N. 24 marzo 1995

SPECIALE PREVISIONE VALANGHE E INFORMATICA

CISA-IKAR 1994

RISCHIO VALANGHE IN VAL BRAULIO

SONDAGGI ELETTRICI SUI GHIACCIAI

A SCUOLA DI GLACIOLOGIA

neve e valanghe

Rivista dell'associazione interregionale di coordinamento e documentazione per i problemi inerenti alla neve e alle valangne

AINEVA

Rivista quadrimestrale - Sped. Abb. Postale Gr. IV 50% - ISSN 1120 _ 0642 L. 8.500
Taxe percque - Tassa riscossa - Trento CMP

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

REGIONE LIGURIA
Ufficio Valanghe
C/o Ispettorato Dipartimentale delle Foreste
Viale Matteotti 56 - 18100 Imperia
Tel. 0183/20609 - Fax 0183/23548
(Bollettino Nivometeorologico
tel. 010/532049)

REGIONE PIEMONTE
Settore Prevenzione rischio geologico
Rete Nivometrica
Via XX Settembre 88 - 10122 Torino
Tel. 011/3180940
Fax 011/3181709
(Bollettino Nivometeorologico tel.
011/3185555 - 0324/481201
0163/27027 - 0171/66323
*7351 # Videotel)

REGIONE AUTONOMA
VALLE D'AOSTA
Assessorato Agricoltura e Foreste
Ufficio Valanghe
Loc. Amerique 127/A 11020 Quart - AO
Tel. 0165/776301 Fax 0165/776302
(Bollettino Nivometeorologico
0165/776300)

REGIONE LOMBARDIA
Centro Nivometeorologico
Via Milano 18 - 23032 Bormio (So)
Tel. 0342/905030 - Fax 0342/905133
(Bollettino Nivometeorologico - 5 linee -
NUMERO VERDE 1678/37077)

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Ufficio Neve e Valanghe
Via Vannetti 39 - 38100 Trento
Tel. 0461/897413 - Fax 0461/987062
(Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 1678/50077

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO
Ufficio Idrografico
e Servizio Prevenzione Valanghe
Via Mendola 24 - 39100 Bolzano
Tel. 0471/994100 - Fax 0471/994110
(Bollettino Nivometeorologico
0471/270555 in italiano;
0471/271177 in tedesco)

REGIONE VENETO
Centro Sperimentale Valanghe
Via Passo Campolongo 122
32020 Arabba (BL)
Tel. 0436/79227 - Fax 0436/79218
(Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 1678/60345)

REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA
Ufficio Valanghe
C/o Direzione Regionale delle Foreste
Piazza Belloni 14 - 33100 Udine
5Tel. 0432/555751 - Fax 0432/505426
(Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 1678/60377
0432/501029)

Sede A.I.NE.VA.
Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO
Tel. 0461/230305 - Fax 0461/232225

Numero unificato riportante i bollettini
Nivometeorologici degli Uffici Valanghe AINEVA
Tel. 0461/230030

La Rivista NEVE E VALANGHE viene inviata a:

- Comunità Montane
- Direttori Stazioni Sciistiche
- Sedi Regionali USTIF
- Delegazioni del Soccorso Alpino
- Aziende di Promozione Turistica delle località montane
- Assessorati regionali e provinciali al Turismo
- Prefetture
- Sindaci Comuni Montani
- Biblioteche Facoltà Universitarie del settore
- Collegi delle Guide Alpine
- Rilevatori delle Stazioni Nivometeorologiche
- Scuole di Sci
- Commissioni Locali Valanghe
- Ordini Professionali
- Ministero della Protezione Civile
- Enti addetti ai bacini idroelettrici
- Direzioni dei Parchi Nazionali
- Scuole di Scialpinismo
- Aziende addette a: produzione della neve, sicurezza piste e impianti, costruzione attrezzature per il soccorso, operanti nel campo della protezione e prevenzione delle valanghe
- Azienda Nazionale Autonoma delle Strade
- Amministrazioni delle Province Montane
- Redazioni di massmedia specializzati
- Professionisti del settore italiani ed esteri

Periodico associato all'USPI
Unione Stampa Periodica Italiana

neve e valanghe

Rivista dell'AINEVA - ISSN 1120 - 0642
Aut. Trib. di Rovereto (TN) N° 195/94 NC
del 28/09/1994
Sped in abb. postale Gr. IV - 50%
Abbonamento annuo 1995: L. 25.000
da versare sul c/c postale n. 14595383
intestato a: AINEVA
vicolo dell'Adige 18 38100 Trento

Direttore Responsabile
Giovanni PERETTI

Coordinamento redazionale:
Alfredo PRAOLINI
Comitato di redazione:
Mario DI GALLO, Michele MARTINELLI, Michela MUNARI, Gianluca TOGNONI, Elena TURRONI, Mauro VALT
Comitato scientifico editoriale:
Cristoforo CUGNOD, Roberto CALIARI, Vincenzo COCCOLO Alberto LUCHETTA, Franco MUSI, Giovanni PERETTI, Roberto PAVAN, Michela MUNARI

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

Impaginazione e grafica:
MOTTARELLA STUDIO GRAFICO
Cosio Valtellino (SO)

Selezioni e impianti:
STUDIO AL di LOCATELLI - Lecco

Stampa:
MANFRINI Arti Grafiche
Calliano (TN)
Referenze fotografiche:
Foto di copertina: Gianluca Tognoni
Uff. Val. Trento: 8-9
Gianluca Tognoni: 6-7,10,11,12,14,22,23,28,29,31,71(sin),73,78
Robert Bolognesi: 18,20
Lafeuille: 37(basso)
CEN-Meteofrance: 32-33,34,37
Giancarlo Bonini: 44-45,46,47,54,55
Claudio Smiraglia: 58-59,60,61,62,65
Lodovico Mottarella: 3,43
Riccardo Marchini: 68,69
SAGF-Predazzo: 71,73(basso)
Cristoph Oberschmied: 75

Hanno collaborato a questo numero:
Danilo Zanoni, Roberto Caliari, Gianluca Tognoni, Mauro Gaddo, Paolo Cestari, Paola Peretti, Robert Bolognesi, Othmar Buser, Walter Good, Nadia Braito, Gilbert Guyomarc'h, Laurent Merindol, E. Pahaut, François Valla, Giovanni Peretti, Massimo Campana, Vittorio Boerio, Giancarlo Bonini, Alfredo Praolini, Lodovico Mottarella, Mauro Guglielmin, Alessandro Nardo, Claudio Smiraglia, Enzo Bottà, Riccardo Marchini, Giampiero De Zolt, U. Selvaggi, Mario Di Gallo, Elena Turroni, Michela Munari, Michele Martinelli, Marco Cordola, Elena Barbera, Giorgio Peraldini.

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

SOMMARIO

MARZO 1995 NUMERO 24

6 **Speciale previsione valanghe e informatica L'APPLICAZIONE DEI NUOVI MODELLI NUMERICI**

8 **L' INTELLIGENZA ARTIFICIALE E LE VALANGHE**
di Roberto Caliari

10 **LE SPERIMENTAZIONI DEI MODELLI IN PROVINCIA DI TRENTO**
di Mauro Gaddo

13 **NXLOG**
La previsione delle valanghe in Svizzera: strategia e strumenti
di Robert Bolognesi, Othmar Buser e Walter Good

22 **IL MODELLO NXLOG APPLICATO ALLA STAZIONE SCIISTICA DEL PRESENA**
di Paolo Cestari

32 **ASTRAL**
Il programma francese per la ricerca delle giornate analoghe
di Gilbert Guyomarc'h e Laurent Merindol

38 **CISA-IKAR 1994**
I risultati dei lavori della Commissione Valanghe

44 **IL CONTROLLO DEL RISCHIO DA VALANGA LUNGO LA VALLE DEL BRAULIO**
di Massimo Campana, Vittorio Boerio e Giancarlo Bonini

58 **LO SPESSORE DEI GHIACCIAI DELLA VALFURVA**
Misurazioni tramite Sondaggi Elettrici Verticali
di Mauro Guglielmin, Alessandro Nardo e Claudio Smiraglia

68 **A SCUOLA DI GLACIOLOGIA SUL PIZZO SCALINO**
di Enzo BOTTA' e Riccardo MARCHINI

EDITORIALE

Nel 1982 il Presidente della Provincia Autonoma di Trento convoca una riunione con funzionari della Provincia di Bolzano, della Regione del Veneto e della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, per verificare la concreta fattibilità di un metodico scambio di informazioni nel settore nivologico attraverso l'adozione di strumenti e metodologie operative omogenee.

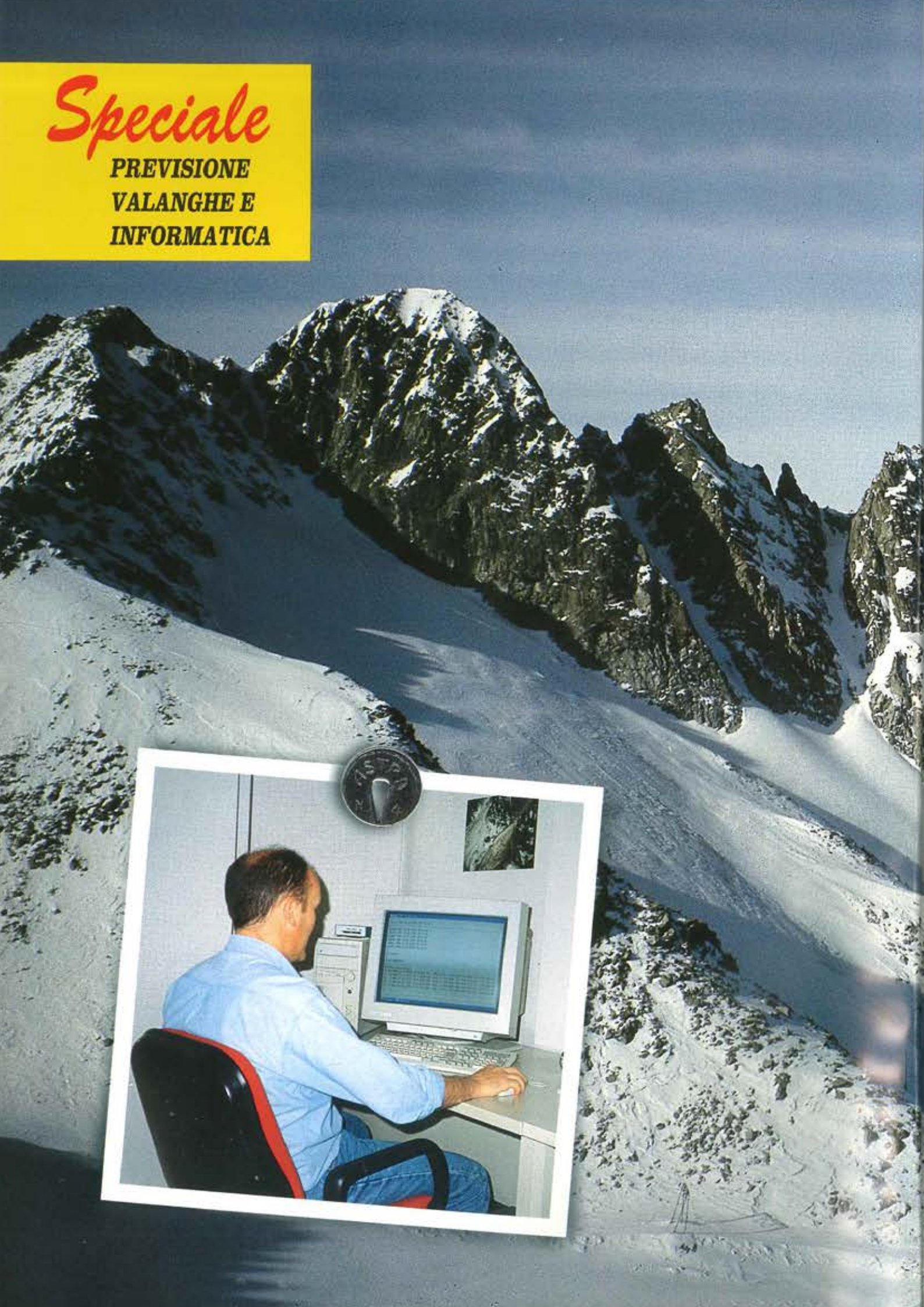
Così nasce l' AINEVA.

L' idea di costituire questa associazione è stata sicuramente brillante e anticipatrice dei tempi. Sono sempre di più, infatti, le unioni tra enti, di varia forma e natura, quali strumenti per coordinare le comuni esigenze, anche con l'intento di razionalizzare e ridurre il dispendio di risorse.
In questi anni l'AINEVA ha continuamente migliorato ed ampliato la propria sfera di attività, dotandosi recentemente, proprio a Trento, di una struttura operativa, la Segreteria.
I lusinghieri risultati raggiunti dall'AINEVA in questi anni con la collaborazione di tutte le Regione e Province aderenti, l'importanza e il rispetto che ha conseguito anche a livello internazionale, unitamente allo spirito dei funzionari che vi collaborano mi hanno fatto accettare con piacere la Presidenza.
Ma proprio sull'onda dei risultati raggiunti e tanto voluti dai precedenti Presidenti e per perpetuare lo spirito che ha consentito la fondazione dell'AINEVA è doveroso proseguire nella strada che vuole il coinvolgimento di altre Amministrazioni, quali, ad esempio, le Regioni appenniniche.
Con lo stesso spirito si dovrà tendere a rafforzare anche i rapporti con altri enti che tra i loro fini vedono anche il miglioramento della prevenzione e della sicurezza in montagna a favore di tutti coloro che, residenti, operatori o turisti ne sono a contatto.

Il Presidente dell'AINEVA
Dott. Danilo Zanoni

Speciale

PREVISIONE VALANGHE E INFORMATICA



Ormai da diversi anni l'intelligenza artificiale ha trovato applicazione anche nel campo della previsione locale delle valanghe, grazie soprattutto a contributi svizzeri e francesi; importanti passi sono stati fatti negli Stati Uniti e Canada, mentre in Italia per vari motivi il problema non è mai stato approfondito adeguatamente.
Nel 1993 la Provincia Autonoma di Trento elabora un progetto che prevede, durante la stagione invernale 1993-94, la sperimentazione pratica di alcuni modelli esistenti con la collaborazione dell'Istituto Federale per la Neve e le Valanghe di Davos e della Società Carosello-Tonale. Il progetto tuttavia si dilata nel tempo in quanto, per maggior completezza, si vogliono vagliare molte situazioni e soprattutto anche i prodotti in evoluzione: nel 1994-95 viene testato il nuovissimo NXLOG a cui la Provincia Autonoma di Trento contribuisce con interessanti integrazioni successivamente adottate anche da parte degli autori.
Attualmente i modelli sono arrivati ad un discreto grado di sviluppo (e altrettanto allettanti sembrano i possibili ulteriori sviluppi futuri) e finalmente, a detta di molti, i risultati possono essere definiti interessanti.
In queste pagine vengono quindi presentati non solo i concetti di modello secondo i vari tipi di approccio e le caratteristiche tecniche, ma, per un'analisi più completa, anche i risultati pratici ottenuti attraverso le sperimentazioni e l'applicazione del modello NXLOG in Trentino da una parte, ed i risultati raggiunti dalle stazioni nivometeorologiche francesi nell'applicazione del modello ASTRAL.

(Gianluca TOGNONI)

L'APPLICAZIONE A LIVELLO LOCALE DEI NUOVI MODELLI NUMERICI

L'INTELLIGENZA E LE VALANGHE

Osservando il territorio montano antropizzato a volte si scoprono situazioni per noi illogiche.
Vi sono paesi che sono stati realizzati in aree che per un certo periodo invernale non godono del sole, altri che sono sottostanti a siti valanghivi.
I motivi che hanno portato i nostri avi a scegliere tali siti sono per lo più sconosciuti, anche se a volte immaginabili (es.la poca memoria, la memoria che si perde nel tempo; il credere che certi eventi siano decisamente eccezionali, irripetibili). Spesso però, come nel caso delle vie di comunicazione, non vi erano alternative alla scelta del tracciato.
Fatto é che centri abitati ed infrastrutture varie soggetti a pericolo di valanghe ve ne sono diversi, anche realizzati recentemente nella spasmodica ricerca di aree da antropizzare per far fronte alle richieste crescenti, come nel caso delle piste da sci.
Nei paesi più progrediti, anche in relazione all'aumento del grado di istruzione ed alle maggiori disponibilità economiche, viene sempre meno accettato l'incidente come prodotto delle fatalità. Sempre più ci si spinge a ricercare le cause vere che hanno provocato l'incidente.
Per contro, si legge ancora oggi che l'incidente stradale é stato causato dal fondo bagnato, nel mentre é stato il guidatore che non ha considerato correttamente la perdita di aderenza delle ruote sull'asfalto viscido.
La lettura delle sentenze relative ad incidenti ci fa spesso apprendere che le cause degli stessi sono addebitabili all'uomo che ha agito con imprudenza, imperizia o negligenza. A volte la sentenza evidenzia chiaramente che, chi aveva la responsabilità dell'organizzazione, chi era delegato a vigilare e/o ad agire, non ha utilizzato quanto la scienza e la tecnica mettono a disposizione per scongiurare il pericolo, per evitare l'incidente.
L'intento di consentire standard qualitativi di vita sempre migliori da un lato, e la spinta che emerge dalle sentenze, a porre sempre più attenzione ai problemi

ARTIFICIALE

di Roberto CALIARI,
Ingegnere Responsabile dell'Ufficio
Neve e Valanghe della Provincia
Autonoma di Trento

della sicurezza dall'altro, hanno portato i tecnici a studiare, negli ultimi 50-60 anni, anche la neve e i pericoli da essa derivanti.
La meteorologia, così come la nivologia, sono due scienze che permettono di studiare anche l'immediato futuro basandosi sull'esperienza, cioè predicono il futuro confrontando l'attuale con quanto già successo, si basano quindi su analogie. Il vecchio pescatore, così come il montanaro, intuisce l'evolversi del tempo osservando le condizioni del momento, facendo delle osservazioni e confrontandole con le casistiche da esso memorizzate.
La memoria del pescatore e del montanaro è però patrimonio loro ed è difficilmente tramandabile. Proprio per sfruttare le capacità dell'uomo esperto nel sapere intuire l'evolversi delle situazioni anche in campo nivologico, i vari Paesi hanno introdotto già da molti anni le Commissioni Locali Valanghe, con il compito di vigilare sul pericolo di valanghe per salvaguardare i centri abitati, le vie di comunicazione ed altre infrastrutture pubbliche. Ma organizzazioni simili, se pur molto importanti, hanno il limite della memoria e della capacità di ragionamento umano, comunque non trascurabile.
Proprio per superare tali limiti e per mettere a disposizione degli esperti, di chi deve assumere decisioni dalle quali può dipendere la vita anche di molte persone, gli studiosi hanno ideato degli strumenti che consentono di valutare il rischio. Tali strumenti ripercorrono i ragionamenti dell'esperto, utilizzando le grandi capacità di memoria dei mezzi messi a disposizione dal mondo dell'informatica, per effettuare confronti.
Questi strumenti sono dei programmi automatici di calcolo, più avanti descritti, che però non vogliono e non devono sostituire il giudizio finale, che comunque spetta all'esperto.
Da qualche anno tali ausilii sono disponibili, seppur in continua evoluzione, e la Provincia Autonoma di Trento ha ritenuto di intraprendere - prima in Italia - la strada che vuole l'esperto assistito da tali validi aiuti.
L'esperienza condotta negli inverni '93-'94 e '94-'95 al Passo del Tonale e ghiacciaio Presena ha fornito dati estremamente confortanti e che sono descritti negli articoli successivi.
La collaborazione tra Provincia Autonoma di Trento, l'Istituto Federale Svizzero per lo studio della neve e delle valanghe di Davos e la Carosello Tonale spa viene qui presentata al fine di portare a conoscenza delle potenzialità di questi nuovi sistemi per le previsioni del rischio a quanti sono coinvolti nella gestione della sicurezza valanghe.

LE SPERIMENTAZIONI IN PROVINCIA DI TRENTO

di Mauro GADDO, Ingegnere
via Del Suffragio 108
38100 Trento

LA PREVISIONE A LIVELLO LOCALE: I MODELLI

La previsione dell'istante in cui il manto nevoso raggiunge uno stato critico favorevole al distacco delle valanghe non è impresa facile. I molteplici fattori che partecipano in diversa misura alla formazione di una valanga si possono far rientrare nelle seguenti tre grandi categorie:

parametri topografici
parametri nivologici
parametri meteorologici

I parametri topografici di un sito valanghivo riguardano principalmente la pendenza dei versanti, l'altitudine, l'esposizione e la natura del terreno; essi sono perlopiù invariabili nel tempo.
I parametri nivologici e meteorologici riguardano principalmente le precipitazioni, il vento, la temperatura dell'aria e della neve, l'umidità, l'irraggiamento, la coesione e la densità della neve e la struttura del manto nevoso; essi sono perlopiù variabili nel tempo.
Tutti questi fattori possono mutare anche sensibilmente da punto a punto lungo uno stesso versante e quindi la valutazione della stabilità di un certo manto nevoso ha portata limitata nel tempo e nello spazio.
I modelli matematici realizzati per aiutare il previsore nel suo difficile operato, pur risultando in molti casi di grande validità e supportati da un intenso lavoro scientifico, risentono anch'essi della notevole variabilità dei fattori che caratterizzano le valanghe. Diversi sono gli approcci seguiti nel tempo dagli autori, raggruppabili nelle seguenti categorie:

Speciale

PREVISIONE VALANGHE E INFORMATICA

approccio sperimentale
approccio deterministico
approccio statistico
approccio simbolico

•Con *l'approccio sperimentale* si cerca di ricreare in scala ridotta un determinato fenomeno: in tal maniera si possono simulare in laboratorio processi fisici anche molto complessi e ricavare delle leggi generali che li comprendano.
Il limite di questo approccio risiede sostanzialmente nella difficoltà di realizzazione una perfetta similitudine fra il fenomeno ed il corrispondente modello in scala ridotta; esso inoltre rimane perlopiù confinato allo studio di fenomeni meccanici, dal momento che ben difficilmente si riescono a ricreare in laboratorio fenomeni determinabili con processi energetici (quali ad esempio le condizioni di rottura del manto nevoso).
•*L'approccio deterministico* rappresenta un eccezionale mezzo di ricerca ma dal punto di vista operativo non sembra ancora utilizzabile. Esso si rivolge sostanzialmente ai fenomeni interpretabili matematicamente, dal momento che si fonda su delle equazioni che descrivono esattamente i vari meccanismi fisici in gioco.
Questo d'altra parte è anche il suo limite, in quanto non tutti i processi fisici sono interpretabili matematicamente nel loro insieme; fra questi ultimi sicuramente al momento possiamo comprendere i meccanismi di attivazione delle valanghe.
•*L'approccio statistico*, a differenza di quello deterministico, prescinde dai processi fisici che caratterizzano un fenomeno e quindi consente di affrontare problemi anche molto complessi che attualmente sfuggono ad una interpretazione teorica rigorosa. A partire da un insieme di dati ed osservazioni si utilizzano opportune tecniche d'analisi degli stessi per sviluppare delle correlazioni fra il fenomeno e le circostanze in cui è avvenuto.
Il limite di questo approccio risiede nell'identificazione di un campione di dati ed osservazioni significativo; nel caso di fenomeni naturali a debole frequenza, come ad esempio alcune valanghe storiche a carattere eccezionale, questo implica l'acquisizione di serie di dati estremamente estese e di buona qualità.
•*L'approccio simbolico* si è diffuso recentemente grazie allo sviluppo delle tecniche di intelligenza artificiale. Esso mira a riprodurre un procedimento intellettuale umano, evidenziando le "conoscenze" disponibili di un problema dato e utilizzando successivamente un' opportuna tecnica di gestione delle stesse. Il livello qualitativo delle conoscenze è fondamentale per il corretto funzionamento del procedimento, in quanto conoscenze troppo imprecise, come ad esempio accade nel caso di eventi valanghivi a carattere eccezionale, producono conclusioni esatte ma banali.
Allo stato attuale delle conoscenze e dei mezzi disponibili gli approcci maggiormente idonei per una analisi dei rischi da valanga sembrano quelli statistici e simbolici, sia per la grande diffusione nel mondo dei sistemi operativi da essi derivati (specie nel campo statistico), sia per la relativa semplicità d'uso dei sistemi operativi medesimi, sia per il ruolo attribuito al previsore, che non soggiace al giudizio di una "macchina" bensì mantiene inalterato il suo ruolo ed il suo senso critico. Alla luce di quanto sopra, in sede di stesura della convenzione con la Provincia Autonoma di Trento l'Istituto Federale per lo studio della

neve e delle valanghe (IFSNV) di Davos ha proposto ai tecnici dell'' Ufficio Neve e Valanghe l'acquisto e la sperimentazione di un modello di tipo statistico, l'NXD, al Passo del Tonale, e di un modello di tipo simbolico, l'AVALOG, in località Presena, sempre nell'area sciistica del Tonale .
Nel seguito verranno sinteticamente esposti i princìpi informatori relativi alla struttura ed al funzionamento dei due modelli. Si vuole peraltro evidenziare come nel corso della stagione invernale 1993/94, nel mentre era in atto la sperimentazione dei due modelli sopraccitati, l'Istituto Federale di Davos abbia proposto alla Provincia Autonoma di Trento di sostituire il modello AVALOG con un nuovo modello, l'NXLOG.
Tale fatto non ha d'altra parte avuto ripercussioni negative sul lavoro svolto nel frattempo, in quanto i dati di entrata di AVALOG e NXLOG si equivalgono.
NXLOG in effetti è uno strumento ibrido di nuova concezione, realizzato tramite l'unione di NXD e AVALOG, e dovrebbe garantire senza ombra di dubbio prestazioni migliori dei due singoli modelli da cui ha avuto origine.
Dal punto di vista pratico l'unico inconveniente riscontrato è attribuibile alla preparazione del nuovo programma, che per questioni tecniche non si è potuto consegnare alla P.A.T. durante la scorsa stagione invernale; la consegna avverrà sicuramente entro l'inizio della prossima stagione 1994/95, in anteprima europea , e l'IFSNV di Davos si è impegnato ad assistere, senza richieste di maggiori oneri, i tecnici dell'Ufficio Neve e Valanghe durante la sperimentazione di NXLOG anche per il prossimo anno.

I MODELLI

Al momento non esistono dei modelli fisici capaci di descrivere le varie specie di valanghe e di predire l'ora e il luogo dell'eventuale caduta. Al loro posto ci si avvale di vari approcci di analisi statistica dei dati e si sfrutta il sapere degli esperti.
Se sono stati osservati degli eventi valanghivi in numero **sufficiente** e se sono state raccolte delle osservazioni e dei dati misurati in serie **ininterrotte** è possibile realizzare un'analisi statistica per trovare un rapporto tra le variabili descrittive e l'evento. Le esperienze che sono state fatte soprattutto in Francia e in Svizzera hanno però dimostrato che i modelli globali statistici che tengono conto di molte variabili hanno una quota di successo di circa il 70% .
Se si utilizzano degli approcci che tengono conto degli addensamenti locali nello spazio di osservazione, la precisione delle previsioni aumenta fino ad oltre l'80%. NXD è uno di questi approcci: i suoi risultati rappresentano le situazioni del passato più simili al giorno della previsione. La procedura di analisi corrisponde al modo di pensare dell'esperto in materia di valanghe, che utilizza le sue conoscenze di molti eventi del passato e che deduce il suo sapere dalle interpretazioni intuitive esatte. NXD preleva al momento opportuno l'informazione necessaria dalla base dei dati e la pone a disposizione del previsore in una forma facilmente utilizzabile.
I sistemi esperti che si basano su delle regole **(AVALOG)** formalizzano le conoscenze degli eventi valanghivi nelle aree sciabili, trasformando la topografia, la situazione eolica e del manto nevoso nonché l'attività valanghiva relativa in regole di esperti. Le conoscenze degli esperti formalizzate in tale maniera non possono sostituirsi a delle conoscenze mancanti, però utilizzano al meglio la serie di dati esistenti. In ogni caso tutti e due i modelli hanno bisogno in tempo reale di tutte le variabili di entrata previste dall'approccio.
NXLOG unirà nel futuro i vantaggi derivanti dall'uso dei due modelli ed eliminerà in gran parte gli svantaggi delle singole componenti grazie ad un effetto sinergico. I primi due approcci sono stati sperimentati in molti Paesi europei, anche con scopi diversi, con risultati confortanti. Il prodotto combinato dovrà dimostrare tutto il suo potenziale e la sua efficacia tramite test condotti lungo archi temporali maggiori.

GIORNI PIU' PROSSIMI A QUELLO DELLA PREVISIONE

		CODICE VALANGHE GIORNI PIU' PROSSIMI E I PRECEDENTI					
DATA	DISTANZA	0	1	2	3	4	5
11/03/1994	0,	00000	01154	02434	04400	00000	00000
09/03/1994	0,502	02434	04400	00000	00000	05400	00000
20/03/1993	0,516	00000	00000	00000	03400	00000	00000
12/03/1994	0,54	00000	00000	01154	02434	04400	00000
13/03/1994	0,583	00000	00000	00000	01154	02434	04400
21/03/1993	0,671	00000	00000	00000	00000	03400	00000
16/03/1994	0,754	00000	00000	00000	00000	00000	00000
10/03/1994	0,881	01154	02434	04400	00000	00000	05400
23/03/1994	0,932	00000	00000	00000	00000	00000	00000
23/03/1993	0,933	09900	09900	00000	00000	00000	00000
08/03/1994	0,973	04400	00000	00000	05400	00000	09900

COMMENTO
I dieci giorni più vicini sono estremamente simili a quello odierno (la distanza è per tutti inferiore a 1).
L'area di alta pressione si sta lentamente colmando per l'approssimarsi di una perturbazione da ovest.
Le temperature sono in leggera diminuzione, i venti deboli e variabili.
La giornata è serena. Ieri sono cadute molte valanghe nelle zone 2, 5, 24,38 del Tonale e del Presena, ma in quasi tutti i pendii e i canaloni a sud sono avvenute delle colate.
I giorni più simili indicano tre eventi certi, di cui 2 anche al Presena. In particolare si tratta delle valanghe cadute nei giorni 8,9 e 10 marzo 1994.
C'è poi un sospetto al Tonale.
Il pericolo di caduta valanghe è diminuito, in quanto i siti segnalati come pericolosi hanno già scaricato.
Bisogna comunque prestare attenzione agli ulteriori scaricamenti che possono verificarsi in alcuni siti già interessati da colate nei giorni scorsi.

Schermata finale della previsione del giorno 11/3/94.
L'operatore ha ritenuto opportuno inserire un commento nel programma di archivio al fine di facilitare la previsione, anche a terze persone, in situazioni nivometeo del tutto simili a quelle odierne.

Il modello NXD

NXD è basato sul metodo K-nearest-neighbours (kNN), uno dei vari metodi per la classificazione di gruppi di dati.
Il principio è molto semplice: le situazioni valanghive simili del passato vengono cercate sulla base di dati misurati e di osservazioni. Di queste situazioni si sa se l'evento (valanga) è successo o no. In base a questa esperienza l'esperto nivologo deve prevedere se l'evento può verificarsi anche nella situazione attuale .
Il metodo kNN è stato introdotto dopo che si è verificato che le indicazioni puramente probabilistiche nella pratica quotidiana non erano utili. I vantaggi sono evidenti: la situazione attuale si visualizza bene sulla base degli esempi del passato.
Lo svantaggio é che non sempre è possibile ritrovare una situazione analoga nel passato. Per il resto troviamo le stesse difficoltà di altri metodi: le variabili devono essere dati stabiliti da un esperto. La serie di dati deve essere completa ed ininterrotta.
La ponderazione delle variabili rimane nelle mani dell'utente o viene realizzata con il suo aiuto. Per l'utente volenteroso questo è fondamentale, in quanto gli consente ampia libertà di sperimentare nuove correlazioni: i kNN gli dimostreranno se ha scelto la strada giusta. Per contro c'é il rischio concreto di essere trascinati in un vortice di prove infinite.
NXD è uno strumento per risolvere i problemi ma non rappresenta la soluzione di tutti i problemi. Come tutti gli strumenti, per fornire un risultato soddisfacente ha bisogno di essere seguito ed utilizzato in maniera continuativa ed attenta.

Il modello AVALOG

AVALOG è un sistema esperto per la previsione delle valanghe che fornisce una diagnosi del rischio attribuibile ad ogni canalone di un settore determinato. A differenza degli altri programmi, fornisce dunque un'informazione molto localizzata nello spazio.
Come ogni sistema esperto AVALOG dispone di una base delle conoscenze e di un motore d'inferenza capace di utilizzare queste conoscenze per produrre la diagnosi. La base delle conoscenze si scompone in due sotto-basi:
- una base di conoscenze teoriche di portata generale
- una base di conoscenze pratiche di portata locale. Quest'ultima base è dunque specifica per ogni comprensorio geografico e permette di tener conto delle particolarità del territorio, specialmente in termini di trasporto eolico della neve.

La base contiene così:
- dati nivometeorologici raccolti due volte al giorno
- dati sull'attività valanghiva osservata
- dati topografici
- regole teoriche generali
- regole pratiche fornite dagli esperti locali.

Il motore d'inferenza è il modulo che eseguirà le regole applicabili (cioè quelle le cui premesse sono verificate dai fatti presenti nella base delle conoscenze).
Le caratteristiche di questo motore sono le seguenti:
- ordine 0+
- forward chaining
- strategia monotona irrevocabile
- gestione del dubbio

AVALOG è stato sviluppato dal 1988 al 1991 e sperimentato in situazione reale nel comprensorio sciistico della stazione francese dell'Alpe d'Huez.
Alla fine di questo test i risultati sono stati molto soddisfacenti, con un tasso di esattezza delle diagnosi dell'ordine dell'80% (questi calcoli sono stati realizzati su previsioni verificate da prove di distacco artificiale). Senza entrare nel dettaglio di questi test, si può tuttavia segnalare che il 100% delle situazioni valanghive significative sono state previste correttamente.
A seguito di questi primi risultati il programma è stato installato in numerose altre stazioni in Francia, Spagna e Svizzera. I risultati non sono stati del tutto soddisfacenti, in quanto le previsioni dipendono fortemente dalla qualità della base delle conoscenze locali. Il programma **NXLOG**, ottenuto dall'unione di NXD e AVALOG, dovrebbe permettere di risolvere questo problema grazie a delle funzioni di apprendimento automatico. Alcuni moduli di questo programma, che sarà fornito alla P.A.T. all'inizio della prossima stagione invernale, sono attualmente ancora in corso di sviluppo e di facilità di manutenzione. NXLOG dovrebbe sostituire a breve NXD e AVALOG.

SCELTA DELLE STAZIONI

Per valutare la portata dei modelli creati per aiutare l'uomo nel lavoro di previsione del pericolo di caduta delle valanghe, la Provincia Autonoma di Trento ha stipulato con l'Istituto Federale per lo studio della neve e delle valanghe di Davos (Svizzera) una convenzione finalizzata all'acquisto ed alla sperimentazione di alcuni modelli al Passo del Tonale, nell'alta Val di Sole.

Tale località ben si presta per una simile iniziativa, in quanto attualmente le valanghe minacciano sia infrastrutture pubbliche (principalmente la statale n.42 del Tonale) che infrastrutture di interesse pubblico (impianti a fune e piste da sci - vedi Carta di Localizzazione Valanghe riportata qui a lato).

La decisione di sperimentare i modelli in questa località è derivata dalla considerazione che la P.A.T. era in grado di fornire per il passo de Tonale una serie storica di dati nivometeorologici piuttosto significativa (6 anni consecutivi) e valorizzata dalla presenza di dati molto particolareggiati desunti da una stazione automatica di rilevamento. Inoltre la P.A.T. aveva manifestato l'intenzione di collocare un'altra stazione di rilevamento direttamente ai piedi del ghiacciaio del Presena.

La sperimentazione del modello NXD è stata condotta al passo del Tonale, in quanto questo programma è in grado di fornire indicazioni utili per aree anche molto vaste e caratterizzate dalla presenza di numerosi siti valanghivi.

Un ulteriore elemento positivo è rappresentato dalla presenza, sul soprastante ghiacciaio del Presena, di un CA.T.EX., ossia di un dispositivo atto a provocare, tramite l'uso dell'esplosivo, il distacco artificiale, delle valanghe. La sperimentazione del modello AVALOG richiedeva proprio la gestione del rischio tramite il distacco artificiale, in quanto questo approccio abbisogna delle informazioni relative alla stabilità del manto nevoso.

Va rimarcato il fatto che nel territorio della Provincia di Trento non vi sono altre località dove sia praticato oggigiorno il distacco artificiale delle valanghe.

Attualmente la sicurezza nei riguardi delle valanghe è gestita interamente dalla Commissione Locale Valanghe del Comune di Vermiglio.

La sperimentazione dei modelli previsionali persegue l'obiettivo di fornire nel tempo un valido strumento operativo di supporto alle decisioni sia alla Commissione Locale Valanghe, sia alle Società concessionarie di impianti e piste da sci presenti al passo del Tonale, dal momento che la Legge provinciale 21 aprile 1987, n.7 "Disciplina delle linee funiviarie in servizio pubblico e delle piste da sci", così come modificata

Nelle pagine precedenti: vista del ghiacciaio Presena e della stazione automatica sita a quota 2800 m
Sopra: La carta di localizzazione probabile delle valanghe della zona Tonale-Presena

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
SERVIZIO PREVENZIONE CALAMITÀ PUBBLICHE
UFFICIO NEVE E VALANGHE
28 APR. 1994
N/ ..... Pos. .....

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
Ufficio Neve e Valanghe

SPERIMENTAZIONE TONALE - PRESENA NXD/AVALOG
SCHEDA DI RILEVAMENTO VALANGHE OSSERVATE

Estremi evento	codice valanga	19-20-21
	data	17/04/94
	orario	10,30
Tipo di valanga	di superficie	LASTRONI - DEBOLE COESIONE
	di fondo	
Dimensioni valanga	lunghezza reale	VEDI CARTINA
	larghezza minima	"
	larghezza massima	"
	spessore minimo al distacco	20 cm
	spessore massimo al distacco	50 cm
Dati topografici	quota massima del distacco	~ 3000 m
	quota minima di arresto	~ 2800-2950
	esposizione	N - NE
Causa del distacco	spontaneo	
	provocato accidentale	
	provocato artificiale	CATEX
Distacco artificiale	numero tentativi	3 colpi
	tipo di munizioni	GOMMA A
	quantità di munizioni	10 Kg

Eventuali osservazioni .....

Data compilazione 21/04/94

IL RILEVATORE

dalla legge provinciale 23 agosto 1993, n.20, prevede che in determinati casi la sicurezza possa essere gestita dalle Società medesime, assieme alle Commissioni Locali Valanghe. L'esperienza acquisita al passo del Tonale potrà essere trasferita in seguito a tutte le località della provincia di Trento interessate da fenomeni valanghivi che necessitano di un controllo costante e continuativo.

INSERIMENTO DEI DATI ESISTENTI

Dati Nivometeorologici

Per quanto concerne la fase di raccolta dei parametri nivometeorologici ci si è avvalsi dei dati forniti dall'Ufficio Neve e Valanghe della P.A.T. . Questi dati coprono un arco temporale di sei anni (dal 1988 ad oggi) e derivano dalla stazione automatica ubicata al passo del Tonale e dai rilevi giornalieri (modello 1 A.I.NE.VA.) effettuati dal custode della scuola provinciale sita sempre al Tonale. I tecnici dell'Istituto di Davos hanno poi provveduto all'inserimento di questi dati nel modello, effettuando quindi una prima taratura dello stesso.
Il 7 dicembre 1993 in una riunione tenutasi a Trento presso il Dipartimento per la Protezione Civile, il dott. Walter Amman, responsabile dell'IFSNV di Davos, e l'ing. Nicola Salvati, dirigente generale del dipartimento sopraccitato, hanno dato formale avvio alla fase di sperimentazione.
In tale occasione due tecnici del IFSNV hanno presentato il modello NXD, soffermandosi in particolar modo sulle problematiche connesse alla fase di inserimento dei dati storici forniti dalla P.A.T. nel modello medesimo; detti tecnici hanno valutato positivamente i risultati ottenuti da questa prima fase e in accordo con i responsabili della P.A.T. si sono impegnati a proseguire la sperimentazione del modello.
In seguito i tecnici dell'IFSNV hanno provveduto ad una nuova revisione del file contenente i dati nivometeorologici: l'inserimento nel programma di nuovi valori della radiazione solare desunti dalla stazione automatica ha permesso di ottenere informazioni più precise sulla situazione del manto nevoso.
Per quanto riguarda lo sviluppo del modello atto a prevedere la caduta delle valanghe sul ghiacciaio del Presena, l'attività svolta durante l'inverno è consistita nella raccolta dei dati nivometeorologici e delle segnalazioni degli eventi valanghivi, nonché nella formulazione delle "regole" che guidano sia il modello AVALOG che il modello NXLOG verso l'emissione di una diagnosi.
Per quanto riguarda i dati nivometeorologici, oltre ai parametri manuali raccolti dall'osservatore della Società concessionaria, l'Ufficio Neve e Valanghe della P.A.T. ha installato una nuova stazione automatica sul ghiacciaio del Presena, ovviamente in posizione sicura (foto pag. 12).
Inoltre, per la formulazione della regola concernente l'andamento del vento nel corso delle precipitazioni nevose l'Ufficio ha dovuto posizionare sulla cresta del ghiacciaio un anemografo di tipo meccanico: in tal maniera, raccogliendo ogni 15 giorni circa i valori del vento in cresta (direzione e velocità) e confrontandoli con quelli ricavati dalle stazioni automatiche del Presena e del Tonale, si è cercato di realizzare le prime correlazioni necessarie per la primitiva taratura del modello.
Sono state successivamente fornite

alla Società che gestisce gli impianti del Presena delle apparecchiature specifiche; dette apparecchiature, atte a misurare l'intensità della neve soffiata dal vento e la corrispondente direzione, sono state installate a fine gennaio nei pressi della stazione automatica del Presena: i dati sono stati raccolti manualmente dal personale della Società concessionaria e poi trasferiti, assieme alle osservazioni giornaliere, sulla segreteria telefonica dell'Ufficio Neve e Valanghe.

FUNZIONAMENTO DEI MODELLI

Risultati dell'attività previsionale

A partire dal 16 dicembre 1993 è iniziata presso l'Ufficio Neve e Valanghe della P.A.T. la raccolta quotidiana dei dati nivometeorologici e l'inserimento degli stessi nel modello NXD. I dati manuali provenienti dai rilevatori operanti al passo del Tonale e sul Ghiacciaio del Presena sono stati convogliati in un'apposita segreteria telefonica, onde poter essere subito disponibili fin dal primo mattino.
Il tecnico designato di codesto Ufficio ha provveduto a raccogliere e inserire questi dati nel programma, unendovi le segnalazioni delle valanghe pervenute all'Ufficio. Ha poi provveduto a formulare obiettive previsioni sul pericolo di valanghe sulla base dei risultati forniti dal programma e a verificare l'efficacia dello stesso rapportando le previsioni con il reale andamento degli eventi valanghivi, il tutto in collegamento costante con il tecnico incaricato dell' IFSNV.
L'attività previsionale compiuta al passo del Tonale sulla base dei risultati forniti dal modello NXD ha coperto un orizzonte temporale pari a 100 giorni consecutivi, dal 21 dicembre 1993 al 31 marzo 1994. Si precisa peraltro che da questo elenco è stata esclusa una ulteriore giornata, il 29 dicembre 1993, in quanto si è verificata una discordanza fra le segnalazioni delle valanghe pervenute all'Ufficio Neve e Valanghe.
Infatti la scheda valanghe (di cui si riporta un esempio nella pagina a fronte) indica un evento nel giorno 29, mentre l'osservatore del Tonale nel modello 1 giornaliero, realizzato il 29 mattina verso le ore 8.00, segnala ugualmente una valanga, che ragionevolmente dovrebbe peraltro essere caduta il giorno prima.
Dal momento che non è stato possibile accertare la data di caduta presumibile si è preferito scartare dalle statistiche tale giornata.
La formulazione di una catalogazione statistica dei risultati ottenuti è stata inoltre complicata dalla presenza di alcune giornate in cui il rilevatore non è stato in grado di osservare l'attività valanghiva (presenza di nebbia, nuvolosità accentuata, precipitazione nevosa in corso).
Dovendo assegnare a tali giornate, pari al 16% del totale, una indicazione precisa di quanto accaduto, si è optato per l'evento più probabile, ossia "NO valanghe", confrontando poi questi risultati con le previsioni fornite dal modello. Per inciso, si segnala che rispetto al 16% dei "non so" il programma ha indicato un 10% di "no valanghe" e un 6% di "valanghe".
Nel 92% dei casi la previsione del modello era azzeccata, mentre nell' 8% dei casi il programma ha fallito: di questi, nel 3% dei casi il modello ha previsto una valanga che poi non c'è stata, e quindi si è mostrato più allarmista (a tutto vantaggio della sicurezza), nel 5% dei casi non ha previsto una valanga che poi però è caduta. Fra le previsioni azzeccate giova segnalare che nel 14% dei casi la valanga prevista è poi realmente caduta (su un totale di 19 giornate valanghive).
Tali risultati sono in linea con quanto ci si poteva aspettare da questo primo anno di sperimentazione.
Con la banca dati fino ad ora realizzata e a partire dalle segnalazioni delle valanghe precise e continue di questa prima stagione invernale si potrà sicuramente addivenire ad un miglioramento complessivo delle prestazioni del modello, riducendo soprattutto la percentuale dei casi in cui si è verificato un evento valanghivo non previsto dal programma.

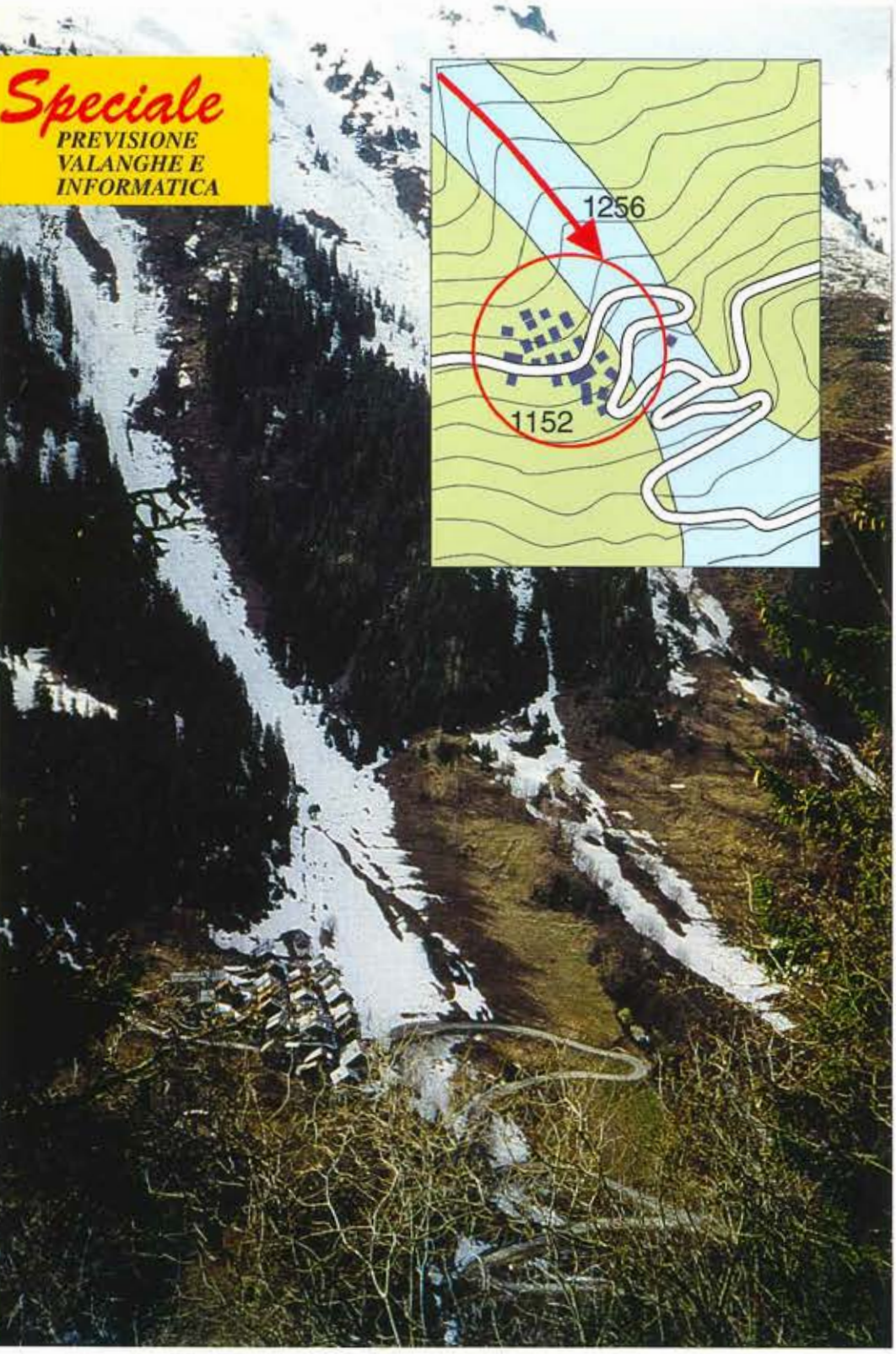
Variabili e valutazioni dei risultati

Le variabili scelte sembrano aver funzionato bene; lo stesso vale per le ponderazioni. Per alcune situazioni particolari (giorni di elevata radiazione solare successivi alla caduta di neve fresca) si potrebbe proporre un'altra ponderazione, però c'è da rilevare che in queste situazioni sono stati osservati solo dei piccoli slittamenti superficiali e bisogna dunque valutare se occorre effettivamente tenerne conto. Le situazioni evidenti sono riconoscibili con facilità, per le situazioni dubbiose (da 1 a 3 "vicini" con valanghe) bisogna decidere caso per caso mediante l'analisi degli eventi verificatisi in passato.
Si sono riscontrate 4 giornate con gravi errori di previsione (le valanghe si sono realmente verificate però non sono state previste dal modello). Due di tali circostanze si sono verificate all'inizio di un periodo di bel tempo successivo ad una nevicata, con valanghe che sono scese in "ritardo". Per il giorno 29.12.93 non si trova spiegazione plausibile e quindi potrebbe esserci un'osservazione sbagliata.
Questi giorni devono essere verificati possibilmente insieme ai responsabili dell'Ufficio Neve e Valanghe della P.A.T. Per il momento non occorre apportare correzioni, a meno che non ci siano precise richieste da parte dei tecnici della P.A.T. D'altra parte, con il nuovo modello NXLOG, che comprende il modello NXD e che entrerà in funzione dalla prossima stagione invernale, sarà possibile introdurre delle regole specifiche che permetteranno di ovviare a questo genere di problemi.

Trento, Luglio 1994

LA PREVISIONE LOCALE DELLE VALANGHE IN SVIZZERA: STRATEGIA E STRUMENTI

di Robert BOLOGNESI,
Othmar BUSER,
Walter GOOD
dell'Istituto Federale per lo Studio
della Neve e delle Valanghe di
Davos (CH)



I responsabili della previsione locale di valanghe devono prendere quotidianamente decisioni del tipo: "Teniamo questa strada aperta", "Oggi è vietato il transito in questa valle", o "Si devono chiudere le piste di sci ora". Queste sono decisioni molto difficili da prendere a causa delle loro conseguenze umane ed economiche! Dagli anni '80, l'Istituto Federale Svizzero per la Ricerca su Neve e Valanghe sta lavorando in questo campo, ed ora ha sviluppato una strategia specifica e alcuni strumenti per aiutare i professionisti. Gli aspetti principali di questa strategia sono: la ricerca, l'informazione, l'istruzione, l'assistenza tecnica e la coordinazione.

La sua forza deriva dalla comunicazione costante tra i ricercatori che progettano gli strumenti, i sensori e il software, e i professionisti che li provano e partecipano agli sviluppi contribuendo con le loro idee e con un regolare feedback. Attualmente, da questa cooperazione, è nato un nuovo sistema di supporto nella diagnosi chiamato NXLOG 2.0 .

E' il risultato dell'unione di due sistemi esistenti e sperimentati: l'NXD che usa la procedura di analisi dei dati (il metodo nearest neighbours) e AVALONG che sfrutta le tecniche di intelligenza artificiale. NXLOG 2.0 comprende funzioni di apprendimento della macchina per migliorare la sua affidabilità man mano che la sua banca dati si espande. E' stato realizzato su PC, e sarà in funzione e testato dall'inverno 1994/95 in circa 20 stazioni turistiche europee (in Francia, Italia, Scozia, Spagna e Svizzera). Nel prossimo futuro il sitema potrà essere usato da un numero crescente di partner.

INTRODUZIONE

Che cos'è la previsione locale delle valanghe? Prima di tutto, affinchè si parli dello stesso argomento, bisogna rispondere a questa domanda e fornire una definizione precisa. Noi proponiamo questa: *la previsione locale di valanghe consiste nella valutazione del rischio di valanghe per* ***ogni pendio*** *di una limitata area montana.*

La figura a pag 18 mostra quello che intendiamo: durante tutto l'inverno, il Sindaco di questo paese (Celliers, Francia) deve decidere se la strada deve essere chiusa o meno. Quindi deve valutare la stabilità del manto nevoso al punto di distacco. Naturalmente, non è permesso nessun errore, nel senso che la strada sia aperta quando si verifica una valanga. Nello stesso tempo, tuttavia, egli è anche sotto forte pressione per tenere la strada aperta per via delle sue funzioni sociali ed economiche.

Questo è un tipico campo di applicazione della previsione locale delle valanghe.

Per garantire la sicurezza di una strada, di una stazione sciistica o di un deposito di legname, il problema è sempre lo stesso; la diagnosi è così difficile e la responsabilità tale che i professionisti hanno spesso bisogno di strumenti che siano efficaci. L'Istituto Federale Svizzero per la Ricerca su Neve e Valanghe ha progettato tale strumento, con la collaborazione di molti professionisti francesi, italiani, scozzesi, spagnoli e svizzeri, che offrono le loro idee e il feedback. Questa relazione presenta questa collaborazione e i suoi primi risultati.

LA STRATEGIA

Lo scopo è progettare gli strumenti "giusti" per una previsione operativa, ovvero strumenti che siano utili e affidabili. Ma molti problemi differenti devono essere risolti! Per i servizi di sicurezza stradale, dovremmo prevedere rotture naturali e distanze massime di arrivo (*runout distance*); le stazioni sciistiche sono più interessate alla previsione di valanghe causate da sciatori. In qualsiasi caso, le persone desiderano spesso un aiuto quando devono prendere decisioni di questo tipo.

In termini generali, possiamo rappresentare il problema della previsione locale di valanghe come una sequenza di problemi di base:

Non possiamo aspettarci di risolvere nessuno di questi problemi se quello precedente non ha una soluzione attendibile. Abbiamo quindi deciso di concentrare la nostra attenzione sui problemi della rappresentazione e del modello (ancora una volta!) nella speranza di migliorare l'affidabilità delle soluzioni attuali. Il problema della decisione verrà preso in considerazione di conseguenza.

Seguendo l'opinione che non solo gli scienziati ma anche i professionisti possono essere degli esperti, abbiamo stabilito dei contatti tra l'istutito e i servizi di sicurezza di alcune stazioni sciistiche (Courchevel, Méribel, Alpe d'Heuz, Crans Montana, Baqueira, Passo Tonale, etc.).

Abbiamo così ottenuto una rete europea comprendente circa una cinquantina di persone che lavorano assieme per lo stesso scopo. Ogni anno, all'inizio della stagione invernale, i servizi di sicurezza della rete ricevono i prodotti dallo SFISAR per usarli in situazioni reali.

Alla fine della stagione invernale organizziamo un seminario per trarre un feedfack, idee e desideri.

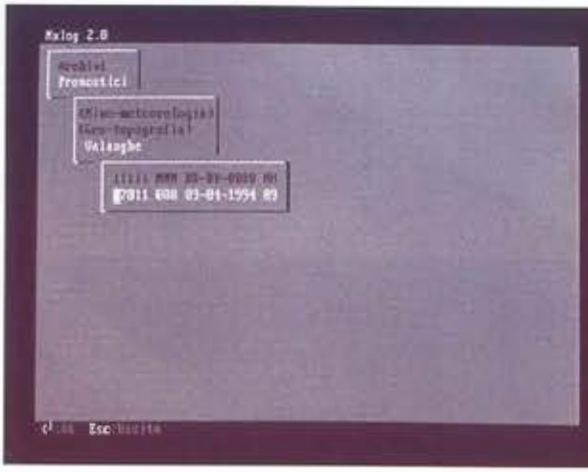
Così sappiamo quali aspetti devono essere migliorati prima dell'inverno successivo ...

NXLOG 2.0, un nuovo sistema di supporto per la diagnosi, è il risultato di questa collaborazione. Poiché volevamo che avesse un largo utlizzo, è stato progettato per funzionare su Personal Computer.

GLI STRUMENTI

NXLOG 2.0 contiene un gestore dati (data manager) e un modello di diagnosi.

Bisogna immettere una descrizione della situazione (input), e dà come risultato (output) la probabilità di una valanga accidentale per ogni canalone dell'area prescelta.



A fronte:
la previsione locale di valanghe può essere un problema quotidiano.
Sopra:
Menù principale di NXLOG 2.0. Iiiii é il numero dei settori (07811= Alpe d'Huez-Le Plat des Marmottes), NNN é il numero del luogo (000 = punto di misurazione),DD-DD-DDDD é la data e HH é l'ora.

Input

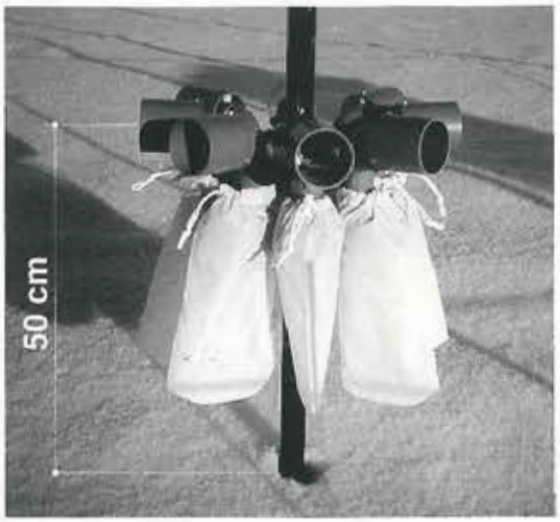
Per una previsione (fatta da un uomo o da una macchina) si ha bisogno di una rappresentazione del mondo reale. Dobbiamo rassegnarci al fatto che quest'immagine della realtà sarà molto povera (perchè parziale e di un punto). Perciò la sfida è riuscire a produrre una rappresentazione utile, in mancanza di una accurata. La previsione locale di valanghe richiede tipi differenti di informazioni: sembra essenziale avere a propria disposizione descrizioni del tempo atmosferico, del manto nevoso, dei pendii e delle valanghe precedenti.

Così il gestore dati di NXLOG 2.0 permette di immagazzinare tutti questi tipi di informazioni.

• i dati relativi al tempo atmosferico e al manto nevoso (misurati due volte al giorno) sono:
Numero del settore
Numero del luogo
Data
Ora
Nuvolosità (ottavi)
Velocità del vento (nodi)
Direzione del vento (gradi)
Temperatura dell'aria (1/10 °C)
Umidità relativa (%)
Precipitazioni piovose (mm)
Precipitazioni nevose (cm)
Neve trasportata (g)
Direzione della neve trasportata (gradi)
Profondità totale della neve (cm)
Profondità di penetrazione del penetrometro (cm)
Temperatura della neve in superficie (1/10 °C)
Densità dello strato superficiale (Kg/m3)
Spessore dello strato superficiale (cm)

Il modello prende in considerazione la neve trasportata.

In realtà, a grandi altitudini, le valanghe più numerose sono valanghe a lastroni, e quindi, sembra molto importante quantificare la neve trasportata ... Poiché non c'era alcuno strumento disponibile sul mercato, abbiamo ideato il "driftometro".



Il "Driftometro", usato per avere un indice numerico quotidiano di neve trasportata. Nel 1993 è stato costruito il prototipo e provato in una galleria aerodinamica con la collaborazione del CEMAGREF (Divisione Nivologica).

• *i dati sulle valanghe sono:*
Numero del settore
Numero del luogo
Data
Ora
Energia di detonazione (equivalente in Kg TNT)
Carico applicato (equivalente uomo)
Lunghezza valanga (m)
Profondità della linea di frattura (cm)
Lunghezza della linea di frattura (m)

• *i dati geografici e topografici sono:*
Settore
Numero del luogo
Data
Ora
Latitudine
Longitudine
Altitudine a.l.m. della zona di distacco (m)
Esposizione della zona di distacco (gradi)
Inclinazione della zona di distacco (gradi)
Larghezza della zona di distacco (m)
Scabrosità del suolo della zona di distacco (cm)

Processo

In NXLOG 2.0 sono confluiti due sistemi: NXD (Buser, 1983), che usa l'analisi di dati (metodo *nearest nighbours*), e AVALOG (Bolognesi, 1993), che usa il calcolo simbolico (tecniche di intelligenza artificiale). Ricordiamoci che questi approcci sono già stati usati (Guyomarc'h et al., 1994, Giraud et al., 1994, MacClung, 1994, Schweizer et al., 1994).

Ma, per quanto ne sappiamo, questo è il primo tentativo di unirli.

Il principio del processo è quello di usare sia le osservazioni degli eventi locali del passato che regole teoriche e pratiche. La figura di pagina a fronte dà una visione complessiva del processo. Come funziona?

L'utente inserisce i dati e l'ora del giorno che devono essere analizzati.

Prima fase: La PROCEDURA DI INIZIALIZZAZIONE legge i dati corrispondenti nella banca dati: i FATTI INIZIALI, che descrivono il tempo atmosferico, il manto nevoso e i percorsi di scorrimento delle valanghe.

Seconda fase: la PROCEDURA DI ANALISI DEI DATI dà gli ultimi casi in ordine di tempo registrati nella banca dati, e le valanghe osservate in questi giorni. Qui c'è un'importante innovazione rispetto al metodo *nearest neighbours* : i coefficienti di peso usati nel calcolo della distanza sono determinati da regole basate sul contesto.

Terza fase: la MACCHINA A INFERENZA produce deduzioni (FATTI DEDOTTI) dai FATTI INIZIALI, dai FATTI DEI CASI PIU' VICINI, e dalle REGOLE sino a giungere a determinare la probabilità di valanghe. La validità di ogni regola è tradotta in un coefficiente e stabilisce il valore di verità relativo ai fatti dedotti. Questo permette la propagazione dell'incertezza dai fatti iniziali alla diagnosi.

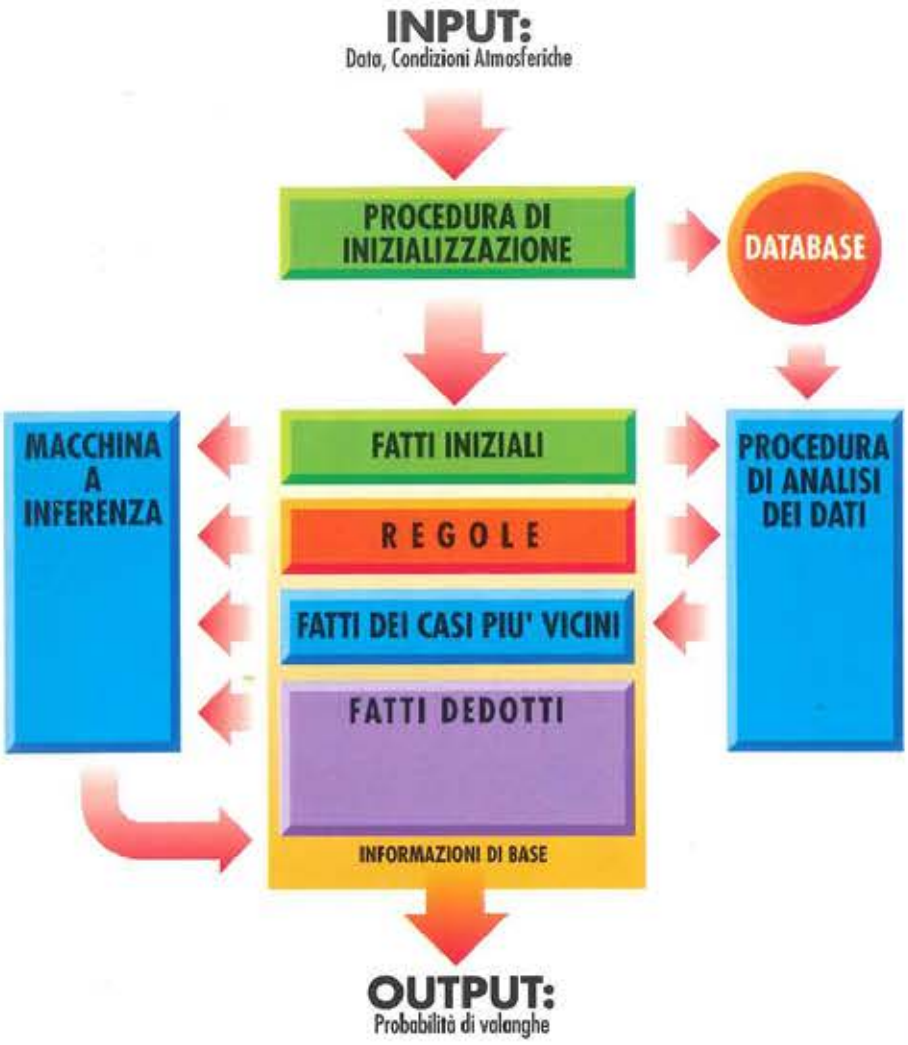
Risultato

L'output di NXLOG 2.0 è la probabilità di una valanga accidentale per ogni punto di distacco dell'area considerata. Il sistema dà anche all'utente alcuni risultati intermedi come gli eventi osservati per i 3 casi più vicini (Figure di pag. 21).

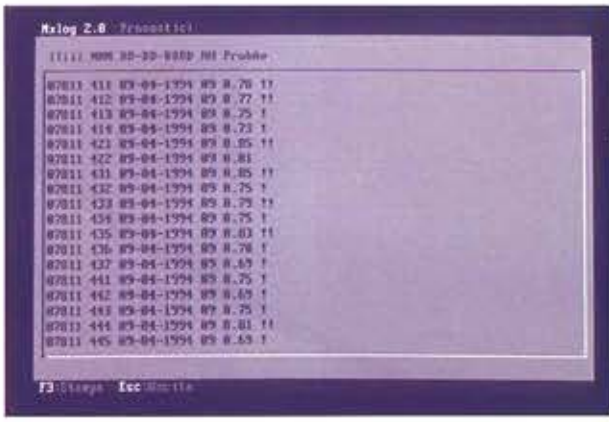
Sono attendibili queste previsioni? Al momento non lo sappiamo. Possiamo solo ricordare che NXD e AVALOG davano circa l'80% di diagnosi corrette e ci aspettiamo che NXLOG 2.0 migliori la prestazione. Comunque sia, test sistematici, programmati per l'inverno 1994/95, ci daranno presto questa risposta fondamentale.

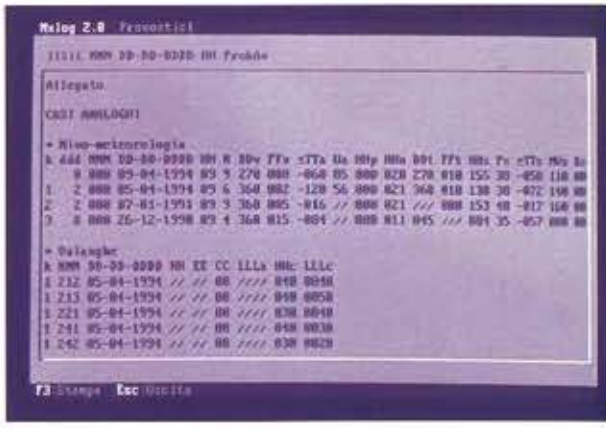
CONCLUSIONE

La prossima fase nello sviluppo di NXLOG sarà di ottimizzare le procedure di apprendimento della macchina che danno al sistema la capacità di migliorare la sua prestazione da sè. Questo è l'obiettivo del nuovo progetto di ricerca che sta ora partendo con la collaborazione del Laboratorio di Intelligenza Artificiale dell'Istituto Federale Svizzero di Tecnologia a Losanna, e molti servizi di sicurezza di stazioni sciistiche.



Risultato di NXLOG 2.0 - ProbAv é la probabilità di una valanga accidentale.
Risultato di NXLOG 2.0 appendice. Il sistema mostra i tre casi più vicini. ddd é una variante della distanza euclidea, gli altri campi sono descritti nel paragrafo "Input". Dà anche gli eventi osservati nei giorni immediatamente precedenti: qui si può vedere che si erano staccate valanghe nei canaloni 411, 412, 413 per quanto riguarda la situazione più vicina.





Lo scopo di queste attività è quello di assistere le persone che devono prendere decisioni quali "sì o no" per la prevenzione locale. Nello stesso tempo vengono condotte altre ricerche per valutare il rischio complessivo di valanghe in un'intera regione. Questi approcci differenti sono complementari, e possiamo facilmente immaginare che in futuro si uniranno. Questa può anche essere un'evoluzione per NXLOG...

BIBLIOGRAFIA

Bolognesi R., 1993,
Artificial intelligence and local avalanche forecasting: the system AVALOG. Atti della International Emergency Management and Engineering Conference (Arlington, VA, 1993), p. 113-116, S.C.S., San Diego CA.

Bolognesi R., Buser O., 1995,
Merging data analysis and symbolic calculation into a diagnosis system for natural hazards. Verrà presentata alla prossima International Emergency Management and Engineering Conference (Nizza, 1995).

Buisson L., 1993
Snow and computer - a survey of applications for snow hazards protection in France. Atti della International Emergency Management and Engineering Conference (Arlington, VA, 1993), p. 175-180, S.C.S., San Diego CA.

Buser O., 1989
Two years experience of operational avalanche forecasting using the nearest neighbours method, Annals of Glaciology, vol.13, p.31-34, I.G.S., Cambridge.

Giraud G., Gendre C., 1994,
Système expert d'aide à la prévision du risque d'avalanche MEPRA. Validation sur les 10 derniers hivers. C.N.R.M.-C.E.N., Météo-France, Saint-Martin d'Hères (non pubblicato).

Good W., Amman W., 1994,
Modelling local avalanche forecast, a review. Atti dell'International Symposium on Snow and Related Manifestations (Manali, India, 1994), S.A.S.E. (in corso di pubblicazione).

Guyomarc'h G., Merindol L. 1994
Que faut-il savoir sur Astral? Revue Neige et Avalanches, n°66, p. 21-25, A.N.E.N.A., Grenoble.

McClung D.M., Tweddy J., 1994,
Numerical avalanche prediction: Kootenay Pass, British Columbia, Journal of Glaciology, vol. 40, P. 350-358, Cambridge.

Schweizer M., Fohn P.M.B., Schweizer J., 1994,
Integrating neural network and rule based systems to build an avalnche forecasting system. Atti dell'International Conference "Artificial Intelligence, Experts Systems and Neuronall Networks" (Zurich, 1994), I.A.S.T.E.D.

Ringraziamenti. *Desideriamo ringraziare ognuno dei nostri partner, in modo particolare il signor Christian Reverbel e il signor Jean-Marc Daultier, rispettivamente capo e responsabile previsione valanghe del servizio di sicurezza della stazione sciistica Alpe d'Huez (Francia), che ci hanno fornito un valido aiuto.*

IL MODELLO NXLOG APPLICATO ALLA STAZIONE SCIISTICA DEL GHIACCIAIO PRESENA.

di Paolo CESTARI
dell'Ufficio Neve e Valanghe della
Provincia Autonoma di Trento

Sopra: il bacino principale; sulla destra il sito 400 Nella pagina a fianco: la stazione automatica nei pressi di Cima Presena ad oltre 3000 m di quota

IL SITO SPERIMENTALE

Vi si giunge dal passo del Tonale salendo con la funivia Paradiso e continuando con una seggiovia per arrivare ai piedi del ghiacciaio Presena da dove partono le sciovie.
I fenomeni valanghivi che qui si verificano e che possono essere pericolosi per le infrastrutture, si originano all'interno di un ampio bacino con esposizioni variabili tra nord-nord-ovest ed est-nord-est e si innescano mediamente ai limiti superiori del ghiacciaio a quota 3000 m s.l.m. circa, sotto le creste che circondano l'alveo e che costituiscono una barriera per i venti al di là della quale si accumulano spesso consistenti depositi di neve trasportata.

Negli scorsi anni i fenomeni valanghivi sono aumentati in frequenza e secondo gli esperti locali questo si è verificato a seguito del ritiro del ghiacciaio che ha mutato la morfologia del terreno ed ha portato in superficie spuntoni rocciosi proprio sul cambio di pendenza dove nel manto nevoso si determinano le massime tensioni.

La società che gestisce le sciovie ha scelto di rendere sicura l'area attraverso il distacco artificiale delle masse nevose instabili adottando un sistema CA.T.EX. che fornisce una miglior precisione e flessibilità nel posizionamento delle cariche ed una buona sicurezza al personale addetto al disgaggio.

All'interno della società era già formato quindi autonomamente un gruppo di persone in grado di interpretare i dati nivometeorologici raccolti sul posto e di intervenire con il distacco artificiale del manto nevoso, nel momento giudicato più opportuno, attraverso il sistema CA.T.EX. installato sul sito. Per quest'insieme di motivi si è quindi scelto di effettuare tale sperimentazione sul ghiacciaio del Presena.

Speciale

PREVISIONE VALANGHE E INFORMATICA

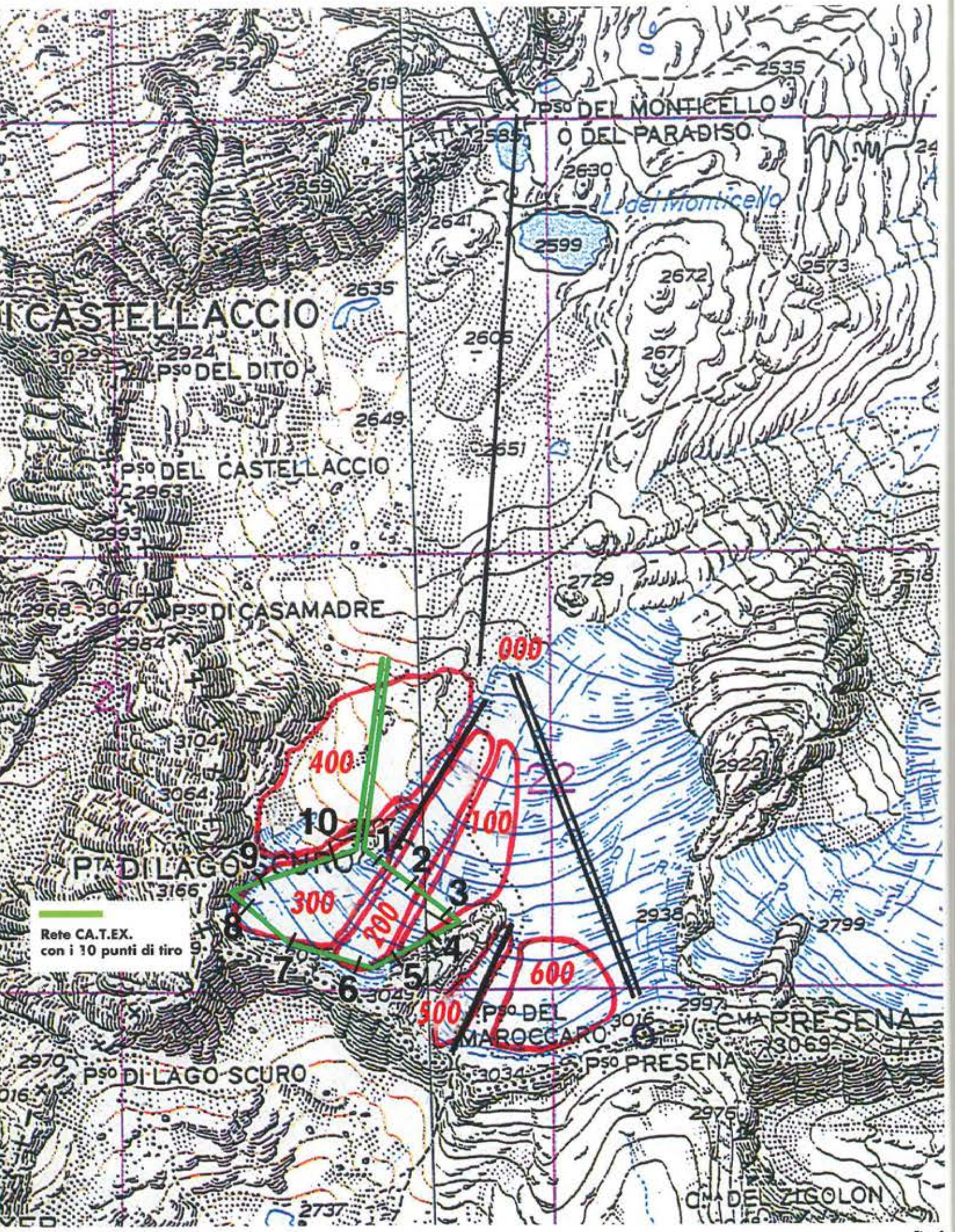

P.so DEL MONTICELLO
O DEL PARADISO
L. del Monticello
I CASTELLACCIO
P.so DEL DITO
P.so DEL CASTELLACCIO
P.so DI CASAMADRE
PTA DI LAGO SCURO
P.so DEL MAROCCARO
P.so PRESENA
C.ma PRESENA
P.so DI LAGO SCURO
C.ma DEL ZIGOLON
000
100
200
300
400
500
600
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
Rete CA.T.EX.
con i 10 punti di tiro

Fig. 1

L'Ente pubblico fino ad ora si è attivato per la prevenzione del rischio subordinando l'apertura degli impianti e delle piste al controllo nivometrico della zona effettuato attraverso dei quotidiani rilievi secondo le metodologie A.I.NE.VA. e con il costante controllo della Commissione Locale Valanghe del Comune di Vermiglio; in futuro in questa zona sarà applicato probabilmente il sistema di controllo tecnico-nivometrico previsto dalla Legge.
I rapporti con la società, iniziati già da qualche anno a seguito dell'attivazione di un campo di rilevamento dati nivo-meteorologici, che nell'ultima stagione è stato integrato con sensori automatici, sono stati fino ad ora fruttuosi per ambo le parti e sostenuti da continue verifiche e costanti scambi di opinione.
Uno degli esperti del posto, profondo conoscitore della zona, ha fornito una serie di testimonianze di notevole interesse pratico che sono state codificate ed inserite come regole nel modello.
Al fine di fissare meglio queste regole, è stata anche installata una mini-stazione di rilevamento automatico per i dati di direzione e velocità vento (Foto pag. 23), temperatura aria e radiazione solare sulla cima Presena a quota 3000 m s.l.m., nelle immediate vicinanze del sito sperimentale; la stazione, a causa delle forti raffiche di vento, è caduta per due volte nel corso dell'ultima stagione e questo è indicativo della forte influenza che il vento può avere sul manto nevoso.
Questa stazione permetterà una taratura più accurata delle regole sul vento in modo che, analizzando il dato di quota 2700 m s.l.m., si possa valutare il vento in quota tramite la correlazione esistente che si otterrà dalla comparazione dei dati alle due quote; uno studente della Scuola di Statistica dell'Università di Trento sta in questo momento preparando una tesi di diploma sull'argomento.
Una volta scelto il sito è stato deciso di utilizzare il modello in parallelo, a Trento da parte dei tecnici dell'Ufficio ed anche direttamente sul posto da parte dei tecnici preposti alla sicurezza valanghe, proprio per mettere in evidenza anche gli aspetti pratici piuttosto che le considerazioni teoriche.
In un incontro tenuto il 16.12.1994 sul ghiacciaio tra gli esperti di Davos, l'esperto locale ed i tecnici dell'Ufficio Neve e Valanghe, sono state fissate quindi le regole locali ed è stato dato l'avvio alla fase attiva della sperimentazione con la formazione del personale addetto alla previsione.
Sono state individuate sei zone di probabile distacco (Fig. 1) che in gran parte coincidono con i punti dove normalmente si effettua lo sparo con l'esplosivo del C.A.T.EX..
Da parte degli esperti di Davos è stata fatta notare l'importanza di questa fase poiché un' eccessiva suddivisione in siti del bacino oggetto di indagine, se da un lato migliora la previsione in termini di precisione nell'individuazione del sito a rischio, dall'altro lato determina la necessità di un controllo più accurato in termini di osservazioni e raccolta dei dati.
La suddivisione a cui si è arrivati è quindi una suddivisione suggerita dall'esperto locale fornita sulla base delle precedenti esperienze fatte che indicano una maggior casistica degli eventi secondo questi sei siti.
A questo punto dato un sito valanghivo ed un sistema di previsione, il ponte di collegamento è la raccolta del dato secondo le esigenze del modello.

I DATI (O FATTI)

Come ben sappiamo una delle difficoltà che si incontrano nella previsione del rischio valanghivo, è la raccolta del dato, che è complicata dalle difficoltà di automatizzare completamente il processo, dall'impossibilità di raggiungere in tempi ragionevoli le zone di distacco per raccogliere puntualmente le informazioni e dalla estrema variabilità spaziale e temporale di alcuni parametri in gioco come la temperatura ed il vento, ad esempio.
Il modello NXLOG è la ricerca di un compromesso tra le necessità informative necessarie per l'elaborazione e le difficoltà pratiche di raccolta del dato, ma lascia aperta una porta per l'automatizzazione

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO
UFFICIO NEVE E VALANGHE

MOD. 1
PAT

OSSERVAZIONI METEONIVOMETERICHE E VALANGHIVE

DAL _____ AL _____ 19 ___

STAZIONE DI OSSERVAZIONE PRESENA QUOTA S.L.M. 2800

L'OSSERVATORE _____ IL VERIFICATORE _____

Fatto nivometeorologico

Settore	SSI	
Numero del sito	NNN	
Data	DD-DD-DDDD	
Ora	HH	
Nuvolosità (ott)	N	
Direzione del vento (gradi)	DDv	
Velocità del vento (nodi)	FFv	
Temperatura aria (1/10 °C)	±TTa	
Umidità relativa aria (%)	Ua	
Pioggia (mm)	HHp	
Neve fresca (cm)	HHn	
Direzione trasporto eolico neve (deg)	DDt	
Trasporto eolico neve (g)	FFt	
Spessore del manto nevoso (cm)	HHs	
Penetrazione sonda(cm)	Ps	
Temperatura neve -10 cm (1/10 °C)	±TTs	
Massa volume strato superficiale (kg/m3)	MVs	
Spessore rigelo superficiale (cm)	Rs	

Fatto valanghivo

Energia (eq TNT)	EE	
Carica (eq. uomo)	CC	
Lunghezza valanga (m)	LLLa	
Spessore al distacco (cm)	HHc	
Lunghezza del distacco (m)	LLLc	

Fatto topografico

Altitudine zona di distacco (m)	AAAA	
Esposizione zona di distacco (deg)	EEE	
Pendenza zona di distacco (gradi)	PP	
Larghezza zona di distacco (m)	lll	
Rugosità terreno zona del distacco (cm)	RRR	

OSSERVAZIONI COMPLEMENTARI _____

Fig. 2

futura del sistema.
Il modello infatti prevede la possibilità di inserire più rilievi giornalieri e ne trae maggiori benefici da questo, ma effettua comunque la previsione anche con soli uno o due rilievi quotidiani; l'attività di raccolta viene semplificata rilevando i dati in un sito base dislocato in un punto significativo ma facilmente raggiungibile, ma qualora si fosse in possesso di informazioni riferibili ai siti di distacco monitorati, ad esempio per aver raggiunto casualmente il sito in occasione di interventi straordinari per attività connesse alla gestione della stazione sciistica, si possono inserire altri dati specifici raccolti sul sito.
Questo significa quindi una flessibilità in termini sia temporali che spaziali sui dati da raccogliere, che andrà a semplificare gli sviluppi futuri del sistema.
Ma veniamo alla descrizione dei dati da raccogliere; precisiamo sia meglio parlare di "fatti" più che di

NXLOG 2.0 Pronostici

Iiiii	NNN	DD-DD-DDDD	HH	Prob AV
06001	100	20-12-1994	13	0,75 !
06001	200	20-12-1994	13	0,70 !
06001	300	20-12-1994	13	0,75 !
06001	400	20-12-1994	13	0,70 !
06001	500	20-12-1994	13	0,76 !!
06001	600	20-12-1994	13	0,70 !

Allegato

CASI ANALOGHI

* Nivo-meteorologica

k	ddd	NNN	DD-DD-DDDD	HH	N	DDv	FFv	±TTa	Ua	HHp	HHn	DDt	FFt	HHs	Ps	±TTs	MVs	Rs
	0	000	20-12-1994	13	8	090	000	-070	//	000	071	000	000	173	71	-050	140	00
1	23	000	11-11-1994	09	8	000	000	-050	//	000	045	000	000	135	50	-040	130	00
2	30	000	07-11-1994	10	8	000	000	-030	//	000	040	000	000	100	30	-030	140	00
3	56	000	06-04-1994	10	5	337	015	-120	//	000	006	000	000	266	18	-030	270	00

* Valanghe

k	NNN	DD-DD-DDDD	HH	EE	CC	LLLa	HHc	LLLc
1	300	11-11-1994	09	07	00	0600	075	0250
2	100	07-11-1994	09	05	00	0500	///	0150

Fig 3

Schermata della previsione del 20/12/1994. La previsione del distacco di valanghe (ProbAv) indica un rischio maggiore al 70% su tutti i 6 siti valanghivi.

Fig 4

	COMBINAZIONE	PREVISIONE	GIUDIZIO
a	1 - 1	rischio basso e nessuna valanga	OK
b	1 - 2	rischio basso e valanga provocata	previsione pericolosa
c	1 - 3	rischio basso e valanga naturale	previsione molto pericolosa
d	2 - 1	rischio alto e nessuna valanga	previsione in sicurezza
e	2 - 2	rischio alto e valanga provocata	OK
f	2 - 3	rischio alto e valanga naturale	OK
g	3 - 1	rischio molto alto e nessuna valanga	previsione troppo in sicurezza
h	3 - 2	rischio molto alto e valanga provocata	OK
i	3 - 3	rischio molto alto e valanga naturale	OK

	OK	A RISCHIO		IN SICUREZZA	
	a,e,f,h,i	b	c	d	g
Sito 100	88,7	0,75	0	7,5	3
Sito 200	87,6	0,38	0	10,5	1,5
Sito 300	85,7	0,38	0	12	1,87
Sito 400	86,8	1,13	0,75	7,14	4,1
Sito 500	90,97	0	0	7,14	1,87
Sito 600	88,7	0	0	10,15	1,13
MEDIA	88,08	0,44	0,13	9,07	2,25

Fig 5

dati in modo da entrare in confidenza con la terminologia del modello. Ci sono tre fatti principali:

- i fatti topografici
- i fatti valanghivi
- i fatti nivo-meteorologici

La figura 2 mostra il modello utilizzato per la raccolta dei dati necessari a descrivere i fatti.

Il fatto topografico è un insieme di parametri che vanno inseriti una volta sola nel modello per ogni singolo sito ed andranno eventualmente modificati solo in presenza di dati più accurati o più attendibili o, più raramente, in occasione di una variazione della morfologia del terreno.

Il fatto valanghivo descrive le cause e le dimensioni di un evento valanghivo, ma lo stesso informa il modello di fatti quali lo sparo senza successo in termini di distacco del manto o, ad esempio del passaggio di uno sciatore senza che si verifichi un distacco; nel primo caso i dati da inserire sono l'energia equivalente al numero di Kg di TNT, 0 come carico uomo e 0 nelle dimensioni del fenomeno; nel secondo caso si inserirà 0 come energia equivalente TNT ed 1 come carico umano (lo sciatore), mentre anche qui rimangono 0 le dimensioni del fenomeno.

Il fatto nivo-meteorologico è quello che necessita di un maggiore impegno per la sua descrizione; il settore corrisponde ad una regione spaziale all'interno della quale i dati rilevati in un punto base sono validi per più siti valanghivi; nel nostro caso il settore Presena è codificato come 06001 e ci sono i siti 000 (punto base di osservazione o stazione di rilevamento), 100, 200, ..., 600 (i 6 canaloni individuati).
Dopo aver descritto i parametri temporali (data e ora), si passa alle altre informazioni che nella maggioranza dei casi sono uguali o simili a quelle usualmente rilevate sui nostri campi di rilevamento, ma che in alcuni casi si differenziano come di seguito specificato:
•la temperatura dell'aria e quella della neve a 10 cm di profondità, vengono codificate in decimi di grado;
•il peso specifico della neve superficiale viene sempre rilevato e non solo in occasione di nevicate;
•lo spessore del rigelo superficiale, che è una misura particolarmente importante nel periodo primaverile, rileva lo spessore in cm della crosta superficiale gelata;
• la direzione del trasporto e l'intensità del trasporto di neve viene misurata con uno speciale strumento, il driftometro, costituito da 8 bocchettoni disposti a 45° l'uno dall'altro e a 50 cm circa dal suolo innevato in modo da raccogliere in opportuni sacchetti la neve che viene trasportata dal vento ed associare il trasporto di neve ad un determinato settore della rosa dei venti.
Una volta raccolti questi dati è cura del previsore locale inserirli nell'elaboratore che, attraverso la semplice struttura dei menù, guida l'addetto e nello stesso tempo informa su eventuali dati inseriti che non siano validabili o che siano improbabili; l'interfaccia con l'utente proposta dal software è molto semplice e questo è un punto a favore per la possibilità di utilizzo anche da parte di persone poco esperte di informatica.

L'ESPERIENZA

I dati in possesso dell'Ufficio della stazione di quota 2800 m s.l.m., partono dal 1987, seppur con grande frammentarietà, specie per i periodi di chiusura invernale della stazione sciistica sul ghiacciaio.
Solo a partire dalla stagione invernale 1994-95 è stato assicurato un rilievo costante anche per i periodi di chiusura, proprio per la sperimentazione in questione.
Dal gennaio 1994 i dati sono stati raccolti ed inseriti secondo lo schema del modello NXLOG, mentre i dati precedenti, che mancano della parte riguardante il peso della neve superficiale, il trasporto di neve e lo strato di rigelo e per i quali soprattutto non è possibile effettuare un collegamento diretto tra evento valanghivo e sito specifico, sono stati tolti dalla banca dati poiché influiscono negativamente sulle prestazioni del modello.
Durante la stagione i dati sono stati inseriti quotidianamente e la previsione è stata elaborata immediatamente dall'esperto locale.
A conclusione della sperimentazione, sono state fatte delle analisi dei risultati; sono state ripercorse le 266 giornate di rilievi tra il 1 gennaio 1994 ed il 2 maggio 1995 e per ognuna di queste è stata fatta una previsione per ogni sito.
In questo periodo sono state segnalate nevicate significative nei giorni:
• 1, 5 e 8 gennaio 1994;
• 7 e 8 febbraio 1994;
• 1 e 2 marzo 1994;
•15 e 17 aprile 1994;
• 7 e 11 novembre 1994;
• 20 e 21 dicembre 1994;
• 11, 19 e 27 gennaio 1995;
• 23, 26, 27 e 28 febbraio 1995;
• 4, 5 e 9 marzo 1995;
• 20, 21, 23, 24, 25 e 26 aprile 1995.
La figura 3 mostra la schermata ottenuta nella previsione effettuata per il giorno 20.12.1994; essa indica una previsione di rischio maggiore del 70% su tutti i sei siti valanghivi (le prime sei righe) dopodiché riporta i valori nivometeorologici rilevati nei tre giorni statisticamente più vicini e quindi le valanghe eventualmente osservate in ognuno di questi tre momenti storicamente simili.
Il metodo seguito per testare la validità del modello è il seguente; ogni previsione per ogni sito, è stata fatta ricadere in una delle tre classi:
1) rischio basso (< 50%)
2) rischio alto (tra il 50% ed il 75%)
3) rischio molto alto (> 75%)
e ad ognuna delle previsioni è stato associato un codice con il quale si determina:
1) nessuna valanga
2) una valanga provocata
3) una valanga naturale
Le nove combinazioni che si possono avere sono descritte nella fig. 4.
Le previsioni che ricadono nei punti a, e, f, h, i sono previsioni corrette mentre le restanti sono previsioni errate sia in termini di sottovalutazione del pericolo che in termini di eccessiva pericolosità prevista che non è poi stata riscontrata nel caso reale; le fig. 5 e 7 mostrano la percentuale ottenuta nei singoli siti per le varie combinazioni e la media dei risultati. Non c'è molto da commentare la colonna "OK" infatti essa indica che mediamente nell'88,08% dei casi la previsione è stata corretta sia in termini di valanghe previste che in termini di giornate sicure; un caso particolare si è avuto sul sito 300 il giorno 10 novembre dove il modello aveva previsto rischio 1% (cioé praticamente bassissimo) ed infatti la conferma è venuta dal fatto che, nonostante fosse stato tentato un distacco artificiale, la valanga non si è staccata; stessa cosa è capitata il giorno 23 aprile 1995 sullo stesso sito; sul sito 2 invece c'è stato un tentativo, fallito, nonostante il rischio fosse dato per elevato il giorno 5 marzo 1995.
Molto più delicata è stata l'analisi dei risultati delle altre 4 colonne che indicano gli errori del modello; pur essendo la maggioranza di questi errori fatti in sicurezza, cioé errori di sovrastima del pericolo e quindi accettabili per la sicurezza valanghe, chiaramente non possono essere accettati da chi gestisce una stazione sciistica, che vede mediamente un 11,3% di giornate a rischio quando in effetti il rischio è inesistente.
C'è da precisare che in questo 11,3% dei casi non è stato utilizzato l'esplosivo e che quindi rimane sempre il dubbio che sparando si potesse innescare un evento.
A parte questa considerazione, il

modello manca la previsione generalmente in due circostanze; la prima quando, pur in occasione di una giornata "tranquilla" secondo una previsione basata sull'applicazione delle regole, viene rintracciata in archivio una giornata statisticamente vicina e questa è una giornata con valanghe; in questo caso non sempre la giornata è proprio statisticamente così vicina, talvolta anche per mancanza ed incertezza di alcuni parametri raccolti, ed un semplice confronto tra i dati rilevati e i dati della giornata vicina con valanghe lo mette chiaramente in evidenza; la seconda circostanza di "errore" del programma, si verifica spesso quando, dopo una nevicata e dopo dei distacchi artificiali effettuati con successo, non viene tenuta in considerazione la mancanza della neve nel bacino di distacco; chiaramente in questo caso l'operatore si renderà immediatamente conto che pur essendo una situazione pericolosa per siti con le medesime caratteristiche, il sito in oggetto manca della materia prima per essere pericoloso; egli dovrà solo verificare infatti che tutta la massa nevosa instabile si sia scaricata e fino ad un nuovo sovraccarico di neve dovuto al vento o ad una nevicata, o finché non entrino in gioco altri fattori destabilizzanti, non esisterà più alcun pericolo.
Su questo punto si sta collaborando per definire una regola di portata generale che tenga conto dei distacchi avvenuti ma, visto che questa regola va ad abbassare l'indice di pericolo, si sta procedendo con molta cautela.
Queste percentuali di errore diminuiranno notevolmente nel tempo a seguito di una taratura del modello che ancora deve essere fatta e probabilmente anche a seguito di un maggior periodo di rilevazione di dati, tuttavia la necessità che comunque l'addetto alla sicurezza sia una persona nivologicamente preparata, garantisce una reale valutazione del rischio.
Restano da analizzare i risultati delle colonne "a rischio" volutamente discussi per ultimo poiché vanno valutati singolarmente.
La media ci mostra che nello 0,6 % dei casi il modello non prevede eventi che sono poi successi; in pratica su 32 eventi valanghivi, 9 non sono stati previsti; 6 di questi sono eventi provocati da esplosivo, due naturali e uno provocato da uno sciatore.

Nella fig. 6 sono riportati i 9 eventi non previsti dal modello, più un errore evidente di tentativo di distacco fallito con rischio elevato. Dalla fig. 6 si nota anche (dall'ordinamento per sito) che sul sito 400 ben 5 fenomeni non sono stati previsti; due di questi fenomeni sono stati causati con 5 Kg di esplosivo, ma pur con questa carica sono stati di ridottissime proporzioni; altri due sono entrambi eventi naturali, mentre un altro evento è avvenuto in un orario le cui condizioni erano molto probabilmente più vicine a quelle della giornata seguente.

Bisogna a questo punto analizzare il sito numero 400. Dalla foto in apertura si nota la conformazione del bacino di distacco di questo sito che abbraccia un' enorme varietà di esposizioni ed inoltre si può comprendere la scarsa efficacia del CA.T.EX. per la zona di distacco di questo sito che la sfiora parzialmente solo nella parte più a sud.
Ma vediamo ora caso per caso i 10 errori del modello.

1) Sul sito 100 non è stata prevista una valanga il 31 ottobre 1994; una valanga di 150 metri di lunghezza si è verificata a seguito del passaggio di uno sciatore nel bacino di distacco. Dalla previsione si deduce che il modello non ha individuato nessuna regola da applicare probabilmente per la mancanza del dato sul trasporto eolico, infatti ipotizzando un piccolo trasporto di neve dalla direzione da cui spirava il vento al momento del rilievo, confortati dal fatto che nello stesso momento sono stati rilevati 8 nodi di vento, aumenta notevolmente l'indice di pericolo proprio sul sito 100.
La previsione di questo fatto valanghivo è stata quindi sbagliata probabilmente a causa della mancanza del dato, dovuto al fatto che il 31.10.1994 è stato il primo giorno di rilievo stagionale ed il primo giorno di installazione del driftometro, che durante il periodo estivo era stato tolto dal campo. Questo fatto sarà comunque in futuro un elemento che sarà preso in considerazione dal modello. Questo caso inoltre fa riflettere sulla pericolosità dell'attraversamento di bacini all'apparenza stabili con gli sci.

2) Sempre sul sito 100 il giorno 23 aprile 1995 alle ore 7, si interveniva artificialmente provocando il distacco di una valanga di 250 m di lunghezza.
L'intervento veniva attuato ancor prima di effettuare la previsione, segno evidente che l'uomo in questo caso non aveva dubbi sulla situazione di pericolo.
Tuttavia sul sito 300 c'è stato un tentativo di distacco fallito.
La previsione, seppur fatta alle ore 9, dava un rischio bassissimo (1%) su tutti i siti.
Lo strato di neve superficiale debole era probabilmente uniformemente distribuito sui vari siti, vista la mancanza di trasporto per effetto eolico, quindi si può supporre che la situazione limite per la stabilità era sicuramente superiore ai 30° (l'inclinazione della zona di distacco

del sito 300) ma inferiore all'inclinazione del sito 100 (stimata in 35°). A questo punto i dubbi sono due: o l'inclinazione del sito 100 in zona di distacco è superiore a quei 35° stimati (e dei rilievi accertati programmati per l'estate ce lo confermeranno) oppure lo strato superficiale debole presentava una resistenza di taglio molto bassa a causa della scarsa coesione con gli strati preesistenti, che riduceva fortemente quella soglia di inclinazione limite per la stabilità della coltre nevosa, con quelle situazioni di innevamento; in questo caso il modello andrà seguito per verificare se sia necessaria una taratura o meno, tuttavia visto che questa soglia non è una costante ma dipende dal tipo di neve, diventa forse difficile fissare un valore.

3) Sul sito 200 il giorno 15.04.1994 alle ore 10 si provocava il distacco di una valanga di discrete proporzioni. Il modello dava come probabile al 28% un evento valanghivo.
Questa valutazione deriva dalla regola sul trasporto per effetto eolico che dice che con un trasporto di neve da sud-est, la probabilità di accumulo sia limitata sul sito 200. Da tempo si discute però sull'ipotesi che in queste condizioni l'accumulo di neve sia maggiormente significativo; questo è un indizio a favore di questa ipotesi, ma dovrà essere verificato nel tempo.

4) Sempre sul sito 200 il giorno 5.3.1995 c'è stato un tentativo di distacco fallito con rischio elevato (75%).
La giornata è stata caratterizzata da rischio elevato su tutti i siti senza peraltro registrare alcun distacco. Il giorno precedente sullo stesso sito si è verificato un distacco provocato ed un eccesso di prudenza, peraltro sempre auspicabile, ha indotto il giorno seguente ad intervenire seppure con soli 22 cm di neve fresca. Ragionando a posteriori si sarebbero potuti risparmiare quegli 8 Kg di esplosivo, ma evidentemente sul posto le impressioni sono influenzate anche da altri fattori non ricavabili dai dati; si pensi per esempio alla difficoltà di sapere, in condizioni di scarsa visibilità, con quale estensione il fenomeno del giorno precedente si è verificato. In talune condizioni è quindi necessario procedere con eccessiva prudenza piuttosto che rischiare più del necessario.

5) Sul sito 300 il giorno 25.04.1995 si è verificato un evento provocato, quando sul sito il modello dava una probabilità di valanga del 10%. In effetti questa è stata una giornata in cui il funzionamento del modello è stato molto apprezzato dal responsabile della sicurezza locale, poiché prevedeva

Fig 6 -Fatti valanghivi non previsti

Sito	Data	Ora valanga	Ora previsione	Esplosivo eq. TNT	Carico uomo	Lunghezza	Spessore	Larghezza	Prob. valanga
100	31/10/94	11	10	0	1	150	70	80	0
100	23/04/95	7	9	5	0	250	40	70	1
200	15/04/94	10	10	7	0	450	50	100	28
200	05/03/95	10	9	8	0	0	0	0	75
300	25/04/95	12	9	5	0	150	50	70	10
400	01/01/94	10	9	5	0	50	30	40	1
400	18/04/94	11	9	0	0	350	50	130	0
400	26/02/95	16	9	7	0	200	20	40	1
400	26/04/95	//	9	0	0	100	40	50	29
400	26/04/95	10	9	5	0	80	40	70	29

TEST DI ATTENDIBILITA' NXLOG 2.0

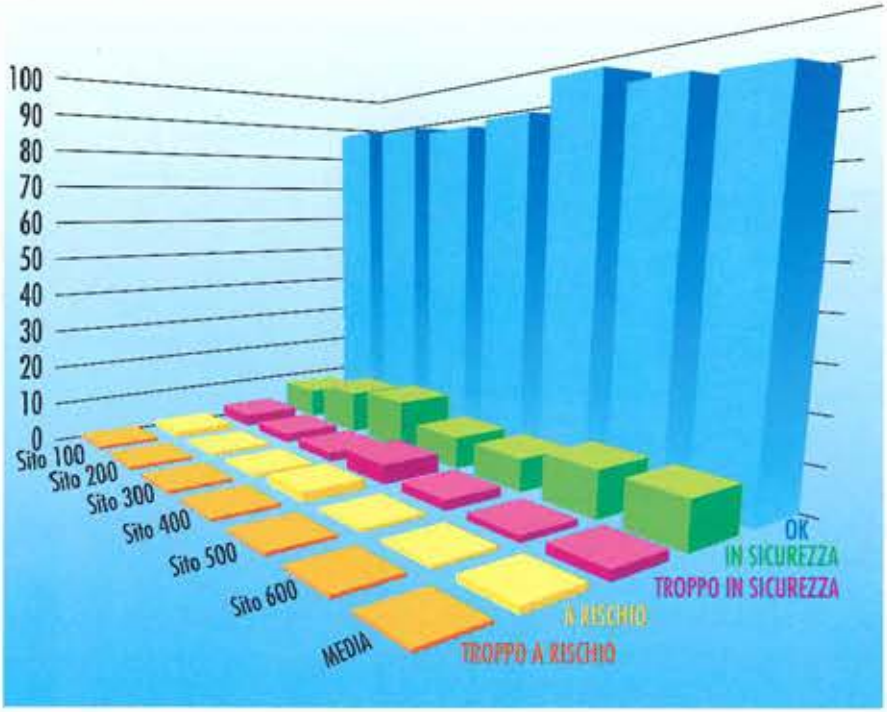


Fig 7

il rischio 1% su tutti i siti, ad esclusione del sito 100 (in cui dava il 75%) e sul sito 300 (per l'appunto il 10%). Le valanghe si sono verificate proprio su questi due unici siti e sul sito 300 c'è stata ovviamente una sottovalutazione del pericolo che è dipesa dal fatto che in una giornata statisticamente vicina (il 10.11.1994) c'è stato un tentativo di distacco fallito.
La giornata vicina, statisticamente parlando, presenta come differenza significativa una minore azione del vento (60 g di trasporto il giorno 25.04.1995 contro i 5 g del 10.11.1994) che può aver influito in modo diverso sui due casi.
Anche in questo caso comunque l'intervento intelligente dell'uomo ha saputo far fronte alla mancanza del modello.

6) Un primo episodio valanghivo non è stato previsto il giorno 1 gennaio 1994 sul sito 400 ed è stato provocato da una carica di esplosivo di 5 Kg.
L'evento è stato di ridottissime proporzioni (50 m di lunghezza contro i 400 - 500 m che normalmente si verificano) e c'è inoltre da precisare che per la giornata manca il dato sulla quantità di neve trasportata dal vento e si può supporre senza errore che il vento abbia contribuito a creare situazioni di pericolo visto che nelle ore precedenti ha soffiato con forza.

7) Un'altra valanga naturale ha interessato il sito 400 senza essere prevista il giorno 18 aprile 1994 ed il giorno è stato caratterizzato dalla mancanza dei dati sul vento; nella previsione non ci sono giornate statisticamente vicine ma c'è da precisare che la valanga si era già verificata il giorno precedente sullo stesso sito, a causa di uno sparo con il CA.T.EX., leggermente più ad ovest e puntualmente prevista dal modello.
La valanga si è staccata naturalmente verso le ore 11 dalle rocce esposte a sud-est del sito 400 a causa di un riscaldamento delle stesse ad opera della radiazione solare, in un punto molto spostato rispetto alla valanga del giorno precedente.
In effetti il punto dove la valanga si è staccata il giorno precedente è più sensibile alle esplosioni mentre per il punto di distacco in questione, a causa della distanza, probabilmente l'effetto non è stato sufficiente a bonificare l'intero sito.

E' molto probabile che uno sparo effettuato da distanza più ravvicinata il giorno precedente avrebbe bonificato il versante; anche se è possibile supporre che la rotazione dei venti a seguito dal passaggio della perturbazione, abbia causato nel periodo terminale dell'evento meteorologico (dopo lo sparo con il CA.T.EX.), una diversa localizzazione degli accumuli non prevedibile dal modello.

8) Ancora sul sito 400 una valanga è stata staccata il 26.02.1995 con un rischio dell'1%.
Questa valanga è scesa ben sette ore dopo la previsione proprio perchè il personale si è accorto che la situazione era cambiata ed ha deciso di intervenire con l'esplosivo. Evidentemente quindi il rilievo fatto al mattino non è rappresentativo delle condizioni del pomeriggio; se ci riferiamo al giorno successivo infatti, il rischio su questo sito aumenta fino al 75%. E' comunque utile sapere che in determinate condizioni dubbie vale la pena effettuare un rilievo pomeridiano e la relativa previsione.

9-10) I due eventi valanghivi che si sono verificati il giorno 26.04.1995 sul sito 400 son da vedersi assieme. Alle ore 9, ora della previsione, un evento naturale era già sceso, e la probabilità di valanghe era del 29%.
La vastità del sito 400, fa sì che possano esistere fenomeni che si staccano da posizioni diverse all'interno del sito per cui il successivo intervento con l'esplosivo delle ore 10 ha causato un'altra valanga sullo stesso sito.
La probabilità di valanghe data dal modello, è certamente sottostimata, ma se consideriamo l'estensione dei fenomeni (100 m il primo, 80 il secondo) e la confrontiamo con gli altri fenomeni che si sono verificati su questo sito (quasi sempre di lunghezza superiore a 200 m), possiamo ritenerci soddisfatti.

CONCLUSIONI

L'esperienza fatta è stata molto interessante anche dal punto di vista pratico come confermato dal responsabile della sicurezza locale, soprattutto in considerazione del fatto che il modello obbliga ad una accurata verifica dei dati in ingresso e quindi porta a migliorare la fase di rilevamento del dato, inoltre lo stesso è l'unico strumento con cui il responsabile della sicurezza può confrontarsi per poter sostenere le proprie decisioni.
Lo studio dei casi di eventi valanghivi non previsti, dimostra inoltre come è importante per il modello il dato sulla neve trasportata dal vento, poiché varia moltissimo in funzione del tempo.
Il driftometro, che come abbiamo visto dà dei buoni risultati nella sua semplicità costruttiva, dovrebbe essere sostituito da uno strumento automatico per il rilievo, diretto od indiretto, della neve trasportata dal vento, ma questo non è ancora stato costruito.
Il giudizio è quindi senz'altro positivo.
E' chiara comunque l'intenzione della Provincia Autonoma di Trento di voler fornire con il modello uno strumento di supporto alle decisioni e non una macchina programmata che sostituisca un esperto valanghe; il volere dell'Amministrazione in questo senso sarà evidente con l'approvazione delle modifiche al regolamento di attuazione della L.P. 7/87 che, senza anticipare ciò che non è stato ancora approvato, obbligherà chi si dovrà dotare di un sistema di controllo tecnico-nivometrico ad una progettazione dettagliata delle varie componenti del sistema, per cui, a differenza della sperimentazione che stiamo svolgendo, ogni singola applicazione di NXLOG si inserirà in un contesto di analisi approfondita del sito da parte di un progettista esperto di problemi legati alla nivologia.

Il fattore però che più ha impresso positivamente, al di là dei numeri, è che sicuramente c'è spazio affinché

la previsione possa essere migliorata, ad esempio con la taratura accurata per ogni singolo sito, con il rilievo automatico di dati e con una adeguata accuratezza nei rilievi.
Si attende comunque un confronto con le altre stazioni sciistiche europee nelle quali si effettua una sperimentazione analoga.

Questo lavoro è stato sviluppato dalla Provincia Autonoma di Trento con l'Istituto Federale Svizzero per lo Studio della Neve e delle Valanghe di Davos e la Società Carosello-Tonale S.p.A.
Per la Provincia Autonoma di Trento hanno collaborato:
- *dott. ing. Nicola Salvati*
- *dott. ing. Roberto Caliari*
- *p.i. Paolo Cestari*
- *p.i. Mauro Mazzola*
- *sig. Gianluca Tognoni*
- *geom. Claudio De Carli*

Per l'Istituto Federale di Davos hanno collaborato:
- *dott. Robert Bolognesi*
- *ing. Michel Heimgartner*
- *dott. Orhmar Buser*
- *dott. Walter Good*
- *dott. Rovereti*

Per la Società Carosello - Tonale hanno collaborato:
il Presidente: Sig. Delpero Giacinto
- *p.el. Renato Depetris*

i rilevatori:
- *sig. Delpero Aldo*
- *sig. Mosconi Diego*
- *sig. Callegari Alessandro*

Un particolare ringraziamento per l'ing. Mauro Gaddo che, pur non partecipando in modo operativo alla sperimentazione del modello NXLOG, poiché nel frattempo congedatosi dalla Provincia Autonoma di Trento, ha comunque contribuito in modo determinante all'avvio della sperimentazione ed alla collaborazione con l'Istituto di Davos.
Un grazie anche per l'impegno e la professionalità dimostrata nei due anni di permanenza all'Ufficio Neve e Valanghe, che sono stati di grande stimolo e aiuto per i colleghi.

LEUKERBAD '95

Interessante confronto internazionale fra tecnici che hanno applicato i modelli numerici

Nei giorni 23 e 24 marzo 1995 si è tenuta a Leukerbad (CH) una interessante tavola rotonda dal titolo "La previsione locale delle valanghe".
L'incontro, organizzato dall'Istituto Federale per lo Studio della Neve e delle Valanghe di Davos, aveva come particolare intento la presentazione ed il confronto delle varie esperienze maturate in Europa nelle ultime stagioni invernali, dai vari utilizzatori di modelli numerici di previsione (modelli NXD, AVALOG e NXLOG).
Come è noto, mentre in Italia l'uso della modellistica in questo settore è iniziata in Trentino, in via sperimentale, solo a partire dalla stagione 1993/94 con la sperimentazione del modello NXD e proseguito nella successiva stagione con il nuovissimo ed inedito NXLOG, altrove, vanta tradizioni decisamente più datate; soprattutto in Francia e Svizzera numerosi sono i comprensori sciistici che già si avvalgono operativamente di simili strumenti.
Molto interesse è stato manifestato da parte dei tecnici, soprattutto francesi e svizzeri ma anche austriaci, spagnoli e scozzesi, per la presentazione dall'esperienza promossa dalla Provincia Autonoma di Trento al Passo Tonale - Presena (in parte riportata in queste pagine), indubbiamente una delle più complete ed approfondite sul modello NXLOG.

L'incontro è anche stato occasione per scambio di vedute ed opinioni fra diverse realtà e per analizzare importanti aspetti delle tematiche legate alle valanghe, quali un'analisi sugli incidenti da valanga in Francia dal 1971 al 1994, la presentazione di nuovi strumenti ed apparecchiature elettroniche per la raccolta e gestione dei dati nivometeo automatici e l'utilizzo di altri modelli (Proteon).
I lavori hanno anche visto un incontro con i responsabili della sicurezza locale con visite sul posto; è stata questa una importante occasione per verificare come, in modo pratico, vengono affrontati e risolti, dai colleghi svizzeri, alcuni problemi decisamente comuni alla grande maggioranza dei presenti.
Interessante il bilancio tracciato dagli organizzatori al termine dei lavori. E' chiaramente emerso come i modelli rappresentino una importante evoluzione per l'aiuto al decisore nella gestione del rischio di valanga nei comprensori sciistici controllati. In particolare, è stato sottolineato come il modello NXLOG, pur essendo in continua evoluzione, abbia ormai raggiunto un più che soddisfacente grado di affidabilità, tale da permetterne l'uso operativo già dalla prossima stagione 1995/96.

(Gianluca TOGNONI)

IL PROGRAMMA FRANCESE PER LA RICERCA DELLE GIORNATE ANALOGHE

di Gilbert GUYOMARC'H
e Laurent MERINDOL
del Centro di Studi della Neve
(CEN) del METEOFRANCE

Dall' inizio della stagione 1993/94 il Centro di Studi della Neve (CEN), organismo facente parte del Centro Nazionale di Ricerche Meteorologiche della Meteo - France, fornisce alle stazioni di rilevamento nivometeorologiche un modello di ricerca delle giornate analoghe (o "delle giornate simili più vicine").
Questo mezzo statistico a servizio della Previsione Locale del Rischio di Valanghe è nato dall'esperienza condotta congiuntamente tra il Servizio Piste di La Plagne e il CEN. Benificia di più di 10 anni di esperienza operativa sul terreno. Questo programma destinato alla ricerca delle giornate analoghe è stato chiamato ASTRAL (Analogia STatistica per il Rischio di Valanghe Locale), è disponibile per i Servizi Piste francesi che dispongono dell'applicazione GELINIV, che é un programma che permette l'archiviazione, la correzione e la presentazione grafica dei dati nivometeorologici e delle prove penetrometrico-stratigrafiche delle stazioni di osservazione.

Speciale
PREVISIONE VALANGHE E INFORMATICA

PARAMETRI NIVO-METEOROLOGICI UTILIZZATI

1 Tempé air 8h	Temperatura dell'aria alle ore 8
2 Tempé air 13h	Temperatura dell'aria alle ore 13 (J-1)
3 Som. temp 13h>0	Somma delle temp. positive dell'aria alle ore 10 su 3 giorni
4 Temp. surf 8h	Temperatura della superficie della neve alle ore 8
5 Temp surf. 13h	Temperatura della superficie della neve alle ore 13
6 SS sur 24h	Altezza della neve fresca nelle 24 ore in cm
7 Cumul SS sur 48h	Cumulo della neve fresca in 2 giorni
8 Cumul SS sur 72h	Cumulo della neve fresca in 3 giorni
9 Haut. tot. neige	Altezza totale della neve al suolo in cm
10 RR sur 24h	Equivalente in acqua delle precipitazioni in mm
11 Cumul RR sur 48h	Cumulo dell'equivalente in acqua su 2 giorni
12 Cumul RR sur 72h	Cumulo dell'equivalente in acqua su 3 giorni
13 Enf. sonde	Affondamento del primo tubo della sonda alle ore 8 in cm
14 Vent 8h	Velocità del vento alle ore 8 in m/s
15 Vent 13h	Velocità del vento alle ore 13 in m/s

Foto in alto: stazione di rilevamento del laboratorio di Col de Porte. La misura dei numerosi parametri nivometeorologici su periodi sufficientemente lunghi é una condizione necessaria per l'utilizzo di modelli statistici.
Foto sopra: Stazione automatica di Col du Lac Blanc (Alpe d'Huez): misure di parametri utilizzati per la previsione del trasporto di neve da parte del vento.

Questo modello statistico funziona su Personal Computer e permette, a partire dalle osservazioni nivo-meteorologiche del mattino alle ore 8.00, di ricercare nelle giornate del passato quelle che "si avvicinano di più ", in senso nivometeorologico, alla giornata in corso (o alla giornata che si vuole analizzare).
Lo scopo è quello di analizzare l'attività valanghiva osservata durante quelle giornate analoghe per aiutare a prevedere quella della giornata a venire.
La selezione delle variabili utilizzate è fatta a partire dalle informazioni disponibili due volte al giorno sui dati nivometeorologici in funzione della loro influenza sul distacco di valanghe.

QUALI METODI SI UTILIZZANO?

Il principio di funzionamento è il medesimo per il programma che funziona a La Plagne (su dati storici relativi a 14 inverni): la prima tappa consiste nel costituire, a partire dalle osservazioni nivo-meteorologiche non tenendo conto della attività valanghiva (vedi lista dei parametri annessa), una scheda delle giornate del passato.
Per fare ciò si utilizzano le variabili disponibili sulla Base Dati Nivologici del CEN (BDNIV), questo permette di utilizzare dei dati verificati e corretti, dall'inverno 1981/82, per i più anziani (a titolo di esempio, possiamo utilizzare per Tignes: 1501 giornate; per la Plagne: 1537 e 1200 per La Mongie).
Inoltre si dispone di giornate rappresentate dalle loro variabili di base, dagli accumuli di precipitazione e di temperature (su due o tre giorni).
Su questa prima scheda costituita (chiamata scheda delle variabili grezze), si applica un metodo statistico: l'Analisi in Componenti Principali (ACP). Questa presenta il vantaggio di fornirci dei parametri indipendenti tra di loro (combinazione delle variabili grezze), conservando un numero ridotto di variabili (nel nostro caso, passiamo da 15 variabili grezze a 10 componenti principali).
E' su questa seconda scheda che verrà effettuata la ricerca delle giornate analoghe. Si conserva ugualmente la matrice di trasformazione che servirà per passare dalle variabili grezze della giornata che vorremo analizzare alle sue componenti principali.
Ad ogni giornata viene associata in seguito l'attività valanghiva osservata (derivata dal codice nivometeorologico) nelle 24 ore che hanno seguito l'osservazione delle condizioni nivometeorologiche: per un giorno J a 8 ore, si ritiene il codice L1 di J a 13 ore e quello di J+1 a 8 ore.
Tutte queste schede vengono costituite al CEN per ogni stazione nivometeorologica, successivamente l'aggiornamento annuale viene fatto, a fine stagione, per l'utilizzatore, integrando l'inverno passato.
Se vogliamo studiare una giornata con i dati del mattino alle ore 8 il programma proposto, va :

- ad estrarre le variabili nivometeorologiche utilizzate dalle schede di GELINIV, che è quel programma che permette l'archiviazione, la correzione e la presentazione grafica dei dati nivometeorologici e delle prove penetrometriche e stratigrafiche effettuate;
- a calcolare le Componenti Principali di questa giornata (in ugual maniera che per le schede delle giornate del passato)
- a calcolare la distanza dalla giornata all'origine (il centro di gravità dell'insieme delle giornate);
- a calcolare la distanza euclidea e la correlazione della giornata con quella del passato.

Le giornate analoghe sono ricercate in una sfera di raggio uguale al minimo a 10 o altrimenti alla metà della distanza tra la giornata e l'origine. Questo raggio variabile permette di trovare delle giornate analoghe anche per giornate a carattere eccezionale (accumuli di precipitazioni molto forti, temperature estreme, ecc).

Sulle prove effettuate sulle stazioni di La Plagne e di Tignes si hanno più di due o tre giornate (su più di 1500) senza alcuna analogia.
Vengono selezionate allora le 10 giornate più vicine che hanno una correlazione superiore a 0.7 e vengono definite le variabili nivometeorologiche e l'attività valanghiva che è stata osservata per questi giorni (un esempio di risultato è presentato nella scheda allegata).

QUALI SONO LE CONDIZIONI DI FUNZIONAMENTO RICHIESTE?

Si è cercato di apprezzare la stabilità dei risultati calcolati per l' ACP (Analisi dei Componenti Principali) in funzione del numero di inverni e di giornate. Il grafico riportato nella scheda a pag 36, relativa alla stazione di La Plagne, mostra che la percentuale di varianza esplicata per ogni componente (cioè la misura dell'apporto di informazione di ognuna delle nuove variabili) non varia in maniera significativa da circa 600 a 700 giornate.
Si nota ugualmente che le 10 prime componenti principali ritenute da questo programma rappresentano una percentuale di varianza esplicata cumulata del 95%.
Queste prove, effettuate su più stazioni di rilevamento, permettono di pensare che:

- circa 600 giornate (corrispondenti a circa 4 stagioni complete) sono necessarie per assicurare un minimo di affidabilità e stabilità al metodo statistico e di qualità ai risultati;
- queste giornate sono rappresentate da variabili nivometeorologiche, è dunque importante che esse siano

STAZIONE DI LA PLAGNE

Esempio simulato per il giorno 23/02/1994

LISTA DELLE GIORNATE ANALOGHE

NJ	DATE	DIST.	CORR.	L1 13h (J)	L1 Sh (J+1)	INDAVA
1	19/02/87	3,84	.95	0	4	1,0
2	18/02/92	4,09	.92	7	1	4,0
3	23/12/86	4,23	.94	6	4	4,0
4	22/12/86	4,42	.92	7	5	6,0
5	04/03/84	5,61	.91	7	0	4,0
6	11/02/91	5,67	.92	2	2	1,0
7	20/12/81	5,88	.89	5	.	4,0
8	08/01/87	7,11	.89	0	2	0,5
9	02/03/88	7,44	.85	0	0	0,0
10	12/02/91	7,85	.86	2	1	0,5

PARAMETRI NIVO-METEOROLOGICI DELLA GIORNATA ANALIZZATA

Temp. air 8h	:	-18,5	Temp. air 13h	:	-10,5
Som. temp. 13h	:	,0	Temp. surf. 8h	:	-13,6
Temp. surf. 13h	:	-6,7	SS sur 24h (cm)	:	9,0
Cumul SS sur 48h	:	32,0	Cumul SS sur 72h	:	39,0
Haut. tot. neige	:	120,0	RR Sur 24 h (mm)	:	2,0
Cumul RR sur 48h	:	11,8	Cumul RR sur 72h	:	14,2
Enf. sonde (cm)	:	32,0	Vent. 8h (m/s)	:	,0
Vent. 13h (m/s)	:	2,7			

PARAMETRI NIVO-METEOROLOGICI DELLE GIORNATE ANALOGHE

NUMERO ANALOGIE	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
DATE	19/02/87	18/02/92	23/12/86	22/12/86	04/03/84	11/02/91	20/12/81	08/01/87	02/03/88	12/02/91
Temp. air 8h	-14,5	-17,8	-14,5	-13,7	-12,5	-15,0	-11,4	-16,5	-13,5	-16,2
Temp. air 13h	-9,6	-11,1	-10,5	-8,2	-10,2	-5,2	-11,5	-9,1	-11,8	-13,9
Som. temp. 13h>0	,0	1,9	,0	,0	,3	,0	,0	,0	,0	,0
Temp. surf. 8h	-9,5	-16,8	-9,5	-8,0	-8,5	-11,9	-10,0	-6,5	-14,3	-12,6
Temp. surf. 13h	-3,2	-6,1	-8,5	-5,7	-5,0	-4,6	-3,8	-6,2	-6,3	-11,2
SS sur 24h (cm)	5,0	6,0	4,0	14,0	7,0	6,0	3,0	1,0	4,0	1,0
Cumul SS sur 48h	22,0	14,0	18,0	24,0	27,0	29,0	24,0	15,0	15,0	7,0
Cumul SS sur 72h	28,0	24,0	28,0	56,0	27,0	51,0	26,0	26,0	17,0	30,0
Haut. tot. neige	148,0	128,0	110,0	120,0	170,0	140,0	190,0	140,0	155,0	137,0
RR sur 24h (mm)	,6	3,0	2,0	7,0	4,0	3,0	,6	,1	,8	,1
Cumul RR sur 48h	12,6	7,0	9,0	13,0	14,0	18,8	16,6	7,1	6,8	3,1
Cumul RR sur 72h	16,6	23,6	15,0	26,0	14,0	27,0	17,6	12,1	7,0	18,9
Enf. sonde (cm)	25,0	14,0	27,0	32,0	28,0	38,0	32,0	33,0	15,0	29,0
Vent 8h (m/s)	,0	,0	,0	,0	0	,0	,0	,0	,0	,0
Vent. 13h (m/s)	2,1	4,3	1,0	2,6	1,0	5,4	1,6	,0	5,1	,0

L1	PESI	SIGNIFICATO DEL CODICE
0	0	Niente da segnalare
1	0	Distacchi accidentali
2	0,5	Distacchi artificiali positivi
3	0	Fessure nel manto nevoso
4	1	Colate superficiali (una o più)
5	2	Una sola valanga naturale osservata
6	3	Due valanghe osservate
7	4	Da tre a cinque valanghe osservate
8	6	Da cinque a dieci valanghe osservate
9	8	Più di dieci valanghe osservate

NB: siccome non disponiamo di informazioni sull'interno del manto nevoso, abbiamo ritenuto nullo il peso relativo alle valanghe accidentali tenendo conto che le sole variabili nivo-meteo disponibili non sono sufficienti a prevederle.

La Plagne		Pré	
		NA	AV
Obs	NA	58,1	15,9
	AV	9,6	16,4

tutte presentate (su tre giorni successivi per calcolare gli accumuli) e che non ci sia una rottura di omogeneità nelle serie utilizzate (in particolare spostamento del sito di osservazione).
Attualmente numerosi siti di osservazione corrispondono a questi criteri e possono essere oggetto di uno studio;
• è ugualmente necessario disporre del sopraccitato programma GELINIV le cui schede di dati sono utilizzati per ASTRAL.

COME APPREZZARE LA QUALITA' DI QUESTO PROGRAMMA?

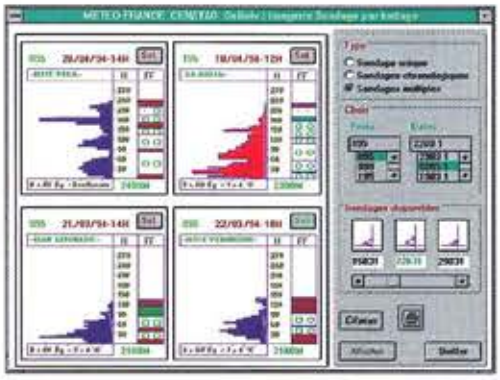
La difficoltà per stimare l'apporto qualitativo all'utilizzatore di questo modello è legata a uno di questi vantaggi.
Non fornisce una informazione bruta (carattere valanghivo o non valanghivo) ma una somma di informazioni che l'utilizzatore dovrà analizzare. Esistono allora due possibilità di apprezzare la qualità delle giornate analoghe selezionate:
1) si può attraverso un'approccio "esperto", fare valutare l'apporto delle differenti giornate analoghe da specialisti della nivologia.
Questo è stato fatto da parte dei previsionisti del CEN durante una stagione, e viene fatto stagione dopo stagione in fase operativa dal previsionista locale del Servizio Piste per il modello di La Plagne. In entrambi i casi, l'apprezzamento è stato positivo;
2) a questo punto possiamo inoltre tentare di quantificare oggettivamente questo apporto, in termini di "previsibilità" , della attività valanghiva per le 24 ore a seguire. Per questo, è stata utilizzata l'informazione valanghe descritta nel messaggio nivometeorologico (cod. L1 delle ore 13,00 e delle ore 8,00).
Per utilizzare l'informazione apportata dai due L1, un indice (chiamato INDAVA) è calcolato utilizzando la funzione di peso sottoriportata, si fa in seguito la somma dei pesi attribuiti a L1 (ore 13.00) e a L1 (ore 8.00 J+1).
A partire dall'attività valanghiva delle giornate analoghe, un indice composto (che tiene conto degli indici delle giornate selezionate e della loro distanza rispetto alla giornata analizzata) è stato calcolato e questo viene comparato all'indice osservato per la giornata.
I risultati per La Plagne sono presenti nelle tabelle di contingenza di pag. 35.
La tabella a fianco e in basso rappresenta la percentuale delle giornate classificate in funzione dell'attività osservata e quella che è stata prevista utilizzando l'indice composito.
Si può notare che la percentuale delle giornate valanghive correttamente previste è superiore sia a quella dei falsi allarmi che a quella delle giornate non individuate con un totale di circa il 75% di giornate ben classificate.
A seguito dei nostri primi risultati, qualche constatazione può esplicare in parte gli errori rimanenti:
• sembra che nel codice L1, la nozione di colata sia un poco incerta (importanza, numero);
• d'altra parte, non si dispone nel codice nivometeo di informazioni sul numero di distacchi artificiali, allor quando, a priori, queste valanghe prendono una parte importante nell'attività osservata su un dominio reso sicuro;
• utilizzando gli stessi criteri, esiste una grande disparità di proporzione di giornate valanghive tra i siti

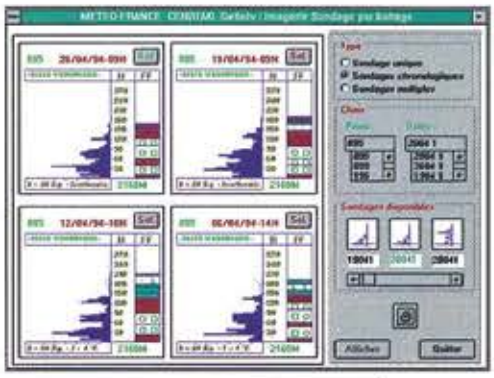
nivometeorologici di un massiccio e quelli di un altro.
Per il momento i test di qualità ci permettono di apprezzare in parte l'apporto del modello ma non conducono a installazioni di un modulo di aiuto alla decisione che darebbe un'indicazione statistica sul carattere valanghivo previsto della giornata analizzata.

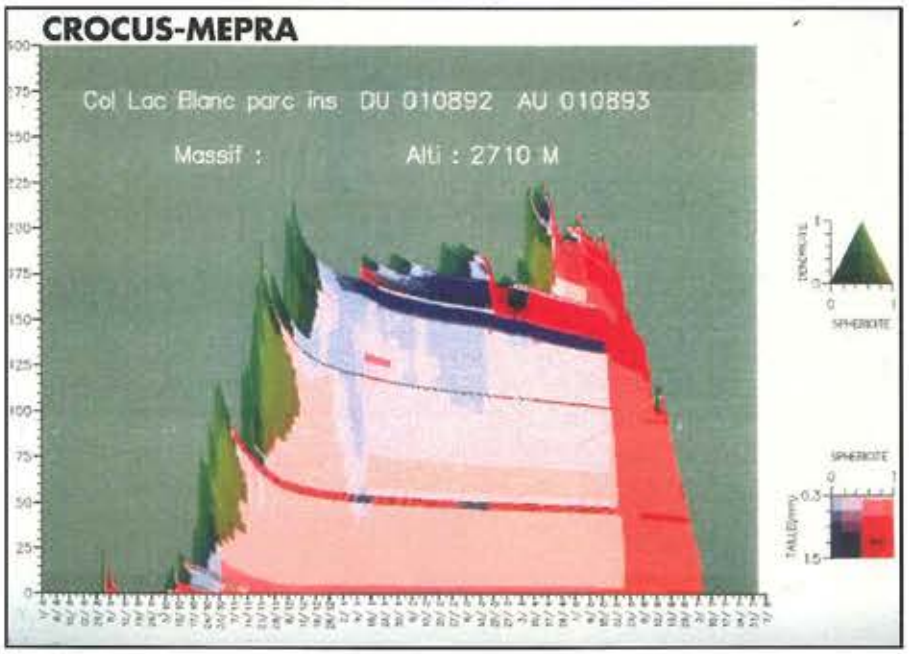
COSA CI POSSIAMO ATTENDERE DA UN TALE MODELLO?

Questo modello statistico deve essere considerato come un mezzo supplementare a servizio dei previsori valanghe a livello locale (limitato a un comprensorio sciistico). Utilizza un metodo statistico approvato ed utilizzato da qualche anno dal Servizio Piste di La Plagne. La ricerca nel passato delle giornate che "sembrano" più simili alla giornata analizzata è un procedimento che è molto simile a quello fatto intuitivamente da una persona incaricata di prevedere un fenomeno (nell'occorrenza un nivologo che cerca di prevedere il rischio di distacco di valanghe).
Questo metodo presenta, per contro, il doppio vantaggio di essere più sistematico non dimenticando alcun periodo del passato e di proporre una sezione di giornate, giudicate le più vicine, lasciando costruire all'utilizzatore le sue proprie regole di decisione. Questa serie di giornate analoghe permette al previsore locale di effettuare una comparazione con la situazione attuale e di rendere particolareggiato l'apporto di giornate analoghe per l'attività valanghiva.
E' evidente che questo mezzo ha dei limiti: quelli fissati dalla qualità dei dati utilizzati e dal numero di giornate sulle quali esso lavora. Per contro nessuna informazione interna al manto nevoso è osservata quotidianamente, per cui per le sequenze valanghive vi è un apporto essenzialmente e direttamente legato ai parametri meteorologici (per esempio pioggia sulla neve ecc).
In questo senso può portare un aiuto prezioso per prendere una decisione concernente la sicurezza di un comprensorio sciistico.

Durante la stagione 1993/94, questa applicazione è stata oggetto di 6 domande, una sola non ha potuto essere soddisfatta per mancanza di dati del passato.
Per la stagione 1994/95 è stata proposta una versione che autorizza un funzionamento in "modo previsione". Essa permetterà di integrare le previsioni meteorologiche a 24 ore , per simulare le risposte di ASTRAL per il giorno dopo. Attualmente sono state installate 10 versioni in altrettante stazioni francesi delle Alpi e dei Pirenei.
Peraltro, degli altri programmi applicativi permetteranno in future versioni di considerare nuove informazioni, in particolare:
•PROTEON fornirà delle informazioni sul trasporto della neve da parte del vento;
•CROCUS - MEPRA: questi modelli offrono la possibilità, dal momento in cui saranno disponibili localmente, di utilizzare dei parametri interni al manto nevoso e delle analisi di stabilità.

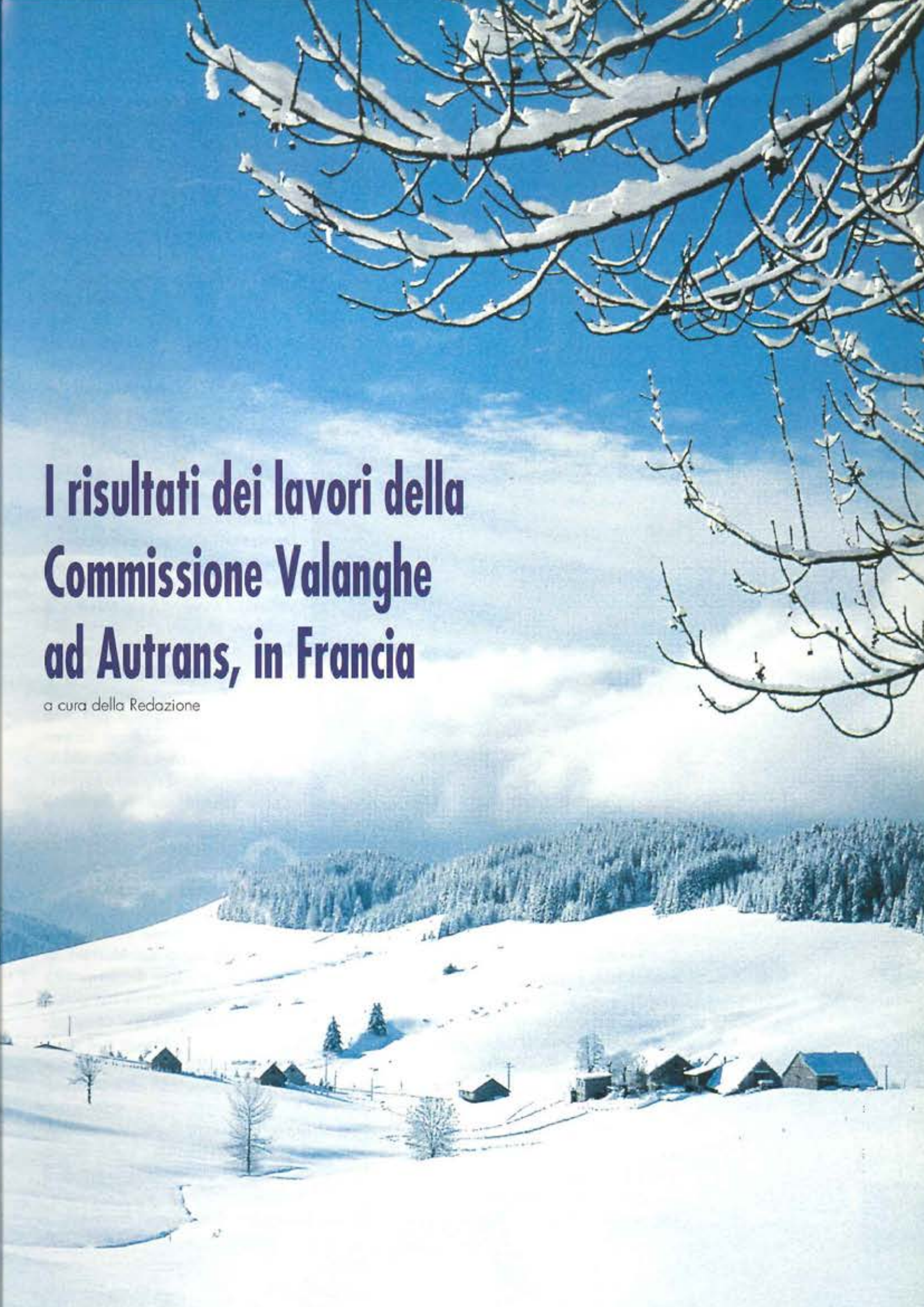






CISA-IKAR

1994



I risultati dei lavori della Commissione Valanghe ad Autrans, in Francia

a cura della Redazione

Anche per il 1994 i rappresentanti tecnici dei vari paesi aderenti alla CISA-IKAR si sono riuniti per discutere, confrontare e valutare gli avvenimenti della stagione appena trascorsa.
Questa volta i lavori si sono tenuti nella bella cittadina francese di Autrans, nel comprensorio di Grenoble.
Ai lavori della Commissione Valanghe, la cui Presidenza -come e' noto- e' retta ormai da qualche anno dal francese Dott.Francois Valla del Cemagref con soddisfazione unanime di tutti i componenti, hanno partecipato i rappresentanti di ben tredici dei diciotto paesi aderenti alla CISA.
Per l'Italia, oltre che ovviamente ai rappresentanti del Club Alpino Italiano ed in particolare del Corpo Nazionale Soccorso Alpino e Speleologico, ha preso parte ai lavori per conto dell'AINEVA il Dott. Giovanni Peretti, Responsabile del Centro Nivometeorologico della Regione Lombardia.

Sono stati dunque presentati i risultati della statistica completa di tutti gli incidenti da valanga avvenuti sul territorio italiano durante il corso del 1994, e piu' precisamente dall'ottobre del 1993 all'ottobre del 1994 -come e' ormai consuetudine indicare il periodo annuale degli incidenti da valanga nell'ambito della CISA.
Qui di seguito si riporta la relazione stilata dal Presidente della Commissione Valanghe Dott.Valla, nella quale si evidenzia, per quest'anno, un andamento rientrante -in generale- nella norma ma dalla quale emerge un dato tanto curioso quanto significativo, e che è stato oggetto di vivaci discussioni in seno alla stessa Commissione : circa il 15% delle vittime da valanga sono Conduttori di motoslitte! E questi incidenti non sono avvenuti solo in una ben determinata area, come si potrebbe pensare, o in un solo paese, ma bensì in tre paesi diversi e tra l'altro anche distanti tra loro, sia geograficamente che culturalmente: 9 vittime si sono infatti avute negli Stati Uniti, 4 in Canada e 3 in ... Norvegia.Spazio particolare, durante i lavori, è stato dedicato all'argomento "prevenzione", soprattutto con la presentazione dei risultati del Gruppo Internazionale ARVA94.
Tutti i partecipanti hanno con piacere ascoltato le relazioni del Dott.Meister, dell'IFSNV di Davos, e del Dott.Pahaut, del CEN di Grenoble, sulla Scala unificata Europea dei Gradi di Pericolo : per loro la soddisfazione per il raggiungimento di questo importante traguardo è stata grande.
Un grazie per la cordialità e per la cortese ospitalità degli amici francesi.

(Giovanni PERETTI)

Alle riunioni della Commissione Valanghe della CISA-IKAR, avvenute giovedì 29 e venerdì 30 settembre 1994 ad Autrans, in Francia, erano presenti i rappresentanti dei seguenti paesi: Svizzera, Austria, Italia, Francia, Germania, Lichtenstein, Slovenia, Inghilterra, Norvegia, Polonia, Bulgaria, Slovacchia e Canada.
Vengono qui illustrati i risultati più importanti delle due intense giornate di lavoro.

STATISTICA ANNUALE DELLE VITTIME DA VALANGA

Le vittime da valanga durante la stagione invernale 1993-1994 nei 17 paesi membri della CISA-IKAR sono risultate **110**.
Nella stagione precedente le vittime ammontavano a 146, mentre nel 1991-92 sono stati registrati 99 morti, contro i 192 del 1990-91. Sulle sole Alpi (Svizzera + Francia + Austria + Italia + Germania) si sono avuti 82 morti, una stagione leggermente al di sotto della media. Certamente superiore alla stagione 1992-93 (con 61 vittime) ma meno catastrofica dell'inverno 1990-91 nel quale si sono contati ben 149 morti. La sommatoria delle ultime 19 stagioni mostra un numero di **2909** vittime da valanga, con una **media** di **153 morti all'anno** nei 17 paesi membri della CISA-IKAR.

Ecco i dati per settore di attività:
Sci-alpinismo: è l'attività che, anche quest'anno presenta il maggior numero di vittime (50 morti, ossia il 45% del totale delle vittime). Dopo 20 anni questa attività rimane sempre in testa, con circa la metà delle vittime.
Sci fuoripista: con 26 morti, rappresenta il 24% del totale delle vittime.
Sci su pista: la stagione invernale 1993-1994 ha visto, su piste da sci, 1 sola vittima.
Alpinismo: con 14 vittime (13%) questa attività presenta una percentuale di vittime che, rispetto alla stagione precedente (42 vittime ossia il 29%), risulta più rientrante nella media.
Vie d'accesso: nessuna vittima.
Nelle abitazioni: nessuna vittima.
Varie: in questa categoria rientrano 19 vittime (17%), di cui 15 conduttori di motoslitte, negli USA (9), in Canada (4) ed in Norvegia (3). Questo tipo di incidente diventa sempre più frequente e la Commissione Valanghe della CISA si è chiesta se sia possibile raggiungere e sensibilizzare questa categoria di frequentatori della montagna: una interessante discussione ha infatti approfondito questo aspetto.

Il numero delle Unità Cinofile da Valanga nella Comunità della CISA-IKAR è relativamente stazionario con 1212 unità (1236 l'anno scorso e 1160 nelle precedenti due stagioni), di cui 900 unità utilizzate sulle Alpi.

RELAZIONE SUGLI INCIDENTI PIU' SIGNIFICATIVI

Come ogni anno, sono stati presentati gli incidenti più significativi, al fine di trarre degli insegnamenti generali utili a tutti. Quest'anno 5 casi sono stati oggetto di descrizioni illustrate da diapositive, incidenti presentati dalla Francia, dall'Italia, dall'Austria e dalla Germania. La relazione dettagliata di questi incidenti è contenuta nel resoconto della seduta della Commissione Valanghe.

SCALA EUROPEA DEL PERICOLO VALANGHE

La Svizzera e la Francia, su richiesta della maggioranza dei paesi membri, hanno fatto il punto della situazione sull'utilizzo della Scala

STATISTICA DELLE VITTIME DA VALANGA 1993-94

PAESE	SCI ALPINISMO	FUORIPISTA	SCI IN PISTA	ALPINISMO	STRADE	ABITAZIONI	ALTRI	TOT	UNITA' CINOFILE
Svizzera	16	3	1	1				21	305
Francia	6	12		3			2	23	155
Austria	8	4		1				13	213
Italia	13	4		6			1	24	173
Germania	1							1	41
Liechtestein									9
Slovenia	1			2				3	31
Croazia									
Spagna									12
Gran Bretagna				1				1	57
Norvegia		2					3	5	100
Polonia									10
Rep. Ceca									4
Slovacchia									15
Bulgaria									11
Canada	3	1					4	8	26
USA	2						9	11	50
Totale	50	26	1	14			19	110	1212
%	45	24	1	13			17	100	

MORTI DA VALANGA PER ATTIVITA'

Europea di Pericolo Valanghe durante la precedente stagione invernale. Roland Meister del Weissfluhjoch e Edmont Pahaut del Centre Etudes de la Neige hanno presentato la ripartizione degli incidenti da valanga in funzione del pericolo indicato: in Francia, su 19 incidenti che hanno interessato sciatori, 2 casi sono avvenuti con indice di pericolo 2, 13 con indice 3, 3 con indice 4 e 1 incidente con indice 5. La Svizzera ha presentato una statistica che comparava il pericolo stimato (dagli utilizzatori) al pericolo indicato nei Bollettini: per il 50% dei Bollettini il Grado di Pericolo concordava, per il 18% dei casi il pericolo indicato era un grado superiore e per il 32% l'indice di pericolo era più debole. Una guida per l'utilizzo della scala di pericolo è in corso di ultimazione da parte del CEN (Comitato Normativo Europeo).

GRUPPO "ARVA 94"

Anche quest'anno, sotto la direzione di Walter Good del Weissfluhjoch, la Svizzera, la Francia e l'Italia hanno realizzato delle serie di tests su tutti gli ARVA disponibili sul mercato. Questo lavoro è comparabile con quello svolto nel 1990 dallo stesso gruppo di lavoro. Jean Paul Zuanon ha presentato i risultati che sono stati pubblicati sul rapporto del Weissfluhjoch edito in tedesco e francese. Da notare che i testatori hanno avuto la sorpresa di vedere che alcuni apparecchi di recente costruzione soffrivano di un abbassamento di performance nel corso della ricerca quando questa si protraeva per un'intera giornata. Un breve resoconto di questo lavoro è stato pubblicato nella rivista n. 67 dell'ANENA ed è stato riportato in diverse riviste di montagna. Anche la rivista "Neve e Valanghe" n.22 ha pubblicato un dettagliato resoconto su ARVA94.

ARVA : MODO D'IMPIEGO

Un piccolo documento intitolato "ARVA : modo d'impiego" sta per essere completato sotto la direzione di Jean Paul Zuanon a seguito della serie di tests che si è tenuta in aprile allo chalet alpino di Tuor. Questo manuale è destinato all'istruzione nei club alpini e sarà un valido supporto anche per i professionisti. La sua pubblicazione è prevista per l'inverno 1994-95.

GRUPPO PREVENZIONE

Una riunione di questo gruppo di lavoro animato da Nils Faarlund, Jean Paul Zuanon e Giovanni Kappenberger dovrà essere programmata per il corrente anno 1995. Le persone desiderose di prenderne parte sono invitate a segnalarlo agli organizzatori.

GRUPPO CANI DA VALANGA

Il gruppo cani da valanga, diretto da Peter Ogi e Sepp Inderkum, si è riunito in Germania, a Obersdorf, dal 3 al 6 marzo. Sette paesi erano rappresentati con la partecipazione di 19 unità.
Il resoconto di questa sessione è disponibile in lingua tedesca.
Durante le discussioni e' stata stabilita la predisposizione di un quaderno "tipo" di lavoro per il cane da valanga e per il suo conduttore.

VARIE

Hermann Seebacher, rappresentante dell'Alto Adige, ha annunciato che dopo più di 30 anni di presenza si ritira dalla Commissione Valanghe della CISA-IKAR. Egli è stato promosso all'unanimità "Osservatore d'Onore".
Un video sulla prevenzione nello sci fuoripista (Ensa) è presentato dalla Francia, video giudicato da alcuni troppo lungo per essere efficacemente recepito.

La prossima riunione della CISA-IKAR si terrà in Norvegia nella regione di Trondheim durante l'autunno 1995.

IL CONTROLLO DEL RISCHIO DA VALANGA

Resoconto del lavoro di prevenzione svolto nell'inverno 1993-94 per la transitabilità lungo la valle del Braulio in Alta Valtellina

a cura di Massimo CAMPANA
e Vittorio BOERIO, geologi
Studio Campana, via Nirone 1 - Milano
e Giancarlo BONINI, geologo
GEODE scrl v.le Duca Alessandro 1 - Parma

La messa a punto di un idoneo ed organizzato sistema di monitoraggio rappresenta la condizione necessaria per operare un efficace controllo di un territorio montano potenzialmente soggetto al rischio da valanga.
L'utilizzo analitico di dati nivometeorologici, dapprima raccolti in loco con opportune sequenze spaziali e temporali e quindi correttamente proiettati nel contesto geomorfologico di loro pertinenza, può infatti portare a definire in modo attendibile e continuativo le condizioni di stabilità dei versanti innevati.
L' applicazione di una specifica metodologia di controllo che si ispira ai suddetti criteri- appositamente ideata dagli estensori del presente articolo - viene descritta nel "case - history" delle pagine seguenti, dove si osserva che, grazie ad una accorta e tempestiva definizione del grado di rischio, è stato possibile regolamentare, coi dovuti connotati di sicurezza, il transito dei mezzi lungo una sede viaria che si snoda all'interno di un territorio montano comunemente soggetto a frequenti ed estesi collassi di masse nevose.

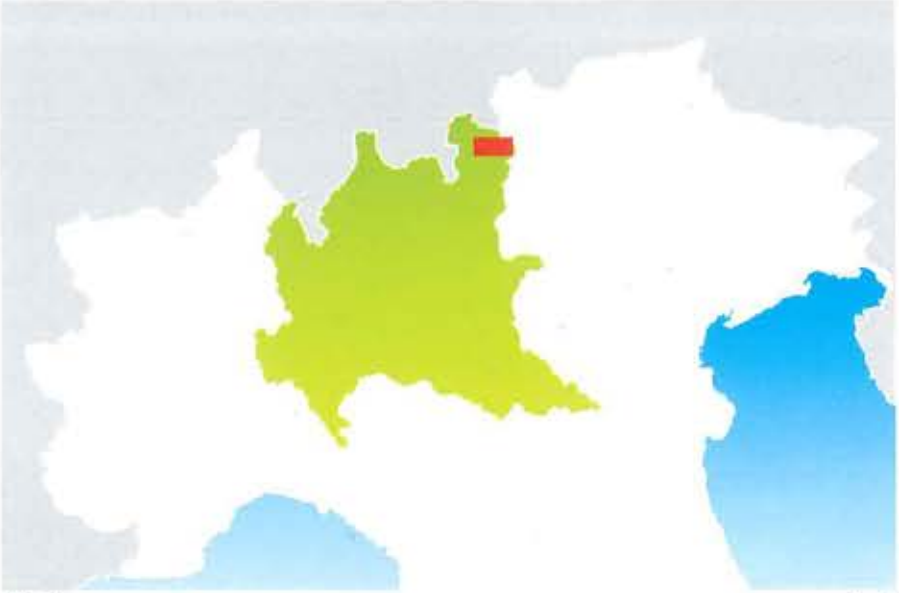


Fig. 1

Fig. 2

PREMESSA

In previsione dell'esecuzione, durante la stagione invernale 1993-1994, di lavori di manutenzione presso la Centrale Idroelettrica del Braulio (Bormio - SO), il compartimento regionale A.N.A.S. della Lombardia ha concesso all'A.E.M. di Milano (committente e direttrice dei lavori) la percorrenza della S.S. 38 dello Stelvio tra le progr. 106+500 e 115+000: questo per consentirvi il transito delle maestranze impegnate nelle lavorazioni, appartenenti in parte alla stessa A.E.M. (Direttore dei lavori: Ing. F. Maugliani) e in parte ad un Raggruppamento Temporaneo **(1)** di Imprese di costruzioni (Capo commessa: Ing. L. Pasini).
Infatti, nel periodo invernale, la tratta stradale in oggetto è di norma chiusa al traffico a causa dell'incipiente rischio di caduta di valanghe: l'autorizzazione operata da A.N.A.S. per il transito necessario alle suddette lavorazioni è stata pertanto subordinata all'acquisizione, da parte di A.E.M., di alcune misure precauzionali, fra cui l'allestimento in sito di un continuativo monitoraggio finalizzato al controllo delle condizioni di stabilità delle coltri nevose.
Nell'ambito degli accordi contrattuali, la gestione tecnico-organizzativa di tale controllo è stata peraltro assunta dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese, che ha, a sua volta, affidato tale compito, sotto forma di incarico professionale, agli estensori del presente articolo.
L'incarico si è in primo luogo sviluppato operando uno studio geomorfologico del

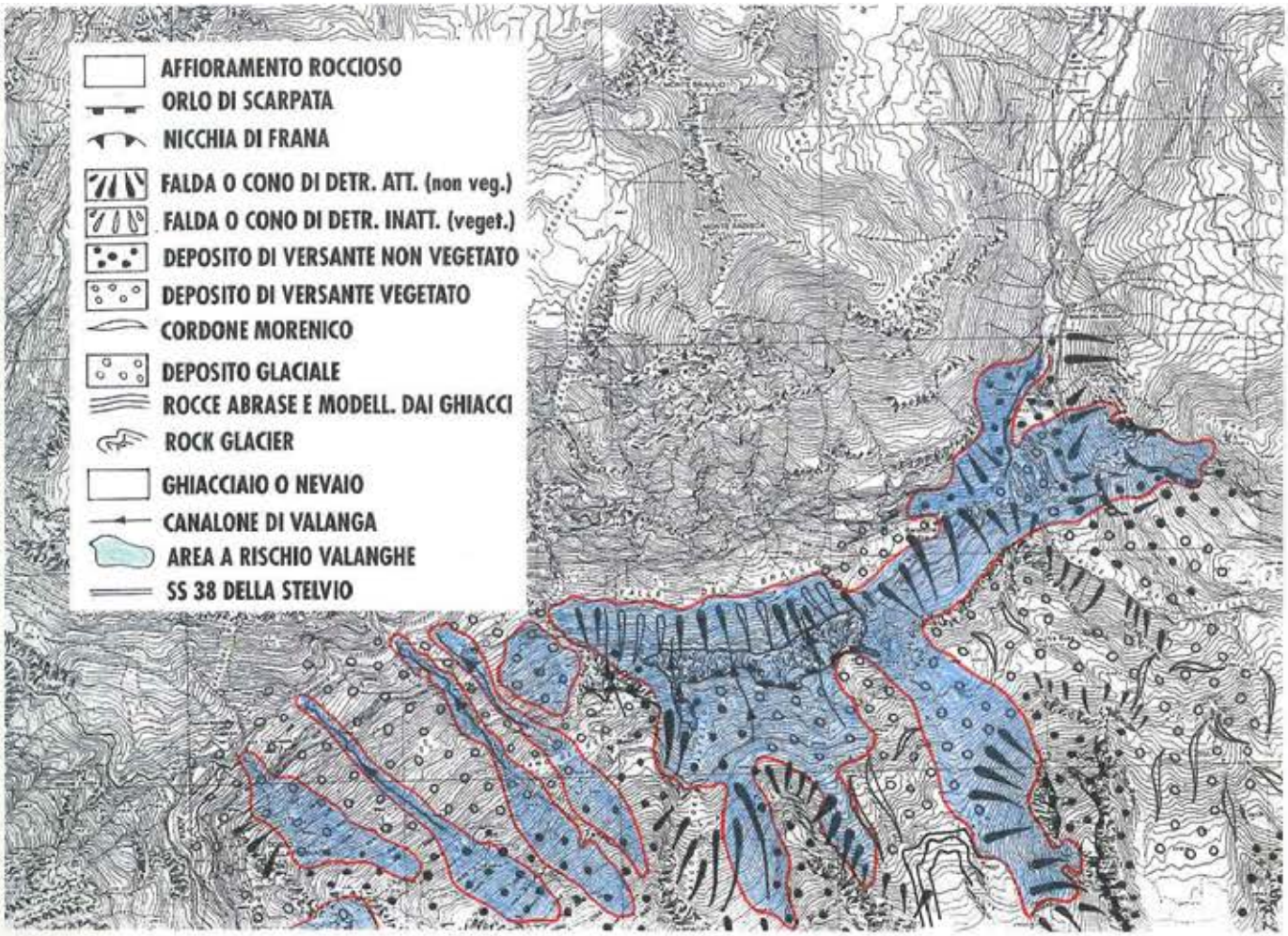


Fig. 3

territorio attraverso speditivi rilievi in sito, un'analisi stereoscopica delle foto aeree e un'attenta esamina degli elementi bibliografici esistenti. Si sono in tal modo identificati i siti maggiormente predisposti per la formazione di valanghe, per i quali è stato messo a punto un controllo da attuare durante il periodo interessato dalle lavorazioni. Lo stesso controllo è stato organizzato attraverso l'allestimento di alcune stazioni di misura destinate alla raccolta diretta dei dati nivometeorologici utili al monitoraggio.

Tale acquisizione di dati - eseguita ogni mattina preliminarmente all'inizio dei lavori ed eventualmente ripetuta nell'arco della giornata - ha consentito di formulare, attraverso opportune elaborazioni, attendibili previsioni sulla probabilità di caduta di masse nevose lungo la sede viaria.

Riguardo a ciò, in considerazione della finalità del controllo, sono stati stabiliti tre differenti gradi di rischio:

- **assente**
- **medio**
- **elevato**

Fig. 4

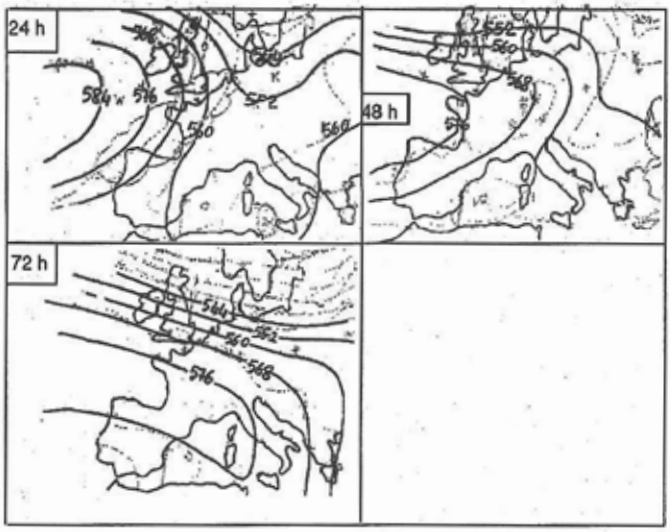
cui hanno rispettivamente corrisposto: una **transitabilità normale,** una **transitabilità ristretta** a limitate fasce d'orario e soggetta a particolari controlli ed, infine, una **transitabilità interrotta**.

Nelle pagine successive, una breve esposizione degli esiti dello studio geomorfologico, vengono descritti gli aspetti salienti del controllo operato lungo la tratta stradale:

Fig 2: Veduta dell'area interessata dal monitoraggio; al centro sono visibili gli edifici di servizio alla Centrale del Braulio.
Fig. 4: Trincea stratigragica e prova penetrometrica dinamica eseguita nei pressi della stazione di misura S1.

(1) *Raggruppamento Temporaneo di Imprese:Cariboni Paride s.p.a. (Capogr.) - Compagnoni Barbara s.r.l. - Compagnoni Costruzioni s.r.l.Della Bona Pietro s.n.c. - Giacomelli Costruzioni s.r.l.*

MAPPE BAROMETRICHE DI PREVISIONE
(DA 24 A 72 ORE)



Regione Lombardia Settore Energia e Protezione Civile Servizio Protezione Civile CENTRO NIVOMETEOROLOGICO 23032 Bormio (SO) - Via Milano, 18 Tel. 0342/905050	BOLLETTINO NIVOMETEO N. 10 DEL 21. 01. 94

PARTE METEOROLOGICA

CAUSA PROBLEMI TECNICI LA PREVISIONE METEOROLOGICA E' TEMPORANEAMENTE SOSPESA.

PARTE NIVOLOGICA

CONDIZIONI DI INNEVAMENTO: LA PRESENZA DEL MANTO NEVOSO PERMANE ANCORA SIGNIFICATIVA AL DI SOPRA DEI 1000 METRI DI QUOTA, AD ESCLUSIONE DEI VERSANTI PIU' SOLEGGIATI OVE LA COPERTURA E' DISCONTINUA.
ALTEZZA DEL MANTO NEVOSO A 2000 METRI DI QUOTA: DA 120 A 160 CENTIMETRI, AD ESCLUSIONE DELL'ALTA VALTELLINA E DELLA ZONA DELL'ADAMELLO DOVE SI HANNO SPESSORI COMPRESI FRA 65 E 100 CENTIMETRI.

STATO DEL MANTO NEVOSO: IL MANTO NEVOSO SI PRESENTA MODERATAMENTE CONSOLIDATO SULLA MAGGIOR PARTE DEI PENDII.
LOCALMENTE, SUI PENDII PIU' RIPIDI ED IN OMBRA, SI EVIDENZIANO ANCORA SITUAZIONI DI DEBOLE CONSOLIDAMENTO.
AL DI SOTTO DEI 2000 METRI IL MANTO NEVOSO SI PRESENTA GENERALMENTE STABILE E CARATTERIZZATO DA CROSTE SUPERFICIALI.
LE BASSE TEMPERATURE DEI GIORNI SCORSI HANNO CONTRIBUITO AD UN ULTERIORE SVILUPPO DI BRINA DI SUPERFICIE.

PERICOLO DI VALANGHE: IL PERICOLO DI PROVOCARE DISTACCHI DI VALANGHE DI LASTRONI E' GENERALMENTE MODERATO, PERMANE ANCORA MARCATO IN PARTICOLARE IN RIPIDI AVVALLAMENTI E CANALI POSTI IN OMBRA ED ALLE QUOTE PIU' ELEVATE.

INDICE DEL PERICOLO : 2, "MODERATO"
LOCALMENTE 3, "MARCATO", IN RIPIDI AVVALLAMENTI ALLE ALTE QUOTE.

TENDENZA DEL RISCHIO: STAZIONARIA.

PROSSIMO BOLLETTINO: LUNEDI' 24 GENNAIO

I PREVISORI

SEGRETERIA TELEFONICA
NUMERO VERDE 1678-37077

A B

TABELLA RILEVAMENTO DATI NIVOMETEOROLOGICI

N.Staz.	N.Scheda:	Localita'	Quota:	Data:	Ora:	Rilevatore:	Responsabile:
3	16	Bar Kiosk	2040 m slm	21/01/1994	7.30 AM	Dr. G. Bonini	Dr. M. Campana

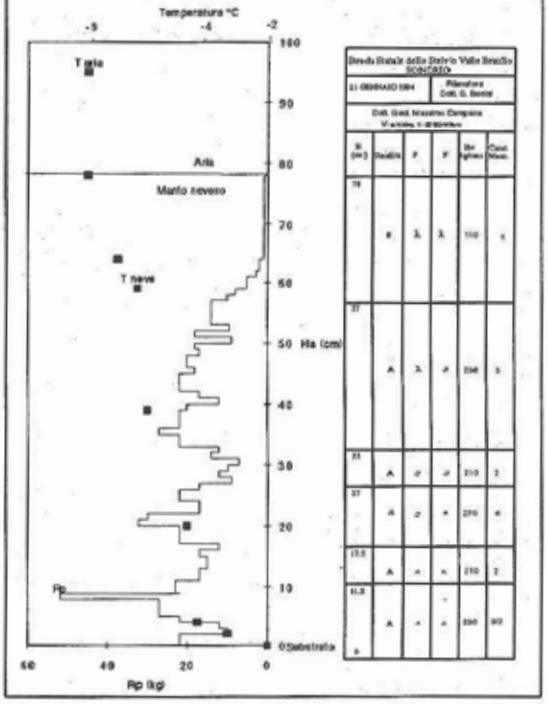
METEOROLOGIA	NIVOMETRIA E MORFOLOGIA
Situazione generale: SERENO	Situazione generale: VERSANTI RICOPERTI DI NEVE CONSISTENTE LOCALMENTE SONO PRESENTI ACCUMULI DA VENTO
Tempo previsto: SERENO	Altezza media manto nevoso: 75.95 cm
Temperatura massima (Tmax) = -1°C	Altezza locale manto nevoso:80 cm
Temperatura minima (Tmin) = -13°C	Altezza locale manto nevoso relativa all' ultima precipitazione:/
Temperatura media (Tmed) = -7°C	Rugosita' del manto nevoso: IRREGOLARMENTE EROSA
Temperatura istantanea (Ti) = -11°C	Tipo di substrato:CALCARE DOLOMITICO
Umidita':75%	Temperatura substrato:4.5 °C
Direzione dei venti:ASSENTI	Copertura vegetale:LOCALMENTE PINO MUGO
Dati meteorologici generali: VISIBILITA' OTTIMA	Dissesti sul versante: ASSENTI

DESCRIZIONE STRATIGRAFICA — PROFILO STRATIGRAFICO

Prof. cm	Temp. °C	Umidita' %	g g/cm^3	Classe Cristall.	Caratt. meccan.
10	-12	ASCIUTTA			
30	-11	ASCIUTTA			
50	-10.5	ASCIUTTA			
65	-8	ASCIUTTA			
75	-6.5	ASCIUTTA			

CONSIDERAZIONI

Prova Penetrometrica Dinamica — Stratigrafia



C D

VERIFICA DI STABILITA'

c kg/dmq	hc dm	Hw kg/dmc	§ (rad)	tg ϕ	σ kg/dmq	Tl kg/dmq	T kg/dmq	Fs	Rischio
0.4	5.7	0.17	0.541	0.432	0.73	0.71	0.428	1.66	Medio

E

Fig. 5 - Succesione di informazioni acquisite direttamente ed inderattamente per arrivare alla definizione del "rischio di caduta valanghe", esempio riferito al 21/01/1994:
A - Mappe barometriche di previsione meteorologica fornite dall'Ufficio nivometeorologico di Bormio
B - Bollettino nivometeorologico della Regione Lombardia
C - Tabella rilevamento dati nivometeorologici raccolti alla stazione 3
D - Rappresentazione dettagliata della prova penetrometrica e della trincea stratigrafica eseguite nei pressi della stazione 3 nella tarda mattinata
E - Verifica di stabilità

dalle modalità impiegate per la previsione del grado di rischio, ai meccanismi di formazione delle masse nevose collassate, alle relazioni riscontrate tra le previsioni formulate ed i dissesti avvenuti.

ASPETTI GEOLOGICI E MORFOLOGICI

Il tratto stradale sottoposto a monitoraggio è ubicato in sponda sinistra della valle del T. Braulio (affluente del F. Adda), all'interno dei comuni di Bormio e Valdidentro (Alta Valtellina; Figg. 1 e 2).
Geologicamente, tale territorio si inserisce nel Dominio Austroalpino ed è compreso tra la linea dello Zebrù a sud (presente nella zona dei Bagni di Bormio) e la linea dell'Alpisella a nord (passante nei pressi della stessa centrale idroelettrica del Braulio): tali linee tettoniche, immergenti verso NNE, delimitano la Falda dell'Ortles (appartenente al sistema Ortles-Quattervals), che è costituita da una successione sedimentaria permo-giurassica (prevalentemente triassica) comprendente conglomerati ed arenarie rosse di origine continentale (Permiano) e, per la maggior parte, dolomie e calcari di origine marina (Trias-Giurassico). Più in dettaglio lungo la tratta stradale in oggetto, affiora la Dolomia del Cristallo, rappresentata da dolomie cristalline da grigie a nere, sovente zonate, in strati di 10-30 cm di spessore, alternate a calcari dolomitici e, nella parte superiore della formazione, a calcari marnosi neri, bituminosi, in strati sottili, fossiliferi.
In sinistra orografica del torrente Braulio, gli strati della formazione sono inclinati di 40-60° con immersione NNE e sono pertanto disposti a franapoggio con angolo maggiore del pendio. Va detto inoltre che l'ammasso roccioso si presenta, in alcuni punti, notevolmente fratturato.
Dal punto di vista geomorfologico, la zona oggetto del monitoraggio presenta una conformazione tipica delle aree alpine di alta quota: sono infatti presenti segni della modellazione glaciale antica, sopra la quale si sono impostati processi fluviali-torrentizi, gravitativi e nivali. Forme e depositi glaciali sono presenti lungo l'impluvio principale sotto forma di scarpate glaciali e di depositi morenici: a queste, nelle valli trasversali (Rastello, Glandadure, Le Buse), si aggiungono i circhi glaciali, le rocce montonate, le superfici modellate dal ghiacciaio ed i cordoni morenici.
I depositi gravitativi principali sono costituiti da falde e coni di detrito spesso attivi e scarsamente vegetati, così come frequenti sono i "Rock Falls". Inoltre nella zona delle Glandadure è presente un Rock Glaciers di notevoli estensioni areali. Abbondanti sono i fenomeni di ruscellamento diffuso e/o concentrato.
Per quanto riguarda i processi nivali, sono molto evidenti i **canali di valanga che attraversano la S.S. 38 in 11 punti** e che si differenziano tra di loro per alcune evidenti caratteristiche: vi sono infatti canali posizionati al termine delle valli idrograficamente più sviluppate (val Rastello) che si sovraimpostano all'alveo del torrente omonimo, canali che non hanno un vero e proprio bacino idrografico a monte (Tre Baracche, Piattamartina e Pecci) oppure, ancora, gruppi di canali che "drenano" un unico bacino idrografico (Glandadure, Le Buse).
Inoltre, i canali di valanga, alla confluenza col T. Braulio originano di frequente dei coni che sono il risultato di processi nivali, fluviali e gravitativi (coni poligenetici di ambiente alpino).
In ogni caso, ciascuna delle sopra descritte tipologie di canali rappresenta sede di possibile formazione di **valanghe di tipo incanalato**.
Diversamente, sussistono altre fasce di versante più o meno favorevoli alla formazione di **valanghe di tipo diffuso**: tali zone sono state individuate secondo metodologie già ampiamente divulgate nella specifica letteratura scientifica e cioé attraverso un'attenta analisi di vari fattori quali la diffusione ed il tipo di vegetazione, l'acclività e l'esposizione dei versanti nonché la quantità e la permanenza al suolo delle precipitazioni nevose. Un significativo contributo all'identificazione delle aree di interesse per il monitoraggio è stato infine fornito dalle informazioni di carattere storico raccolte in luogo e/o desunte dalla bibliografia esistente.
In figura 3 è riportata la sintesi del sopra descritto studio preliminare.

STAZIONI DI MISURA E LORO FUNZIONE

Dal dato raccolto in sito alla formulazione del grado di rischio

Una volta ultimato lo studio geomorfologico preliminare, è stata messa a punto una metodologia di controllo della sede viaria dalla possibile caduta di valanghe, contemplante, in particolare la raccolta diretta di dati nivometeorologici mediante la predisposizione di apposite stazioni di misura all'interno del territorio di interesse. Più in dettaglio, la loro precisa collocazione è avvenuta basandosi sui seguenti criteri:
- *vicinanza ad aree definite a rischio di valanga dal succitato studio geomorfologico;*
- *opportuna distribuzione all'interno del territorio di interesse, al fine di garantire una sufficiente copertura;*
- *accessibilità dei luoghi.*

In corrispondenza dei siti così individuati si è pertanto organizzata la raccolta dei seguenti dati:

a) Dati meteorologici:
- situazione generale del tempo;
- temperatura massima;
- temperatura minima;
- temperatura istantanea;
- umidità dell'aria;
- pressione atmosferica;
- direzione dei venti;
- visibilità

b) Dati nivologici:
- altezza totale manto nevoso;
- spessore dell'ultima precipitazione solida;
- rugosità della superficie nevosa;
- temperatura del substrato;
- temperatura del manto nevoso a 10 e 30 cm di profondità;
- umidità della neve;
- densità;
- caratteristiche cristallografiche;
- consistenza della superficie nevosa;
- penetrazione della sonda penetrometrica

In più, presso le stesse stazioni, sono state periodicamente realizzate

DEFINIZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' IN CONCOMITANZA CON PRECIPITAZIONI NEVOSE

A) Spessore dell' ultima nevicata

< 10 cm	Sfavorevole al dissesto indipendentemente dai dati del seguente punto B
10 – 30 cm	Possibilita' di dissesto fortemente influenzata dai dati del seguente punto B
30 – 50 cm	
50 – 80 cm	Favorevole al dissesto indipendentemente
> 80 cm	dai dati del seguente punto B

B) Fattori di rischio ausiliari (vedi Tab. 2 bis)

1 - Condizioni della preesistente superficie nevosa

..... Sfavorevole al dissesto

..... Favorevole al dissesto

2 - Temperatura della neve

..... Sfavorevole al dissesto

..... Favorevole al dissesto

3 - Condizioni del vento

..... Sfavorevole al dissesto

..... Favorevole al dissesto

C) Giudizio sul grado di pericolosita'

ASSENTE O TRASCURABILE
MEDIO
ELEVATO

A

IDENTIFICAZIONE DEI FATTORI DI RISCHIO AUSILIARI (VEDI TAB. 1)

1 - CONDIZIONI DELLA PREESISTENTE SUPERFICIE NEVOSA

Elementi favorevoli al dissesto

Presenza di strato di brina
Bassa resistenza alla penetrazione (< 10 KPa o presenza di grossi cristalli molto arrotondati)
Basso grado di metamorfismo
Assente

2 - TEMPERATURA DEI LIVELLI IDENTIFICABILI ALL'INTERNO DEL MANTO NEVOSO

T. neve < 0 °C Sfavorevole al dissesto
T. neve > 0 °C Favorevole al dissesto

3 - CONDIZIONI DEL VENTO FAVOREVOLI AL DISSESTO

a) Direzione del vento trasversale all' asse vallivo principale

Forte (in grado di trasportare limitate masse nevose)
Molto Forte (in grado di trasportare notevoli masse nevose)

b) Direzione del vento parallelo all' asse vallivo principale

Molto Forte (in grado di trasportare notevoli masse nevose)

B

GRADO DI RISCHIO UTILIZZATO NEL SEGUENTE LAVORO	GRADO DI RISCHIO DALLA SCALA UNIFICATA
ASSENTE O TRASCURABILE	1
MEDIO	2 E 3
ELEVATO	4 E 5

F

DATI NIVOLOGICI

SCHEDA PER LA DEFINIZIONE DEL GRADO DI RISCHIO RIFERITO AD EVENTI PRIMAVERILI

ALTEZZA CRITICA MANTO NEVOSO

He	<10
He	10-20
He	20-35
He	>35

TEMPERATURA NEVE E SUBSTRATO

Ts1	< 0
Ts1	= 0
Ts3	< 0
Ts3	= 0
Tss	< 0
Tss	= 0

UMIDITA' NEVE

Profondità	Asciutta	Legg. umida	Umida	Bagnata
10 cm				
30 cm				
substrato				
strato critico				

CONSISTENZA DELLO STRATO CRITICO

Pugno
Quattro dita
Dito
Matita
Coltello

C

DATI METEOROLOGICI E GENERALI

SCHEDA PER LA DEFINIZIONE DEL GRADO DI RISCHIO RIFERITO AD EVENTI PRIMAVERILI

TEMPERATURA ARIA

Ti	< 0	TX	< 0	Tm	< -5
	0 / 5		0 / 5		-5 / -3
	5 / 10		5 / 10		-3 / -1
	> 10		10/15		-1 / 0
			> 15		0 / 2
					> 2

INFLUENZA DEL VENTO

Assente Leggero Forte Molto forte

VALANGHE OSSERVATE

N. dissesti	
Tipo dissesti	
Quote distacchi	
Volume accumuli	

GRADO DEL RISCHIO

BASSO
MEDIO
ALTO

Fasce orarie

TENDENZA DEL RISCHIO

Diminuzione Stazionarie Aumento

D

DEFINIZIONE DEL GRADO DI PERICOLOSITA' RIFERITO AL VOLUME COMPLESSIVO DEL MANTO NEVOSO DEPOSTOSI NEI DIVERSI EVENTI METEOROLOGICI

A) Ricerca della potenziale superficie di scorrimento in base a realizzazione di prova penetrometrica e a esecuzione di stratigrafia in trincea.

Superficie presente
Superficie assente

B)..... Densita' della neve e relativa valutazione della coesione (condizionata anche dalla temperatura, dalla forma dei cristalli e dall' umidita') e successiva verifica di stabilita' lungo la superficie individuata nel precedente punto A.

C)..... Giudizio sul grado di pericolosita'

ASSENTE O TRASCURABILE	Fs > 2
MEDIO	1.5 < Fs < 2
ELEVATO	Fs < 1.5

In caso di condizioni del vento favorevoli al dissesto determinate in modo analogo al punto 3 della Tab. 2 bis, va operato l' aumento di un grado di pericolosita'

D)..... Formazione di valanghe in atto

..... Localizzazione

..... Tipologia

..... Descrizione dell'evento

E

Fig. 6 Tabelle utilizzate per il controllo valanghe:

A e B: tabelle del grado di pericolosità in concomitanza a precipitazioni nevose
C e D: tabelle riferite ad eventi "primaverili" di valanga
E : tabella del grado di pericolosità riferito al volume complessivo del manto nevoso
F : Grado di rischio utilizzato e relativo grado di rischio della Scala Unificata (AINEVA)

trincee stratigrafiche e prove penetrometriche dinamiche (Figg. 4 e 5D) atte ad individuare e caratterizzare i vari livelli di neve. Particolare attenzione è stata inoltre rivolta alla forma e alla dimensione dei cristalli di neve, in grado di condizionare fortemente le caratteristiche meccaniche del manto nevoso. Tali dati puntuali sono stati sistematicamente inseriti nel più ampio quadro regionale fornito dal Centro Nivometeorologico della Regione Lombardia con sede a Bormio (Figg. 5A e 5B). I dati giornalieri ricavati per ogni singola stazione sono stati catalogati nell'apposita scheda di rilevamento (Fig. 5C).
Va detto che le operazioni di raccolta dei suddetti dati sono state affidate ad un tecnico specializzato presente sul posto: lo stesso tecnico ha provveduto, infatti, al compimento di letture quotidiane, eseguite, di norma, al mattino prima dell'inizio delle lavorazioni e, in caso di bruschi cambiamenti meteorologici, ripetute nell'arco della giornata. Tale organizzazione di lavoro ha permesso di stabilire giorno per giorno e con la dovuta tempestività, il grado di rischio incombente sulla tratta stradale, consentendo di provvedere all'adozione delle relative misure precauzionali preliminarmente al previsto transito delle maestranze.
Per quanto riguarda la traduzione dei dati raccolti in definizione del rischio, sono stati adottati tre differenti metodi, di cui due riferiti a condizioni climatiche di tipo invernale (in presenza o in assenza di precipitazioni nevose) e una riferita a condizioni climatiche di tipo primaverile. Si precisa che per condizioni di tipo invernale si intendono quelle riferibili a periodi caratterizzati da "basse temperature" ($T < 0°$) permanenti per l'intera giornata o, comunque, per la maggior parte di questa; diversamente per condizioni di tipo primaverile si intendono quelle riferibili a periodi caratterizzati da "alte temperature" ($T > 0°$) permanenti per almeno la maggior parte della giornata. Di ciascuno dei tre metodi si dà di seguito una sintetica descrizione.

1) *Condizioni climatiche di tipo invernale = basse temperature: concomitanza con precipitazioni solide.*
In questo caso, utilizzando i dati raccolti, va in primo luogo compilata l'apposita tabella 2 (Fig. 6A), dove grande importanza è attribuita allo spessore della neve appena caduta e, in leggero subordine, alle caratteristiche fisico-meccaniche della preesistente superficie nevosa, alla temperatura della neve e alle condizioni del vento. Per l'esatta valutazione dell'incidenza di questi ultimi tre fattori nella formazione o meno del dissesto è stata opportunamente predisposta una tabella ausiliaria (Fig. 6B).
La definizione del grado di pericolosità in concomitanza con precipitazioni nevose viene quindi operata partendo dal dato relativo allo spessore dell'ultima nevicata. Si ha, infatti, un grado di pericolosità assente o trascurabile in presenza di uno spessore inferiore a 10 cm, indipendentemente dalle condizioni degli altri fattori di rischio; al contrario, si ha invece un grado di pericolosità elevato in corrispondenza di uno spessore maggiore di 50 cm, ancora indipendentemente dalle condizioni dei fattori di rischio ausiliari. Questi ultimi diventano invece determinanti nella definizione del grado di pericolosità in presenza di spessori del manto nevoso compresi tra 10 cm e 50 cm. In tal caso, infatti, il rischio è assente o trascurabile quando tutti e tre i fattori di rischio ausiliari sono sfavorevoli al dissesto, è medio quando uno solo di questi è favorevole ed è, infine, elevato quando i fattori ausiliari favorevoli al dissesto sono da due a tre.

2) *Condizioni climatiche di tipo invernale = basse temperature: assenza di precipitazioni solide.*
In questo secondo caso, il grado di pericolosità viene invece definito attraverso la compilazione di una ulteriore tabella (Fig. 6E).
Questo tipo di verifica viene comunque svolto anche nel caso precedente per valutare la possibilità di scivolamenti anche lungo piani più profondi rispetto a quello posto alla base dell'ultima nevicata.
In ogni caso, per tale verifica, viene in primo luogo ricercata la condizione più critica fra le potenziali superfici di scorrimento presenti all'interno del manto nevoso, individuate attraverso la realizzazione di prove penetrometriche dinamiche e l'esecuzione di rilievi stratigrafici in trincea.
Qualora non siano identificate superfici di potenziale dissesto si passa automaticamente a una condizione di rischio assente o trascurabile.
Nel caso sia invece reperita la superficie critica, si procede alla successiva determinazione dei principali parametri fisico-meccanici della neve, con particolare riferimento alla densità e alla coesione.
Una volta definiti questi parametri, si può quindi procedere all'esecuzione di verifiche di stabilità lungo le sezioni di pendio maggiormente a rischio, con ricerca del possibile movimento lungo la predeterminata superficie. Calcolato il fattore di sicurezza Fs, si stabilisce il grado di pericolosità secondo il seguente prospetto:

FATTORE DI SICUREZZA	GRADO DI PERICOLOSITA'
$Fs \geq 2$	Assente/Trascurabile
$1,5 < Fs < 2$	Medio
$Fs \leq 1,5$	Elevato

Nel caso siano inoltre presenti condizioni del vento favorevoli al dissesto - determinate in modo del tutto analogo a quello descritto nella tabella ausiliaria del punto precedente - si opera automaticamente l'aumento di un grado di pericolosità.

3) *Condizioni climatiche di tipo primaverile = "alte temperature".*
In presenza di "alte temperature" la neve assume un comportamento che si discosta notevolmente da quello del periodo invernale, con prevalenza di cinematismi fortemente condizionati dalla scarsissima consistenza e dalla bassissima coesione del manto nevoso.
Si è pertanto messa a punto una specifica procedura, attraverso la compilazione di due apposite schede (Fgg. 6C e 6D), dove

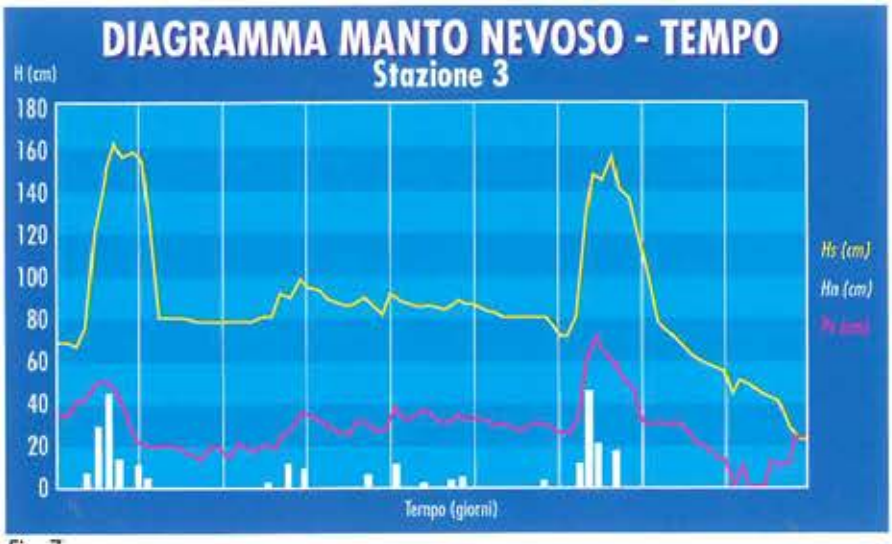


Fig. 7

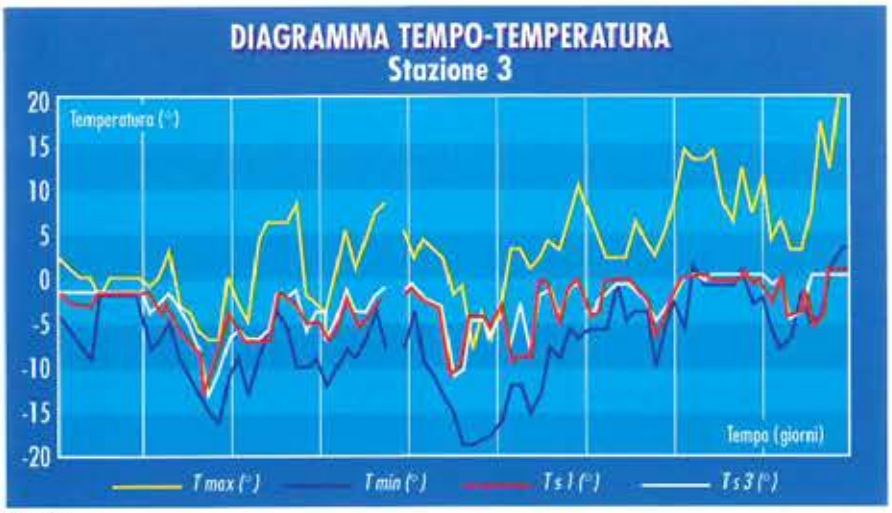


Fig. 8

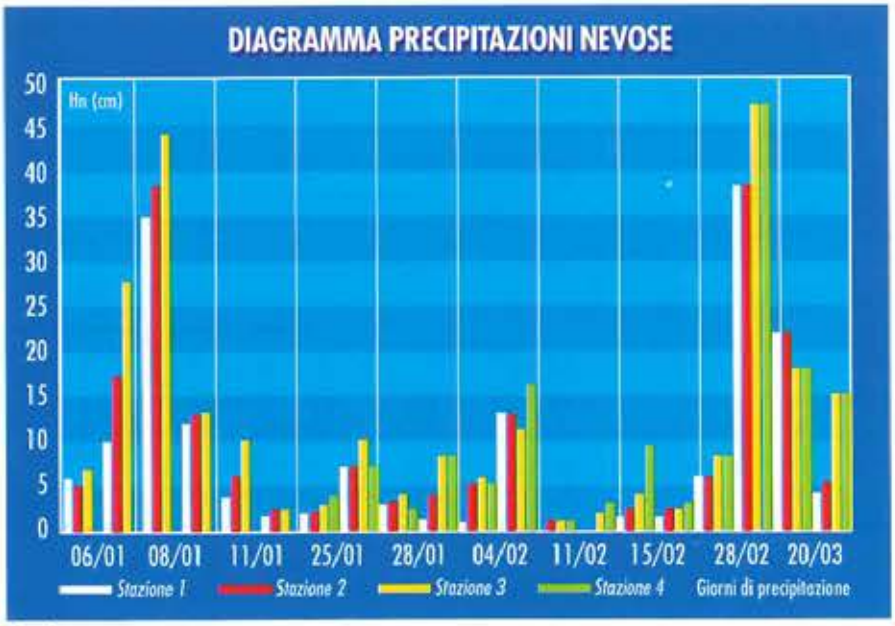


Fig.9

assumono, in particolare, notevole importanza i valori di temperatura dell'aria. Per la definizione del rischio vengono qui associati determinati valori numerici ai vari parametri considerati, la cui sommatoria fornisce immediatamente il grado di pericolosità rilevato: in particolare, agli elementi considerati e cioé l'altezza critica del manto nevoso (Hc), la temperatura della neve e del substrato, l'umidità della neve, la consistenza del livello critico, la temperatura dell'aria e le condizioni del vento sono stati attribuiti dei punteggi via via crescenti con l'avvicinarsi alle condizioni maggiormente favorevoli al dissesto.

A questo punto va fatto presente che, che qualunque sia la metodologia adottata per la definizione del grado di rischio, la presenza di valanghe in atto o appena cadute comporta l'automatica definizione di un rischio elevato; inoltre, va sottolineato che, la cessazione di una situazione di pericolosità media od elevata avviene nel momento in cui vengono meno le condizioni che l'hanno originata, ovvero le grandezze responsabili dell'allertamento ritornano su valori sfavorevoli al dissesto.

I tre gradi di pericolosità utilizzati per il monitoraggio, sono stati specificatamente ideati dagli autori del presente articolo: gli stessi ritengono peraltro di poterli correlare con il grado utilizzato nella "Scala Unificata" introdotta nell'inverno 1993-94 in Austria, Francia, Germania, Italia, Spagna e Svizzera per la definizione del rischio di valanga (Fig. 6F).
Tornando alla Fig. 5, viene presentato un esempio di definizione del grado di rischio, effettuata il 21/01, mediante il metodo "invernale in assenza di precipitazioni solide", nel quale si individuano i seguenti quattro passi successivi:
a - raccolta dei dati del Centro Nivometeorologico di Bormio (mappe barometriche previsionali e bollettino nivometeorologico);
b - dati raccolti presso la stazione di controllo 3, catalogati nell'apposita

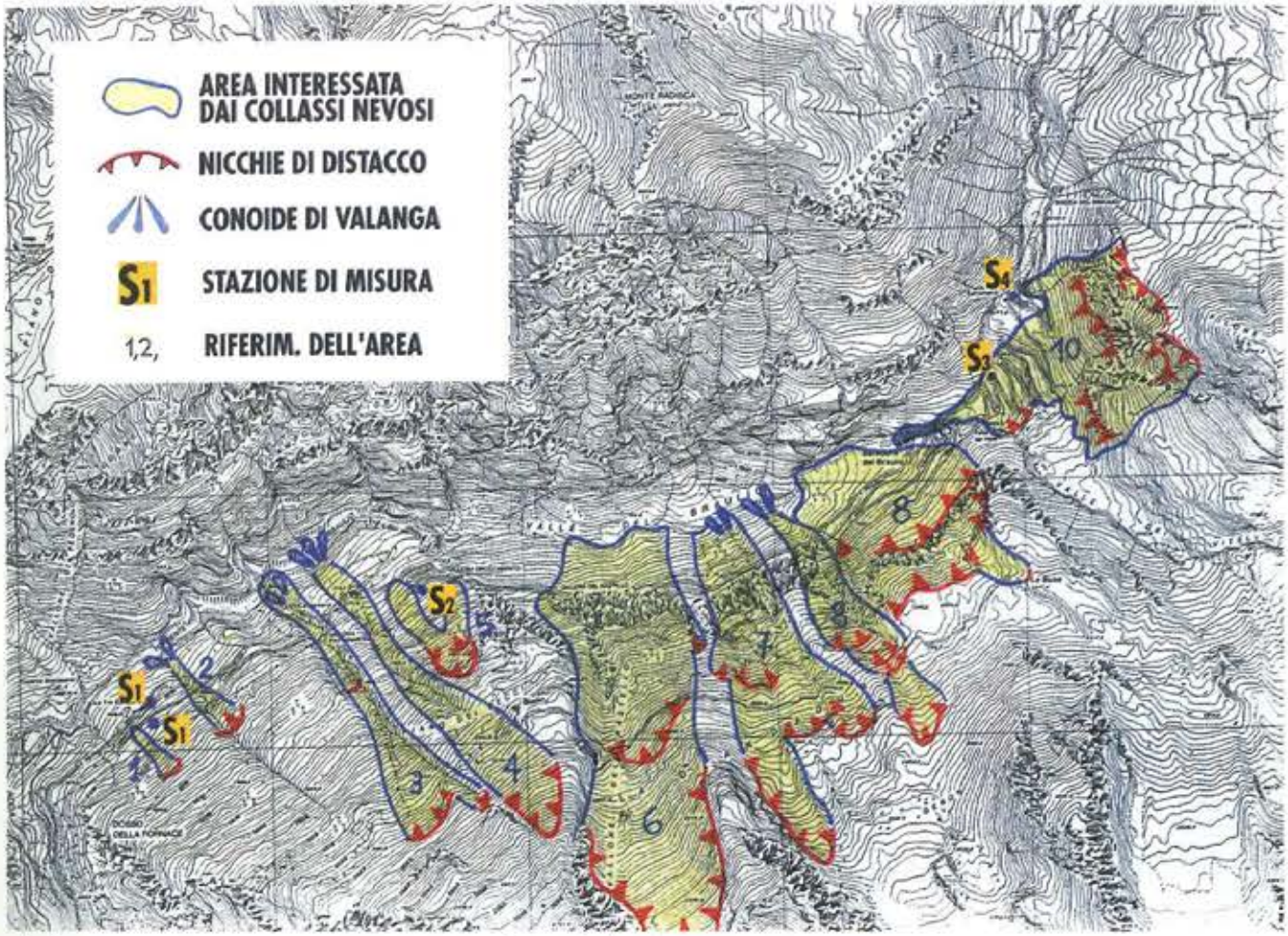


Fig. 10

tabella;
c - stratigrafia e prova penetrometrica riferita alla stazione di controllo 3;
d - verifica di stabilità.

RISULTATI OTTENUTI ATTRAVERSO IL CONTROLLO

Osservazioni nivometeorologiche

In prima analisi si desidera esporre un sintetico commento dei dati nivometeorologici catalogati durante i 72 giorni in cui è rimasto attivo il monitoraggio in questione, con particolare riferimento a due elementi che hanno rivestito un'importanza fondamentale nella dinamica dei movimenti delle masse nevose e cioé la quantità di precipitazioni solide (vedi Fig.7) ed i valori di temperatura (vedi Fig.8).
Per quanto riguarda il primo aspetto vanno innanzi tutto segnalati due eventi meteorologici molto importanti all'origine di abbondanti nevicate; il primo compreso tra i giorni 06/01 e 09/01, che ha determinato la caduta di 63 cm di neve (misurazione eseguita presso la stazione 1), il secondo tra i giorni 28/02 e 02/03, con deposizione di 66 cm di neve (misurazione eseguita presso la stazione 3).
Facendo riferimento alla stazione 3, posta a 2040 m slm, nel complesso, sono stati censiti 20 giorni con precipitazioni solide (28% dei giorni di monitoraggio) con un totale di 243,5 cm di altezza di neve caduta (Hn); lo spessore totale del manto nevoso (Hs) ha registrato due massimi nei giorni 09/01 con 161 cm e 04/03 con 154 cm, mantenendosi, generalmente, tra i 75 e i 95 cm. Esso è diminuito in modo drastico negli ultimi 15 giorni di rilevamento (tra il 10/03 e il 25/03), in conseguenza dell'instaurarsi di un sistema ad alta pressione ed elevate temperature.
Per quanto riguarda, invece, la temperatura dell'aria, va detto che questa, ancora per quel che riguarda la stazione di misura 3, ha subìto significative variazioni durante l'esecuzione del controllo: il valore minimo, -18,5 °C, è stato registrato

INFORMAZIONI SUI COLLASSI AVVENUTI

AREA N°	NOME AREA	DATA COLLASSO	VOLUME NEVE COLLASSATA (mc)	INFRASTRUTTURE DANNEGGIATE E/O EFFETTI PRODOTTI SULLA VIABILITA'	DANNI A PERSONE O A MEZZI IN TRANSITO
1	Dosso della Fornace	02/03/94	40/50	Reti paramassi	Nessuno
2	Canale Tre Baracche	26-27/01/94	100/200	Nessuno	Nessuno
3	Canale Piattaformatica	27-28/01/94	1000	Nessuno	Nessuno
		02/03/94	4000/5000	Nessuno	Nessuno
4	Canale Pecci	28-29/01/94	10000	Paracarri, ostruzione SS.38	Nessuno
		02/03/94	5000/6000	Nessuno	Nessuno
5	Diroccamento	01/03/94	300/400	Nessuno	Nessuno
		02/03/94	50/70	Nessuno	Nessuno
		13/03/94	250	Ostruzione SS.38	Nessuno
6	Val Rastello	10-11/03/94	20000/30000	Reti paramassi, paracarri, segnaletica, ostruzione SS.38	Nessuno
		26-27/01/94	2500	Nessuno	Nessuno
		28/02/94	10000	Ostruzione SS.38	Nessuno
		02/03/94	5000/6000	Ostruzione SS.38	Nessuno
7	La Giandeduro	07-08/01/94	5000	Reti paramassi, segnaletica, ostruzione SS.38	Nessuno
		28/01/94	15	Nessuno	Nessuno
		28/02/94	1000	Ostruzione SS.38	Nessuno
		01/03/94	4000/5000	Paracarri, ostruzione SS.38	Nessuno
		02/03/94	5000	Paracarri, ostruzione SS.38	Nessuno
		04/03/94	500	Ostruzione SS.38	Nessuno
		09/03/94	100	Ostruzione SS.38	Nessuno
		12/03/94	150	Ostruzione SS.38	Nessuno
		13/03/94	50	Paracarri, ostruzione SS.38	Nessuno
8	Geron	21-22/01/94	500/1000	Paracarri, ostruzione SS.38	Nessuno
		18/02/94	20	Ostruzione SS.38	Nessuno
		28/02/94	300/400	Ostruzione SS.38	Nessuno
		01/03/94	300/400	Ostruzione SS.38	Nessuno
		04/03/94	150	Paracarri, ostruzione SS.38	Nessuno
9	La Buse	08/03/94	5000	Tre tralicci AEM, pale AEM, reti paramassi, gotta delle nevi, segnaletica, ostruz. SS.38	Nessuno
		16/02/94	10	Nessuno	Nessuno
		28/02/94	600/800	Ostruzione SS.38	Nessuno
		01/03/94	300	Ostruzione SS.38	Nessuno
		02/03/94	400/500	Paracarri, ostruzione SS.38	Nessuno
		07/03/94	5	Ostruzione SS.38	Nessuno
		09/03/94	50/60	Nessuno	Nessuno
10	Spondo Lungo	05/01/94	20	Nessuno	Nessuno
		07/01/94	5000	Passarella sul T. Brosio, paracarri, segnaletica, ostruzione SS.38	Nessuno
		12/02/94	30/50	Nessuno	Nessuno
		17/02/94	20/30	Nessuno	Nessuno
		17/02/94	50	Nessuno	Nessuno
		28/02/94	400	Parziale ostruzione SS.38	Nessuno
		01/03/94	100	Nessuno	Nessuno
		09/03/94	600	Ostruzione accesso galleria	Nessuno

Fig. 11

Fig. 14

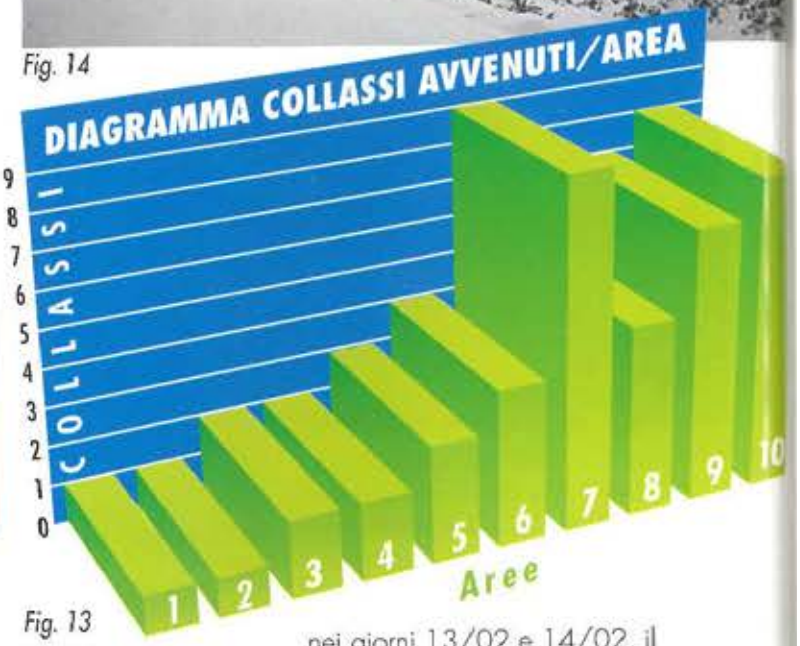


Fig. 13

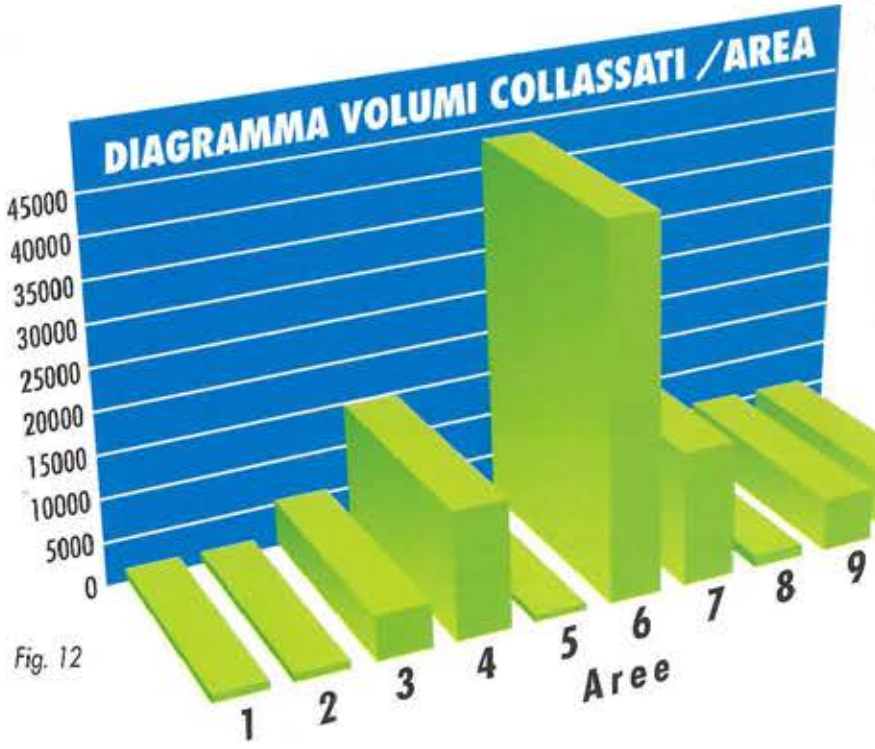


Fig. 12

nei giorni 13/02 e 14/02, il valore massimo, +20 °C, nei giorni 24/03 e 25/03. La temperatura della neve, sia a 10 che a 30 cm di profondità, si è rivelata in fase con la temperatura dell'aria. Si segnala inoltre che sia i valori di temperatura che di altezza del manto nevoso sono risultati crescenti con l'aumentare della quota: le differenti stazioni hanno infatti registrato, per entrambi i dati, valori tendenzialmente crescenti passando da quote più basse a quote più elevate (vedi Fig. 9).

Episodi valanghivi censiti

Va detto innanzi tutto che durante il periodo interessato dal monitoraggio **sono avvenuti 42 collassi di masse nevose** aventi entità e tipologie differenti (Figg. 10, 11, 12 e 13). Tali eventi possono in

prima istanza suddividersi in "invernali" e "primaverili", in base alle condizioni climatiche presenti nel momento del loro distacco e sono stati successivamente descritti secondo la classificazione delle valanghe proposta da Fraser (1970).
Le valanghe di tipo "invernale" (n. 33 episodi) sono state fortemente influenzate dall'entità delle precipitazioni solide e dalle condizioni del vento, mentre le valanghe di tipo "primaverile" (n. 9 episodi) sono state per lo più condizionate dai valori di temperatura.
Per quanto riguarda la loro classificazione, le valanghe di tipo "invernale" hanno denotato le seguenti caratteristiche: a lastre, di fondo o di superficie, asciutte o bagnate, non delimitate od incanalate, nubiformi o radenti; a loro volta quelle di tipo "primaverile" sono generalmente risultate incoerenti, di fondo o superficiali, bagnate, diffuse o incanalate e radenti.
Tra le valanghe invernali (Fig. 14), risultate di notevole volume (frequentemente oltre 1000 mc) vengono di seguito descritte le principali.
La valanga di **"Sponda Lunga"** del 07/01 (Fig. 15) e de **"Le Buse"** del 08/01 sono state classificate del tipo a lastre, di fondo, bagnate, non delimitate e nubiformi; la valanga del **"Canale Pecci"**, del 02/03, del tipo a lastre, di fondo, bagnata, incanalata e radente; la valanga della **"Val Rastello"**, del 10-11/01, del tipo a lastre, superficiale, bagnata, in parte non delimitata (alta valle e zona terminale) ed in parte incanalata (tratto centrale della zona di scorrimento), radente ed, in alcuni punti, nubiforme. Per quanto riguarda, invece, le valanghe di tipo primaverile,(Fig. 16) queste sono generalmente risultate di piccolo volume (sempre minori di 250 mc), con tipologia assai costante: incoerenti e puntiformi, di fondo, bagnate, incanalate (anche in piccoli avvallamenti idrograficamente non sviluppati) e radenti.
Fra queste è da considerarsi anomala la valanga di "Sponda Lunga", avvenuta il 09/03, che ha coinvolto un volume di circa 600 mc con movimento e tipologia condizionati

Fig. 15

Fig. 16

Fig. 17

Fig.15: Dettaglio dell'accumulo della valanga nubiforme verificatasi il 7/1/94 in località Sponda Lunga. Si nota la discordanza angolare tra i livelli presenti all'interno del corpo di valanga ed il deposito superficiale relativo all'ultima precipitazione solida.
Fig.16: Valanga verificatasi durante il periodo primaverile nei pressi della seconda cantoniera. Il dissesto di circa 100 mc é di tipo puntiforme, superficiale, radente e bagnato.
Fig.17: Area interessata dalla valanga del 9/3/94 che ha coinvolto un volume di circa 600 mc. Si osservi in particolare l'esteso coinvolgimento del sottostante detrito di falda.

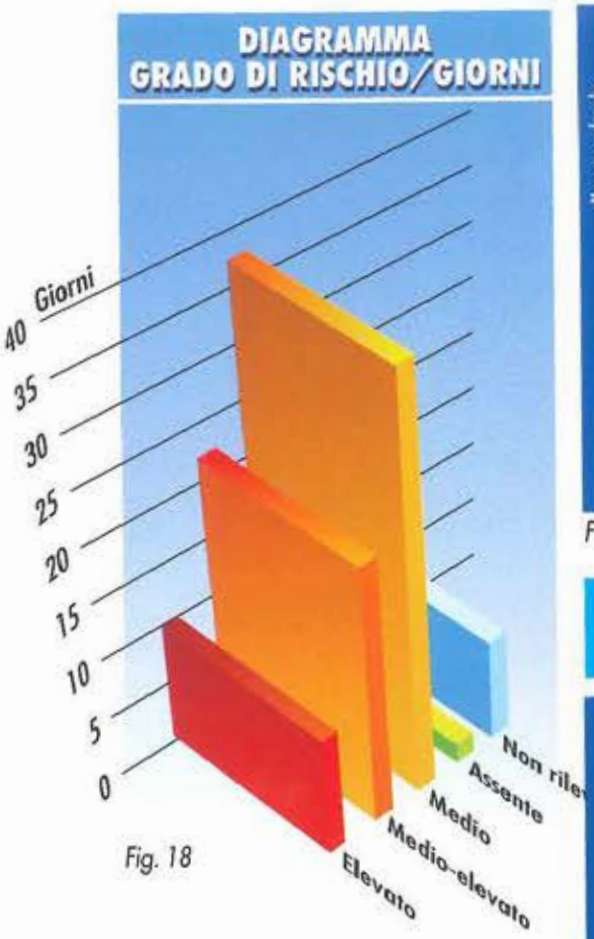


Fig. 18

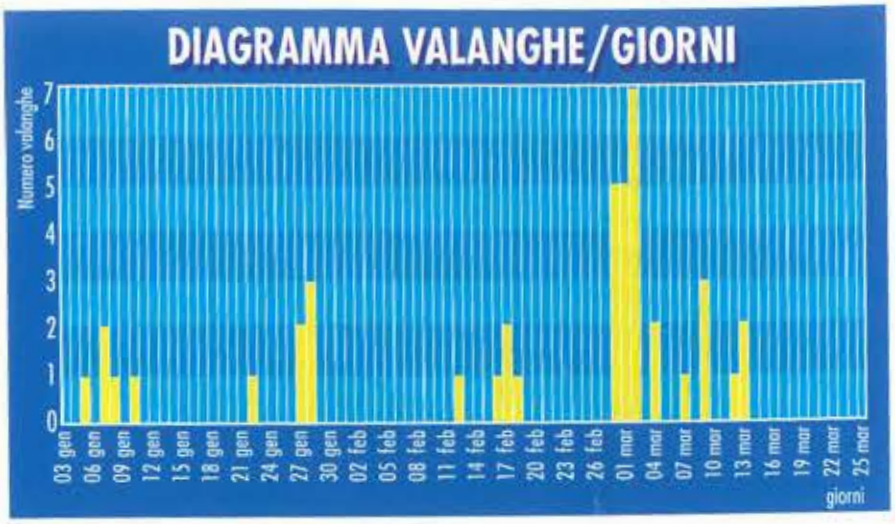
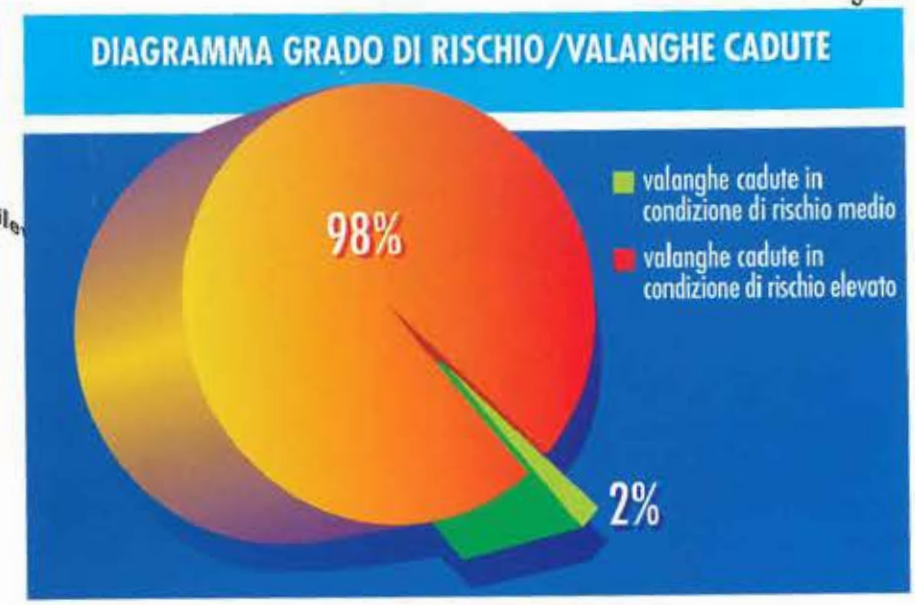


Fig. 19

Fig. 20



dalla particolare conformazione morfologica del substrato: la valanga ha avuto infatti origine su un pendio di alta quota (circa 2600 m slm) posto in sinistra idrografica del T. Braulio, è discesa lungo il pendio stesso fino ad intercettare una scarpata morfologica in corrispondenza della quale in parte si è nebulizzata ed in parte ha impattato alla base della stessa scarpata, innescando, di conseguenza, la movimentazione della neve e del detrito di falda presenti al piede del declive (Fig. 17).

Regolamentazione del transito lungo la tratta stradale

Per quanto riguarda l'effetto del controllo giornaliero sulla transitabilità della tratta stradale in interesse, va detto che durante l'esecuzione del monitoraggio (Fig. 18) sono stati registrati:

- **2 giorni definiti a rischio assente o trascurabile,**
- **37 giorni definiti a rischio medio,**
- **10 giorni definiti a rischio elevato**
- **23 giorni in cui il rischio**, durante l'arco della giornata, è variato **da medio** (nelle ore a temperature minori, mattina e sera) **ad elevato** (nelle ore a temperature maggiori, tarda mattinata e pomeriggio).

Durante le giornate definite a rischio assente, il transito è avvenuto normalmente, nei giorni di rischio elevato il transito è stato interrotto, nei giorni di rischio medio il transito è stato regolamentato permettendo il passaggio delle maestranze solo in determinate fasce orarie e sotto stretta vigilanza; infine, durante i giorni a rischio variabile da medio ad elevato, la transitabilità è stata

consentita solo durante il permanere del rischio medio.
Le valanghe cadute (Figg. 19 e 20) si sono verificate quasi totalmente nei giorni o negli intervalli temporali definiti a rischio elevato (41 valanghe su un totale di 42, ovvero il 97,6% dei casi); solo il 05/01 si è manifestato un collasso in un giorno definito a rischio medio (2,4% dei casi) durante i lavori di sgombero neve sulla S.S. 38, peraltro di piccola entità (volume di circa 20 mc).
Tale elevata rispondenza fra definizione del grado di rischio ed effettiva condizione di equilibrio dei versanti nevosi ha fatto sì che gli episodi di dissesto - per quanto numerosi e, alle volte, di notevolissima entità - non investissero, in nessuna occasione, persone e mezzi in transito lungo la tratta stradale sottoposta al controllo. Come si evince, infatti, ancora dalla Fig. 11, i danni causati dalle valanghe, peraltro in alcuni casi anche piuttosto consistenti (vedi, ad es., la valanga "Le Buse" del 08/01) hanno sempre interessato materiali e mezzi non in movimento (paracarri, tralicci, reti paramassi ecc.).
Va infine sottolineato come il successo del controllo vada in gran parte attribuito, oltre che all'efficacia del metodo adottato, all'elevata qualità organizzativa predisposta dal Raggruppamento Temporaneo di Imprese (peraltro in base ad accordi intercorsi con la Committente A.E.M.). Lo stesso raggruppamento ha infatti provveduto a rendere tempestivamente operative le misure di controllo del transito derivanti dal grado di pericolosità rilevato, allestendo, in special modo, dei punti di guardianìa continuativa provvisti di sbarra per l'arresto del traffico e collegati via radio con il tecnico preposto alla definizione del grado di rischio. Inoltre il personale destinato alle operazioni di controllo - dotato di mezzi fuori strada, apparecchi ricetrasmittenti e mezzi sgombraneve - si è impegnato a registrare ogni passaggio lungo la sede viaria: a tal proposito va sottolineato che durante il periodo di attività del monitoraggio sono stati registrati circa 1100 passaggi di mezzi vari.

CONCLUSIONI

Il controllo dei versanti dal rischio di caduta valanghe, applicato in sinistra della valle del Braulio (SO) lungo la S.S. 38 dello Stelvio (progr. 106+500 e 115+000), ha fornito risultati particolarmente soddisfacenti. Infatti il monitoraggio - reso operativo per 72 giorni effettivi nel periodo Gennaio '94/ Marzo '94 - ha consentito di individuare i momenti ed i luoghi di maggior rischio relativamente alla caduta di masse nevose lungo la sede viaria: in tal modo, nonostante il verificarsi, durante il periodo di controllo, di ben 42 episodi di dissesto (alcuni, peraltro, di notevole entità) non si sono in alcun caso verificati danni ai mezzi ed alle persone in transito lungo la tratta stradale, in virtù, appunto, di una transitabilità rigorosamente regolata in base alle condizioni di rischio di volta in volta rilevate.

Bibliografia

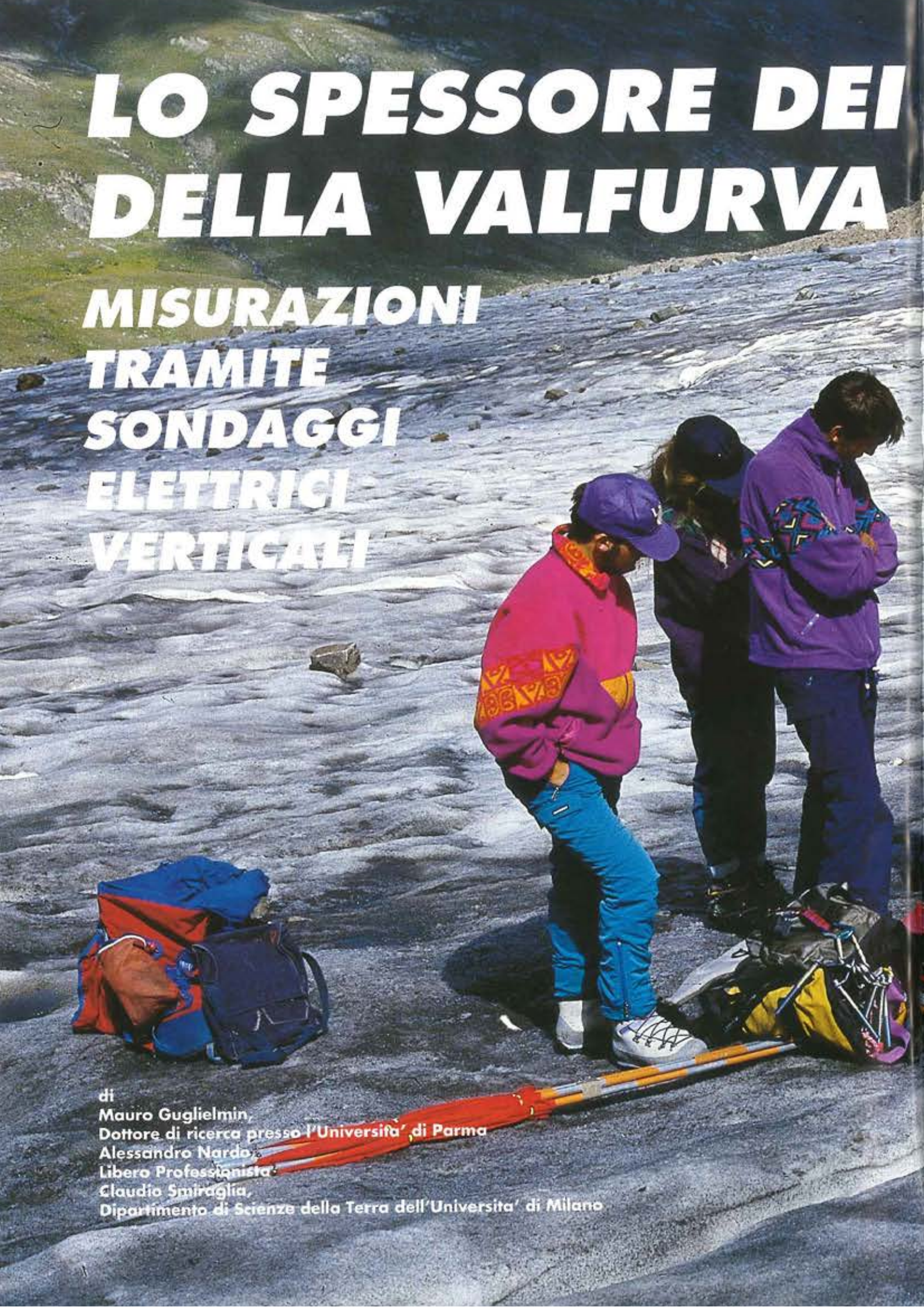
1 A.V., 1970. Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000, Foglio 8, Bormio.
2 A.V., 1969. Note illustrative della "Carta Geologica d'Italia", alla scala 1:100.000, Foglio 8, Bormio.
3 AINEVA, 1983. Codice nivometeorologico.
4 AINEVA, 1990 - 1993. Rivista "Neve Valanghe" Volumi 9 - 15 - 17 - 18 - 19.
5 Benedini N. e Gisotti G., 1985. Il dissesto idrogeologico.
6 Belloni S., 1969. Il clima della Valtellina in relazione alla difesa del suolo. Memorie Istituto Lombardo Accademia Scienza.
7 Belloni S., Catasta G. e Smiraglia C., 1985. Parametri Climatici e variazioni glaciali nel periodo 1950 - 1982. Geografia fisica e dinamica Quaternaria.
8 C.A.I., 1985. Sci-Alpinismo.
9 C.I.V., 1990. Atti del convegno "Proceedings of conference", valanghe e pianificazione del territorio montano.
10 Comando IV Corpo di Armata Alpina, 1985. Monografia militare delle valanghe.
11 Forcella F. e Orombelli G., 1993. Holocene slope deformation in Valtellina (Central Alps Italy). Geografia fisica e dinamica del Quaternario.
12 Guglielmini M. e Tellini C., 1993. First example of permafrost mapping with B.T.S. in the Italian Alps (Livigno - Sondrio, Italy). Acta Naturalia.
13 Pozzi R., Bollettinari G., Clerici A., 1990. Studio geomorfologico e geologico applicato dell'alta Valtellina. Quaderni A.E.M..
14 Regione Lombardia, 1988. Codice per il rilevamento nivometeorologico.
15 Regione Lombardia, 1992. Carta di localizzazione probabile delle valanghe: Comuni di Bormio, Valfurva.
16 Regione Veneto, 1982. Dinamica delle valanghe. Collana di studi e ricerche su problemi di interesse regionale.
17 Regione Veneto, 1987. Guida per una corretta interpretazione del bollettino nivometeorologico nelle Dolomiti e Prealpi venete.

Ringraziamenti

Si desidera ringraziare l'A.E.M. nella persona del direttore dei lavori Ing. F. Maugliani, l'intero personale del Raggruppamento Temporaneo di Imprese - in particolar modo l'Ing. L. Pasini, il Geom. T. Sciaini, il Sig. A. Confortola, il Sig. G. Confortola e il Sig. I. Giacomelli - e il personale del Centro Nivometeorologico di Bormio per la fattiva collaborazione alla riuscita del presente lavoro.

LO SPESSORE DEI DELLA VALFURVA

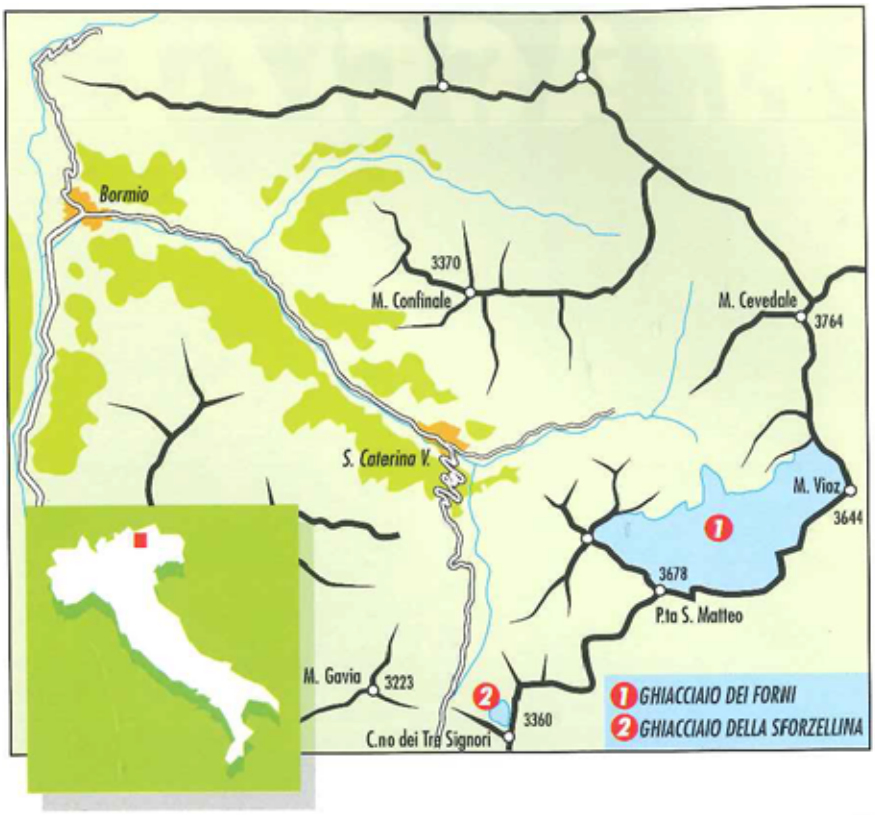
MISURAZIONI TRAMITE SONDAGGI ELETTRICI VERTICALI



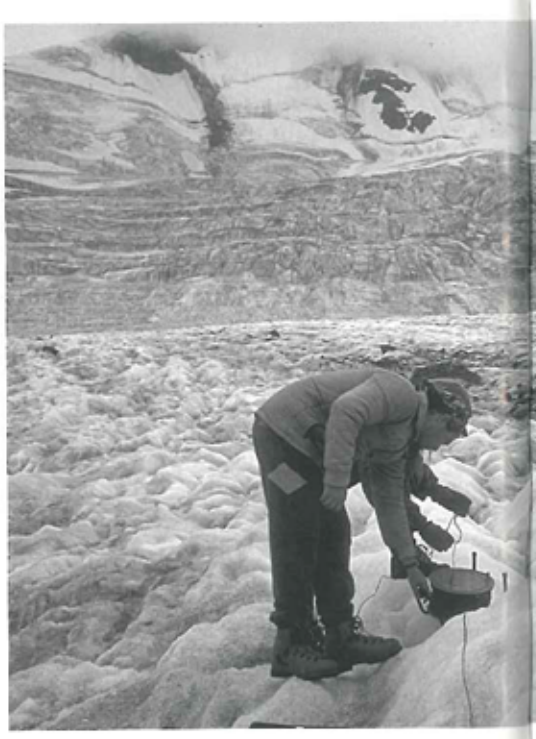
di
Mauro Guglielmin,
Dottore di ricerca presso l'Universita' di Parma
Alessandro Nardo,
Libero Professionista
Claudio Smiraglia,
Dipartimento di Scienze della Terra dell'Universita' di Milano

GHIACCIAI

Nell'estate 1994 nel l'ambito di una ricerca sulle risorse idriche rappresentate dai ghiacciai dell' alta Valtellina, in collaborazione fra Comitato Glaciologico Italiano e AEM-Milano, sono stati compiuti alcuni rilievi geofisici (S.E.V. - Sondaggi Elettrici Verticali) su due ghiacciai campione della Valfurva, quello dei Forni, il più vasto ghiacciaio vallivo delle Alpi Italiane e quello della Sforzellina, uno dei tipici apparati di circo della Lombardia.
Il metodo scelto, che consiste nell'inserire corrente nel ghiaccio attraverso due elettrodi di iniezione e misurare la differenza di potenziale tra due elettrodi di misura, ha consentito di valutare gli spessori dei due ghiacciai indicati. In undici sondaggi su dodici effettuati è stato raggiunto il letto roccioso, il che ha permesso anche di evidenziare le caratteristiche della morfologia subglaciale. Sulla lingua del Ghiacciaio dei Forni in base ai lavori di resistività ottenuti, gli spessori di ghiaccio variano da circa 20 metri a circa 80 metri, con una media di 57 metri; nell'area di confluenza delle tre colate si è individuata una zona di sovraescavazione dove il ghiaccio raggiunge uno spessore superiore ai 100 metri. Per la Sforzellina gli spessori sono nettamente minori con un valore massimo di una quarantina di metri.



L'importanza applicativa degli studi sui ghiacciai è ormai acquisita dalla ricerca scientifica contemporanea. E' appena il caso di ricordare i numerosi ambiti di utilizzazione delle masse glaciali (irrigazione, alimentazione dei bacini idroelettrici, attività ludiche), senza peraltro dimenticare la loro fondamentale funzione di archivio climatico e ambientale.
E' quindi di notevole importanza da un lato la conoscenza dei loro parametri geometrici (in particolare, superficie e volume), dall'altro lo studio delle loro variazioni. Se i dati areali sono ricavabili con relativa facilità (aerofotogrammetria, immagini da satellite, cartografia a grande scala, topografia di terreno anche speditiva), i dati di spessore e di volume hanno sempre rappresentato i parametri più complessi e più onerosi da determinare. Dato l'alto costo economico e organizzativo delle perforazioni dirette, si ricorre usualmente a tecniche indirette. Queste ultime prevedono l'utilizzo di parametri geometrici alternativi che attraverso le leggi di flusso dei ghiacciai vengono correlate allo spessore e al volume e l'utilizzo di tecniche di tipo geofisico.
Nel primo caso spessori e volumi vengono ricavati dalla velocità superficiale del ghiacciaio (Formula di Somigliana), dalla sua inclinazione (Formula di Nye), dalla sua area (Formule di Yerasov e Steinhauser), dall'entità dell'accumulo (Formula di Mazo e Glazyrin), (Konovalov e Shchetinnicov, 1994).
Nel secondo caso si utilizzano le proprietà fisiche ed elettromagnetiche dei materiali attraversati.
Nel nostro Paese fu soprattutto il ventennio 1950-1970 a vedere la realizzazione di numerosi sondaggi



geofisici sui ghiacciai. Si trattò soprattutto di sondaggi sismici effettuati ad esempio sui Forni (Cassinis e Carabelli, 1954) e sul Pian di Neve (Carabelli, 1962), sulla Lex Blanche (Lesca e Armando, 1972), e solo in misura minore di sondaggi geoelettrici (sulla Marmolada, Iliceto e Andrieux, 1965).
Dopo quasi un ventennio durante il quale in Italia queste metodologie vennero praticamente trascurate,

l'accresciuto interesse per i problemi ambientali, la riscoperta dei ghiacciai come risorsa idroelettrica, l'impulso dato alla glaciologia alpina dalle ricerche condotte dal nostro Paese in Antartide, hanno riacceso l'interesse sulle valutazioni di spessore e di volume delle masse glaciali. Dalla seconda metà degli Anni Ottanta sono stati effettuati prevalentemente sondaggi geoelettrici (Ghiacciaio della Sforzellina, Resnati e Smiraglia, 1988; Ghiacciaio del Calderone, Smiraglia e Veggetti, 1992; Ghiacciaio dell'Adamello, inform. Resnati) e radar (Ghiacciaio di Chardoney, Armando et Alii. , 1994; Ghiacciaio dei Forni e della Lobbia, inform. Tabacco; Ghiacciaio del Calderone, inform. Fiucci).
Durante l'estate 1994 nell'ambito di una convenzione fra il Comitato Glaciologico Italiano e l'AEM di

Milano, il cui obiettivo era la valutazione delle risorse idriche rappresentate dai ghiacciai dell'Alta Valtellina, sono stati compiuti rilievi geoelettrici su due ghiacciai della Valfurva (Alpi Lombarde, Gruppo del Cevedale).

LE AREE OGGETTO DI STUDIO

I rilievi geoelettrici sono stati effettuati su due apparati ben noti nell'ambito della ricerca glaciologica italiana, il Ghiacciaio dei Forni e il Ghiacciaio della Sforzellina (Fig. 1). Il primo con una superficie di circa 13 km² rappresenta il più esteso ghiacciaio vallivo delle Alpi Italiane. E' formato da tre vasti bacini di alimentazione circondati da una sequenza di cime che vanno dal Palon della Mare (3073 m) alla Punta Pedranzini (3599 m); dai circhi si dipartono altrettante colate, che confluiscono in un ampio pianoro a circa 2700 m di quota e danno origine ad una lingua unitaria. Questa, segnata da due caratteristiche morene mediane, scende fino a 2400 m, arrestandosi sul ciglio di un ripido salto di rocce lisciate e montonate. Le ben evidenti morene di sponda, insieme ai lembi residui delle morene frontali, indicano chiaramente le fasi di espansione e di ritiro a partire dalla Piccola Età Glaciale, quando il

ghiacciaio scendeva fino all'albergo dei Forni (2175 m). Dalla metà del secolo scorso ad oggi, il ghiacciaio è arretrato di oltre due chilometri con una riduzione areale di quasi 5 km^2. Date le sue dimensioni e la sua tipologia (è uno dei pochissimi ghiacciai italiani che, seguendo una vecchia classificazione, veniva definito di tipo "himalayano"), è stato sempre oggetto di studi e di ricerche a partire dalla seconda metà del secolo scorso (Desio, 1967).
Molto minori sono le dimensioni del Ghiacciaio della Sforzellina, che si affaccia sulla Valle di Gavia. E' un piccolo apparato di circo, situato ai piedi del versante nordoccidentale del Corno dei Tre Signori (3360 m). Anche la Sforzellina è in sensibile arretramento a partire dalla Piccola Età Glaciale, come è testimoniato dal complesso apparato morenico ben visibile dal Rifugio Berni. La sua accessibilità, unita alla sua tipologia (è uno dei più classici ghiacciai di circo delle Alpi Lombarde), ne ha fatto un apparato-laboratorio, soprattutto per quanto riguarda studi sul bilancio di massa, relazioni con il clima e studi dendrologici (Barsanti, Pelfini e Smiraglia, in stampa).

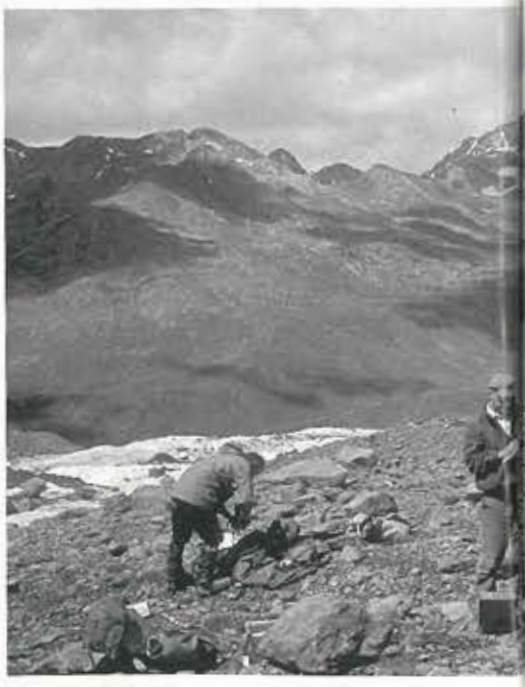
PRECEDENTI RILIEVI GEOFISICI

Su entrambi i ghiacciai indicati, in tempi diversi e con metodologie differenti, sono stati compiuti rilievi geofisici per determinarne lo spessore e ottenere indicazioni sulla riserva idrica rappresentata dai due apparati.
Sul Ghiacciaio dei Forni furono eseguiti stendimenti sismici (Cassinis e Carabelli, 1953) nel quale si evidenziava la struttura del bedrock sottostante al corpo glaciale in corrispondenza del bacino centrale, determinando così l'esistenza di una tipica valle glaciale fortemente sovraescavata, in particolare in corrispondenza del pianoro compreso tra quota 2700 e 2650 m. In questa zona fu rilevato uno spessore massimo di oltre 150 m.
Nel caso del Ghiacciaio della Sforzellina gli unici rilievi geofisici eseguiti sono stati di tipo

geoelettrico (Resnati e Smiraglia, 1988). Tali sondaggi elettrici rivelarono spessori di ghiaccio variabili dai 15 m nella zona apicale (oltre i 3000 m di quota) sino ad oltre 30 m in corrispondenza della zona centrale del ghiacciaio (quota 2900 m). Risultava altresì che nel settore orientale il ghiaccio fosse meno potente (meno di 8 m).

LA PROSPEZIONE GEOELETTRICA

Tra i metodi di prospezione geofisica, la prospezione geoelettrica è un metodo che si basa sulla proprietà di tutti i materiali, e soprattutto dell'acqua, di aumentare in modo quasi



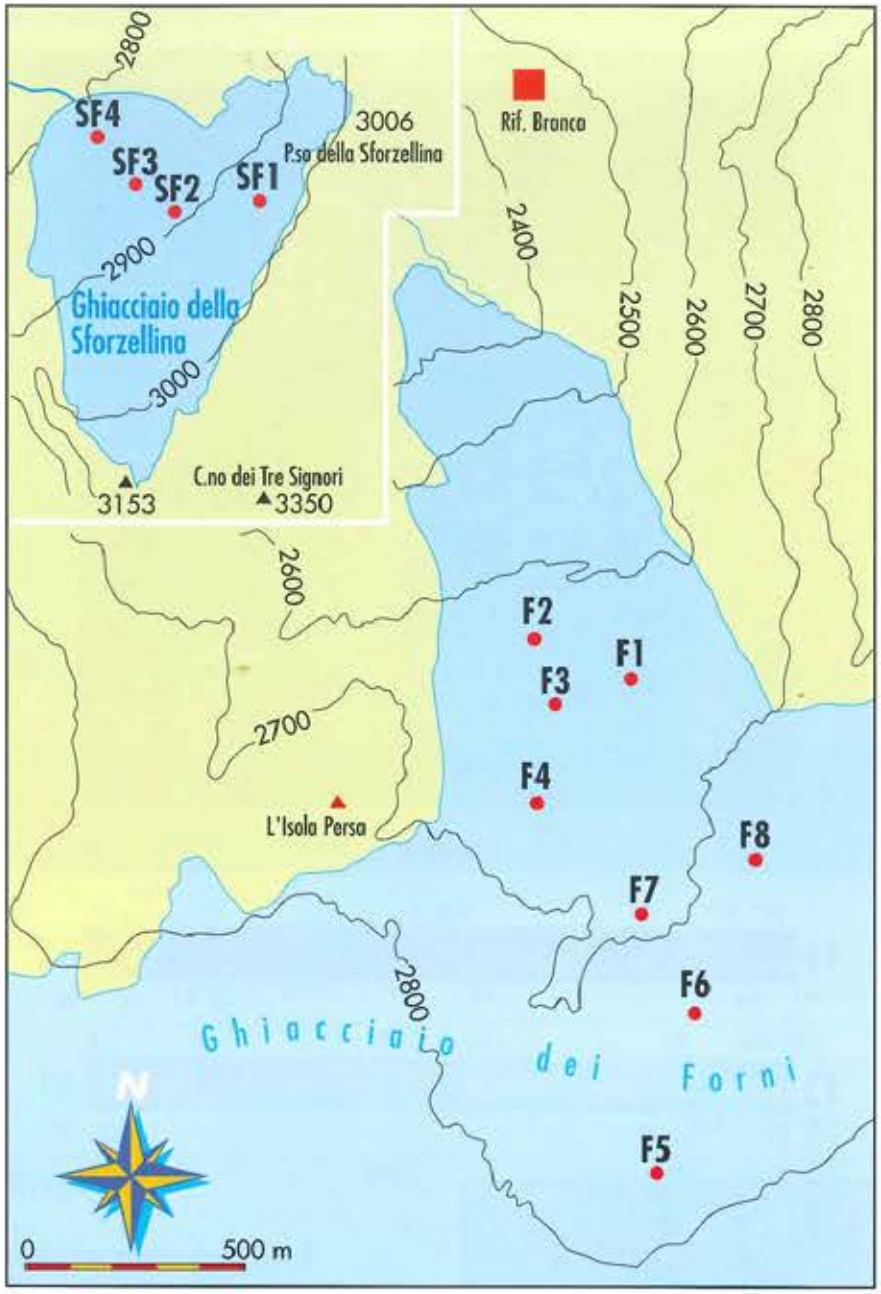


Fig. 2

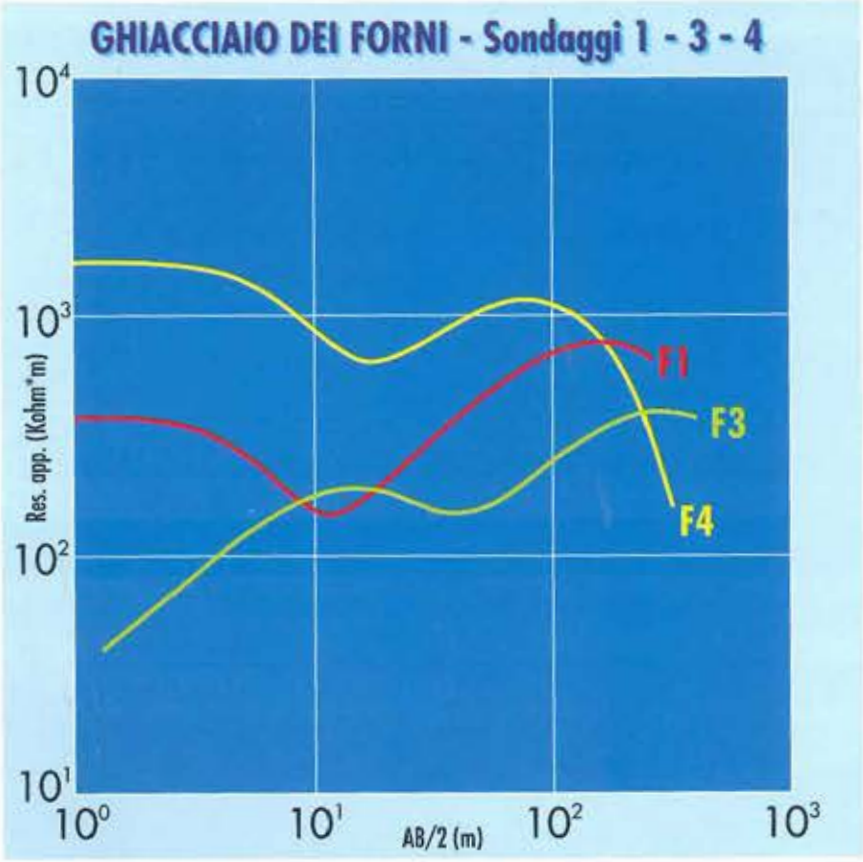
esponenziale la propria resistività elettrica al diminuire della temperatura (Hoekstra et Al., 1974; Zykov et Al., 1988).
Tra i diversi metodi di prospezione geoelettrica quello dei sondaggi elettrici verticali (S.E.V.) è forse il più utilizzato, in quanto permette di individuare la struttura elettrostratigrafica, e, conseguentemente, geologica nel punto di misura.
Questo metodo consiste nel predisporre un circuito elettrico, nel quale il terreno da investigare funge da resistenza. Tale circuito, detto "stendimento" può avere diverse configurazioni.
Una delle più usate è quella del "quadripolo Schlumberger" consistente in due coppie di elettrodi disposte simmetricamente rispetto ad un centro. Una coppia di elettrodi (AB) inserisce la corrente nel terreno, mentre tra i due poli dell'altra (MN) si instaura una differenza di potenziale. Il circuito si completa con un alimentatore che genera la corrente, un resistivimetro che misura l'intensità di corrente (mA) e la differenza di potenziale a fine circuito e una serie di cavi che collegano il resistivimetro alle coppie di elettrodi e all'alimentatore.
Tale metodologia di prospezione fornisce valori di resistività che sono in relazione con la resistenza volumetrica complessiva dei diversi materiali interessati dal passaggio della corrente; il valore di resistività che si ottiene è quindi un valore medio (detto resistività apparente Ra) che viene correlato, per ciascun punto di misura, alla distanza (AB/2) degli elettrodi di corrente.
Si riportano poi i punti di coordinate (R_a e AB/2) su diagrammi bilogaritmici, ottenendo delle curve dette "di campagna".
Per ottenere le resistività reali degli strati investigati occorre interpretare tali curve: ciò si realizza, solitamente in due fasi distinte.
La prima fase consiste in un confronto tra curva di campagna e curve teoriche costruite secondo modelli matematici relativi a due o più strati piani e paralleli (Rijkswaterstaat, 1969).

Sopra: Localizzazione dei sondaggi geoelettrici effettuati sul Ghiacciaio dei Forni e sul Ghiacciaio della Sforzellina

Da questo confronto si ottiene un modello interpretativo preliminare della curva di campagna con gli spessori e le resistività degli strati individuati.
La seconda fase consiste nella costruzione della curva teorica relativa al modello ricavato in prima fase ed il suo confronto con quella di campagna, modificando ripetutamente i valori di spessore e di resistività degli strati sino ad ottenere una curva teorica sufficientemente corrispondente a quella di campagna.
Il modello elettrostratigrafico definitivamente scelto deve essere poi interpretato da un punto di vista glaciologico, ossia i valori diversi di resistività che contraddistingono gli strati individuati devono essere ricondotti a differenti tipologie di materiali.
Nel caso della interpretazione dei sondaggi elettrici verticali sui ghiacciai si differenzia facilmente il corpo glaciale dal bedrock in quanto le rispettive resistività differiscono da uno a quattro ordini di grandezza.
All'interno del corpo glaciale risulta più difficoltoso interpretare glaciologicamente i singoli strati, che differiscono fondamentalmente per il contenuto d'acqua libera e per la temperatura.
I valori di resistività elettrica riportati in letteratura per il ghiaccio sono compresi tra 50.000 e 10.000.000 ohm m (Hassinger e Mayewski, 1983), anche se la grande maggioranza degli autori riporta valori sempre superiori a 1.000.000 ohm m e talora superiori a 10.000.000 di ohm m (Rohtlisberger et Al., 1967).

Metodologia d'indagine

I dodici sondaggi elettrici verticali (Fig. 2) realizzati durante la fine di agosto del 1994 sui ghiacciai dei Forni e della Sforzellina sono stati realizzati con un resistivimetro appositamente costruito, costituito da un voltmetro e da un amperometro digitali con precisione di 0.1 mV e mA e da uno strumento per l'eliminazione del potenziale spontaneo.
Tale strumento offre il vantaggio di poter misurare in continuo le variazioni di intensità e di differenza di potenziale, contrariamente agli strumenti commerciali.
Tutti i sondaggi sono stati eseguiti utilizzando lo "stendimento Schlumberger" in genere simmetrico e talora asimmetrico.
Numerosi sono i problemi specifici della prospezione geoelettrica in condizioni estreme, quali quelle dei ghiacciai, in particolare il contatto elettrodo-ghiaccio, la topografia spesso accidentata, l'elevata resistività specifica del ghiaccio.
Per cercare comunque di avere un maggiore passaggio di corrente si sono utilizzate batterie in serie sino a raggiungere un voltaggio complessivo di 720 V.
Tra questi problemi senz'altro il più rilevante è quello del passaggio della corrente, reso difficoltoso dall'elevata resistività specifica del ghiaccio, dalla presenza di crepacci (l'aria è l'unico materiale più resistivo del ghiaccio) e dalla difficoltà di avere un buon contatto elettrodo-ghiaccio.
Per ovviare al problema del contatto ghiaccio-elettrodo si sono utilizzati più elettrodi per ciascun estremo dello stendimento costituti da chiodi da ghiaccio o da picchetti di acciaio.
Inoltre per favorire ulteriormente il passaggio della corrente si sono bagnati abbondantemente tali elettrodi con una soluzione salina.
Le curve ottenute sono state poi interpretate e disegnate utilizzando appositi software.



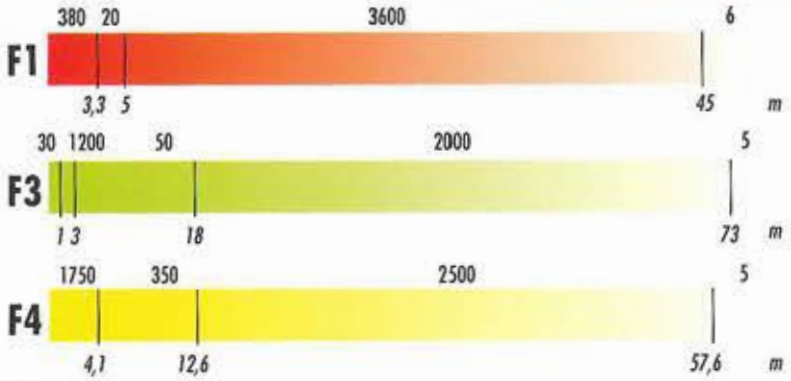


Fig.3

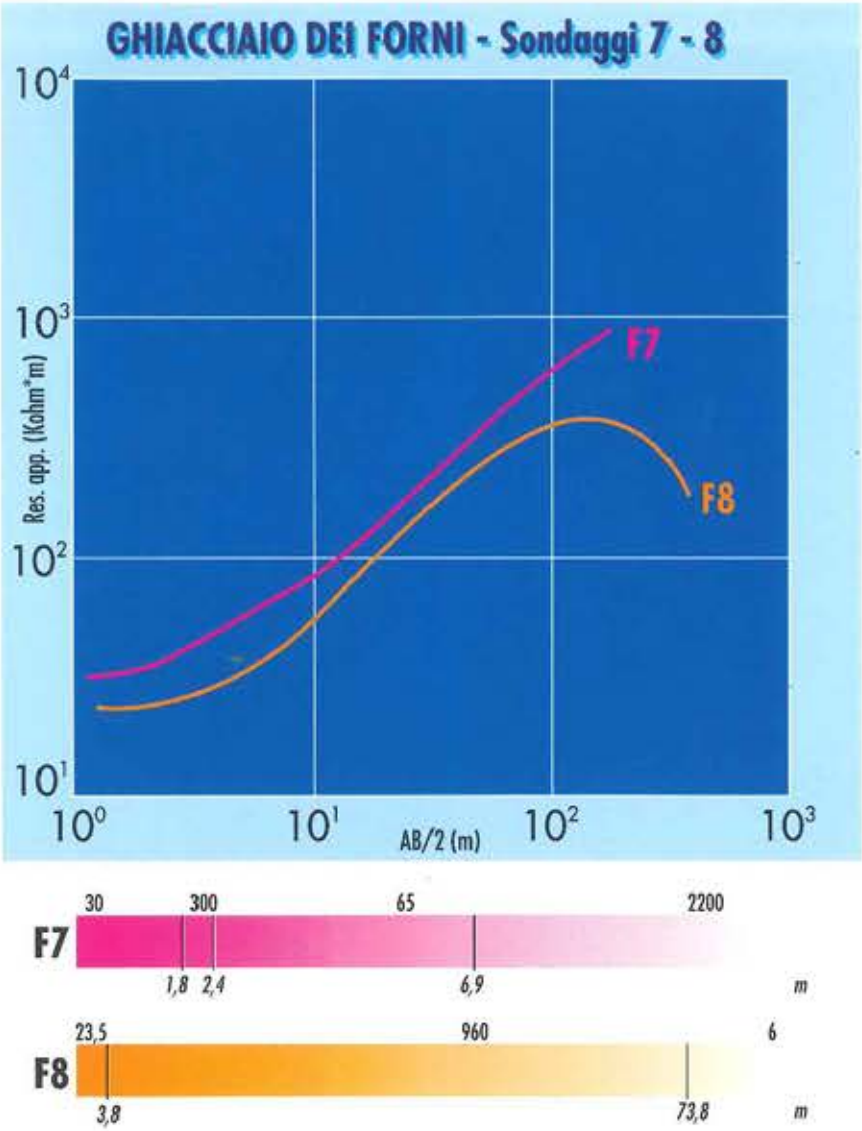


Fig.4

Risultati

Il Ghiacciaio dei Forni

Sul Ghiacciaio dei Forni sono stati realizzati otto sondaggi elettrici verticali in genere di oltre 600 m di lunghezza ciascuno, tutti localizzati in zona di ablazione (Fig. 2).
Nelle figure 3 e 4 sono riportati rispettivamente i sondaggi F1, F3, F4 ed F7, F8 con le loro rispettive interpretazioni elettrostratigrafiche.
Tutti i sondaggi, ad eccezione di F4 e F8, presentano una parte superficiale costituita da due o tre strati di esiguo spessore, dove si alternano strati relativamente conduttivi e resistivi con valori di resistività compresi tra 5.000 e 80.000 ohm m per i primi e superiori a 150.000 ohm m per i secondi.
Al di sotto di questo settore superficiale si riscontra uno strato di ghiaccio avente uno spessore più rilevante, con valori di resistività

quasi sempre superiore al milione di ohm m.
Il sondaggio F4 ha lo stesso andamento dei precedenti, ma sempre con valori di resistività superiori a 350.000 ohm m. Infine il sondaggio F8 rivela una struttura differente con solo due strati di ghiaccio posti al di sopra del bedrock.
Il bedrock, costituito da rocce metamorfiche scistose ("Filladi di Bormio") aventi una resistività compresa tra i 5.000 e i 6.000 ohm m, è stato sempre raggiunto, salvo che nel sondaggio F7; qui la lunghezza dello stendimento non è stata sufficiente per individuare il bedrock dato l'elevato spessore del ghiaccio, certamente superiore ai 100 m.
Il sondaggio F4, che mostra valori di resistività della porzione superficiale nettamente più elevati degli altri, è stato realizzato proprio in corrispondenza della morena mediana sinistra, dove la fusione è rallentata dalla copertura morenica e vi è quindi meno acqua circolante.
Gli spessori del ghiaccio individuati sono variabili da 19 m (F2) sino a 83 m nell' F3 con una media di 57.5 m, ad eccezione del sondaggio F7 che rivela uno spessore indeterminato, ma maggiore di 100 m.

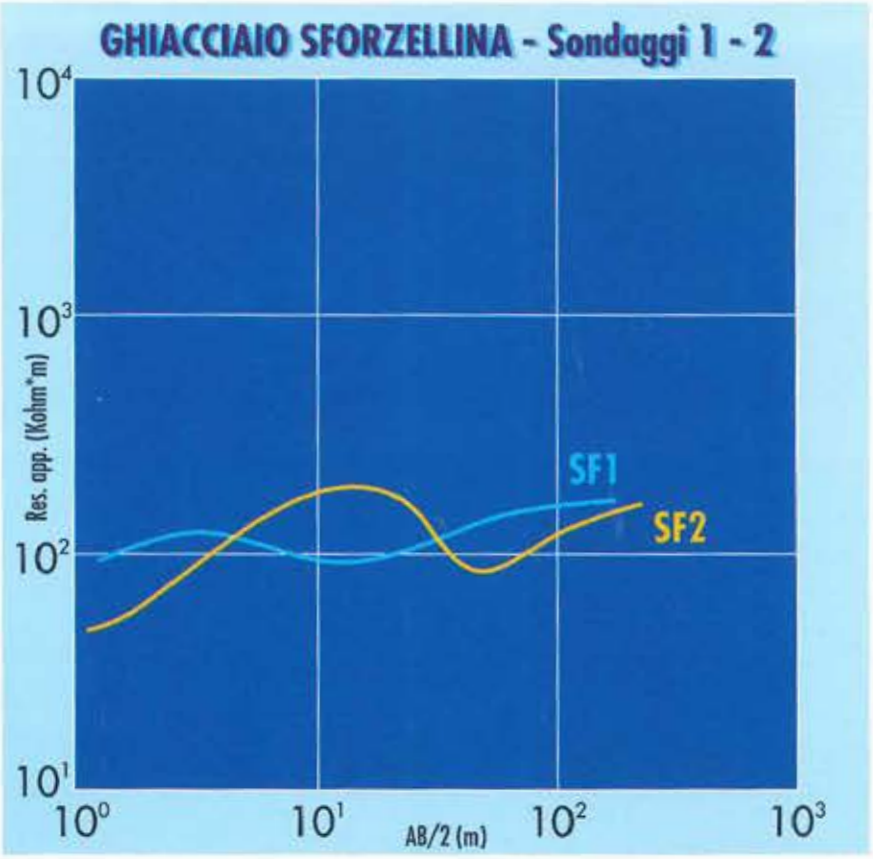


Fig.5

Il Ghiacciaio della Sforzellina

Per quanto riguarda lo Sforzellina, sono stati realizzati quattro stendimenti distribuiti in modo da caratterizzare il settore centro-orientale del ghiacciaio a partire da quota 2920 (SF 1) sino al settore inferiore coperto dal morenico a quota 2830 m (SF 4); di questi ne vengono riportati due (SF 1 e SF 2) in fig. 5.
Tre dei quattro sondaggi (SF 1, 2,3) mostrano una parte iniziale della curva in comune, con un livello superficiale di spessore compreso tra 1 e 4.2 m di ghiaccio a bassa resistività (< 200.000 ohm m), seguito da un'orizzonte più resistivo (> 400.000 ohm m) di spessore molto variabile (da 1 m nel sondaggio SF 1 sino a 31 m nel SF 2), sovrapposto ad un terzo strato a bassa resistività (< 200.000 ohm m) con spessori molto variabili (da 0.3 a 37 m).
Lo strato basale dei sondaggi SF 1 e SF 2 si differenzia in quanto presenta valori di resistività molto elevati (> 400.000 ohm m) del tutto comparabili con quelli del ghiaccio sovrastante.
L'interpretazione glaciologica di questo strato risulta poco agevole in quanto i valori di resistività registrati si possono riferire sia al ghiaccio che a permafrost con alto contenuto di ghiaccio.
Dalle caratteristiche morfologiche del ghiacciaio e del circo che lo ospita non sembra verosimile la prima ipotesi in quanto lo spessore complessivo del ghiaccio risulterebbe largamente superiore ai 60 m anche in corrispondenza del sondaggio SF 1 ubicato a poca distanza dalla cresta, individuando così una fortissima sovraescavazione. La seconda ipotesi sarebbe invece avvalorata dalle condizioni climatiche che, nel settore superiore del ghiacciaio sono favorevoli tuttora alla formazione e conservazione del permafrost (temperatura media annua dell'aria valutata in -4.6°C).
Il sondaggio SF 4 mostra invece un andamento dissimile dai precedenti, con lo strato superiore relativamente più resistivo (400.000 ohm m e 4.2 m di spessore) seguito da uno assai più conduttivo (70.000 ohm m e 7.5 m di spessore) che giace sopra il corpo principale, comunque poco resistivo (180.000 ohm m per 32 m di potenza).

CONCLUSIONI

Per quanto riguarda il Ghiacciaio dei Forni si conferma la morfologia del bedrock con una netta conca di sovraescavazione nella zona di confluenza delle tre colate, come già evidenziato dalle indagini sismiche di Cassinis e Carabelli

(1954). Il confronto fra gli spessori di ghiaccio indicati dai due rilievi non è agevole, tenendo conto anche delle diverse metodologie utilizzate e dello spessore indeterminato al punto F 7. Di certo si è verificata una riduzione di spessore dell'ordine di qualche decina di metri, più sensibile nelle aree periferiche del ghiacciaio che nel settore centrale.
Anche nel caso dello Sforzellina non è possibile fare confronti attendibili in quanto i sondaggi del 1988 investigavano solamente la parte superiore del ghiacciaio, ad eccezione della zona centrale attorno ai 2900 m di quota ove il sondaggio aveva raggiunto profondità maggiori.

Per il Ghiacciaio dello Sforzellina bisogna evidenziare la possibile presenza di permafrost alla base del ghiacciaio, che, quindi presenterebbe, almeno nel suo settore superiore una base "fredda".
Bisogna inoltre sottolineare come i valori di resistività sia nel ghiacciaio dei Forni che ancor più in quello dello Sforzellina risultano, specie nella parte superiore, assai più bassi di quelli noti in letteratura per i ghiacciai alpini. Tali valori sono però spiegabili con l'elevato contenuto di acqua libera e con la temperatura del ghiaccio stesso verosimilmente prossima a quella di fusione o di pochi gradi sotto lo zero.

Infine, in via del tutto preliminare, si può tentare di stimare il volume complessivo di ghiaccio attualmente esistente per le due masse glaciali in esame. Nel caso dell'area esaminata del Ghiacciaio dei Forni il volume ricavato dalle indagini geoelettriche sarebbe di oltre 88 milioni di metri cubi, mentre per la Sforzellina di oltre 11 milioni di metri cubi.

BIBLIOGRAFIA

ARMANDO E., MERCALLI L., SPANNA F. (1994) - "I ghiacciai delle Alpi Occidentali italiane: le osservazioni del 1993", Nimbus, 3, 2, 16-25.
BARSANTI M., PELFINI M., SMIRAGLIA C. (in stampa) - "Glacier mass balance: some results from Central Italian Alps", Proceed. Int. Symp. "Glacier Mass Balances: Measurement and Reconstructions, September 14-16, 1994 Innsbruck.
CARABELLI E (1962) - "Misure sismiche di spessore del Ghiacciaio del Pian di Neve (Adamello), Boll. Com. Glac. It., II, 11, 61.
CASSINIS R., CARABELLI E. (1954) - "Misure sismiche di spessore del ghiacciaio col metodo sismico al ghiacciaio dei Forni", Boll. Com. Glac. It., II, 5, 3-12.
DESIO A. (1967) - "I ghiacciai del gruppo Ortles-Cevedale", CNR-Com. Glac. It., Torino, 875 pp.
HASSINGER J. M. , MAYEWSKI P.A. (1983) - " Morphology and dynamics of the rock glaciers in Southern Victoria Land, Antarctica", Artic and Alpine Research, 15, 3, 351-368.
HOEKSTRA P., MCNEILL D. (1973) - " Electromagnetic probing of permafrost", Proceedings of II Int. Conf. on Permafrost, Yakutsk, North American Contribution, 517-526.
ILICETO V., ANDRIEUX P (1965) - "Mesures électriques sur le Glacier de la Marmolada (Alpes Orientales)", Boll. Com. Glac. It., II, 15, 71-90.
LESCA C., ARMANDO E. (1972) - "Determinazione delle variazioni superficiali e volumetriche dal 1965 al 1970 e controllo della velocità di propagazione delle onde sismiche sul ghiacciaio de La Lex Blanche", Boll. Com. Glac. It., II, 20, 65-86.
KONOVALOV V.G., SHCHETINNICOV (1994) - "Evolution of glaciation in the Pamiro-Alai mountains and its effect on river run-off", Journ. of Glaciol., 40, 134, 149-157.
RESNATI C., SMIRAGLIA C. (1989) - "Ghiacciaio della Sforzellina. Determinazione dello spessore del ghiacciaio tramite sondaggi geoelettrici", Riv. Club Alpino Italiano, 110,6, 70-75.
RIJSWATERSTAAT (1969) - "Standard graphs for Resistivity Prospecting" European Association of Exploration Geophysics.
ROTHLISBERGER H., VOGTLI K. - (1967) " Recent DC resistivity soundings on Swiss glaciers", Journ. of Glaciology, 6 (47), 607-621.
SMIRAGLIA C., VEGGETTI O. - (1992) "Recenti osservazioni sul Ghiacciaio del Calderone (Gran Sasso d'Italia, Abruzzo), Boll. Soc. Geogr. It., IX, 4-6, 269-302.
ZYKOV Y.D., ROZHDESTVENSKY N.Y., CHERVINSKAYA O.P. (1988) - " Study of frozen soils by geophysical methods", Proceedings of IV Int. Conf. on Permafrost, Fairbanks, 537-542.

Ringraziamenti. *Il lavoro qui presentato si inserisce in una ricerca sulle risorse idriche rappresentate dai ghiacciai dell'Alta Valfurva (Valtellina), finanziata dall'Azienda Energetica Municipale di Milano attraverso una convenzione con il Comitato Glaciologico Italiano. Si ringraziano l'Amministrazione del Parco Nazionale dello Stelvio, il Centro Nivometeorologico del Servizio Enti Locali della Regione Lombardia di Bormio (dr. Peretti) e il Comitato Scientifico Centrale del Club Alpino Italiano per l'insostituibile supporto logistico. Si ringraziano inoltre i numerosi operatori che hanno collaborato ai rilievi sui ghiacciai, in particolare G. Carcano, P. Carcano, G. Casartelli, G. Diotaiuti, M. Filipazzi, L. Cesco Cancian, M. Cesco Cancian, D. Pasi, L. Piatta, S. Rossi, P. Spreafico.*

A SCUOLA DI GLACIOLOGIA SUL PIZZO SCALINO

Interessanti esercitazioni pratiche di topografia degli alunni dell' Istituto per Geometri di Morbegno

di Enzo BOTTA'
e Riccardo MARCHINI
I.T. Geometri -Morbegno (SO)

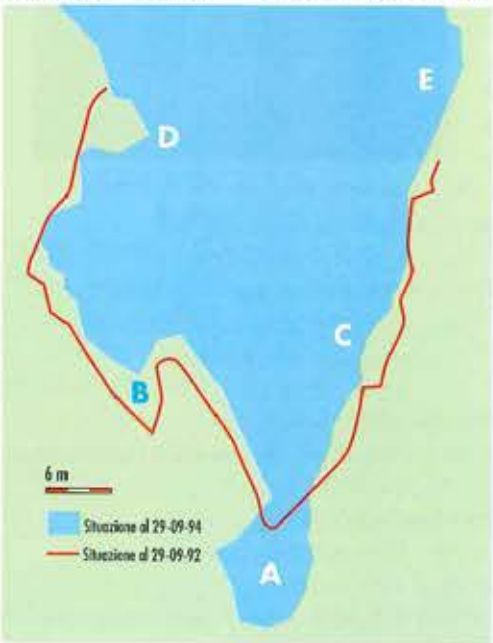
Dal 1992 l'Istituto Tecnico Commerciale e per Geometri di Morbegno (SO), con il patrocinio del Servizio Glaciologico Lombardo, ha iniziato un programma di rilievi topografici sul territorio della provincia di Sondrio, con particolare riguardo ai ghiacciai della Val Masino e della Val Malenco. Le esercitazioni che hanno cadenza annuale, rientrano nel piano delle scelte effettuate in fase di progettazione delle attività didattiche, nella consapevolezza che l'efficacia dell'approccio scolastico agli strumenti topografici è tanto maggiore quanto più questo ha un aggancio con problemi pratici o assume funzione di appoggio ad iniziative riguardanti il territorio valtellinese.

In questa prima fase, su indicazione del S.G.L., sono stati oggetto di rilievo la fronte principale e la valle di deflusso del Ghiacciaio del Pizzo Scalino. Fino ad oggi gli allievi delle due classi terminali hanno effettuato due visite sul campo, il 25.09.1992 e il 29.09.1994 (il 1993 è stato saltato per le avverse condizioni meteorologiche), con finalità diverse.Nel corso della prima visita sono stati effettuati due tipi di rilievo: uno con una strumentazione elettronica (teodolite Wild T1000, corredato da distanziometro D1000, prisma riflettente e registratore di dati GRE3), l'altro con strumenti ottici tradizionali (tacheometro Wild T05 e stadia verticale). Lo scopo dell'esercitazione, oltre al rilievo della fronte del ghiacciaio, era quello di evidenziare la maggior potenzialità operativa delle nuove strumentazioni rispetto a quelle usuali. Nel corso della seconda visita sono stati impiegati, invece, esclusivamente strumenti elettronici, scelti fra i più diffusi, per avvicinare quanto più possibile i ragazzi alla nuova realtà professionale. Oltre al già citato teodolite Wild, gli allievi, suddivisi in piccoli gruppi, hanno potuto far pratica con le stazioni totali SET6S della SOKKISHA e DTM A20LG della NIKON, entrambe abbinate al registratore di dati PSION ORGANIZER II.

I dati contenuti nel registratore GRE3, utilizzato in entrambe le esercitazioni, sono stati elaborati in un secondo momento a scuola con il programma topografico TOP'S della SOKKIA che, generando files del tipo "dxf", ha reso il materiale raccolto gestibile da AUTOCAD ai fini del disegno e del plottaggio delle diverse rappresentazioni grafiche.

Il controllo visivo, il confronto fotografico e la sovrapposizione grafica dei profili dei rilievi relativi alle due esercitazioni (vedi figure riportate) hanno messo in evidenza come nell'arco di due soli anni il ghiacciaio abbia subito importanti variazioni:

- nonostante la presenza di neve residua (punto A), si è potuto rilevare con sufficiente precisione che la fronte, divisa in due lingue disuguali, ha subito un arretramento di 18 metri (punto B).
- L'orlo del fianco sinistro orografico (punto C), diventato più sottile ed aggettante, è stato segnato da numerosi crolli che hanno prodotto modificazioni rilevabili anche ad occhio nudo. Una bellissima caverna glaciale, facilmente percorribile nel 1992 per una decina di metri, è quest'anno completamente ingombra di blocchi di ghiaccio.
- Sul fianco destro orografico, all'altezza del contrafforte (punto D) che discende da quota 2733 m (Carta Nazionale Svizzera 1:25000), in un intrico di seracchi in formazione, sta emergendo uno sperone roccioso che pare voler tagliare trasversalmente la lingua.
- L'abbassamento della superficie glaciale ha creato nuove evidenti crepe in corrispondenza del cambio di pendenza della colata (punto E).



ISTITUZIONE PREMIO DI LAUREA PER L'ANNO 1995

L'A.I.NE.VA., con deliberazione del proprio Comitato Tecnico Direttivo, in memoria dell'Ing. Paolo Valentini già responsabile dell'Ufficio Idrografico della Provincia Autonoma di Bolzano, ha istituito per l'anno 1995 un premio a favore di laureati che hanno eseguito tesi inerenti le problematiche oggetto dell'attività dell'Associazione.
Scopo di tale iniziativa è quello di conoscere il materiale tecnico-scientifico prodotto nel corso di quest'ultimo Anno Accademico ma anche degli anni precedenti sul tema "neve e valanghe" e costituire una biblioteca a disposizione di chiunque ne faccia richiesta.
Si pubblica di seguito il bando di tale iniziativa che si auspica possa costituire un ulteriore stimolo all'approfondimento delle tematiche suddette. Per ogni ulteriore informazione potrà essere contattata la Segreteria A.I.NE.VA.

L'A.I.NE.VA - Associazione Interregionale di Coordinamento e documentazione per i problemi inerenti la neve e le valanghe in memoria dell'Ing. Paolo Valentini - attivo collaboratore sin dalla sua fondazione - istituisce il

PREMIO DI LAUREA "Paolo Valentini"

a favore di laureati con tesi inerenti le problematiche oggetto dell'attività dell'Associazione, quale si evince dall'art. 3 dello Statuto AINEVA*.
La partecipazione non potrà essere ripetuta, con la medesima tesi, ai nuovi concorsi che dovessero essere banditi negli anni successivi.

Art. 1
Il Comitato Tecnico Direttivo A.I.NE.VA. nomina un'apposita commissione giudicatrice che provvede a stilare una graduatoria delle tesi di laurea partecipanti, sulla base di idonei criteri predeterminati.

Art. 2
Verranno premiate un massimo di n.3 tesi di laurea. Con riferimento alla graduatoria di cui all'Art. 1 verrà corrisposto alla tesi prima classificata l'importo di £ 2.000.000; alla seconda classificata di £ 1.500.000; alla terza classificata di £1.000.000.
Viene istituito inoltre un premio speciale per le tesi di laurea brevi, di £ 1.000.000,

Art.3
Le tesi partecipanti al concorso, relative agli ultimi tre anni accademici, dovranno essere depositate presso la Segreteria A.I.NE.VA. non oltre il termine del 31 Dicembre 1995; copia delle tesi verrà trattenuta presso la Segreteria. Le tesi risultate di maggior interesse verranno premiate in occasione di una specifica cerimonia che si svolgerà entro il mese di marzo 1996 presso la sede dell'A.I.NE.VA,

Art. 4
L'istituzione del premio di laurea verrà pubblicizzata tramite la rivista "Neve e Valanghe" su cui potranno, a giudizio del Comitato di Redazione della Rivista, essere pubblicati estratti delle tesi di laurea premiate, come pure, se ritenute meritevoli, di tutte quelle partecipanti al concorso. La pubblicizzazione dell'iniziativa potrà avvenire anche tramite contatti diretti con le Facoltà universitarie interessate.

Art. 5
Il Comitato di Redazione della rivista "Neve e Valanghe" elabora ogni anno un elenco di argomenti di interesse dell'Associazione da proporre agli studenti interessati che ne facciano richiesta, come temi preferenziali da sviluppare in sede di tesi di laurea.

***art. 3 STATUTO AINEVA:** " l'Associazione si propone di garantire il coordinamento delle azioni e delle iniziative che gli Enti associati svolgono in materia di prevenzione e studi inerenti alla neve e alle valanghe. Essa, in particolare, ha scopo di:
a) promuovere lo scambio di informazioni, notizie, dati concernenti la neve e le valanghe;
b) favorire l'adozione di mezzi e strumenti di informazione uniformi, anche nel campo del trattamento elettronico dei dati;
c) promuovere la sperimentazione di mezzi ed attrezzature nello specifico settore;
d) curare e diffondere pubblicazioni sulle materie oggetto di studi;
e) curare l'aggiornamento e la informazione dei tecnici del settore."

CONGEDO DALLA P.A.T.: PAOLO FAIT VA IN PENSIONE

Con il giorno 5 agosto 1994, il geom. Paolo FAIT, ha lasciato il proprio incarico di Tecnico presso l'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento.
Entra a far parte dell'Amministrazione provinciale nel 1973 come tecnico del Servizio Foreste, operando in particolare nei distretti di Tione e Rovereto. In questi anni grazie al grande interesse e sensibilità verso la montagna, matura notevole esperienza, guadagnandosi stima ed apprezzamenti. Nel 1985, dopo una parentesi di alcuni anni come libero professionista, è chiamato dal dott. Elio Caola a far parte dello staff del neocostituito Ufficio Neve e Valanghe.

Qui, da grande appassionato e grazie ad una preparazione costantemente aggiornata, si impegna in tutti i campi coperti dall'Ufficio dimostrando competenza, serietà e dedizione al lavoro.
In particolare, nel campo della cartografia delle valanghe, proseguendo l'opera del predecessore geom. Martinelli, cura in prima persona non solo la creazione di numerose C.L.P.V. (Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe), ma costantemente in contatto con i principali centri europei del settore, e grazie a continui approfondimenti e dedizione diventa anche uno dei tecnici più attivi ed aggiornati in campo nazionale.
Notevole il lavoro svolto anche all'interno dell'AINEVA con la partecipazione a gruppi di lavoro, delegazioni, rappresentanza ed infine come direttore di corsi.
L'impegno su queste tematiche è quasi totale e tale da assumere come volontario del Corpo Soccorso Alpino della S.A.T. la guida della Commissione Tecnica Valanghe e portando avanti in particolare la tematica della prevenzione del rischio valanga.
Certi del notevole apporto che potrà ancora dare con i preziosi consigli di una indubbia competenza i colleghi dell'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento ed i colleghi dell'AINEVA augurano numerosi e sereni anni di meritato riposo.

COLLABORAZIONE AINEVA - SAGF: APERTA UNA STAZIONE DI RILEVAMENTO A PASSO ROLLE

Ulteriore collaborazione con l'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento, ha portato all'apertura nella zona di Passo Rolle - Campi Croce - di una Stazione manuale di rilevamento nivometrico.
Lo scopo della nuova Stazione è essenzialmente quello di dare all'Ufficio di Trento dell'AINEVA un apporto di dati in più per l'analisi della stratigrafia e previsione del bollettino. L'obiettivo interno alla Stazione SAGF, anche sede dei Corsi di Alta Qualificazione della Guardia di Finanza di Passo Rolle, è quello di coinvolgere in campo pratico i ragazzi frequentatori del Corso. Infatti, sotto la cura e direzione degli Istruttori qualificati con i Corsi AINEVA, i finanzieri frequentatori del Corso mettono in pratica quelle nozioni di nivologia che vengono loro impartite in teorica con un ciclo di 20 lezioni per complessive 40 ore.
Solamente questo dato che riguarda la materia di neve e valanghe, (la quale non è che una delle materie

teoriche e pratiche svolte nell'ambito del corso) può dare l'idea della qualità professionale che hanno i soccorritori della Guardia di Finanza una volta terminato il periodo di addestramento e vengono inviati alle Stazioni SAGF per svolgere il loro lavoro. Particolare attenzione quest'anno è stata data all'utilizzo ed alla compilazione della nuova scheda Mod. 8 AINEVA, considerati i compiti oltre che di soccorritore, di Ufficiale o Agente di Polizia Giudiziaria che rivestono i militari del Corpo della Guardia di Finanza durante l'espletamento del loro compito. Qualifiche non trascurabili quelle che rivestono i militari del SAGF vista la problematica tecnico-giuridica che sempre più si sta evidenziando nel particolare settore.
E' continuata anche nel 1994, la fattiva e costruttiva collaborazione tra la Stazione del Soccorso Alpino della Guardia di Finanza di

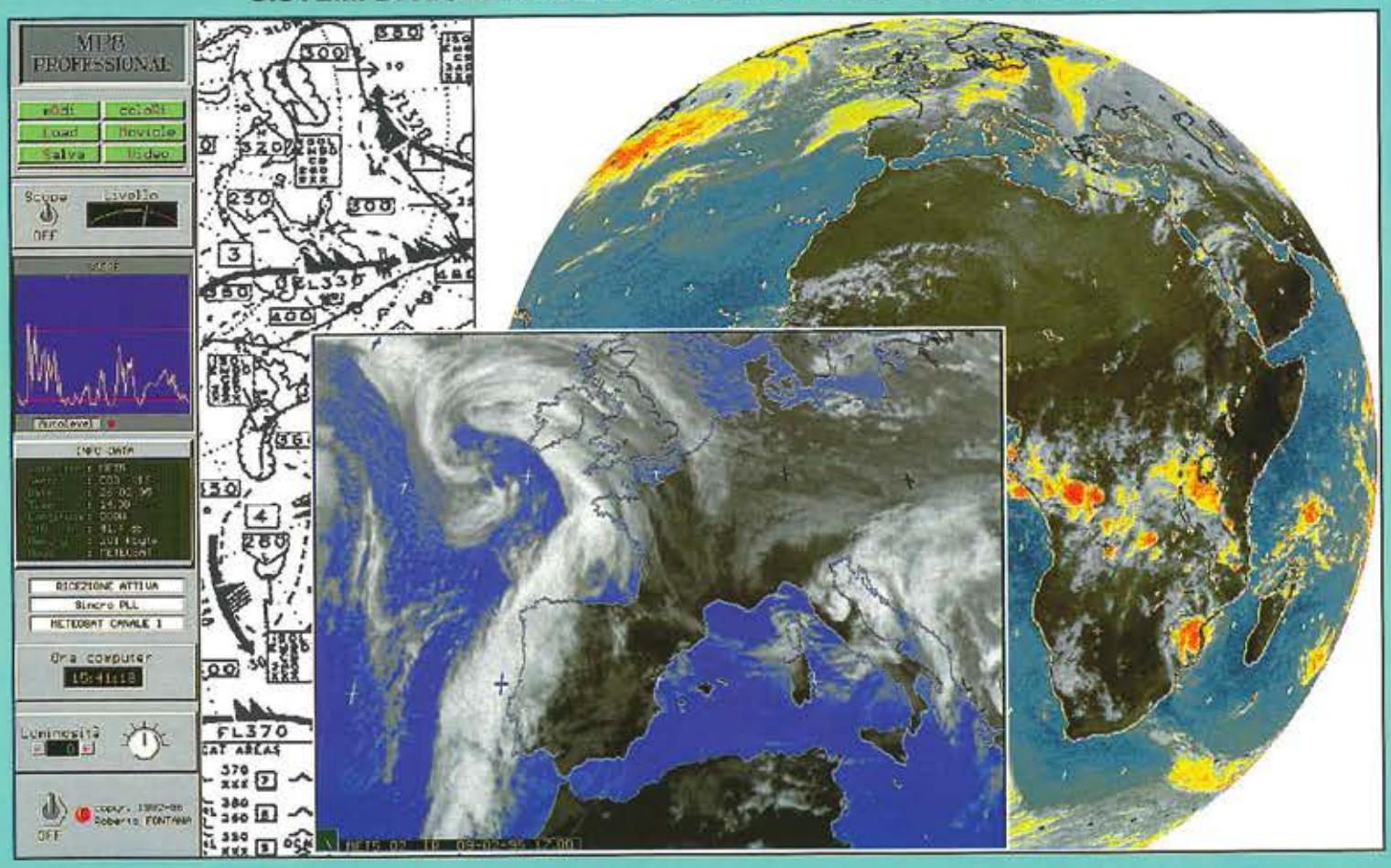
Predazzo-Passo Rolle e l'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento.
Si sono avute numerose occasioni di contatto sia dal punto di vista strettamente cartolare che da quello pratico sul campo di lavoro.
Sono state ultimate le ricognizioni nella zona della Val di Fiemme - Lagorai - Latemar - con sopralluoghi sul terreno allo scopo di effettuare i previsti rilevamenti per approntare la carta delle valanghe della zona.
Si è conclusa così, con l'ultima uscita nella zona del Monte Mulat-Bocche, un'opera iniziata ben tre anni or sono e che, al di là dello stretto lavoro effettuato, ha portato ad una profonda conoscenza e stima reciproca tra il personale SAGF e quello dell'Ufficio Neve e Valanghe della P.A.T. Gli itinerari (una decina complessivamente) si sono svolti tutti in zone di alta montagna su terreni impervi che hanno messo a prova l'esperienza alpinistica del gruppo di lavoro.
Questo rapporto di collaborazione, che se sul piano umano ha gratificato i soccorritori della Guardia di Finanza, su quello strettamente tecnico ha consentito l'approfondimento di osservazioni tecniche che solamente sul terreno e nella pratica si possono acquisire.
I giorni trascorsi con Paolo, Luca, Marco e Roberto sulle nostre montagne, l'amicizia consolidata dal rapporto di lavoro che vede a stretto contatto SAGF e AINEVA, non poteva avere cornice migliore e soprattutto ricordi così belli.

(M.llo Giampiero De ZOLT)

CORSO DI FORMAZIONE E AGGIORNAMENTO RILEVATORI DI TRENTO

Si sono svolti al Passo del Tonale (TN) dal 21 al 25 novembre 1994 gli annuali corsi di formazione ed aggiornamento per rilevatori e componenti le Commissioni Locali Valanghe della Provincia Autonoma di Trento.
Il corso, come di consuetudine organizzato e gestito dai tecnici dell'Ufficio Neve e Valanghe della P.A.T., ha visto la presenza giornaliera, alle varie fasi dei lavori, dalle 45 alle 75 persone.
Oltre alle lezioni di nivologia, valutazione della stabilità del manto nevoso, anche con metodi empirici, e modalità di rilevamento dei

SISTEMI COMPUTERIZZATI PROFESSIONALI PER GESTIONE IMMAGINI DA SATELLITI METEO
SISTEMI DI RICEZIONE E DECODIFICA DI MAPPE FAX METEO



FONTANA ROBERTO SOFTWARE str. Ricchiardo 21 - 10040 Cumiana (TO) - Tel. e Fax 011/9058124

fenomeni nivometeorologici, si sono tenute a cura del dott. Jochen Kerkmann interessanti ed approfondite lezioni di meteorologia alpina. Nel corso di queste ultime il dott. Kerkmann ha anche approfondito molti aspetti e fenomeni su scala locale tipici delle nostre vallate riscuotendo un notevole interesse. Ampio spazio è stato riservato alle prove pratiche di rilevamento svolte sul ghiacciaio del Presena alle quali hanno partecipato come istruttori anche alcuni colleghi della Regione Lombardia e Provincia Autonoma di Bolzano; ad essi un particolare ringraziamento.

(Gianluca TOGNONI)

ATTIVITA' DELLA SCUOLA PER CANI DA VALANGA DELLA GUARDIA DI FINANZA

Dal 17 gennaio al 12 marzo 1995 si sono svolti a Passo Rolle nr. 6 corsi di addestramento alla ricerca in neve ai quali hanno preso parte, complessivamente, 42 unità cinofile del S.A.G.F. (Soccorso Alpino della Guardia di Finanza).
Dei sei corsi fatti, quattro sono stati corsi di aggiornamento, riservati cioé ad unità cinofile che già negli anni precedenti avevano preso parte a corsi di ricerca e due sono stati quelli che hanno visto impegnati cani principianti.
Tutte le unità cinofile di cui sopra sono in forza alle 24 Stazioni del Soccorso Alpino della Guardia di Finanza che sono così dislocate: LIMONE PIEMONTE, BARDONECCHIA, ENTREVES, CERVINIA, ALAGNA VAL SESIA, MACUGNAGA, DOMODOSSOLA, MADESIMO , SONDRIO, BORMIO, PRATO STELVIO, CERTOSA SENALES, MOSO PASSIRIA, VIPITENO, CAMPO TURES, SESTO PUSTERIA, CORTINA D'AMPEZZO, TIONE, FORNI ALVOTRI, TARVISIO, SELLA NEVEA, L'AQUILA, CATANIA, PREDAZZO - PASSO ROLLE.
La maggior parte delle unità cinofile impegnate nei corsi di cui sopra verranno anche chiamate a Passo Rolle, nei mesi di maggio, giugno e luglio p.v. per prendere parte a corsi per la ricerca in superficie.

(Ten. Col. U. SELVAGGI)

CORSI NIVOMETEO PER RILEVATORI DEL CORPO FORESTALE REGIONALE DEL FRIULI VENEZIA GIULIA

Nella Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia è la Direzione regionale delle foreste e dei parchi, con sede a Udine, a occuparsi della prevenzione dei pericoli causati dalle valanghe. Per compito d'istituto inoltre il Corpo Forestale regionale, dipendente direttamente dalla citata direzione, è incaricato dei rilievi territoriali sia nivometeorologici che relativi alle valanghe cadute durante la stagione invernale; in particolare per quanto riguarda i rilievi nivometeo i forestali dislocati sul territorio alpino raccolgono i dati di penetrometrica e stratigrafica del manto nevoso in stazioni fisse. Analisi che seguita durante tutta la stagione permette ai rilevatori di conoscere approfonditamente l'evoluzione della neve al suolo di una determinata zona, apportando quindi un notevole contributo oggettivo alle difficili decisioni che le commissioni comunali per la prevenzione dei pericoli da valanghe sono costrette a determinare in situazioni di crisi.
Essendo preposti al servizio di vigilanza territoriale anche durante i mesi invernali con l'uso degli sci, i forestali già da alcuni anni sono stati incaricati di rilevare i parametri interni del manto nevoso lungo i principali itinerari scialpinistici, operando possibilmente nella fascia compresa tra l'isoipsa a cui corrisponde l'ubicazione delle stazioni di rilevamento più alte, introno ai 1800 metri di altitudine , e le cime. Le informazioni provenienti da queste zone, sono utilissime ai fini della redazione dei bollettini nivometeorologici sia per la previsione delle valanghe spontanee più grandi e pericolose, sia per la valutazione della possibilità di distacco provocato che interessa particolarmente gli scialpinisti assidui frequentatori delle zone culminali.
Tenendo conto della necessità di aggiornare periodicamente il personale, anche alla luce delle nuove esigenze emerse dall'adozione della classificazione internazionale della neve al suolo, nel corso della stagione invernale 1994/95 si é proceduto a istituire alcuni brevi corsi che hanno visto la partecipazione di ben 120 forestali.
La prima fase informativa , svolta in

tre turni tra dicembre e gennaio, riguardava il ripasso delle nozioni basilari di meteorologia, di nivologia e di applicazione delle tecniche di rilievo sia giornaliere che settimanali; la valutazione critica di alcuni elaborati è servita a verificare e a uniformare le metodologie e l'interpretazione dei rilievi.
La seconda fase ha interessato una quarantina di forestali idonei al servizio esterno con gli sci, suddivisi in due turni, che si erano resi più disponibili tra i 120 partecipanti alla prima fase. Con loro si sono approfonditi i sistemi di rilevamento di tipo speditivo (profilo penetrometrico elaborato a partire dal test della mano) e le prove empiriche di stabilità del manto nevoso, con particolare riferimento alla prova del blocco di slittamento. Inoltre la partecipazione attiva di tre guide alpine durante tutti i giorni del corso è stata determinante per migliorare le tecniche di salita e di discesa in neve non battuta, per applicare con attenzione tutti i comportamenti ben noti tesi a evitare il distacco di valanghe nonchè per verificare le capacità di autosoccorso di ciascun allievo.
I corsi periodici di aggiornamento, oltre ad aumentare l'autonomia e la sicurezza del personale forestale che si ottiene specialmente attraverso i necessari contatti umani e lo scambio di reciproche esperienze, sono tesi al miglioramento delle conoscenze nivometeorologiche dei rilevatori, dai quali dipende completamente la qualità dei dati osservati e trasmessi al centro di elaborazione. Qualità, bisogna ricordarlo, che va a influire direttamente sul prodotto più importante e qualificante di tutti gli uffici nivometeo dell'AINEVA: il bollettino nivometeorologico.

(Mario DI GALLO)

INTERNET: IN SPERIMENTAZIONE LA DIFFUSIONE DEL BOLLETTINO NIVOMETEO

A partire dal febbraio 1995 è stata attivata, in via sperimentale, la diffusione del Bollettino Nivometeorologico sulla rete INTERNET.
Internet è la più grande rete telematica esistente e collega ogni giorno alcune decine di milioni di utenti di circa 140 paesi.

Questa prima esperienza è stata resa possibile grazie alla collaborazione tra Paolo Tosi del Dipartimento di Fisica dell'Università di Trento ed alcuni tecnici degli uffici AINEVA, in particolare del Centro di Arabba (Anselmo Cagnati e Nicola Costantin) e dalla Provincia Autonoma di Trento (Gianluca Tognoni).
Lo scopo di questa iniziativa pilota era quello di sperimentare le possibilità offerte dalle reti telematiche per la diffusione di informazioni. In particolare il Bollettino è stato diffuso ogni venerdì come ipertesto multimediale WWW.
WWW (World Wide Web) è un modo per organizzare l'insieme delle informazioni che girano su Internet. Questo spazio virtuale è anche noto come cyberspazio. Un ipertesto multimediale è un testo con della grafica che contiene dei collegamenti (links) con altri documenti. In pratica, cliccando con il mouse su alcune parole evidenziate in neretto, vengono automaticamente aperti altri programmi. In questo modo dal bollettino è possibile accedere alle foto meteosat, alle mappe meteorologiche, ai bollettini della Svizzera e dell'Austria e così via. L'esperienza, seppure parziale e con veste sperimentale, è risultata molto positiva: tra febbraio ed aprile sono stati più di 3000 i collegamenti sia dall'Italia che dall'estero e numerosi i messaggi di apprezzamento del servizio, con richieste di approfondimento e di traduzione in inglese. Non si esclude che già dalla prossima stagione il servizio possa essere ulteriormente sviluppato e gestito direttamente dall'AINEVA in modo omogeneo e completo per tutto l'arco alpino.

L' indirizzo INTERNET del Bollettino Nivometeo è:
http://sun10.inf.unitn.it/ tosi/ valanghe.html

(Gianluca TOGNONI)

BARDONECCHIA - CORSO A.I.NE.VA. PER "OSSERVATORE NIVOLOGICO"

Si è svolto a Bardonecchia (TO) dal 20 al 24 marzo 1995 il Corso per Osservatore Nivologico, modulo 2A, del programma formativo organizzato dall'AINEVA per la creazione di esperti nelle tematiche inerenti alla neve ed alle valanghe. Hanno partecipato circa 40 allievi provenienti dalle regioni dell'arco alpino e dal centro Italia.
Il meteorologo Jochen Kerkmann ha tenuto lezioni teoriche sulla meteorologia alpina, mentre tecnici dell'AINEVA hanno trattato la parte nivologica dalla formazione del manto nevoso alla sua evoluzione e trasformazione al suolo, fino alla descrizione dei fenomeni valanghivi e delle cause di distacco.
Ruggero Bissetta del Soccorso Alpino Piemontese ha inoltre sviluppato i temi dell'autosoccorso in valanga, dell'uso dell'ARVA e delle norme comportamentali da tenere sul terreno innevato.
Le esercitazioni pratiche si sono svolte in due diverse località del comprensorio sciistico di Bardonecchia, il Monte Jafferau e il Villon Cros. Sul terreno sono state illustrate le tecniche e le procedure per il rilevamento e la compilazione del Modello 1 giornaliero, nonché dei Modelli 2 - 3 - 4 relativi alle prove penetrometriche e stratigrafiche del manto nevoso.
Con i dati raccolti si è proceduto, in aula, all'elaborazione dei profili stratigrafici ed alla conseguente discussione ed interpretazione.
La dimostrazione delle prove empiriche per la valutazione della stabilità del manto nevoso, quali il blocco di slittamento e il test della pala, e di tecniche di autosoccorso quali la ricerca con l'ARVA e il ritrovamento del sepolto con il cane da valanga sono state possibili grazie alla partecipazione di tecnici esperti che da tempo collaborano all'attività della rete nivometrica della Regione Piemonte.

(Elena TURRONI)

CORSO VALANGHE PER RILEVATORI DEL SERVIZIO PREVENZIONE VALANGHE DI BOLZANO - RIDANNA, 24-26 GENNAIO '95

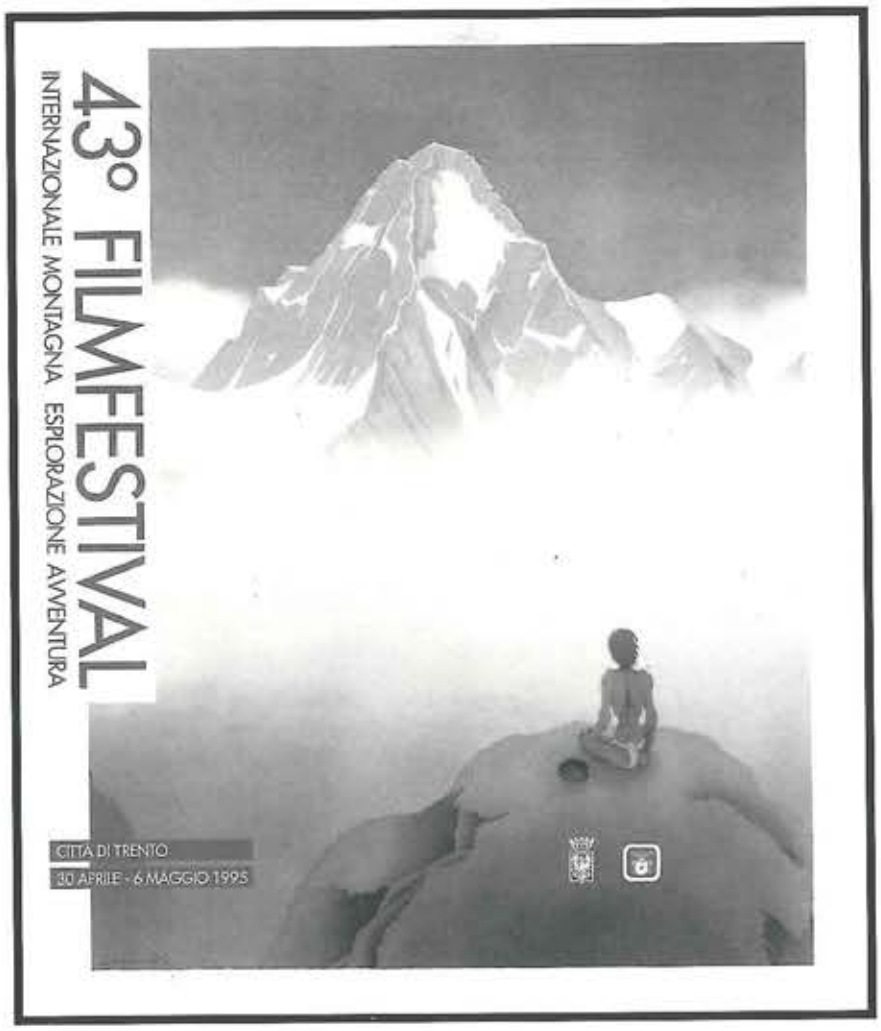
Dal 24 al 26 gennaio 95 si è tenuto in val Ridanna il corso per gli osservatori dei 31 campi neve che collaborano con il Servizio Prevenzione Valanghe della provincia di

Bolzano, al quale hanno partecipato 50 osservatori.
Le lezioni sono state tenute dai collaboratori dell'Ufficio Christoph Oberschmied, Hartmann Stuefer e Michela Munari, per alcuni temi specifici sono stati invitati - in un contesto di già attuata proficua collaborazione - il dott: Karl Gabl del servizio meteorologico di Innsbruck, il dott. Georg Kaser dell'istituto di geografia dell'università di Innsbruck e Raimund Mayr, del servizio Valanghe del Tirolo. Il corso si è svolto naturalmente con la collaborazione di tutto il team dell'ufficio per l'organizzazione; i colleghi del trentino hanno dato un valido apporto per lo svolgimento delle prove in campo.
Si é dato ampio spazio alle lezioni pratiche, sottolineando in particolare l'importanza della prova del blocco di scivolamento quale informazione utile all'ufficio per una migliore conoscenza della stabilità del manto nevoso. Inoltre è stato spiegato il corretto funzionamento degli apparecchi ARVA, poiché ogni stazione di osservazione ne è stata dotata.
Quest'anno inoltre è stata dedicata ampia parte alla cartografia valanghe; l'ufficio ha infatti in programma di rielaborare il catasto delle valanghe in collaborazione con le stazioni forestali. I siti valanghivi vengono verificati sulla cartografia esistente sulle carte IGM in scala 1:25000, corretti e riportati sulle ortofotocarte provinciali in scala 1:10000; in una fase successiva si passerà alla digitalizzazione di tutte le aree nel sistema ARC/INFO e ala creazione di una banca dati informatizzata correlata ad ogni poligono/area.

(Michela MUNARI)

43° FILMFESTIVAL DI TRENTO: PARTECIPAZIONE DELL' AINEVA

L' AINEVA ha partecipato alla (49° Rassegna del Filmfestival Internazionale Montagna Esplorazione e Avventura Città di Trento in programmazione dal 30 aprile al 6 maggio 1995 nel capoluogo trentino con il filmato " Scialpinismo in sicurezza" della regista Valeria Bombaci e realizzato con la collaborazione della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia.
La partecipazione alla rassegna è stata particolarmente significativa in quanto ha permesso, grazie alla collaborazione con la segreteria del Festival, di far conoscere l'Associazione e i suoi scopi, quali prevenzione e studio inerenti alla neve e le valanghe, ai circa 160 giornalisti accreditati, ai quali è stato distribuito un comunicato stampa di presentazione e del materiale informativo delle varie iniziative, rivista, corsi, ecc..
Il filmato "Scialpinismo in Sicurezza" pur avendo una programmazione pomeridiana ha attirato l'attenzione del pubblico specialistico per la visione di circa trecento spettatori.
In seguito alla partecipazione del filmato AINEVA alla rassegna, l'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento ha provveduto a diffondere in sala e tra i giornalisti accreditati, il Bollettino Nivometeorologico che per l'occasione ha avuto una programmazione giornaliera, al fine di far conoscere



al pubblico del Festival, composto in gran parte da alpinisti, escursionisti, sciatori, l'utilità di questo strumento di prevenzione.
I film visionati, più di novanta, sono stati visti da una platea giornaliera di milletrecento persone con programmazione durata sette giorni più una giornata conclusiva di proiezione non stop dei film premiati.
La 43° Rassegna del Filmfestival presentava in programma numerosi film dedicati allo sci, tra questi anche lo "Ski de randonnée" dei registi Jean Pierre Loclan e Pierre Simont un documentario didattico sulla pratica dello sci alpinismo e sul modo di effettuare una gita con gli sci in montagna.

(Michele MARTINELLI)

PARTECIPAZIONE DELL'AINEVA AD UN PROGETTO INTERNAZIONALE DI STUDIO DEL CLIMA ALPINO

Nel mese di aprile è stata presentata, nell'ambito del Programma per la Ricerca e lo sviluppo tecnologico dell'Unione Europea, la richiesta di finanziamento di un progetto, denominato **SNOWCLIM**, per uno studio climatologico delle Alpi e dei Pirenei, attraverso la creazione di una Banca europea di dati meteorologici e nivologici.
Il progetto, promosso da METEOFRANCE nella persona di E. Brun, coinvolgerà diversi istituti di ricerca europei e, per parte italiana, l'A.I.NE.VA., che è stata invitata a partecipare, insieme all'ENEL - CRIS di Mestre e all'Istituto di Costruzioni Idrauliche dell'Università di Bologna; l'attività dei partners italiani sarà coordinata dal Prof. E. Todini di Bologna.
Il progetto, della durata di tre anni, consisterà nella modellizzazione del clima montano attuale, attraverso modelli di calcolo del bilancio energetico della neve e dei suoi processi interni. La finalità primaria del progetto consiste nell'individuazione di possibili scenari climatici futuri, in funzione di varie ipotesi di mutamento dei fattori influenzanti il clima (raddoppio della concentrazione di CO_2, inquinamento...). Saranno infine studiate le possibili conseguenze di questi mutamenti sul bilancio idrologico dei bacini alpini e pirenaici, sul turismo montano invernale e sul verificarsi di condizioni favorevoli al distacco di valanghe.
Se approvato, il progetto sarà attivato all'inizio del prossimo anno.

(Marco CORDOLA)

CONVEGNO INTERPRAEVENT 1996

La Società Internazionale di Ricerca Interpraevent e il Ministero Bavarese dell'Ambiente e dello Sviluppo organizza dal 24 giugno al 28 giugno1996, a Garmisch-Partenkirchen (Austria), un convegno *"sulla protezione dell'ambiente dalle inondazioni, colate torrenziali e valanghe"*.
Scopo del convegno è quello di mettere a confronto le esperienze dei vari esperti del settore in relazione alle molteplici variazioni avvenute sul territorio in questi ultimi decenni. Attualmente non si può prevedere che approssimativamente quale sarà l'influenza di questi cambiamenti degli ambienti naturali sulla frequenza e sull'intensità delle inondazioni, delle colate torrenziali e delle valanghe. Ma è proprio per questo che è importante riconoscere eventuali pericoli il più presto possibile, valutarne le conseguenze ecologiche ed economiche e prendere le misure preventive adeguate.
Il programma prevede delle giornate dedicate all'esposizione di alcune tematiche seguite da discussioni per gruppi di lavoro, oltre ad escursioni tecniche e scientifiche sul terreno in visita ad alcuni siti significativi a livello idrogeologico.
Per quanto concerne le valanghe verranno prese in considerazione:
- le cause e i processi del distacco di valanghe;
- la valutazione del pericolo ed i limiti della prevenzione;
- misure e tecniche di protezione dalle valanghe.

In riferimento all'ultima tematica sono previste visite alle opere antivalanghe realizzate in due regioni diverse - Guneck e Fahrenberg - a difesa delle sedi stradali interessate.

Circolare 2
Appelo per l'invio dei contributi
Congresso

Interpraevent 1996
Protezione dell'ambiente dalle inondazioni, colate torrenziali e valanghe

da lunedì 24 giugno
au venerdì 28 giugno 1996
a Garmisch-Partenkirchen
Germania

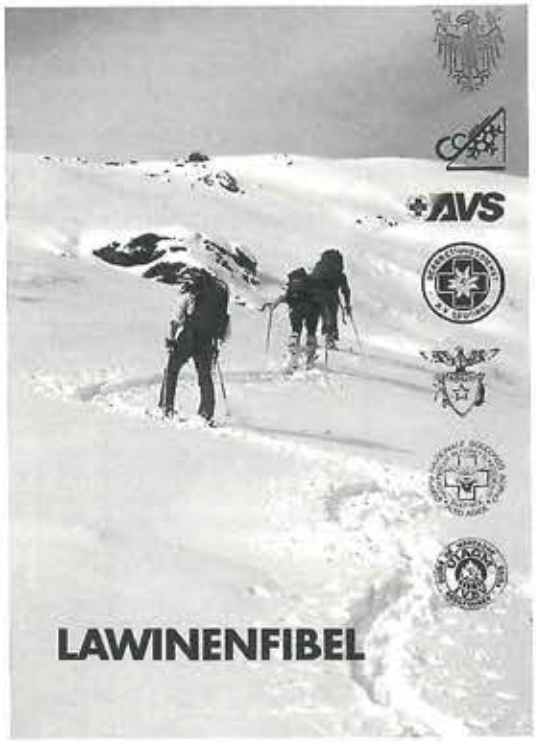
Organizzatori:
Direzione scientifica:
Organizzazione:

Le lingue ufficiali del convegno saranno il tedesco, l'inglese ed il francese, rispettivamente l'italiano, a seconda del numero delle iscrizioni sarà offerta una traduzione simultanea.
Il costo d'iscrizione al convegno è previsto in 500 DM, queste vanno inviate, come termine ultimo previsto il 30.04.1996, al seguente indirizzo:
INTERPRAEVENT 1996
c/o Bayerisches Landesamt fur Wasserwitschaft
Lazarettrasse 67
D-80636 Munchen
Tel. +49 89 1210 1042
Fax +49 89 1210 1041

(Alfredo PRAOLINI)

IL SERVIZIO VALANGHE DI BOLZANO RISTAMPA IL "MANUALE DELLE VALANGHE"

L'ufficio idrografico - servizio prevenzione valanghe di Bolzano -ha deciso di ristampare per la stagione 1994/95 il "manuale delle valanghe" realizzato l'anno precedente in collaborazione con le organizzazioni di soccorso alpino ed i club alpni C.A.I. ed A.V.S. (Alpenverein).



Con l'occasione si è aggiornato l'opuscolo aggiungendo le informazioni relative al pronto soccorso ed al comportamento corretto in caso di incidente.

Oltre a ciò l'opuscolo contiene la descrizione della nuova scala di pericolo da valanghe europea a 5 gradi ed una serie di informazioni utili per conoscere i problemi legati alla frequentazione della montagna innevata e per la valutazione del pericolo da valanga.

Il libretto è distribuito alle scuole alpine di C.A.I. e A.V.S. nonchè agli impianti di risalita e alle aziende di soggiorno ed è disponibile - in lingua italiana e tedesca - presso l'ufficio idrografico, via Mendola, 24 Bolzano.

(Michela MUNARI)

UN INCONTRO SUL DISTACCO PROGRAMMATO DELLE VALANGHE

Si è tenuto dal 27 al 29 marzo in Francia un incontro sul distacco programmato di valanghe. I lavori organizzati dalla Francia Neige International in collaborazione con la società T.A.S. (Tecnologie Alpine de Sècuritè), ideatrice e costruttrice dei sistemi cat-ex e gas-ex, erano riservati ai rappresentanti delle varie amministrazioni locali ed enti pubblici, in qualche modo impegnati nel controllo e nella gestione del pericolo da valanghe; nutrita la partecipazione; con la presenza di una ventina di funzionari di vari Servizi in rappresentanza delle Regioni Piemonte, Valle d'Aosta, Lombardia, Abruzzo, Provincia Autonoma di Trento e Bolzano ed ANAS; fra gli organizzatori erano presenti i signori Gerard Boulever, direttore di France Neige International; Jacob Schippers inventore del gas-ex nonché direttore della T.A.S. ed Ernesto Bassetti di Obiettivo Neve; referente italiano della T.A.S.

Ad approfondite e dettagliate illustrazioni in aula sono seguite altrettante esaustive viste sul posto ed incontri con i direttori della sicurezza dei comprensori sciistici di Val Thorens-Les Menuires-Aurel (3Valles) sicuramente uno dei comprensori sciistici europei più vasti e con il maggior numero di impianti per il distacco programmatico di valanghe (18 cat-ex e 35 gas-ex per un totale di 184 punti di tiro).

Durante gli incontri sono stati analizzati i vari P.I.D.A: (Piano di Intervento per Distacchi programmati di Valanghe) sia dal punto di vista tecnico che legale con interessanti scambi di impressioni e pareri.

Ampio spazio è stato dedicato anche alle visite del CEMAGREF di Grenoble; dove sono state illustrate le varie attività dell'istituto nel campo delle valanghe.

In questa circostanza i dott. Brugnot e Rappin si sono particolarmente soffermati su problemi quali la determinazione delle zone a rischio; il calcolo delle spinte delle valanghe sulle opere e la stima dei rischi sulle zone sciistiche e vie di comunicazione.

(Gianluca Tognoni)

FIERA DEL TEMPO LIBERO - BOLZANO 28 APRILE 1 MAGGIO '95

Alla fiera del tempo libero tenutasi a Bolzano dal 28 aprile al 1 maggio 95 era presente anche l'ufficio idrografico servizio prevenzione valanghe della provincia di Bolzano. La fiera è stata occasione per sensibilizzare i visitatori ai problemi legati alla frequentazione della montagna invernale nonchè per divulgare e pubblicizzare la nuova scala di pericolo valanghe europea e l'attività di prevenzione sviluppata dagli uffici regionali e provinciali associati all'AINEVA. Particolare interesse hanno suscitato i filmati presentati, uno quello realizzato dall'AINEVA e acquistabile presso librerie e videoteche specializzate, l'altro realizzato dall'assessorato alla sanità della provincia di Bolzano assieme alla RAI con la collaborazione dell'Ufficio idrografico - servizio prevenzione valanghe e delle guide alpine. Quest'ultimo filmato, dal titolo "neve sicura", non è in vendita , ma è disponibile presso l'ufficio idrografico - servizio prevenzione valanghe della provincia di Bolzano (via Mendola, 24, 0471/994101) per associazioni, club alpini, scuole etc. che ne facciano richiesta per utilizzarlo a scopo didattico.
E' stata presentata anche la rete di telerilevamento dei parametri idrometeorologici gestita dall'ufficio (MARTE) che ha destato grande curiosità.

(Michela MUNARI)

ABSTRACTS

SPECIAL REPORT: AVALANCHE FORECAST AND COMPUTER SCIENCE LOCAL APPLICATION OF THE NEW NUMERICAL MODELS

by various authors

Artificial intelligence has been applied for many years to the field of local avalanche forecast, thanks mainly to the Swiss and French contributions. Major steps have been made in
the USA and Canada, whereas in Italy this issue has never been examined closely, due to various reasons. In 1993 the Provincia Autonoma of Trento carried out a project according to which, in the 1993-94 winter season, some existing models were tested with the collaboration of the Federal Institute for Snow and Avalanche Studies of Davos and the Carosello-Tonale company. However, the project in question took more time than predicted, given that the experts wanted to examine closely many different situations and above all the new products being developed: in 1994-95 the new NXLOG was tested, to which the Provincia Autonoma of Trento added various interesting solutions which were later adopted also by the authors.
Today these models have reached a rather high degree of evolution (and future developments seem very interesting, too) and at last, according to what many experts say, the results can be considered interesting. This article not only presents the concepts of model defined according to the various kinds of approach and the technical characteristics, but, for a more exhaustive analysis, also the practical results achieved through the testing and implementation of the

NXLOG model in Trentino, as well as the results obtained by French snow and weather stations with the application of the ASTRAL model.

CISA-IKAR 1994

The results of the works carried out by the Avalanche Commission in Autrans, France

In 1994, as usual, the technical delegates from the various member countries of the Ikar commission met together to discuss and analyse the events of the last season. This time the meeting took place in Autrans, a beautiful small town in the Grenoble area, in France. Here the delegates from 13 out of the 18 Ikar member countries participated in the work carried out by the Avalanche Commission which, as it is well known, has been managed for some years very efficiently by Dr. François Valla of Cemagref. Italy was represented by the delegates of the Italian Alpine Club, and in particular of the Italian Alpine and Speleological Rescue Service, as well as by Dr. Giovanni Peretti, the head of the Centro Nivometeorologico of Regione Lombardia, who represented the Aineva association. The Italian delegates have presented the results of the complete statistics of all the avalanche accidents which occurred in Italy during 1994, and more precisely from October 1993 to October 1994, the annual period Ikar usually refers to for avalanche accidents. The report drawn up by the President of the Avalanche Commission, Dr. Valla, is presented. This year, the report shows a generally standard trend from which, however, a significant fact emerges which aroused a lively discussion within the Commission itself: about 15% of avalanche casualties are motor sled drivers! These accidents did not occur in a well-defined area, as one could think, or in a single country, but in 3 different countries which are also distant one from another, from both a geographical and cultural point of view: 9 casualties were in the USA, 4 in Canada and 3 in Norway. During the workshops, special attention was devoted to prevention, mainly with the presentation of the results of the ARVA 94 international team. Dr. Meister of the Federal Institute for Snow and Avalanche Studies of Davos, and Dr. Pahaut of the CEN of Grenoble talked about the European unified scale for avalanche danger classification: this achievement represents a major goal. Last but not least, we would like to thank our French friends for their warm welcome.

CONTROL OF AVALANCHE RISK IN THE BRAULIO VALLEY

Report on the avalanche forecast and prevention work carried out in winter 1993-94 in the Braulio valley.

by Massimo Campana, Vittorio Boerio and Giancarlo Bonini

The development of an adequate and accurate monitoring system is a prerequisite for carrying out an efficient control of a mountain territory potentially subject to the avalanche risk. Indeed, the analytical utilisation of snow and weather data previously collected on site according to specific space and time sequences and then correctly projected in their specific geomorphological context can allow the experts to reliably and continuously define the stability of the snow-covered slopes located in the area taken into exam. The application of a specific control methodology that follows the above-mentioned criteria and that was specially set up by the writers of this article is described in the case history illustrated in the following pages. In this context, it was observed that, thanks to an accurate and opportune definition of the avalanche risk degree, it was possible to effectively regulate the passage of the vehicles along a road that crosses a mountain territory usually subject to frequent and large avalanches.

TIKNESS OF VALFURVA GLACIERS

Measuring carried out by means of vertical electrical probings

by Mauro Guglielmin, Alessandro Nardo and Claudio Smiraglia of the Italian Glaciologic Committee

In summer 1994, within the framework of a research on the water resources of the Valtellina glaciers, the Italian Glaciologic Committee, in collaboration with the Azienda Elettrica Municipale of Milan, carried out some geophysical surveys (Vertical Electrical Probing) on two glaciers in Valfurva: the Forni glacier, the largest valley glacier in the Italian Alps, and the Sforzellina glacier, one of the typical cirque glaciers of Lombardy. The method adopted, i.e. applying current to the ice by means of two electrodes and measuring the potential difference between two measuring electrodes, has permitted the experts to calculate the thickness of the two above-mentioned glaciers. The rock layer has been reached in 11 probings out of 12 carried out, allowing the experts to define the characteristics of the subglacial morphology. Basing on the resistivity values obtained, the ice thickness ranges from about 20 to 80 metres on the tongue of the Forni glacier, with an average thickness of 57 metres; moreover, an overexcavation zone has been located in the area of confluence of the three outflows where the ice thickness reaches up to 100 metres. As far as the Sforzellina glacier is concerned, thickness is much lower, with a maximum value of about 40 metres.

L'A.I.NE.VA. é l'Associazione che coordina le azioni e le iniziative che gli otto Servizi Valanghe delle Regioni e delle Provincie dell'arco alpino italiano svolgono in materia di previsione e studi inerenti alla neve e alle valanghe.

E' in contatto con i principali Istituti ed Associazioni analoghe dei paesi stranieri.

Tra i vari scopi che l'A.I.NE.VA. si prefigge, vi è pure la sperimentazione di materiali ed attrezzature nello specifico settore, oltre che l'effettuazione di studi e ricerche sperimentali applicate e lo scambio di informazioni, notizie e dati tra i tecnici del settore.

L'Associazione offre le sue esperienze e conoscenze a tutti gli operatori ed appassionati della montagna.

LA RIVISTA neve e valanghe

Si presenta come l'unica rivista in campo nazionale dedicata principalmente allo studio della nivologia, della valangologia e della meteorologia e climatologia alpina.
"neve e valanghe" raccoglie studi, sperimentazioni ed esperienze di quanti oggi lavorano per una sempre maggior sicurezza in montagna, ma dà anche ampio spazio informativo e di divulgazione.
Essa viene proposta a tutti i frequentatori della montagna, alle persone o agli Enti che sono preposti alla gestione del territorio nonché a tutti coloro che svolgono attività legate al settore neve.

neve e valanghe

- ***Veicolo di scambio per studi e ricerche sulle problematiche relative alla montagna invernale ed ai rischi ad essa connessi.***
- ***Strumento di aggiornamento per operatori del settore.***
- ***Luogo di incontro fra appassionati sciatori-alpinisti.***

PER CONOSCERE LA NEVE PER SCIARE SICURO

Abbonati!

A.I.NE.VA.
Vicolo dell'Adige, 18 - 38100 TRENTO
Tel. e Fax 0461/230305

Abbonamento annuale per il 1995 a "neve e valanghe": £ 25.000 da versare sul C/C postale n° 14595383 intestato a A.I.NE.VA.

BOLLETTINI NIVOMETEOROLOGICI PER L'ARCO ALPINO ITALIANO

Numero unico (risponditore interattivo)
Tel. 0461/230030

Regione Friuli Venezia Giulia		Tel. 1678/60377
Regione Veneto		Tel. 1678/60345
Provincia di Trento		Tel. 1678/50077
Provincia di Bolzano	Tede.	Tel. 0471/271177
	Ital.	Tel. 0471/270555
Regione Lombardia		Tel. 1678/37077
Regione Valle d'Aosta		Tel. 0165/31210
Regione Piemonte		Tel. 011/3185555
Regione Liguria		Tel. 010/532049

Regione autonoma Friuli Venezia Giulia - Regione Veneto
Provincia autonoma di Trento - Provincia autonoma di Bolzano - Regione Lombardia
Regione autonoma Valle d'Aosta - Regione Piemonte - Regione Liguria