stratificazioni. La scistosità può in-

teressare tipi di ghiaccio diversi. In questo caso si possono formare pacchi di strati a scorrimento differenziale. Analogamente a quanto avviene nelle rocce, nella zona di contatto tra le due masse in attrito si forma una fascia milonitica (ghiaccio milonitico, foto pag 55 in alto).

Un intenso scorrimento d'acqua sulla superficie del ghiaccio può provocare la comparsa di figure di corrosione a striature. Osservate da Agassiz per la prima volta nel 1847, tali figure prendono il nome di Striature di Forel, che le descrisse in seguito. Sono larghe dai 250 ai 500 μ e mostrano un allungamento subrettilineo. Possono anastomizzarsi per dare origine ad un reticolato più o meno fitto (pag 55 centro). E' stato dimostrato da Forel e da Emden che non hanno relazioni con la struttura cristallina, ma le direzioni sono dovute all'inclinazione della superficie (Lliboutry 1964).

GHIACCIAIO DEGLI JUMEAUX

E' un piccolo ghiacciaio di falda dell'alta Valtournanche, situato sotto le pareti degli Jumeaux.

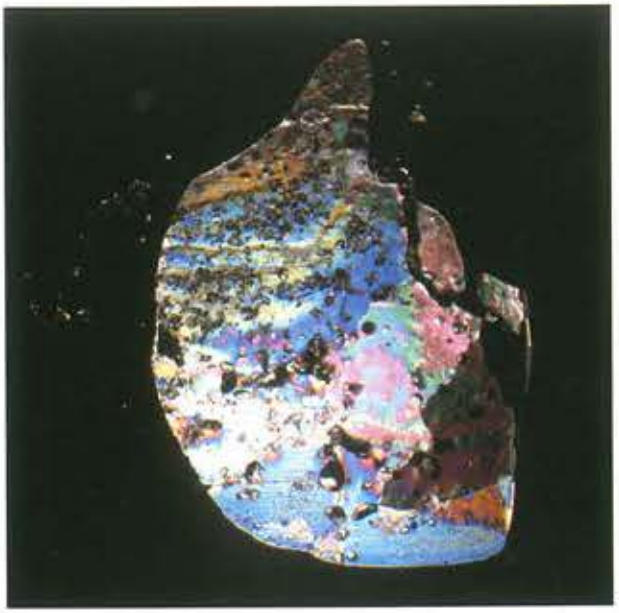
A causa della posizione assume la tipica forma a cono. Nei ghiacciai a cono a causa della pendenza e del tipo di accumulo, il sovrascorrimento delle falde è più evidente.

La presenza di morena superficiale più abbondante fa si che il ghiaccio fonda più rapidamente. L'ablazione differenziale in zone più o meno ricche di morena può mettere in luce strutture endoglaciali (pagina 56 sotto). L'acqua di fusione, di percolazione e meteorica, si infiltra seguendo percorsi preferenziali disegnati dalle fratture e dai crepacci. Qualora le dimensioni dei condotti ipoglaciali non siano sufficienti a far defluire l'acqua, questa entra in pressione determinando la formazione di gallerie freatiche.

La galleria freatica ha sezione circolare poiché l'acqua esercita una pressione costante su tutto il profilo, modellando uniformemente le pareti. Se la sezione della galleria freatica aumenta di diametro, o se il flusso d'acqua diminuisce, si stabiliscono condizioni vadose (acqua non in pressione). L'azione erosiva sarà pertanto limitata al fondo della galleria che si approfonderà fino a formare, se permangono le condizioni, una galleria a buco di serratura (foto a lato). Alcuni campioni possono includere filoni costituiti da un tipo di ghiaccio diverso (foto sotto). Queste discordanze sono dovute all'imprigionamento dell'acqua in fessure cieche che rigela in particolari condizioni di pressione e da origine ad un ghiaccio scuro con cristalli prismatici: il ghiaccio di rigelo appare macroscopicamente diverso dalla massa incassante. Dal momento in cui viene incassata, la vena subisce deformazioni solidali con il ghiaccio circostante. Nella zona d'ablazione è stato prelevato ghiaccio di rigelo e ghiaccio d'infiltrazione, mentre la fronte, al pari del Lys, è costituita prevalentemente da ghiaccio morto.

GHIACCIAIO DELL'INDREN

E' facilmente raggiungibile grazie agli impianti di risalita anche durante l'estate, quando l'assottigliarsi del manto nevoso permette l'analisi del ghiaccio sottostante. L'alta quota cui è situato riduce notevolmente le forme epiglaciali d'erosione. La punta Giordani è ritenuta la "fonte" del ghiacciaio dell'Indren; qui è stato prelevato un campione di ghiaccio d'infiltrazione. Poco al di sotto, ad una quota di 4000 m, si trova una zona superficiale costituita da neve pallottolare (*hail-snow*). I singoli granuli sono formati da strati concentrici di ghiaccio ed i



cristalli appaiono arrotondati. Nella zona di accumulo per crollo, infine, è stato prelevato un campione di ghiaccio conglomeratico confrontabile con il Lys 7.

CONCLUSIONI

Sulla base delle analisi fatte sia in laboratorio sia sul campo si possono definire i vari tipi di ghiaccio. I parametri tessiturali e le zone di prelevamento caratterizzano i campioni.

Quadro di unione dei valori relativi ai campioni prelevati sul ghiacciaio del Lys

Campione	D_a	D_a medio	Variazione percentuale tra D_a sez. orizzontale e sezione verticale	Area percentuale di vuoti	Area percentuale di vuoti medi	Quota in metri	Zona	Parametri cristallografici	Tipo di ghiaccio
LYS 1	□ 1,45 ⊖ 1,75	1,6	20%	□ 46% ⊖ 97%	7,15%	2.357	Fronte	Tf: poligonal St: medium to large interlocking S: eterometric	Dead
LYS 2	□ 1,87 ⊖ 1,67	2,27	71%	□ 0,37% ⊖ 07%	4,78%	2.365	Fronte	Tf: poligonal St: medium to large interlocking S: isodiametric	Dead
LYS 3	□ 2,39 ⊖ 1,82	2,11	31%	□ 138% ⊖ 12%	12,9%	2.358	Fronte	Tf: poligonal St: medium interlocking S: eterometric	Dead
LYS 4	□ 1,92 ⊖ 2,14	2,03	11%	□ 22% ⊖ 18%	2%	2.356	Fronte	Tf: poligonal St: not or medium interlocking S: equidimensional	Dead
LYS 5	□ 0,92 ⊖ 1,04	0,98	13%	□ 20% ⊖ 12%	16%	2.400	Plateau	Tf: columnar St: not interlocking S: eterometric	Refreezing
LYS 6	□ 0,22	0,22		□ 12%	12%	2.400	Plateau	Tf: rounded St: not interlocking S: grained	Superimposed
LYS 7	□ 1,07 ⊖ 1,25	1,16	18%	□ 19% ⊖ 28%	28,5%	2.420	Zona di accumulo per crollo	Tf: angular St: not interlocking S: eterometric	Conglomeratic

□: sezione orizzontale; ⊖: sezione verticale; **Tf:** textural facies; **St:** sub facies; **S:** size

I campioni prelevati dalla massa fondamentale del ghiacciaio sono stati accorpati, per analogie tessiturali e dimensionali, al ghiaccio morto.

Ghiaccio morto (dead ice)

Il ghiaccio morto del Lys, mostra parametri cristallografici analoghi al ghiaccio attivo: è quindi provato che deriva da esso, e costituisce probabilmente ghiaccio di un periodo in cui il ghiacciaio era più esteso a valle. Attualmente corrisponde ad un livello basale sul quale sovrascorrono falde diverse, dalle quali è separato tramite uno strato di morena di fondo. Si presenta macroscopicamente come un ghiaccio scuro, molto compatto, e rappresenta una superficie preferenziale per lo scorrimento dell'acqua. Sono infatti numerose le figure di corrosione e le microforme. Nelle sezioni sottili si possono osservare grossi cristalli isoorientati e piuttosto interconnessi: $D_{a\ (deadice)} = 1,96$ cm. Mostra una forte eterogeneità di taglia ed è l'unico a presentare alti gradi di interconnessione tra i cristalli. La facies tessiturale è per la maggior parte poligonale. Questi caratteri marcati rendono facile il riconoscimento. Questo tipo di ghiaccio è esente dagli effetti della dinamica glaciale in quanto rappresenta la parte terminale in cui il flusso è assente.

Le parti a contatto con altri tipi di ghiaccio possono mostrare un'orientazione prevalente dell'asse ottico ortogonale al piano di discontinuità. Tale fenomeno rileva un'interazione, tra le tensioni e l'organizzazione policristallina, come negli esperimenti di laboratorio compiuti da Rigsby nel 1960.

Firn

Rappresenta lo stadio intermedio della trasformazione da neve a ghiaccio. Presenta ancora una notevole porosità e, di conseguenza, una bassa densità. I pori vengono riempiti dall'acqua d'infiltrazione che rigela al loro interno trasformando il firn in ghiaccio. Esistono due regimi di infiltrazione: regime funicolare e regime pendolare. Se il regime è funicolare si forma un ghiaccio uniforme, privo di lacune, con un riempimento omogeneo dei pori (superimposed ice).

Se l'infiltrazione avviene secondo un regime pendolare si avranno lacune di cristallizzazione per effetto di un riempimento differenziale delle microcavità (infiltration – recrystallization ice).

Ghiaccio sovraimposto (superimposed ice)

Per le particolari condizioni in cui si forma è di difficile ritrovamento. Il campione analizzato (Lys 6) deriva dalla trasformazione di neve estiva e mostra cristalli piccoli e arrotondati. $D_{a\ (superimposed\ ice)} = 0,22$ cm. I cristalli non sono interconnessi.

Ghiaccio d'infiltrazione (infiltration-recrystallization ice)

Il ghiaccio di infiltrazione si accumula nella zona superiore di un ghiacciaio. La neve deposta, per effetto di pressione e temperatura, espelle l'aria e si compatta formando il firn. Nel firn, in presenza di un regime pendolare, le molecole d'acqua si dispongono tra un cristallo e l'altro e danno origine alla struttura cristallina del ghiaccio d'infiltrazione. Sul campo appare lattiginoso negli strati più superficiali, mentre in profondità è translucido, seppur ancora ricco d'aria. Il diametro apparente medio è nettamente inferiore rispetto al ghiaccio morto: $D_{a(infiltration\ ice)} = 0,82$ cm. I cristalli sono in genere angolari, non interconnessi. Le dimensioni dei cristalli tendono ad aumentare con il crescere della profondità. Costituisce la maggior parte della massa fluente all'interno di un ghiacciaio e corrisponde alla parte superficiale sia nella zona di accumulo sia di ablazione. La parte interna risente di stress e tensioni che causano fessurazioni e sovrascorrimenti con la formazio-

ne rispettivamente di filoni di ghiaccio di rigelo e fasce milonitiche a grana più fine.

Ghiaccio di rigelo (refreezing ice)

Appare macroscopicamente scuro, privo di inclusioni e di bollosità evidenti. Può essere incassato in altri tipi di ghiaccio o in roccia. Può avere una superficie libera (pozza) e può mostrare una cristallizzazione aciculare (foto 9). Deriva dal rigelo di una massa d'acqua di fusione imprigionata in fessure nel ghiaccio o delle rocce, gallerie endoglaciali, crepacci, kettle. $D_{a\ (refreezing\ ice)} = 0.31$ cm. Il rigelo causa un aumento della pressione, i cristalli tenderanno quindi ad avere orientazione prevalente nella direzione in cui la pressione è minore. Come si osserva sul ghiaccio di rigelo in pozza la superficie libera è ortogonale allo sviluppo prevalente dei cristalli che assumono forma prismatica. La presenza del ghiaccio di rigelo non è legata a particolari zone, ma è in stretta relazione con la temperatura e di conseguenza con la quota.

La presenza di filoni e lastre di rigelo è indice, infatti, della presenza di acqua allo stato liquido in contatto con livelli di ghiaccio impermeabili.

Ghiaccio conglomeratico (conglomeratic ice)

Il ghiaccio conglomeratico appare con una superficie molto irregolare. Si trova ai piedi delle seraccate e forma vere e proprie falde a cono (cono di deiezione). Le dimensioni dei clasti crescono con l'aumentare della distanza dalla seraccata. I campioni si presentano brecciati. Il diametro apparente medio del ghiaccio conglomeratico è simile a quello del ghiaccio morto. $D_{a\ (conglomeratic\ ice)} = 1,53$ cm. Non esiste un'orientazione prevalente a causa del tipo di accumulo che avviene per caduta e rotolamento. Si forma dove il flusso glaciale avviene principalmente per crollo: il calore che si sviluppa dall'impatto fonde i cristalli nella zona periferica, l'acqua rigela cementando insieme i clasti che si sono formati nel crollo, dando origine ad una struttura conglomeratica. Il ghiaccio conglomeratico può derivare da tipi diversi di ghiaccio a seconda della zona in cui è collocata la falda.

Neve pallottolare (hail-snow)

Si forma per condensazione di acqua soprafusa attorno a particelle di grandine, tipicamente durante nevicate estive. Si presenta come uno strato di neve umido ricco d'aria e di bassa densità. La tessitura è granulare con cristalli arrotondati non interconnessi. $D_{a\ (hail\text{-}snow)} = 0,37$ cm. Si trova prevalentemente nella zona di accumulo e non subisce, nella forma poco metamorfosata, l'azione della dinamica glaciale. Forma piccole lenti o strati con assenza di orientazione prevalente o, più raramente, normale al piano degli strati deposizionali.

Ghiaccio milonitico

Si è deciso di includere in questa parte anche il ghiaccio milonitico, nonostante non sia stato possibile ottenere sezioni sottili. Rappresenta, infatti, un tipo di ghiaccio in cui sono particolarmente evidenti gli effetti dovuti al movimento di masse glaciali. Nella zona di contatto tra due masse a scorrimento differenziale si crea, per effetto dell'attrito, una fascia di ghiaccio a grana finissima per effetto della macinazione. L'acqua di percolazione e di infiltrazione trovano nella fascia milonitica una via preferenziale e la tessitura funge da filtro per le impurità in sospensione che vengono trattenute (foto pag 53 in alto). Il ghiaccio milonitico risulta pertanto molto ricco di morena fine e di difficile sezionamento. Condizioni particolarmente favorevoli al ritrovamento di questo tipo di ghiaccio si creano nelle zone frontali dove le falde sono ben differenziate e osservabili direttamente.

L'area percentuale media degli estinti, così come l'orientazione dei cristalli, risulta randomizzata. Ne sia prova il fatto che i valori relativi alle due sezioni (verticale ed orizzontale) sono in genere molto simili.

Sono sporadiche le relazioni descritte in letteratura tra l'orientazione e le forze di taglio.

Quadro di unione dei valori relativi ai campioni prelevati sul ghiacciaio dell'Indren e degli Jumeaux

Campione	D_a	D_a medio	Variazione percentuale del D_a tra sezione verticale e sezione orizzontale	Area percentuale di estinti	Area percentuale di estinti media	Quota in metri	Zona	Parametri cristallografici	Tipo di ghiaccio
IND 1	□ 1,57 θ 1,82	0,84	4%	□ 46% θ 53%	1,05%	4.050	Zona di accumulo s.s.	Tf esagonal/angular St not interlocking S: isodiametric	Infiltration/ recrystallization
IND 2	□ 1,37	0,37		□ 21%	2,1%	4.000	Zona di accumulo s.s.	Tf rounded St not interlocking S: grained	Hail-snow
IND 3	□ 1,92 θ 1,67	1,89	2%	□ 46% θ 38%	4,2%	3.800	Zona di accumulo per crollo	Tf striped/lined St not interlocking S: equidimensional	Conglomeratic
JJ 1	□ 1,86 θ 1,74	0,8	19%	□ 284% θ 166%	22,5%	2.750	Zona di ablazione	Tf esagonal St not interlocking S: eterometric	Infiltration/ recrystallization
JJ 2	□ 1,74 θ 1,85	1,79	6%	□ 179% θ 457%	30,6%	2.700	Fronte	Tf poligonal St medium to large interlocking S: equidimensional	Dead
JJ 3	θ 0,49	0,46		θ 188%	9,8%	2.750	Zona di ablazione	Tf angular St not interlocking S: eterometric	Refreezing

Bibliografia

ANDERTON P.W. (1974) - *Ice fabrics and photography, Meserve Glaciers, Antartica.* In: Journal of Glaciology, 13(68), 289-295.

KOTLYAKOV V.M. & SMOLYAROVA N.A. (1990) – *Dictionary of Glaciology.* Elsevier, Amsterdam, 336 pp.

LLIBOUTRY L. (1965) – *Traité de Glaciologie.* Masson, Paris, vol. 1, 420 pp.
LLIBOUTRY L. (1965) – *Traité de Glaciologie.* Masson, Paris, vol. 2, 1040 pp.

MOTTA L. & MOTTA M. – *Ice structure and dynamics of the Jumeaux Glacier, Valtournanche, Aosta Valley.* Geogr. Fis. Din. Quat., 20(2), 315-320.

PATERSON W.S.B. (1969) – *Physics of glaciers,* Pergamon press, Oxford, 249 pp.

RIGAULT C. (1965) – *Elementi di ottica cristallografica,* Levrotto & Bella, Torino, 68 pp.

Il presente lavoro è stato oggetto della tesi di laurea "RAPPORTI TRA LA STRUTTURA CRISTALLINA DEL GHIACCIO E LA DINAMICA GLACIALE" anno 1996, presentata dal dott. Daniele Mancardi, relatore prof. Michele Motta.

Notizie

1971 – 2001 L'ANENA 30 ANNI DI ATTIVITA'.

Si è svolta a Grenoble (F) dal 19 al 23 novembre scorso, presso il Palazzo Esposizioni, una settimana di congressi e riunioni organizzati dall'ANENA per festeggiare i suoi 30 anni di attività.

Ricordiamo brevemente che l'Associazione dell'ANENA nacque, per volontà dello Stato francese nel 1971 all'indomani del terribile incidente da valanga che colpì la Val d'Isere causando 39 vittime. Essa riunisce al suo interno tecnici e scienziati che si occupano dei problemi della neve, delle valanghe, professionisti che operano in montagna (guide alpine, maestri di sci, gestori di impianti di risalita, ecc.) e amministratori pubblici.

Nei suoi trent'anni di attività l'ANENA ha contribuito notevolmente attraverso la collaborazione, con istituti di ricerca a migliorare le conoscenze nel settore nivologico, a fare della informazione a istituire corsi di formazione professionale per determinate attività legate al soccorso e alla prevenzione.

E' su questi temi che si sono riuniti e confrontati a Grenoble numerosi tecnici non solo francesi ma anche svizzeri e italiani.

In particolare sono stati approfondite alcune problematiche di grande attualità circa le competenze, i mezzi e le responsabilità di coloro che sono deputati alla gestione del rischio; si sono effettuate tavole rotonde aventi per oggetto la prevenzione del rischio valanghe facendo il punto sulla situazione attuale e quali potranno essere le prospettive future.

Nel corso dei colloqui sono state dibattute e confrontate le situazioni esistenti ne paesi alpini vicini alla Francia.

Nell'ambito del convegno si sono svolte visite tecniche ai centri di ricerca del Cemagref e del Centro Studi della Neve di Meteo France.

Al convegno ha partecipato una folta delegazione dell'AINEVA composta dal Presidente Dr. Franco Vallet, dal coordinatore Giorgio Tecilla e da numerosi tecnici provenienti dalla Provincia autonoma di Trento, dal Piemonte e dalla Valle D'Aosta.

Cristoforo Cugnod

ISSW 2002

ISSW è un acronimo che a molti può risultare sconosciuto, ma che da molti anni significa un incontro fra tutti quelli che nell'America settentrionale si occupano, sia a livello teorico che a livello pratico, di neve e valanghe.

L'International Snow Science Workshop (Laboratorio internazionale di scienza della neve) ha luogo ogni 2 anni in una località montana di spicco alternativamente in Canada e negli USA.

Nato inizialmente nel 1974 come incontro di lavoro degli addetti al settore dei due stati frontalieri, è cresciuto nel tempo sino a coinvolgere "teorici" e "pratici" di neve e valanghe provenienti da 20 stati (edizione 2000).

Al motto costante di "Una fusione di teoria e pratica" si terrà una nuova riunione dal 29 settembre al 4 ottobre 2002 a Penticton, British Columbia, Canada.

Gli argomenti trattati saranno, per quanto riguarda le valanghe:

modelli previsionali, gestione del rischio, ricerca e soccorso, educazione, diramica, sistemi di controllo; per quanto riguarda la neve: strumenti ed elettronica, metamorfismo, neve - clima - territorio, casi specifici di valanga.

Chi desiderasse presentare un proprio lavoro su uno degli argomenti sopra elencati, potrà inviare, entro il 15 aprile 2002, un sommario, per un massimo di 250 parole, a Randy Stevens (papers@issworks.org).

Poiché ci sarà tempo per sole 60 presentazioni, "chi prima arriva meglio alloggia" ed avrà maggiori possibilità di poter illustrare il proprio lavoro.

La stessa cosa avviene per il costo di partecipazione: sarà di CAN$ 175 per chi si prenota prima del 31/3/2002, che diverranno CAN$ 275 per chi si iscrive più tardi.

Maggiori dettagli sono reperibili su www.issworkshop.org.

Enrico Filaferro

38° SALONE EUROPEO DELLA MONTAGNA

Si è svolto a Torino dal 27 al 30 settembre 2001 il 38° Salone Europeo della Montagna, organizzato da Lingotto Fiere Spa mettendo a disposizione tutta la sua esperienza e la professionalità nella realizzazione di eventi espositivi di rilevanza internazionale ospitando la manifestazione nel centro fieristico che nel 2006 costituirà il cuore dei giochi olimpionici invernali.

Il centro esposizione era suddiviso in quattro settori: *Tech* dedicato alla tecnica ed alle attrezzature, *Sport* con l'esposizione di articoli sportivi, *Turismo* area della borsa del turismo in montagna e per finire *Sapori e Tradizioni* per l'enogastronomia in montagna.

La manifestazione è stata organizzata con una duplice chiave di lettura: quella di un grande appuntamento professionale nelle giornate dedicate, con grandi opportunità di approfondimento e contatti tra operatori, mentre le giornate aperte al pubblico hanno offerto importanti momenti di sport, cultura e tradizione.

A.I.Ne.Va. era presente al 38° S.E.M. al fine di diffondere la conoscenza dell'attività dell'Associazione nel settore della prevenzione del pericolo da valanga riscuotendo grande interesse da parte del pubblico per i servizi che essa può offrire, tra i quali i corsi formativi, i bollettini nivometeorologici e le pubblicazioni.

Nadia Preghenella

PREMIO DI LAUREA PAOLO VALENTINI

Il 4 dicembre u.s., si è riunita a Trento presso la Sede A.I.Ne.Va. la Commissione Giudicatrice per la determinazione della graduatoria di merito delle tesi concorrenti al Premio di laurea "Paolo Valentini" edizione 1997.

Sono state analizzate le tesi in concorso, e quali sono state giudicate sulla base di criteri prestabiliti quali: l'importanza dell'argomento in relazione agli obiettivi A.I.Ne.Va., l'originalità dei contenuti, l'organizzazione logico strutturale del lavoro, il livello di sperimentazione e di dettaglio nonché la precisione e la chiarezza espositiva.

Venerdì 28 dicembre u.s. sempre presso la sede A.I.Ne.Va. a Trento si è svolta la cerimonia di premiazione dei vincitori.

Le tesi premiate sono state le seguenti:

I° classificato: Guido Felletti, Politecnico di Torino - Facoltà di Ingegneria, "Un modello di previsione estensiva del pericolo da valanghe".

II° classificato: Giuseppe Palma, Università degli Studi di Napoli - Facoltà di Ingegneria, "Telerilevamento della regione artartica".

III° classificato: Elena Denarier, Università degli Studi di Padova - Facoltà di Agraria, "Modellazione della fusione della neve nel bacino nivoglaciale del Lys.

E' stato inoltre assegnato un premio speciale per la laurea breve a Stefano della Puppa dell'Università degli Studi di Trento - Facoltà di Ingegneria con la tesi intitolata "Sistema prototipale di riconoscimento automatico di dati nivometeorologici trasmessi via dettatura teleforica".

Nadia Preghenella

FIOCCO ROSA ALLA SEGRETERIA DELL'AINEVA

E' nata Valeria. Venerdì 28 dicembre u.s. mamma Elena ha dato alla luce la sua piccolina. Gode di ottima salute ed è già l'orgoglio di mamma e papà.

Noi tutti dell'A.I.Ne.Va. porgiamo alla piccola Valeria, a mamma Elena ed a papà Claudio gli auguri più calorosi e le più vive congratulazioni.

ABSTRACT

Philately: a peculiar way to study snow
PHILATELY AND SNOW
Mauro Valt

With a diverse approach, connected to an antique passion, some kind of snow crystals and several key problems of snow were illustrated in a philatelic exhibit owing to its originality it has obtained popularity, especially among general public. The text of the article derives from exhibit worksheets, adapted without changing the original philatelic significance.

A diverse approach to avalanches study
DENDROCHRONOLOGY AND PHYTOSOCIOLOGY
Manuela Pelfini, Marco Caccianiga, Federica Gironi and Maurizio Santilli

Our region vegetation represents an extensive database for climatic and environmental variations. Thanks to the ability of plants to react and register external solicitations, we are able to gain information regarding the recent climatic history and the characteristics of geomorphologic processes of the alpine versants. This information originated from the study of plant communities, the study of shapes, the study of deportment, the analysis of tree rings as well as exam of variation of vegetation boundary. Avalanches are one of the most significant phenomenon, owing to the involvement with inhabited or touristy areas their frequency and intensity relates to meteorological conditions and to general course of climate. It follows the necessity of recognizing the importance of avalanches phenomenon evolution over the time, pointing out the connection with other climate depending processes such as variations of glaciers and debris flows. While avalanches study and their prevention is a common practice, the research over vegetation and tree communities, at present time, still disregarded.

Two different kind of models for new needs
PENETROMETRIC PROBES OF THE YEAR 2000
Mauro Valt, Fenato Zasso, Anselmo Cagnat and Flavio Berbenni

To prevent shoulder carrying difficulty of the traditional penetrometric probe, the Italian avalanche centres employ two different types of probe. The first one follows the traditional model and it is made up of 0,5 meter long sections; the second one is a new model so called "light probe", it weights less than 15 Newton and it has been studied to be employed in the avalanche-hazard prevention field in occasion of ski-touring and long off track outings.

Avalanche bulletins in the Italian Alps
AVALANCHE FORECAST
Enrico Fiafero

The activity of the Regions, Autonomous Regions, and Autonomous Provinces connected to A.I.Ne.Va in the transmission of information regarding avalanche hazard and alpine meteorological conditions. From a weekly issue, broadcasted by means of slow teletypes and scratching phone answers, to daily bulletins, available via e-mail or internet, things changed a lot from the early '70s regarding snow and avalanche forecasting.

Avalanches: some assessments over W.Munter's reduction method, and Meteorisk's snow-test
CONSIDERATIONS ABOUT ASSESSMENT OF AVALANCHE RESIDUAL RISKS
Luciano Lizzaro
With the cooperation of the A.I.Ne.Va forecast group.

Avalanche bulletins refer necessarily to wide areas, having at least the size of a valley. How to apply such information and modify our behaviour during an off track ski tour? Two recent proposals (Reduction Method by Munter, and Nivotest by Bolognesi) were analyzed and applied to test cases: the result leave some perplexities.

Avalanche casualty in Italy
ANALYSIS AND STATISTICS OVER AVALANCHE VICTIMS IN THE YEAR 2000-2001 WINTER SEASON
Alfredo Praolini and Eraldo Meraldi

The extraordinary snowfall of the winter season 2000-2001 i has allowed a considerable number of visitors in the snow covered mountains, mainly during weekends and other festivities, which is when the majority of casualties occur. The yearly CISA-IKAR meeting (the International Commission for Alpine Rescue, including 17 countries, some of them overseas) held in Croatia, at the beginning of October, has permitted A.I.Ne.Va to summarize the situation of avalanches casualties occurred in the southern area of Italian Alps, in the Apennines and over other heights in the Italian peninsula.
Unfortunately, there was enough subject to debate, formulate statistics and draw conclusions: the number of people involved in avalanche casualties (over 250 of them attended the meeting) and the considerable number of victims (29) can at first be frightening to anyone involved in the avalanches-prevention field, especially for A.I.Ne.Va.
Unpleasant facts, usually regarding other aspects of society, relates now to avalanche casualties such as giving up victims, causing the arrestment of excursionists that provoked avalanches detaching. The data analysis has permitted to work out some general assessments, to underline and analyze the most representative events of the passed winter in order to prevent casualties in the current season.

ANALYSIS OF THE AVALANCHE HAZARD FOR THE TOWN OF ARDENNO, VALTELLINA VALLEY, ITALY
Massimiliano Barbolini, Lorenzo Nettuno and Peppino Volpati

A forest fire occurred in the winter 1998 in a mountainous area above the town of Ardenno (Sondrio) has created the conditions for a significant avalanche hazard for the upper part of the settlement. Therefore, a specific hazard mapping based on the Swiss criteria has been produced, together with "ad-hoc" civil protection procedures to be used for managing the risk situation up to the rebuilt of the origina forest. The alert system is based on the measurement of the snow depth with an automatic weather station located close to the release zone. The data are radio-transmitted to the alert management centre and the evacuation of progressive areas is planned according to a classes of snow heights measured in the release zone. The evacuation zones related to the different snow cover heights are defined by calculating the avalanche run out distances with the YARA1D dynamics model. This innovative alert system has the advantage to be extremely simple to manage. Nevertheless, it is significantly prudential, but realistically applicable for the case under analysis, given that the evacuation of the larger areas is forecasted with a return period ranging from 20 to 50 years.

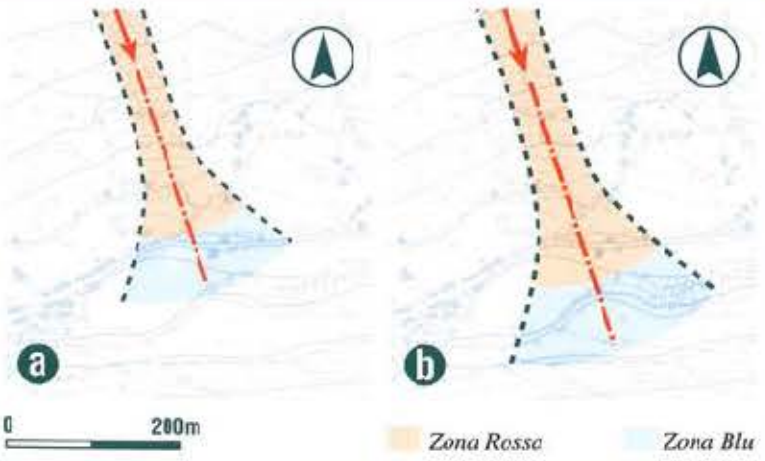
Relationships between ice crystal structure and glacier dynamics
ICE AND GLACIERS
Daniele Mancardi

Thanks to the effect of temperature and pressure, snow that settles upper than isotherm 0, changes into ice. The accumulated ice flows moved by gravity following the course of morphological structure of valleys. Glacier flux varies upon section and profile of the considered area, provoking variations in speed and pressure inside the glacier. These variations affect the crystals that make up ice; therefore it is possible to relate crystals shape and structure with the glacier section where they were collected. During this observation in order to differentiate the sample, three glaciers in the Valle d'Aosta region, different among themselves for location and dynamic characteristics, were analyzed: the Lys glacier in the upper Gressoney valley, the Jumeaux glacier in the Breuil-Cervinia basin and the Indren glacier in the Monte Rosa . Samples for lab tests were collected and, in parallel action, a survey of the superficial erosion structures was carried out.

Errata corrige la n. 43 di "Neve e Valanghe"

- Per disguidi in fase di montaggio, titolo e sottotitolo dell'articolo pubblicato a pag. 42 devono intendersi come di seguito riportato: "GHIACCIAIO DEL MONTASIO – (quota 1600) – Riscoperta di un ambiente naturale unico.
- Le foto di pag. 13 sono di Silvio Mantoan; quella di pag 12 Giorgio Inaudi "Pastori, contrabbandieri e guide alpine" Il Punto 1998; quelle di pag 6 AAW "Antonio Castagneri guida alpina".

La figura 14 di pagina 41, per problemi dovuti al montaggio risulta così meglio definita



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