

Neve e Valanghe

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

n° 48 - aprile 2003

**Manifestazioni
sportive e
previsioni
nivometeo**

**Misure di
trasporto eolico
di neve**

Neve in Trentino

**Trentino: la nuova
carta valanghe
digitale**

**Evoluzione e
stabilità delle
cascate di
ghiaccio**

**Guide alpine e
sicurezza**





Referenze fotografiche:

Foto di copertina: Lodovico Mottarella
Victory Project: 56
Ph Facchini Canonidigital: 12,
Uff. Neve e Valanghe Trento: 13, 14, 15, 16,
18-19, 29, 36, 39, 41, 43
Alberto Bianchi: 20-21, 23,
Alfredo Praolini: 6-7, 23, 24, 28-29, 32, 33, 37,
54-55, 57, 58, 59, 60, 61
Michele Comi: 47, 50
Lodovico Mottarella: 1, 4, 46, 49
www.tarvisio2003.org: (fotogallery)

**Hanno collaborato a questo
numero:**

Enrico Filafarro, Eraldo Meraldi, Elena
Barbera, Rosanna Turcato, Stefania Del Barba,
Serena Mottarella, Pietro Del Barba.

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

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

Sommario

aprile 2003 numero 48



6 MANIFESTAZIONI SPORTIVE E PREVISIONI NIVOMETEO

di D.Moro e M.Gaddo



20 MISURE DI TRASPORTO EOLICO DI NEVE

di A.Bianchi, G.Rossotti e
C.Sbarufatti



28 NEVE IN TRENINO

di M.Fazzini e M.Gaddo



36 TRENINO: LA NUOVA CARTA VALANGHE DIGITALE

di G.Fruet, P.Cestari e
M.Gadotti



46 EVOLUZIONE E STABILITA' DELLE CASCATE DI GHIACCIO

di A.Bianchi, L.Pinto,
A.G.Riccardi e V.Salvi



54 GUIDE ALPINE E SICUREZZA

Collegio Nazionale
Guide Alpine Italiane



La stagione invernale 2002-2003 è alle spalle e si comincia a tirare le somme, tra le altre cose sugli incidenti da valanga che sono occorsi. La Lombardia, per esempio, quest'anno è stata particolarmente sfortunata, con 10 vittime da valanga che hanno innalzato nettamente la media di quest'ultimo ventennio. Neve e Valanghe presenta, a questo proposito, un interessante articolo di Lorenzo Merlo, addetto stampa del Collegio Nazionale delle Guide Alpine Italiane, sul problema della sicurezza in montagna, molto attuale quest'inverno proprio tra le Guide Alpine in quanto in alcuni incidenti anche gravi sono stati coinvolti gruppi condotti da Guide.

A proposito di Guide, l'Ing. Alberto Bianchi del Politecnico di Milano – che è anche Guida Alpina, c'illustra due interessanti lavori che ha portato avanti, uno sul trasporto eolico della neve ed uno sull'evoluzione e sulla stabilità delle cascate di ghiaccio.

Ma due articoli che desteranno interesse presso i lettori sono quelli dei colleghi del Trentino e del Friuli Venezia Giulia riguardanti le esperienze di Nivologia e di Meteorologia che hanno portato avanti quest'anno in occasione del supporto fornito ai Campionati Mondiali di Sci Nordico in Val di Fiemme e delle Universiadi Invernali di Tarvisio:

Questo del supporto Nivo-Meteorologico a grandi eventi sportivi invernali è un tema d'attualità e molto sentito. Già nel 1985, in occasione dei Campionati Mondiali di Sci Alpino tenutisi a Bormio, l'allora Nucleo Previsione e Prevenzione Valanghe della Regione Lombardia aveva fornito, con soddisfazione degli organizzatori, il supporto tecnico tramite una Commissione Meteorologica.

Ancora, nel 1997 in occasione dei Campionati Mondiali di Sci Alpino tenutisi al Sestriere la Regione Piemonte aveva dato il valido supporto del suo servizio Meteorologico.

Del 2003 abbiamo già parlato, non dimenticandoci tra l'altro dell'appoggio che i colleghi del Servizio Meteorologico Svizzero hanno dato ai Campionati Mondiali di Sci Alpino tenutisi a S.Moritz.

La Direzione dei Servizi Tecnici della Regione Piemonte si sta preparando da tempo, con il suo settore Meteoidrografico e Reti di Monitoraggio, a quel grandissimo evento dato dalle Olimpiadi invernali del 2006. In Lombardia, a Bormio, nel 2005 si terranno i Campionati Mondiali di Sci Alpino e il Centro Nivo-Meteorologico dell'ARPA Lombardia – che ha tra l'altro proprio sede a Bormio – è da tempo pronto a riprendere il lavoro avviato vent'anni prima, nel 1985, e a concordare, se gli sarà richiesto, le fasi tecniche organizzative inerenti la previsione nivo-meteorologica locale di supporto alle gare.

I Servizi Nivo-Meteorologici facenti parte dell'AINEVA hanno dunque sempre messo a disposizione le loro esperienze e le loro professionalità ai grandi eventi sportivi invernali.

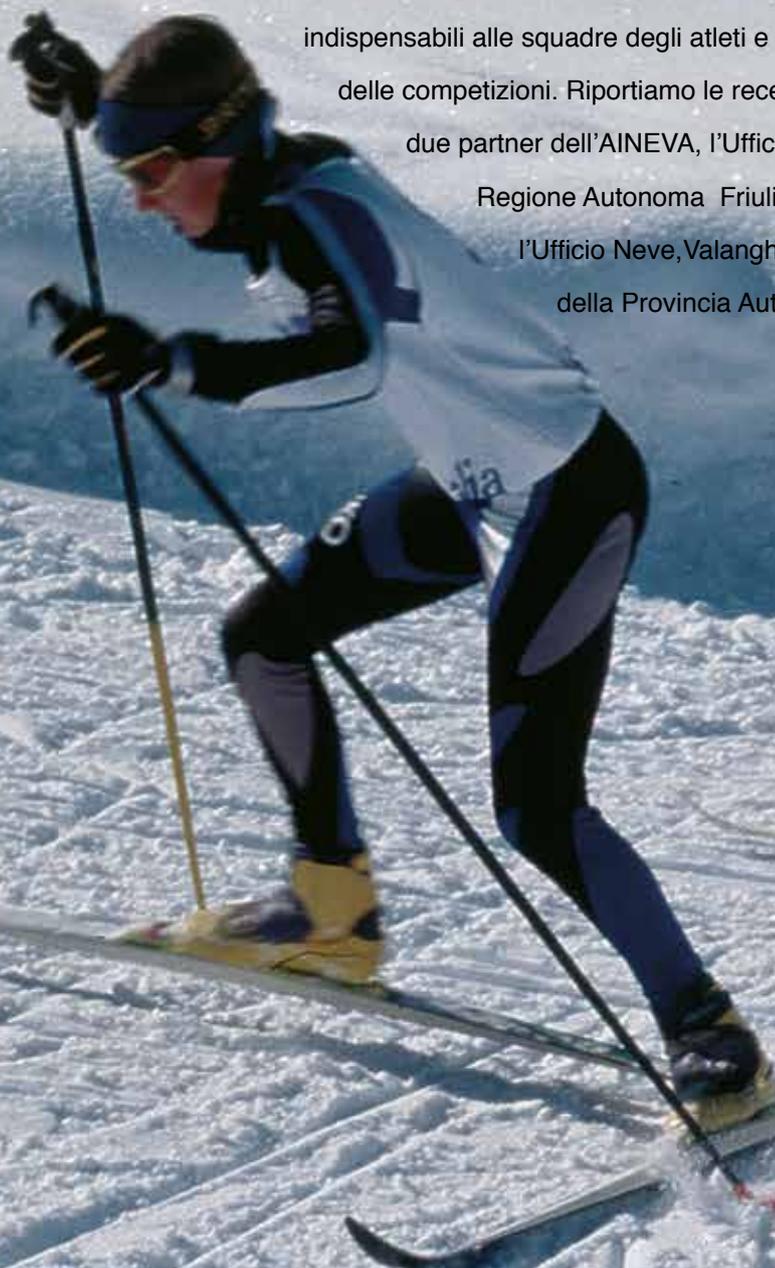
Ciò, oltre che un piacere, è una gratificazione del proprio lavoro ed un onore.

Il Direttore Responsabile

Giovanni Peretti

LA PREVISIONE NIVOMETEOROLOGICA NEI GRANDI

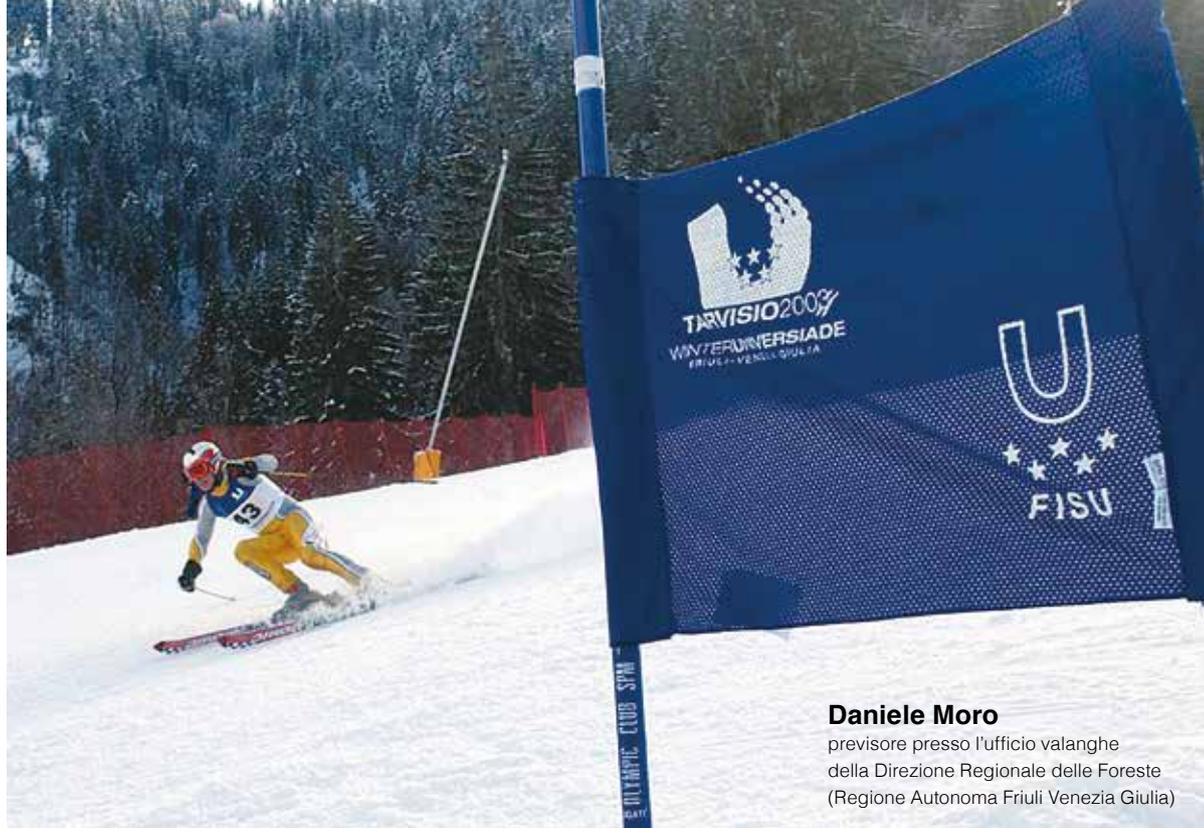
Continua l'impegno delle strutture aderenti all'AINEVA in seno alle manifestazioni degli sport invernali ai massimi livelli mondiali, con la partecipazione di personale tecnico altamente preparato, sia in campo meteorologico che nivologico, per la fornitura di servizi indispensabili alle squadre degli atleti e agli organizzatori delle competizioni. Riportiamo le recenti esperienze di due partner dell'AINEVA, l'Ufficio Valanghe della Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia e l'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia Autonoma di Trento.



L'intervento dei
servizi dell'AINEVA
nelle manifestazioni
sportive internazionali

EVENTI INVERNALI





Daniele Moro

previsore presso l'ufficio valanghe della Direzione Regionale delle Foreste (Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia)

TARVISIO 2003

le universiadi invernali nel Friuli Venezia Giulia



PREVISIONE NIVOMETEOROLOGICA NELL'ORGANIZZAZIONE DEGLI EVENTI SPORTIVI

L'organizzazione delle manifestazioni sportive di livello internazionale è accompagnata da esigenze sempre più complesse, in ragione degli interessi economici assai variegati che vi ruotano attorno. Così le esigenze dei media e degli sponsor con-



dizionano gli orari, i percorsi e persino la possibilità o meno di rinviare le gare, mentre la necessità di comunicazione ed informazione, dentro e fuori la struttura organizzativa, impongono inderogabili standard sulle reti di telefonia mobile e fissa e sulle reti INTERNET ed INTRANET. Sovrana regna poi l'esigenza di contenere sempre e comunque le spese.

La previsione nivometeorologica si innesta quindi in questo quadro, così sinteticamente descritto solo per fare intuire quali e quanti siano i problemi di coordinamento da risolvere in fase preliminare ed esecutiva del servizio da rendere in simili circostanze.

A queste difficoltà non ha potuto sottrarsi neppure l'ufficio a ciò preposto in regione Friuli Venezia Giulia, ove, con finanziamenti ridotti al minimo indispensabile, si è deciso di fornire all'organizzazione delle Universiadi "Tarvisio 2003" il servizio di previsione più adatto possibile alle esigenze tipiche di tale tipo di manifestazione.

AINEVA A SERVIZIO DELLO SPORT

Dopo le esperienze maturate in passato, quali ad esempio i campionati mondiali di sci alpino di Sestriere del 1997 dove sono state testate le metodologie di raccolta dati e nuovi prodotti da fornire all'utenza, anche quest'anno tecnici formati in sede

AINEVA, dipendenti dalle Regioni e Province autonome, sono stati impiegati massicciamente per la raccolta e la gestione dei dati nivometeorologici. Per quanto riguarda le Universiadi invernali, Tarvisio 2003, dal 12 al 26 gennaio 2003 una nutrita schiera di personale tecnico del settore neve e valanghe e del Corpo forestale regionale nonché previsori dell'Osservatorio meteorologico regionale dell'ARPA del Friuli - Venezia Giulia, sono stati impegnati senza interruzione nei servizi riguardanti la raccolta e la divulgazione delle informazioni di carattere nivometeorologico e valanghivo.

Al di fuori dei previsori meteo, tutto il personale addetto, per acquisire le necessarie nozioni tecniche, soprattutto in campo nivologico, era stato formato nei corsi AINEVA.

L'IMPEGNO DELLE STRUTTURE LOCALI

La Regione Friuli Venezia Giulia, mediante il Servizio della tutela del suolo montano della Direzione foreste, si è organizzata per fornire, durante tutto il periodo della manifestazione sportiva, al responsabile dell'organizza-

zione, agli uffici pubblici interessati per competenze diverse e ai tecnici responsabili delle squadre, un adeguato servizio di informazione sulle condizioni della neve sulle piste, sulle previsioni nivometeorologiche e sulla sicurezza da valanghe della viabilità e dei comprensori sciistici.

Il servizio meteorologico di indispensabile supporto è stato fornito dall'OSMER ARPA del Friuli Venezia Giulia.

LE UNIVERSIADI "TARVISIO 2003"

Per entrambe le strutture impegnate l'attività si è articolata in fasi distinte per contenuto e tempistica. In una prima fase (fase di studio), si è cercato di approfondire la comprensione di vari fenomeni nivologici e meteorologici nelle diverse località interessate così da consentire il lavoro dei revisori.

Nei mesi precedenti le gare, durante una seconda fase (fase sperimentale), si è iniziato ad emettere quotidianamente dei bollettini di previsione nivome-

teorologica particolareggiata specifica per le aree montane interessate. Durante la fase operativa, nel periodo delle gare, sono state fornite tutte le informazioni necessarie affinché la manifestazione si potesse svolgere con i migliori risultati per gli atleti, tecnici, gli organizzatori ed il pubblico e quindi con il miglior esito in termini di riuscita complessiva. L'impegno è stato notevole soprattutto sotto l'aspetto professionale ed umano, investendo principalmente il personale forestale, cui faceva carico sia il compito di raccogliere ed elaborare i dati neve specifici, sia il servizio di sicurezza e soccorso lungo le piste.

In particolare sono stati impiegati 24 uomini del CFR, esperti sciatori, addestrati al primo soccorso e specializzati rilevatori della neve, che nella seconda metà di gennaio si sono dedicati alla raccolta dei dati sulle piste utilizzate per le gare. Inoltre l'acquisto di sofisticate apparecchiature elettroniche quali termoigrometri digitali per la rilevazione manuale e centraline automatiche per la



raccolta e trasmissione telematica dei dati hanno contribuito a garantire un elevato standard di qualità del dato stesso.

ORGANIZZAZIONE LOGISTICA SUL TERRITORIO

Il problema nodale è stato quello di disporre di strutture e dati localizzati, al fine di fornire a intervalli prefissati e ogni volta che se ne presentasse l'esigenza, informazioni riguardanti la specifica area interessata da una gara. Con l'aiuto di Promotur Spa, società che ha peraltro coordinato l'intera organizzazione della manifestazione, sono stati quindi allestiti tre centri di raccolta ed elaborazione dei dati, dislocati a Tarvisio (per le discipline dello sci alpino e nordico), Piancavallo (per le competizioni di snowboard) e Forni Avoltri (per il biathlon), cui far convergere i dati provenienti dalla rete regionale, integrata al fine di ottenere un completo monitoraggio dei parametri nivologici e meteorologici locali più rilevanti sull'intero arco delle 24 ore, con le sei centraline automatiche, cui si faceva cenno



UNIVERSIADI TARVISIO 2003

Winteruniversiade Friuli Venezia Giulia

REGIONE AUTONOMA FRIULI VENEZIA GIULIA
BOLLETTINO DI INFORMAZIONE NIVOLOGICA PER LA
ZONA DEL TARVISIANO
a cura della DIREZIONE REGIONALE DELLE FORESTE Settore neve e valanghe



N° 10
EMESSO ALLE ORE 14
mercoledì 22 gennaio 2003

Prossimo bollettino domani ore 14

ALTEZZA NEVE AL SUOLO A 1800 m:	60 - 80 cm	NEVE FRESCA:	30 cm
ALTEZZA NEVE AL SUOLO A 1500 m:	50 - 60 cm	NEVE FRESCA:	20 cm

CONDIZIONI DELLA NEVE IN PISTA PREVISTE PER LE PROSSIME 24 ORE	
PISTA PRIESNIG B	L'abbassamento della temperatura previsto favorirà il consolidamento del manto nevoso. Temperature: min -6 °C, max 4 °C nella parte bassa; min -4 °C, max 0 °C in quota. Vento: N 10 km/h
PISTA DI PRAMPERO	NON ESSENDOCI PIU' GARE SU QUESTA PISTA, I RILIEVI MANUALI VENGONO SOSPESI. SONO DISPONIBILI, SULLA PAGINE METEO, I RILEVAMENTI DELLA STAZIONE AUTOMATICA. SINCE THERE ARE NO MORE COMPETITIONS ON THIS TRACK, MANUAL DATA COLLECTION IS OVER. DATA FROM AUTOMATIC METEOROLOGICAL STATION ARE AVAILABLE ON WINTERUNIVERSIADE METEO PAGE
CAMPO GOLF	L'abbassamento della temperatura previsto favorirà il consolidamento del manto nevoso. Temperature: min -6 °C, max 4 °C. Vento: N 10 km/h
FUSINE LAGHI	Sulla pista c'è neve fresca che verrà battuta nel tardo pomeriggio, al termine della precipitazione nevosa. Temperature: min -6°C, max 2 °C

SITUAZIONE DEL MANTO NEVOSO FUORI DALLE PISTE BATTUTE

Per la serata di oggi è prevista la fine delle precipitazioni. La nuova neve, 30 cm alla quota di 1800 m è in genere umida o bagnata e poggia su un manto nevoso generalmente ben consolidato fino alla quota di 2000 m. Sopra tale quota si è depositata su neve non ancora assestata o lastroni a media resistenza. I forti venti meridionali che hanno accompagnato la precipitazione hanno formato nuovi accumuli alle esposizioni settentrionali.

PERICOLO DI VALANGHE PREVISTO PER LE PROSSIME 24 ORE

Nella giornata di domani saranno possibili scaricamenti diffusi di valanghe di neve umida a debole coesione, piccole o medie, su tutti i versanti al di sopra della quota di 1500-1600 metri. Nei versanti intorno a N - NE, a quote superiori a 2000 metri, sarà possibile la caduta di medie valanghe a lastroni, formatasi per effetto dei forti venti che hanno spirato durante la nevicata. Nella giornata di venerdì il consistente raffreddamento dell'aria farà sentire il suo effetto sul manto nevoso provocando un aumento delle resistenze interne. Rimarrà comunque il pericolo di distacco spontaneo di valanghe sempre a partire dalla quota di 1500 - 1600 metri, ma con minore diffusione e di dimensioni più contenute. I forti venti da N e NE favoriranno la formazione di lastroni di basso spessore sui versanti sopravvento, mentre sui versanti meridionali si potranno formare lastroni e accumuli di dimensioni maggiori. Sarà possibile il distacco di valanghe a lastroni soffici anche con un debole sovraccarico. La pratica dello sci alpino dovrà essere limitata agli itinerari più facili e sicuri, sempre con una attenta valutazione dei siti potenzialmente pericolosi.

GRADO DI PERICOLO PREVISTO: 3 (marcato).





PERICOLO VALANGHE



prima e, ovviamente, i dati misurati manualmente sulle piste. Le centraline automatiche, con struttura portante smontabile e quindi riposizionabile per future esigenze, sono state ubicate nei punti più rappresentativi delle piste dove si sono svolte le competizioni, e hanno fornito in continuo i dati relativi alle condizioni meteo in pista (temperatura aria a 150 cm dal suolo, altezza della neve, umidità dell'aria, forza e direzione vento, con rilevamenti ogni minuto). La dislocazione di tali centraline sul territorio è stata la seguente:

Tarvisio

- Pista Prasnig B quota 1250 m (per gare di slalom gigante e speciale)
- Pista fondo Campo Golf quota 777 m (per allenamento e gare di sci nordico)
- Pista Di Prampero quota 1300 m (per gare di super G e discesa libera)

Sella Nevea

- Pista Canin 1500 m (per allenamenti di discesa libera e slalom gigante)

Forni Avoltri

- Stadio Biathlon 900 m (per allenamenti e gare di biathlon)

Piancavallo

- Pista Sauc quota 1450 m (per allenamenti e gare di snowboard)

I PRODOTTI FORNITI

Per ogni sede di gara venivano emessi un bollettino locale di previsione meteorologica e un bollettino nivologico, con relativo pericolo valanghe valido 24 ore, mentre alle ore 7.00 e alle 14.00 venivano rilevati manualmente i dati meteo nelle zone di partenza, intermedie, e di arrivo delle rispettive piste teatro delle competizioni; veniva inoltre eseguito un rilievo stratigrafico del manto nevoso su tutte le piste interessate.

I dati così rilevati (temperatura

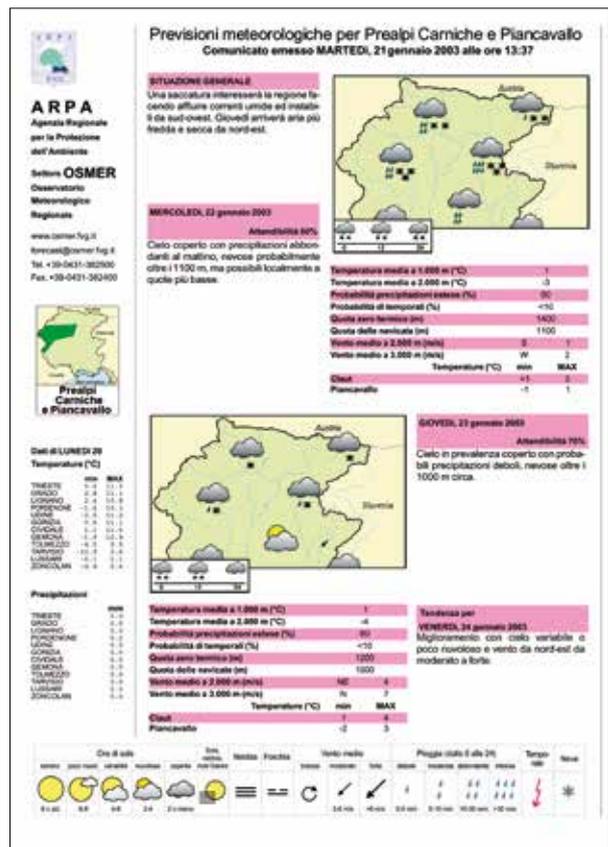
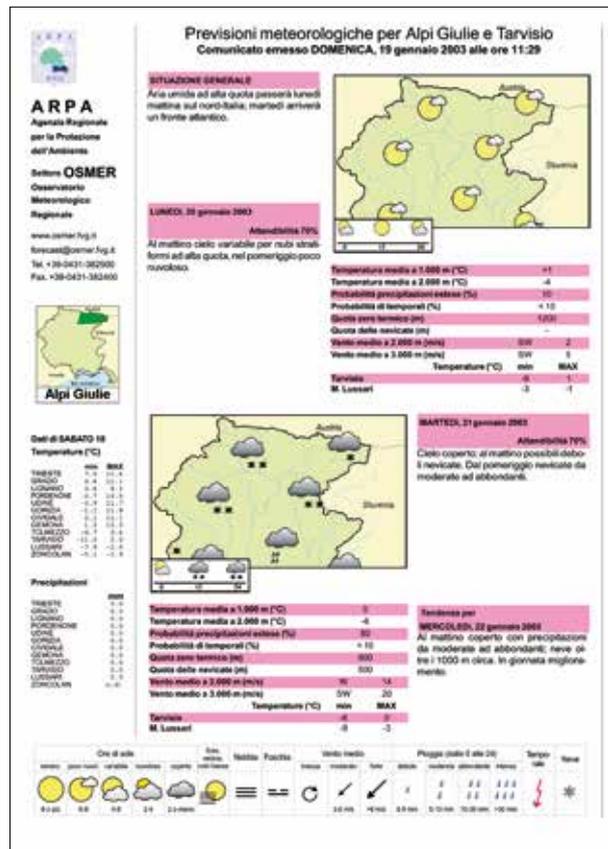
aria attuale, umidità relativa dell'aria e temperatura della neve) venivano comunicati via radio o gsm, alle sedi di raccolta e messi in rete in tempo reale ed erano visibili sul sito web delle Universiadi. Sempre sul sito delle Universiadi tutta l'utenza aveva accesso ai dati delle ultime 24 ore delle centraline automatiche, nonché all'archivio di tutti i bollettini emessi. Il servizio per le UNIVERSIADI è stato quindi qualificato e dimensionato per:

- la situazione del manto nevoso prima e durante le gare;
- le previsioni meteorologiche locali;
- la previsione del tipo di manto nevoso riscontrabile nella giornata successiva per le squadre partecipanti e per la gestione delle piste;
- la sicurezza da valanghe dei comprensori sciistici interessati;
- la sicurezza nella gestione della viabilità, con particolare riguardo agli accessi a Sella Nevea, località di residenza di alcune squadre e di allenamento.

TEST IMPORTANTE IN VISTA DI IMPEGNI FUTURI

L'esperienza delle Universiadi di Tarvisio 2003 è risultata inoltre essere uno strumento di informazione per il personale che successivamente sarebbe stato coinvolto nei Campionati mondiali di fondo in Val di Fiemme nonché per quello che verrà impegnato nei Campionati del Mondo di Sci Alpino Bormio 2005 e nelle Olimpiadi invernali di Torino 2006.

Infatti, ai lavori nella sala previsioni di Tarvisio, hanno partecipato pure due delegazioni composte da personale tecnico, sempre di formazione AINEVA, della Provincia autonoma di Trento e della Regione Piemonte, a vantaggio dei loro futuri impe-



gni nel campo della rilevazione e trattamento dei dati nivometeorologici. Hanno inoltre partecipato, in qualità di osservatori, due previsori del Centro Nivometeo della Regione Lombardia.



Mauro Gaddo

Provincia Autonoma di Trento
Ufficio Neve, Valanghe
e Meteorologia - Trento



Valle di Fiemme 2003 i Mondiali di sci nordico nel Trentino

INTRODUZIONE

Il progetto del febbraio 2000, relativo all'assistenza nivometeorologica alla manifestazione dei mondiali di sci nordico in programma in Val di Fiemme nel 2003, aveva individuato due blocchi principali di attività necessari a realizzare correttamente il servizio richiesto.

Tali blocchi di attività erano costituiti dalle:

- attività preparatorie finalizzate alla definizione del quadro climatologico e attività di verifica ed affinamento della previsione con specifico riferimento alle aree interessate dalla manifestazione;
- attività operative di previsione ed assistenza finalizzate alla gestione diretta dell'evento.

Il primo blocco di attività è stato svolto correttamente lungo un arco temporale che si è protratto fino agli inizi della manifestazione

iridata: agli approfondimenti necessari a realizzare una efficiente gestione dell'assistenza nivometeorologica in termini previsionali sono stati affiancati gli studi e le elaborazioni climatologiche utili ad una programmazione delle attività agonistiche attraverso la definizione dei caratteri specifici dei microclimi locali.

Il primo blocco di attività si è pertanto articolato nelle seguenti sezioni:

- verifica tecnica finalizzata alla definizione dei parametri nivometeorologici la cui conoscenza in termini previsionali e di caratterizzazione storica può risultare di interesse in relazione alla natura delle manifestazioni in programma;
- raccolta di dati nivometeorologici relativi ai siti di gara da effettuarsi attraverso il posizionamento di stazioni di rilevamento, allo

scopo di controllare l'andamento a scala locale di parametri significativi ai fini dello svolgimento delle prove, in particolare vento e temperature;

- sistematizzazione dei dati rilevati direttamente o provenienti da serie storiche esistenti;
- elaborazione di specifici studi di caratterizzazione climatologica e nivologica dei siti con riferimento in particolare ai periodi in cui è previsto lo svolgimento delle gare;
- predisposizione di elaborati anche cartografici di rappresentazione delle analisi e valutazioni effettuate;
- effettuazione in via sperimentale di previsioni mirate alla gestione delle problematiche legate alla manifestazione in programma e verifica di affidabilità delle stesse e del livello di dettaglio spazio-temporale raggiungibile;

- determinazione delle correlazioni tra previsioni da modello numerico e situazione rilevabile nei siti di gara, con particolare riferimento ai parametri di interesse ai fini dello svolgimento della manifestazione.

Le conoscenze acquisite e gli aspetti operativi previsti nel secondo blocco di attività sono stati inoltre utilizzati in via sperimentale durante le manifestazioni di coppa del mondo di sci nordico e di salto dal trampolino di dicembre 2001 e gennaio 2002, denominate "premondiali".

IL PROGRAMMA DEI CAMPIONATI MONDIALI DI SCI NORDICO

I campionati del mondo di sci nordico si sono svolti dal 18 febbraio al primo marzo con la seguente articolazione per discipline:

- Due gare di ski jumping K120;
- Una gara di ski jumping K95;
- Dodici gare di cross country;
- Tre gare di nordic combined.

Ski jumping

Le gare di salto con gli sci si sono svolte nello stadio "Dal Ben" di Predazzo (vedi foto in alto). Lo stadio Dal Ben è ubicato nel fondovalle, a nord di Predazzo. La zona è situata ad una quota prossima ai 1000 m s.l.m. (1050 circa) ed è compresa fra il Monte Mulat ad est e il monte Agnello ad ovest, nel comune di Predazzo. Le gare, disputate nelle giornate di sabato 22, domenica 23 e venerdì 28 febbraio, sono state precedute dalle qualificazioni di venerdì 21 e giovedì 27 febbraio.

Cross country

Le gare di fondo si sono svolte sulle piste da sci che fanno riferimento allo stadio di Lago di Tesero (seconda foto dall'alto).

Lo stadio del fondo giace in un'area di fondovalle, a quota 900 m s.l.m., sulla sinistra orografica del torrente Avisio.

A nord dello stadio si erge la catena del Latemar, mentre gli impianti sono ubicati ai piedi del Monte Stelle delle Sute (catena Lagorai). Lo stadio è sito nel comune di Tesero. Le gare sono state disputate con cadenza praticamente giornaliera dal 18 febbraio al primo marzo.

Nordic combined

Queste gare, che sommano i risultati di una gara di salto con quelli di una gara di fondo, si sono svolte presso i trampolini di Predazzo e sulle piste da sci che fanno riferimento allo stadio di Lago di Tesero.

Le gare sono state disputate nelle giornate di venerdì 21, lunedì 24 e venerdì 28 febbraio.

LE ATTREZZATURE INSTALLATE

Presso il centro del salto a Predazzo è stata installata provvisoriamente una stazione di rilevamento automatica, dotata di sensori in grado di rilevare la temperatura dell'aria, la direzione e la velocità del vento, la pressione atmosferica e l'umidità dell'aria (vedi le 2 foto in basso). Presso il centro del fondo a Lago di Tesero il Comitato organizzatore ha attivato una stazione di rilevamento di tipo automatico, dotata di sensori in grado di rilevare la temperatura dell'aria, la temperatura del bulbo bagnato e la direzione e la velocità del vento.

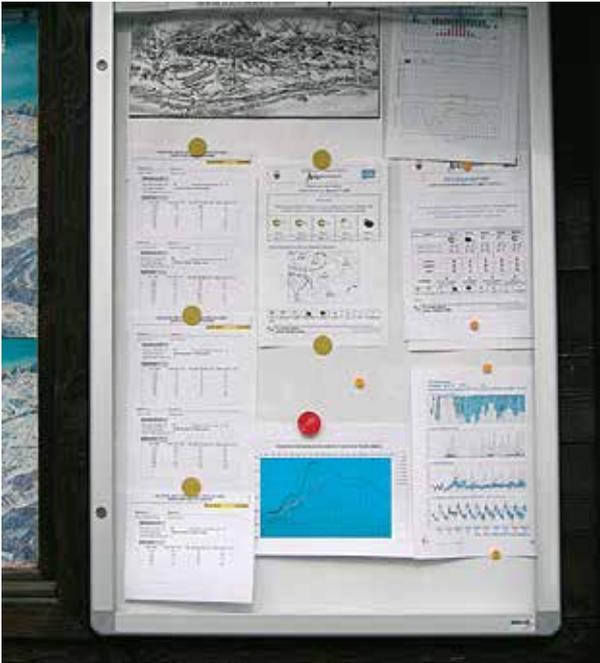
Nei punti rappresentativi segnalati dai tecnici del Comitato organizzatore sono stati distribuiti ed organizzati dei punti di monitoraggio da gestire con l'ausilio di osservatori esterni.

Tali punti sono stati dotati di una capannina provvista di termometro di massima e minima,



igrometro e termometro digitale per la misura della temperatura dell'aria e della neve.

Il personale incaricato dei rilie-



vi è stato addestrato dai tecnici dell'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia ed era costituito da tre volontari messi a disposizione dal Comitato organizzatore, due volontari proposti dall'Ufficio e da tecnici dell'Ufficio stesso.

Presso lo stadio del fondo è stato inoltre installato un tabellone luminoso, su cui erano pubblicati in automatico ogni minuto i dati meteo provenienti dalla stazione automatica di Lago.

La diffusione al pubblico e ai tecnici delle squadre delle informazioni nivometeorologiche raccolte è stata infine garantita, oltre che dai canali consueti (Internet, consegna ai capisquadra, briefings...), anche tramite la realizzazione di alcuni punti informativi; a Lago di Tesero, in particolare, sono state installate tre bacheche (foto in alto): una presso la sala meteo, una presso la tribuna centrale e una nell'area sciolinatura. A Predazzo è stata installata una bacheca nei pressi dello stadio del salto.

LA SALA METEO

La sala meteo è stata allestita in uno spazio autonomo fornito dal Comitato organizzatore all'interno dello stadio del fondo di Lago di Tesero, in posizione strategica

direttamente alle spalle della tribuna principale (foto sotto).

Le apparecchiature installate sono state le seguenti:

- 1 computer dedicato alla stazione automatica di rilevamento dei dati meteorologici posizionata nello stadio del fondo;
- 1 computer dedicato al tabellone luminoso, con acquisizione automatica dei dati direttamente dal computer della suddetta centralina;
- 1 computer fornito dal Comitato organizzatore;
- 1 computer dedicato al rilevamento dei dati nivometeorologici forniti dalle capannine neve;
- 3 computer portatili, di cui uno collegato alla centralina di Predazzo;
- 1 stampante laser in bianco e nero fornita dal Comitato organizzatore;
- 2 stampanti a colori;
- 1 fax fornito dal Comitato organizzatore;
- 1 telefono fornito dal Comitato organizzatore;
- 1 televisione;
- 6 radiotrasmittenti a bassa frequenza per la trasmissione dei dati nivometeorologici dalle capannine neve alla sala meteo.

Tutti i computer sono stati collegati in rete, con accesso alle stampanti e ad Internet. E' stata attivata una connessione con la sede di Trento per permet-

tere ai previsori di consultare i dati di monitoraggio (radar, satellite) e i modelli previsionali in tempo reale.

All'interno della sala meteo sono stati confezionati tutti i prodotti nivometeorologici da distribuire ai capisquadra, alla stampa, al Comitato organizzatore, al giudice di gara e al pubblico. Tali prodotti sono stati inoltre pubblicati sulle pagine web dedicate al settore nivometeo e via via affissi nelle apposite bacheche.

L'apertura mattutina della sala meteo è stata fissata di norma alle ore 07.30; in concomitanza con eventi che si svolgevano la mattina presto, detto orario è stato adeguatamente anticipato. All'inizio della manifestazione iridata è stato opportunamente fissato il numero di addetti autorizzati a frequentare la sala, così come gli orari in cui il restante personale poteva avere accesso per prelevare il proprio materiale; questa decisione è stata presa per evitare i pericolosi fenomeni di assembramento che si erano verificati in occasione dei premondiali e a tutela del personale addetto all'elaborazione dei prodotti nivometeorologici richiesti.

A regime in sala meteo sono stati presenti dai tre ai cinque tecnici incaricati.





LE RIUNIONI DEI CAPISQUADRA

Le riunioni dei capisquadra (Team Captains Meeting) rappresentano un momento di incontro fondamentale per il buon andamento della manifestazione iridata, in quanto il Comitato organizzatore deve fornire ai rappresentanti delle diverse squadre ogni elemento di conoscenza utile per la buona riuscita della gara. In questo contesto una parte rilevante è sempre assegnata all'aggiornamento delle condizioni nivometeorologiche.

Nel corso della manifestazione questi briefings si sono susseguiti con cadenza giornaliera e diversificati per ciascuna specialità. Agli incontri sono intervenuti i previsori. In alcune circostanze, invero, la loro presenza non è stata ritenuta necessaria, stante le condizioni meteorologiche stabili e ottimali per la riuscita delle gare; in questi casi, tuttavia, il giudice di gara ha comunque richiesto un preventivo aggiornamento sulla situazione nivometeorologica. Il rapporto che si è instaurato con i giudici di gara è sempre stato

molto proficuo e i tecnici dell'Ufficio hanno prodotto elaborati inizialmente non richiesti sia in campo meteo che nivologico che hanno riscosso l'approvazione dei giudici stessi.

L'ATTIVITA' DI ASSISTENZA NIVOMETEOROLOGICA

Ski jumping

L'attività di supporto meteorologico per le gare di salto dai trampolini (comprese le qualificazioni) è stata condotta sia in una postazione ricavata negli uffici della Marcialonga, presso lo stadio del salto di Predazzo, che direttamente all'interno della torre dei giudici. Il Comitato organizzatore ha messo a disposizione degli elaboratori elettronici collegati ad Internet e una linea telefonica. Erano inoltre utilizzabili stampanti, fax e una macchina fotocopiatrice.

I previsori dell'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia si sono inoltre avvalsi di un computer portatile collegabile ad Internet e di un computer portatile atto a ricevere in tempo reale i dati della stazione automatica di Predazzo.

Tali dati sono stati inviati dalla stessa stazione alla sala meteo di Trento, dove si è provveduto a pubblicarli su Internet.

A partire da un'ora prima dell'inizio delle gare o delle qualificazioni e per l'intera durata di ogni evento si sono inoltre effettuate in prestabilite zone della parte alta dei trampolini misure estemporanee di temperatura dell'aria e della neve e di umidità dell'aria. Dal momento che tali misure sono state giudicate particolarmente interessanti dal giudice di gara, si è stabilito fin da subito di estendere detti rilievi anche ad altri momenti della giornata (in particolare durante i salti di allenamento): per tale motivo è stata individuata una persona del Comitato organizzatore cui affidare tale incombenza, con consegna della necessaria strumentazione e relativa dimostrazione sull'utilizzo corretto della stessa.

Cross country

L'attività di supporto meteorologico per le gare di fondo è stata condotta direttamente dalla sala meteo di Lago di Tesero.

Rispetto al salto, le gare di fon-

FIEMME 2003 – SETTORI DI UTILIZZO PERSONALE ADDETTO PUNTI DI MONITORAGGIO GARE DI FONDO

Data	Evento	Attività	Settori/Personale
LUNEDI' 17	Inizio attività (allenamenti fondo)	✓ Raccolta dati neve dalle ore 8.00 alle ore 16.00	A/B/C/D/E/P (6)

Verranno predisposti degli appositi grafici sui dati neve che saranno utili come confronto "storico" con i dati dei giorni successivi. E' stato introdotto il nuovo settore "Zona partenza", che sarà affidato a Marcello.

Data	Evento	Attività	Settori/Personale
MARTEDI' 18	✓ 15 Km femminile alle ore 10.00	✓ dati neve dalle ore 8.00 a fine gara	A/B/C/D/E/P (6)

Data	Evento	Attività	Settori/Personale
MERCOLEDI' 19	✓ 30 Km uomini alle ore 10.00	✓ dati neve dalle ore 8.00 a fine gara	A/B/C/D/E/P (6)

Data	Evento	Attività	Settori/Personale
GIOVEDI' 20	✓ 10 Km femminile alle ore 10.00	✓ dati neve dalle ore 8.00 a fine gara	A/B/C/D/E/P (6)

Data	Evento	Attività	Settori/Personale
VENERDI' 21	✓ 15 Km uomini alle ore 11.15 ✓ 15 Km combinata alle ore 16.00	✓ dati neve dalle ore 8.00 fino al termine della gara di fondo delle ore 16.00	A/B/C/D/E/P (6) A/B/D/E/P (5)

Nella gara di combinata del pomeriggio non serve il settore C "Mas del Zen", con un risparmio di 1 rilevatore rispetto alla configurazione classica

dell'inizio di ciascuna gara, per fornire ai tecnici sciolinatori delle diverse squadre notizie utili al loro lavoro, ed è terminata in coincidenza con la fine di ciascuna manifestazione e comunque non prima delle ore 12.00.

I dati sono stati rilevati ogni trenta minuti e comunicati via radio alla sala meteo di Lago di Tesero.

Presso ciascuna capannina sono stati rilevati i seguenti parametri:

- temperatura aria
- umidità aria
- temperatura neve superficiale
- neve al suolo
- neve fresca
- forma cristalli
- dimensioni cristalli

Tali parametri, per ciascun settore di competenza, sono stati inseriti ogni trenta minuti in un database appositamente creato per l'occasione; ogni aggiornamento è stato pubblicato in Internet, stampato e affisso sulle apposite bacheche. Nella zona di partenza i dati principali sono stati infine riportati su un apposito pannello. Nell'arco dell'intera manifestazione iridata sono stati inoltre realizzati in via estemporanea dei profili penetrometrici e stratigrafici della neve nelle vicinanze della pista. Tali elaborati sono stati consegnati anche al giudice di gara, assieme ad una serie di diagrammi riepilogativi dei dati raccolti.

Il procedimento di sovrapposizione dei diagrammi relativi a diverse giornate è stato ritenuto particolarmente interessante per capire l'evoluzione delle condizioni nivometeorologiche, soprattutto per quanto riguardava il problema del probabile aumento delle temperature.

Nordic combined

L'attività di supporto meteorologico per le gare di combinata



do hanno richiesto la fornitura di ulteriori prodotti, legati sia alle condizioni meteorologiche che allo stato della neve.

Nei settori rappresentativi segnalati dai tecnici del Comitato organizzatore lungo i diversi tracciati delle piste da sci sono stati distribuiti ed organizzati dei punti di monitoraggio da gestire con l'ausilio di osservatori qualificati.

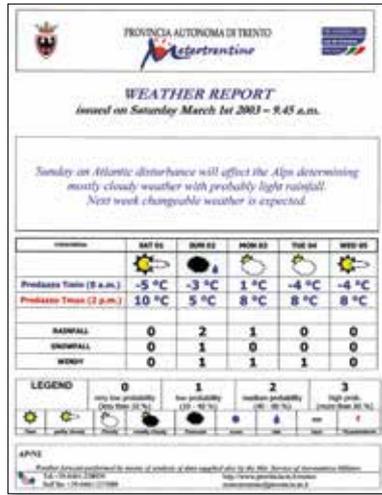
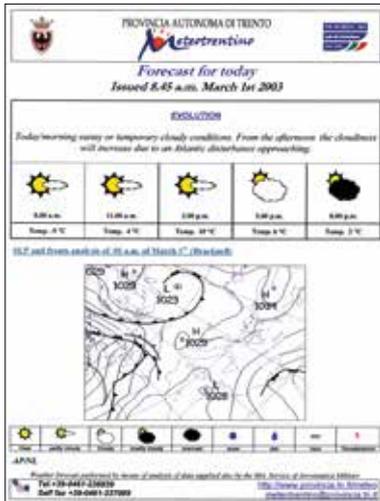
Tali punti sono stati dotati di una capannina provvista di termometro di massima e minima, igrometro e termometro digitale

per la misura della temperatura dell'aria e della neve.

L'impiego giornaliero del personale è stato pianificato in relazione al tipo di gara prevista (vedi programma sopra riportato).

Sono stati perciò individuati cinque settori "permanenti", dove effettuare di norma i rilievi a prescindere dal tipo di gara, e alcuni settori validi solo per determinate gare; in questi ultimi, i rilievi hanno avuto carattere di estemporaneità.

La raccolta dei dati giornalieri è iniziata almeno due ore prima



nordica è stata condotta ovviamente nelle stesse sedi del salto e del fondo. Le modalità di rilievo e pubblicazione dei dati sono state ugualmente le medesime seguite per le singole gare e i giudici di gara non hanno ritenuto di dover chiedere prodotti diversi da quelli già predisposti per le altre gare.

I PRODOTTI

I prodotti realizzati nel corso della manifestazione si possono suddividere in due categorie:

- prodotti tradizionali
- nuovi prodotti a carattere estemporaneo

Alla prima categoria appartengono i prodotti concordati da tempo con il Comitato organizzatore e già sperimentati nel corso dei premondiali. Alla seconda categoria appartengono quei prodotti che sono stati chiesti dai giudici di gara di volta in volta oppure le elaborazioni proposte mano a mano dai previsori.

Prodotti tradizionali

FORECAST FOR TODAY

Questo prodotto rappresenta un bollettino meteorologico relativo alle previsioni per la giornata in corso (vedi sopra). Il bollettino, emesso ogni mattina prima delle ore 9.00, è stato strutturato secondo le seguenti sezioni:

- una parte descrittiva di sintesi in lingua inglese;

- una sezione a immagini, con lo stato del cielo alle ore 8.00, 11.00, 14.00, 17.00 e 20.00 e le corrispondenti temperature misurate e previste;
- una mappa meteorologica con evidenziati i fronti;

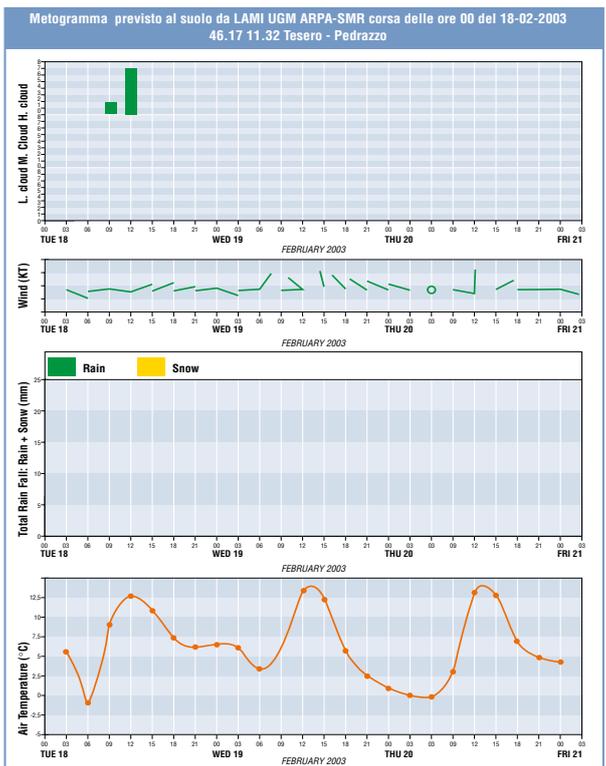
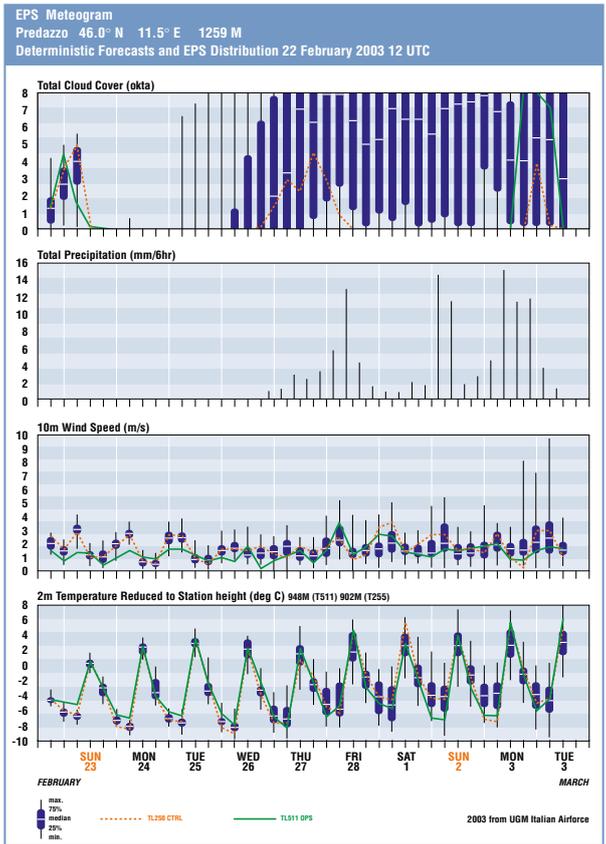
Il bollettino è stato pubblicato in Internet, affisso sulle bacheche e distribuito in un centinaio di copie al Comitato organizzatore, che ha provveduto a sua volta a consegnarlo ai capisquadra e alla giuria.

WEATHER REPORT

Questo prodotto previsionale, di tipo probabilistico e con validità spinta fino ai quattro giorni seguenti, è stato predisposto ogni giorno entro le ore 13.00 (vedi sopra). Il bollettino è stato strutturato secondo le seguenti sezioni:

- una parte descrittiva in lingua inglese;
- una sezione tabellare, dove per la giornata in corso e le quattro a venire sono state indicate le probabilità di accadimento di alcuni fenomeni meteorologici: pioggia, neve, vento, andamento delle temperature minime e massime.

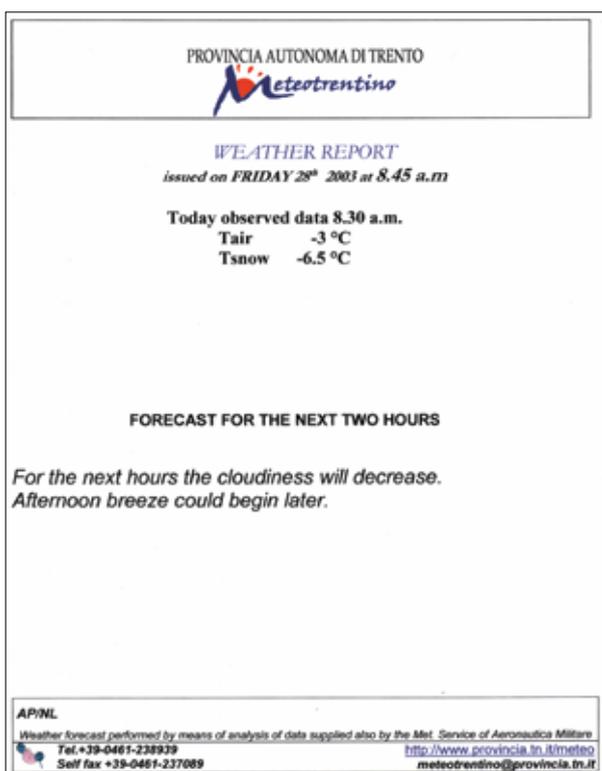
Anche questo bollettino è stato pubblicato in Internet, affisso sulle bacheche e distribuito in un centinaio di copie al Comita-



to organizzatore, che ha provveduto a sua volta a consegnarlo ai capisquadra e alla giuria.

METEOGRAMMI

Questi prodotti previsionali sono stati elaborati durante le giornate di gara ed utilizzati soprattutto



nei briefings con i caposquadra ed i giudici di gara (vedi sopra). La possibilità di poter conoscere con largo anticipo l'andamento delle grandezze riportate nel meteogramma nei giorni a venire ha suscitato molta curiosità fra gli addetti ai lavori; pur non

essendo tale prodotto del tutto semplice da interpretare, ha tuttavia riscosso un buon successo anche da parte del pubblico.

Il meteogramma probabilistico a 10 giorni è stato realizzato sul punto griglia più vicino a Predazzo grazie alla collaborazione con l'UGM dell'Aeronautica Militare, mentre il meteogramma deterministico del modello LAMI è stato realizzato dall'ARPA-SMR dell'Emilia Romagna.

ANALISI DEL MANTO NEVOSO SULLE PISTE DA FONDO

Come detto in precedenza, questo prodotto è derivato dalla stampa dei report creati con il database relativo ai punti di monitoraggio dislocati lungo i tracciati delle piste da fondo.

Per ogni settore di rilievo è stato stampato e affisso in bacheca ogni mezzora il corrispondente report; copia dei report completi è stata poi fornita su richiesta al giudice di gara a fine giornata (figura a lato).

Nuovi prodotti a carattere estemporaneo

Pur in presenza di una situazione nivometeorologica molto favorevole (basse temperature, assenza di precipitazioni e giornate soleggiate per tutta la durata della manifestazione), in determinate occasioni sono stati realizzati alcuni prodotti ad hoc.

Fra questi si possono citare:

- i rapporti di nowcasting (figura a lato), con previsioni limitate alle ore immediatamente successive;
- la mappa dell'insolazione sulle piste da fondo, dove sono state disegnate le linee dove sarebbe comparso il sole alle diverse ore del mattino (figura a pagina 19 in alto). Tale elaborato è stato realizzato tramite un apposito programma ed è stato "validato" grazie ai rilievi sul campo

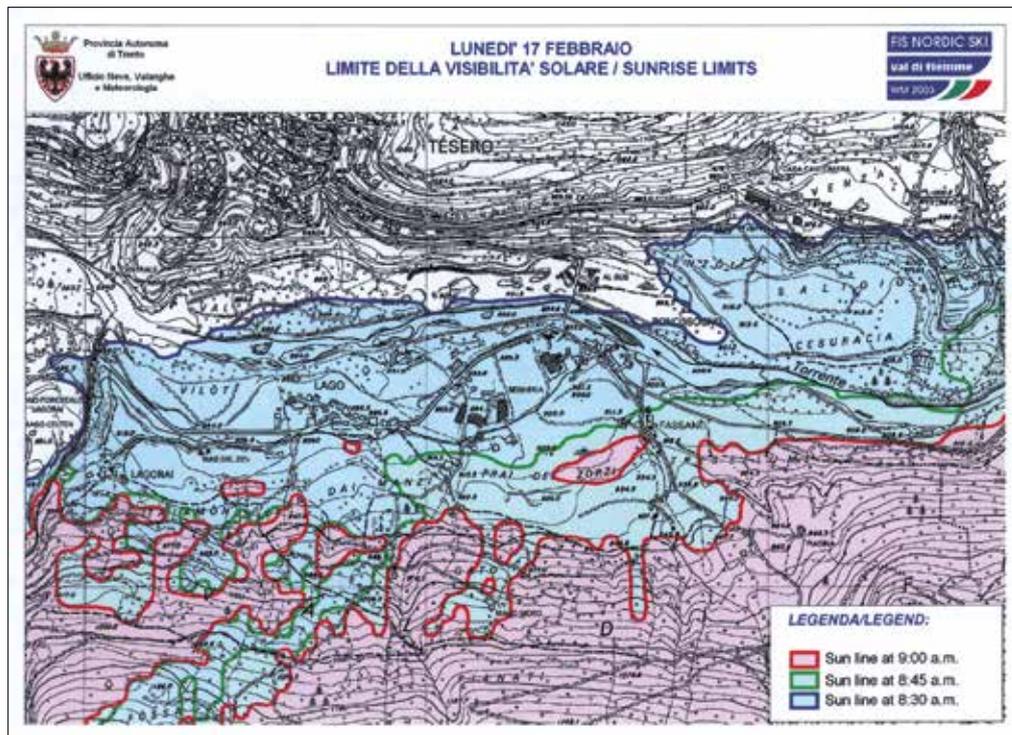


compiuti nelle stesse date del 2002;

- diagrammi dei parametri rilevati nei settori di monitoraggio lungo le piste da fondo (figura a pagina 19): per i singoli settori sono stati sovrapposti gli andamenti delle temperature aria e neve e dell'umidità dell'aria in giorni consecutivi, in modo da fornire al giudice di gara parametri importanti ai fini della pianificazione delle gare successive;
- profili stratigrafici e penetrometrici del manto nevoso: sono stati realizzati occasionalmente nei dintorni delle piste da sci. L'interesse di questi prodotti è stato condizionato dal tipo di neve presente al suolo nello stadio del fondo (neve programmata o "artificiale") e dalla stabilità delle condizioni meteorologiche.

IL PERSONALE IMPIEGATO

Il personale impiegato durante l'intera manifestazione è variato di numero a seconda del programma giornaliero di gare. Per una giornata tipo esso può essere così suddiviso:



- 1 coordinatore
- 3 previsori meteorologici
- 5 tecnici addetti al rilievo dei dati nivometeorologici nei settori di monitoraggio
- 2 tecnici addetti alla raccolta, archiviazione, stampa e affissione sulle bacheche dei dati suddetti ogni trenta minuti.

Per le previsioni meteorologiche ci si è avvalsi per tutto l'arco della manifestazione della collaborazione, a turno, di due previsori del servizio meteorologico del Piemonte, che già erano stati presenti in occasione dei premondiali.

Per l'attività in campo nivologico ci si è invece avvalsi della collaborazione di alcuni tecnici del Centro nivometeorologico di Arabba.

Parte di detto personale ha svolto il lavoro prevalentemente al mattino, in concomitanza con le gare di fondo, mentre le gare di salto con gli sci sono state seguite da un numero costante di 3 tecnici. Per gli spostamenti sono stati utilizzati 3 veicoli dell'Amministrazione provinciale (due autovetture ed un furgone).

CONCLUSIONI

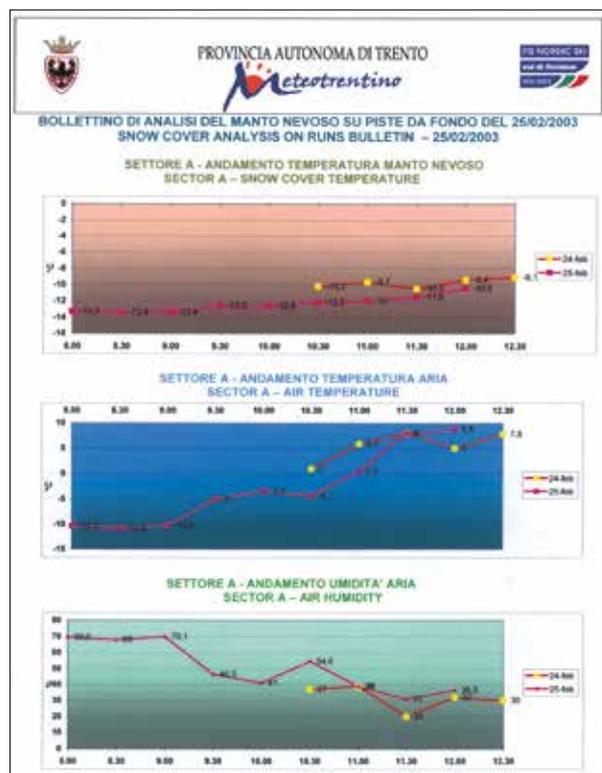
L'esperienza dei "premondiali" è stata utilissima ai fini di una corretta gestione della manifestazione iridata vera e propria.

I prodotti previsionali utilizzati sono stati valutati positivamente dagli addetti ai lavori, in primis dai giudici di gara e dai capi-squadra delle varie nazionali; la grande stabilità delle condizioni meteorologiche ha reso molto più semplice il lavoro dei previsori e ha permesso uno svolgimento ottimale delle singole gare.

I dati raccolti sul campo sono stati apprezzati dai tecnici addetti alla sciolinatura, che spesso hanno confrontato i parametri raccolti in proprio con quelli rilevati dai tecnici presenti presso i punti di monitoraggio.

Dal punto di vista operativo la sala meteo, pur spartana, si è rivelata idonea allo scopo, soprattutto per via dell'ottimale posizione baricentrica e della tranquillità con cui i tecnici hanno potuto operare.

Una valutazione positiva è stata infine data dagli operatori e dal pubblico al tabellone luminoso e alle bacheche informative,



che per tutta la durata della manifestazione hanno fornito dati costantemente aggiornati sulle condizioni nivometeorologiche presenti e previste nei giorni a venire.

**Alberto Bianchi,
Giuseppina Rossotti,
Chiara Sbarufatti**

Politecnico di Milano – Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Ambientale del Rilevamento e delle Infrastrutture

MISURE

EOLICO DI NEVE

Dati strumentali e formule

Illustrati brevemente le problematiche ed il fenomeno del trasporto eolico di neve, si effettua una disamina, dettagliata ed analitica, riguardante l'intero campo dei modelli fisici e matematici volti a quantificare la massa di neve trasportata in funzione dei fattori determinanti il trasporto, che si conclude con una messa a confronto dei modelli fra loro. In particolare vi è l'inedita applicazione a questo particolare tipo di trasporto solido della formula di Meyer-Peter e Muller. Una descrizione dei diversi strumenti di misura del trasporto eolico di neve introduce nella parte sostanziale della ricerca consistente nel tentativo di verifica delle formule e dei modelli suddetti con i dati rilevati in campo nei limitati siti di misura presenti in Italia ed avente per obiettivo la possibile identificazione di ulteriori relazioni fra la quantità di neve trasportata e accumulata e le grandezze fisiche che si ritiene influenzino il fenomeno, quali la velocità del vento, la temperatura, le caratteristiche in generale del manto nevoso ed i fattori geomorfologici. Il confronto mette in evidenza la discrepanza tra i dati raccolti ed i valori calcolati: i primi di alcuni ordini di grandezza più piccoli dei secondi. Sulla base dell'esame accurato delle caratteristiche funzionali degli apparecchi di misura, la suddetta discrepanza induce a pensare che la causa risieda più nelle misure in campo che nei modelli e sollecita l'esigenza di nuove misure più accurate e di nuove tecnologie di misura.

DI TRASPORTO



INTRODUZIONE

Il trasporto eolico della neve, o snowdrift, è responsabile della formazione di cornici sui crinali montuosi più affilati e d'accumuli instabili. I lastroni che si formano spesso nelle zone sottovento, nel caso di brusche variazioni del pendio, sono i responsabili della maggior parte dei danni e delle vittime da valanghe; il distacco di questi lastroni è caratterizzato dall'elevata velocità di propagazione delle fratture provocate dai sovraccarichi.

E' stato stimato che circa l'80% degli incidenti da valanga sia dovuto alla rottura di lastroni di neve accumulata dal vento.

Per sottolineare l'importanza del trasporto eolico sugli eventi valanghivi, sono state prese in considerazione le valanghe verificatesi nel sito valanghivo monitorato dei laghi di Cancano. Nelle stagioni invernali '98-'99 e '99-'00 (fino al 13 febbraio), si sono verificati 304 eventi valanghivi, 81 dei quali (27%) in giorni in cui, nella stazione di misura, è stato registrato trasporto di neve. Se si considerano anche i casi in cui, nel giorno stesso o nei quattro giorni precedenti l'evento valanghivo, è stata registrata una velocità del vento maggiore o uguale di 20 km/h che avrebbe potuto causare trasporto nelle zone di distacco pur in assenza di trasporto alla stazione di misura, il numero sale a 116. Quindi, in quest'ultima ipotesi la percentuale dei casi in cui il trasporto eolico è causa o concausa d'eventi valanghivi in questo campione è del 45%.

Il trasporto della neve per effetto del vento può essere ricondotto a tre fondamentali tipi di movimento, dalla combinazione dei quali scaturisce il trasporto totale:

- il rotolamento sulla superficie, che comporta il movimento per reptazione delle particelle di

neve asciutta sulla superficie;

- la saltazione, dovuta all'azione della forza eolica ed allo scambio di quantità di moto tra le particelle in movimento e quelle che costituiscono lo strato superficiale della neve;
- la sospensione, che può interessare ampi spazi e notevoli fasce atmosferiche ed è causato da vortici turbolenti.

Il meccanismo che contribuisce maggiormente allo snowdrift, in percentuali che variano dal 70% al 90%, è la saltazione, che si verifica principalmente nei primi 10÷20 cm dalla superficie del manto nevoso e per particelle di neve con diametro medio variabile tra 0,05÷0,5 mm.

LEGENDA E SIMBOLI		
Dove non altrimenti specificato, la simbologia utilizzata rispetta la seguente codifica:		
c	(-)	coefficiente
d, d_p	(m)	diametro delle particelle di neve
g	(m/s ²)	accelerazione di gravità = 9,81
k	(-)	costante
M_z	(m/s)	velocità del vento all'altezza z
Q	(kg/(m s))	quantità di neve trasportata
q_v	(m ³ /m s)	portata volumica per unità di larghezza
\bar{U}	(m/s)	velocità del vento
U_p	(m/s)	componente della velocità della particella nella direzione principale del flusso
u	(m/s)	componente cartesiana orizzontale della velocità del vento
u_a	(m/s)	velocità di attrito
W_f	(m/s)	velocità di caduta della neve
z	(m)	altezza dalla superficie del manto nevoso
z_0	(m)	scabrezza assoluta della superficie nevosa
K	(-)	costante di Von Karman
ρ_a	(kg/m ³)	densità dell'aria = 0,98
ρ_s	(kg/m ³)	densità della neve
Φ	(-)	numero adimensionale
ϕ	(-)	parametro adimensionale di stabilità di Shields
$()_{th}$		valore di soglia

FORMULE E MODELLI

Numerose sono le formule, soprattutto empiriche, che cercano di descrivere e quantificare il trasporto eolico di neve nello strato in saltazione.

Alcune dipendono dalla velocità del vento misurata e sottolineano l'importanza del grado di saturazione; infatti, lo snowdrift aumenta fino a raggiungere uno stato di saturazione, che dipende dalla velocità del vento e dalle proprietà della neve. La quantità di neve trasportata aumenta bruscamente dal punto iniziale dello snowdrift fino ad una distanza di 150÷200 m, oltre la quale continua con una crescita più regolare sino ad una distanza di oltre 300 m, dove raggiunge l'equilibrio.

Takeuchi [1980] ha proposto due formule che valutano la quantità di neve trasportata a saturazione, distinguendo fra il caso di neve vecchia e dura (old firm snow), per cui vale:

$$Q = 2 * 10^{-4} M_1^{2.7}$$

ed il caso di neve asciutta e compattata (settled dry snow), per cui vale:

$$Q = 2.9 * 10^{-6} M_1^{4.16}$$

La formula empirica proposta da **Radok** [1997] stima lo snowdrift su un fetch di 300 m come:

$$Q_{300} = 1 * 10^{-3} 10^{(1.18+0.089 M_{10})}$$

Per velocità del vento M_1 comprese in un campo di 5÷12 m/s, **Kobayashi** [1972] propone la formula:

$$Q = 3 * 10^{-5} M_1^3$$

Kobayashi, al contrario di **Takeuchi**, stima che il 90% della saturazione nel trasporto si raggiunga con un fetch di 30÷60 m. Infine, sfruttando le esperienze effettuate in galleria del vento, **Nishimura** [1998] propone:

$$Q = 4.2 * 10^{-1} u_*^3$$

Altre formule considerano l'esistenza di una velocità di soglia che determina l'incipiente movimento delle particelle.

R. A. Schmidt [1986] ha stabilito l'espressione:

$$Q = \frac{k\rho_a}{g} (u_* - u_{*th})(u_*^2 - u_{*th}^2)$$

dove:

$$u_{*th} = kM_{th0.25} / \ln(0.25/z_0)$$

è la velocità d'attrito di soglia,

$$M_{th0.25} = M_{0.25} - (\bar{d}_{p0.25} / 100)^4 - 4$$

è la velocità del vento critica a 0.25 m dal suolo,

$$\bar{d}_{p0.25}$$

è il diametro medio della particella, solitamente pari a 0.01 m,

$$k = 0.45 \div 31.37$$

K = costante di Von Karman = 0.41.

Anche **Diounine** taglia l'importanza della velocità di soglia proponendo

$$Q = 3.4 * 10^{-4} (M_{0.2} - M_{th0.2})^3$$

con $M_{th0.2} = 0.3$ m/s. Questa formula, valida per la saltazione, può essere adattata alla diffusione turbolenta variando l'esponente da 3 a 5÷6. Secondo **Pomeroy**, la quantità di neve trasportata nello strato di saltazione è pari a:

$$Q_{salt} = k \frac{\rho_a}{g} u_{*th} (u_*^2 - u_{*th}^2)$$

in cui k è una costante pari a 0.7 e u_{*th} è la velocità di soglia variabile in un campo tra 0.15 e 0.35 m/s. **Liston**, in collaborazione con **Brown** [1993], propone lo studio di un flusso bidimensionale in condizioni d'equilibrio; trascurando il trasporto per sospensione, il loro modello considera essenzialmente il fenomeno della saltazione, per il quale propone la seguente formula empirica:

$$Q_{salt} = \frac{0.68\rho_a}{g} \left[\frac{u_{*th}}{u_*} \right] (u_*^2 - u_{*th}^2)$$

Uematsu [1989] ha utilizzato un calcolo agli elementi finiti per quantificare lo snowdrift nello strato di saltazione:

$$Q_{salt} = \frac{k\rho_a W_f}{u_{*th} g} u_*^2 (u_* - u_{*th})$$

dove:

$$k = 2.1$$

$$u_{*th} = 0.15 \text{ m/s e}$$

$$W_f = 0.7 \text{ m/s.}$$

Un secondo modello di **Liston** [1993], che prende spunto dalle considerazioni di **Uematsu** ed altri, si basa sull'integrazione bidimensionale delle equazioni di Navier-Stokes e sulla teoria della turbolenza proposta da **Chen e Wood** [1985].

L'espressione del flusso totale in saltazione per unità di larghezza è la seguente:

$$Q_{salt}(x) = C \frac{\rho_a U_p}{g u_{*th}} u_* (x) (u_* (x) - u_{*th})$$

dove C è un coefficiente moltiplicativo.

Liston considera implicitamente che l'entità del trasporto reagisca istantaneamente alle variazioni della velocità di attrito, trascurando l'inerzia della neve al momento dell'erosione e del deposito.

Negli ultimi anni, poi, sono stati sviluppati alcuni codici di calcolo (FLOW3D e SNOWTRAN3D) che, sfruttando le potenzialità dei sistemi informativi-geografici GIS, consentono di digitalizzare l'area in esame e restituiscono la quantità di neve erosa e depositata su ogni cella in cui è diviso il dominio. Naturalmente tali programmi necessitano di svariati dati in ingresso, che non sempre sono registrati dalle normali stazioni di rilevamento.



STRUMENTI DI MISURA DELLO SNOWDRIFT

I programmi di previsione delle valanghe, come il sistema Avalog (1990), richiedono tra i dati in ingresso una descrizione dello snowdrift; inizialmente si trattava di una descrizione qualitativa (ovvero l'operatore stabiliva se il trasporto era stato scarso, moderato o abbondante), ma poiché ciò peccava di eccessiva soggettività, si è cercato di realizzare una valutazione più obiettiva del trasporto.

Inoltre, anche il dimensionamento delle barriere da vento richiede la conoscenza della quantità di neve trasportata.

Considerando che lo snowdrift non dipende esclusivamente dalla velocità del vento, ma anche dalle caratteristiche intrinseche della neve (peraltro difficili da valutare), dagli anni '70, ad una stima piuttosto incerta basata esclusivamente sulla velocità del vento, si è preferita una misura diretta dello snowdrift.

Da qui la realizzazione di alcuni strumenti meccanici di misura

per pesata: oltre ai fusi ed alle scatole prismatiche, ormai in disuso, si sono diffuse le snowtraps ed il più recente rilevatore multidirezionale, chiamato driftometro (vedi foto a lato).

Quest'ultimo, di costo contenuto, consente una stima della quantità di neve trasportata, detta indice di snowdrift, a 50 cm dalla superficie del manto nevoso (altezza alla quale sono poste le bocche d'ingresso dei sacchetti di raccolta della neve, solitamente in numero di otto e sistemate a corona attorno all'asta di sostegno); le rilevazioni sono manuali e giornaliere e ciò costituisce un limite alle potenzialità del driftometro, che non può, infatti, essere collocato in luoghi di difficile accesso.

L'indice di snowdrift, misurato dal driftometro, espresso in grammi e relativo al sacchetto contenente la maggiore quantità di neve, costituisce un dato d'ingresso del programma di previsione del rischio di valanghe NXLOG.

STAZIONI DI RILEVAMENTO ED ANALISI DEI DATI STRUMENTALI

Le stazioni di rilevamento nivometeorologiche in territorio italiano nelle quali è installato un driftometro sono quattro: Cancano, Livigno, Monte Palon e Tonale.

In località Cancano, in alta Valtellina (SO), AEM S.p.A. ha in essere un cantiere per la costruzione del nuovo canale di gronda che raccoglie le acque della Val Viola e le convoglia nel Lago di Cancano.

Poiché nella stagione invernale il rischio di valanga sul cantiere è elevato, viene effettuato un controllo con l'ausilio del programma Nivolog che stima la stabilità del manto nevoso a partire dalle condizioni geomorfologiche e

nivo-meteorologiche rilevate in situ, assumendo l'ipotesi che medesime cause producono medesimi effetti.

I dati a disposizione si riferiscono alle stagioni invernali '98-'99, '99-'00 e '00-'01.

Nel comprensorio sciistico del Mottolino-Livigno (SO), a quota 2300 m, è stato recentemente installato un driftometro.

I dati rilevati coprono un esiguo arco di tempo, che va dalla metà di dicembre 2000, sino alla fine di aprile 2001.

Poiché la Legge provinciale n° 7 del 21 aprile 1987 ha introdotto la possibilità per i concessionari degli impianti a fune e delle piste da sci della provincia di Trento di gestire il pericolo di valanghe, sono state attivate nuove procedure per il controllo dei siti valanghivi e, nello specifico, del versante nordoccidentale del Monte Palon.

Il Monte Palon è compreso nella più vasta catena montuosa Stivo-Bondone (TN).

La stazione nivometeorologica di rilevamento automatico, consultabile tramite chiamata telefonica, è posta sul crinale del Cornetto del Mugon, mentre il driftometro è situato a metà della seggiovia Palon; sempre sul Mugon è allestito un campo per prove penetrometriche e stratigrafiche del manto.

La raccolta dati si riferisce alle stagioni invernali '97-'98, '98-'99, '99-'00 e '00-'01.

Anche al Passo del Tonale, in presenza di episodi valanghivi sempre più frequenti soprattutto nel bacino del ghiacciaio Presena, è stato installato un driftometro per consentire di sperimentare l'applicazione del modello NXLOG a scopo preventivo.

I dati di snowdrift a disposizione si riferiscono alle stagioni invernali '97-'98 e '98-'99.

I grafici delle figure 1 e 2 consen-



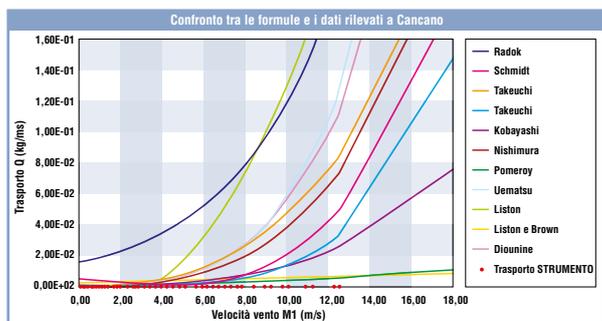


Fig. 1

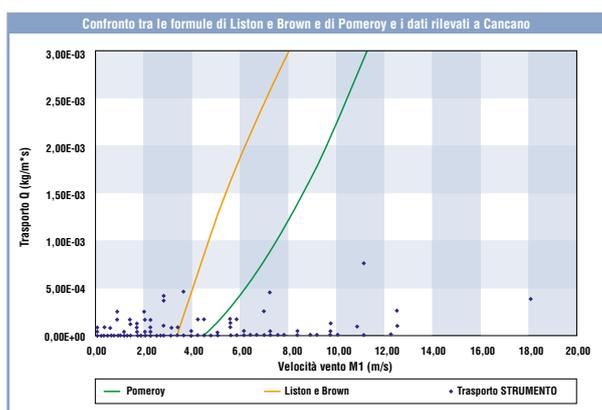


Fig. 2

tono un confronto tra le formule ed i dati strumentali rilevati alla stazione di Cancano, scelta per completezza e numerosità del campione, ma rappresentativa di tutte le altre stazioni.

La velocità del vento M_1 ad 1 m di altezza dalla superficie, da introdurre nelle formule, è stata ricavata partendo dal dato di velocità del vento misurato dagli anemometri a 10 m dal suolo ed ipotizzando un profilo verticale delle velocità del vento di tipo logaritmico:

$$\bar{U}(z) = 5.75 U_* \log\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

dove $z_0 = 0,001$ m è la rugosità superficiale o scabrezza assoluta.

L'entità del trasporto è stata ricavata partendo dal dato strumentale in grammi e tenendo conto che il diametro effettivo della bocca del driftometro misura 4,2 cm.

E' immediato constatare il pesante divario esistente fra i valori teorici e le misure strumentali; queste ultime, infatti, sottostimano, e di gran lunga, i valori

calcolati attraverso le formule.

Le formule cui più si avvicinano ai dati strumentali sono quelle di Liston e Brown e di Pomeroy, che tuttavia forniscono valori di un ordine di grandezza maggiore dei dati strumentali.

I dati strumentali, inoltre, non delineano un andamento definito né sembrano evidenziare l'esistenza di una velocità critica di soglia.

Si precisa che alcune tra le formule che sovrastimano maggiormente i dati strumentali, come ad esempio quella di Radok, prevedono che il trasporto sia a saturazione; molti autori sottolineano, però, che, soprattutto in aree a topografia accidentata, il livello di saturazione non viene quasi mai raggiunto.

A ciò si aggiunge il limite rappresentato dalla scarsità dei dati a disposizione (solo qualche centinaio in una stagione invernale) e dai rilievi effettuati in maniera non continua (rilievi giornalieri).

Si deve infine precisare che talvolta lo strumento è stato posizionato in luoghi poco adatti allo scopo per mancanza di un'attenta analisi preliminare della topografia della zona e dei venti presenti.

APPLICAZIONE DELLA FORMULA DI MEYER-PETER E MULLER

Avendo osservato che le formule fin qui utilizzate non considerano esplicitamente le caratteristiche intrinseche della neve, quali ad esempio la sua densità, si è applicata al fenomeno della saltazione della neve la formula di Meyer-Peter e Muller, solitamente utilizzata per la stima del trasporto di fondo negli alvei fluviali.

Considerando il parametro di stabilità di Shields,

$$\phi = \frac{\rho_a u_*^2}{(\rho_s - \rho_a) g d}$$

ed introducendo il numero adimensionale,

$$\Phi = \frac{q_s}{\sqrt{d^3 g \Delta}}$$

chiamato parametro di trasporto, dove

$$\Delta = \frac{\rho_s - \rho_a}{\rho_a}$$

e q_s è la portata solida volumetrica per unità di larghezza, Meyer-Peter e Muller formulano l'equazione:

$$\Phi = 13.3 (\phi - \phi_{cr})^{1.5}$$

Infine la portata solida in massa per unità di larghezza è:

$$Q = q_s (\rho_s - \rho_a) (1 - n)$$



dove n rappresenta la porosità che, nella neve, può raggiungere valori elevati data l'estesa presenza di vuoti. Nella presente applicazione si è assunto $n=0.6$, ma sarebbe raccomandabile una misura diretta della porosità o una sua stima basata sull'analisi della forma dei cristalli e dei dendriti che formano i diversi legami. Ponendosi il problema della stima del valore critico del parametro di Shields ϕ_{cr} , si è inizialmente ipotizzato $\phi_{cr}=0,05$, valore utilizzato per lo studio del trasporto solido negli alvei fluviali. Il diametro medio delle particelle in saltazione è stato valutato pari a 0,2 mm [Gauer, 2000]. Il grafico riportato in figura 3 mostra le curve ottenute dall'applicazione della formula, associate a quattro valori di densità della neve ($\rho=100, 200, 300, 400 \text{ kg/m}^3$). Poiché anche tali curve si collocano nel campo dei valori forniti dalle altre formule (Nishimura, Schmidt, Diounine ecc.), anch'esse sovrastimano le misure strumentali.

EFFETTO DELLA COESIONE

E' pur vero che la formula di Meyer-Peter e Muller si rivolge al trasporto di fondo in alvei non coesivi, mentre la neve è dotata di coesione che può influenzare, anche pesantemente, lo snowdrift. Si è introdotto, quindi, un coefficiente di correzione, in particolare un coefficiente moltiplicativo, valutato in prima analisi pari a 0.6, ovvero stimando che la coesione provochi una diminuzione del trasporto pari al 40%, ma anche in questo caso le valutazioni teoriche sovrastimano i dati strumentali. Bisogna precisare che le esperienze di Oura hanno mostrato che l'effetto della coesione diventa trascurabile per temperature inferiori ai -7°C , campo in cui la neve si comporta come sabbia secca, ma, se prima

che la temperatura scenda sotto i -7°C , si verificasse un periodo con temperatura positiva, si determinerebbe una coesione per rigelo, che renderebbe impossibile la mobilitazione della neve. Sarebbe dunque necessario conoscere l'evoluzione storica della particella di neve e del manto nevoso per meglio individuare l'effetto della coesione sul trasporto.

EFFETTO DELLE FORME DI SUPERFICIE DELLA NEVE

Per considerare gli effetti delle eventuali forme di superficie del manto nevoso (sastrugi, penitenti, solchi ecc.), che possono condizionare il trasporto della neve, è stata applicata l'equazione di Engelund, anch'essa propria dell'idraulica fluviale, che ha determinato una diminuzione dello snowdrift di circa un ordine di grandezza, avvicinando maggiormente i valori della formula ai dati misurati dal driftometro.

EFFETTO DELLA DENSITA' DELLA NEVE

Per valutare l'importanza della densità, gli episodi di trasporto relativi a tutte le stazioni di rilevamento sono stati suddivisi in cinque classi di densità (vedi figura 4):

- $\rho < 100 \text{ kg/m}^3$
- $100 \text{ kg/m}^3 < \rho < 200 \text{ kg/m}^3$
- $200 \text{ kg/m}^3 < \rho < 300 \text{ kg/m}^3$
- $300 \text{ kg/m}^3 < \rho < 400 \text{ kg/m}^3$
- $400 \text{ kg/m}^3 < \rho < 500 \text{ kg/m}^3$

Si rileva che la maggioranza degli eventi di trasporto si verifica per neve con densità inferiore ai 200 kg/m^3 ; in particolare la percentuale degli episodi di snowdrift per neve con densità minore di 200 kg/m^3 rispetto al totale degli eventi di trasporto è pari a:

- 79,2 % a Cancano
- 62,7 % al Tonale
- 50% al Monte Bondone (dati

poco significativi)

- 97,5% al Mottolino-Livigno
- In tale intervallo di densità, inoltre, lo snowdrift raggiunge i valori più elevati (10^{-4} kg/(m s)).

Analizzando il grafico si possono inoltre individuare i campi di velocità d'attrito interessati dagli eventi di trasporto in base alle classi di densità:

- per $0 < \rho < 100$
 $0 < u_* < 0.64 \text{ m/s}$
- per $100 < \rho < 200$
 $0 < u_* < 1.14 \text{ m/s}$
- per $200 < \rho < 300$
 $0 < u_* < 0.54 \text{ m/s}$
- per $300 < \rho < 400$
 $0,05 < u_* < 0.09 \text{ m/s}$
- per $400 < \rho < 500$
 $0,01 < u_* < 0.12 \text{ m/s}$

Come si può notare, l'intervallo di velocità d'attrito associato al trasporto è abbastanza ampio (da valori pressoché nulli a circa 1 m/s, nel caso di densità comprese fra 100 e 200 kg/m^3). La variazione dell'ampiezza del campo di velocità d'attrito testimonia che la densità della neve non è un parametro trascurabile nei fenomeni di trasporto.

In particolare è stato registrato lo snowdrift anche per velocità minori di 0,15 m/s (valore di soglia suggerito in letteratura) ed addirittura per velocità nulle; ciò però è facilmente spiegato considerando che la misura

Fig. 3

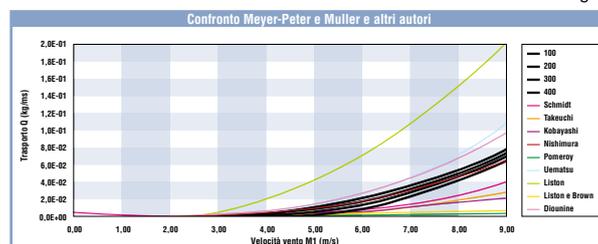
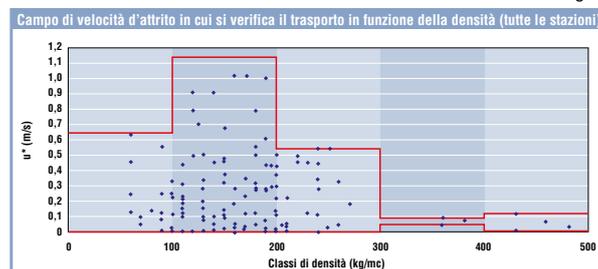


Fig. 4



della velocità del vento è un dato istantaneo corrispondente al valore che essa assume al momento della rilevazione, mentre l'indice di trasporto misura la neve accumulata nelle 24 ore precedenti lo svuotamento dei sacchetti, periodo in cui possono essersi verificati venti forti, effettivi responsabili del trasporto. Si deve poi precisare che le misure di densità disponibili riguardano la neve già depositata, che può aver subito processi di metamorfismo e non essere quindi rappresentativa della neve appena caduta e soggetta al trasporto eolico. Infine, anche in questo caso, i valori di velocità d'attrito sono stati ricavati ipotizzando un profilo logaritmico del vento partendo da un unico valore di velocità, misurata dagli anemometri a 10 m d'altezza; sarebbe necessario verificare la validità di tale profilo, soprattutto in presenza d'eventuali forme di fondo.

CURVE LIMITE

Considerando la totalità dei dati strumentali raccolti dai driftometri situati nelle varie stazioni, si è cercata una funzione matematica che costituisse una sorta di limite superiore dello snowdrift (figura 5). La curva limite max 1, proposta nel '99 [Rossotti, 1999] e successivamente modificata, si compone di due rami:

- per velocità del vento minori di 10 km/h il trasporto massimo può essere definito dalla funzione:

$$Q_{max} = -0.83 V^2 + 18.18 V$$

- per velocità maggiori di 10 km/h si può invece adottare la relazione lineare:

$$Q_{max} = -2.91 V + 70.43$$

Utilizzando anche i dati raccolti nelle stagioni invernali '99-'00 e '00-'01, sono state ricercate altre curve limite che meglio si adattano alla distribuzione delle registrazioni strumentali:

- curva limite max 2:

$$1.52 * 10^{-3} Q^2 - 1.17 * 10^{-1} Q - V = 0$$

- curva limite max 3:

$$Q = \sqrt{\frac{V}{9.6 * 10^{-4}}}$$

Ciò non toglie che alcune misurazioni, probabilmente affette da errori grossolani, esulino dall'andamento generale.

OSSERVAZIONI SUL FUNZIONAMENTO DEL DRIFTOMETRO

Benché il driftometro abbia indiscutibili pregi, la pratica e l'utilizzo di questo strumento, nonché il confronto con le formule che devono ritenersi sostanzialmente corrette, ne hanno messo in luce alcuni limiti operativi:

- innanzi tutto, in funzione della durata dello snowdrift, la capacità dei contenitori può rivelarsi insufficiente, costringendo a continui svuotamenti;

- i filtri per la separazione aria-neve sono soggetti a frequenti occlusioni, generate dalla variazione d'umidità e dalla formazione di ghiaccio sugli stessi; tali inconvenienti obbligano ad un grande sforzo il personale incaricato del rilievo dei dati, spesso in condizioni climatiche inclementi;

- il driftometro, inoltre, fornisce la misura media o cumulata e non

istantanea del trasporto;

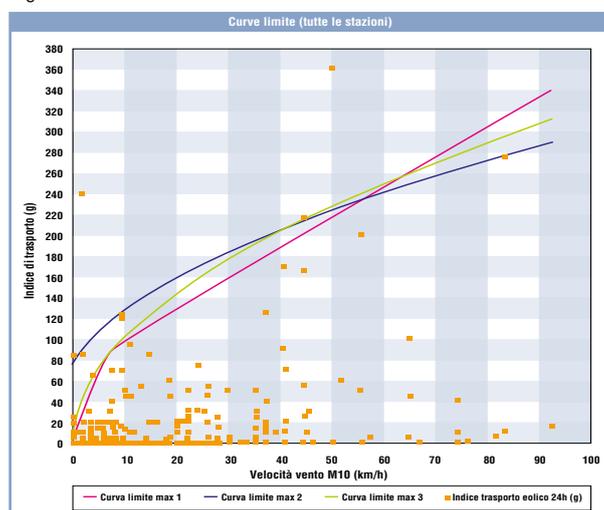
- il driftometro è solitamente installato in modo tale che le bocche d'ingresso si trovino ad un'altezza di circa 50 cm dalla superficie del manto nevoso; perciò lo strumento non riesce a misurare il trasporto di neve nei primi 10 cm dal manto nevoso, ovvero nello strato di saltazione dove lo snowdrift è più accentuato.

- si può ritenere, infine, che la forma stessa dello strumento impedisca un'adeguata rilevazione del trasporto: nonostante gli studi effettuati sulla caduta di pressione all'interno del sacchetto di raccolta della neve, la forma della bocca d'ingresso e del tubo d'immissione ed il particolare tessuto del sacchetto, poco permeabile, potrebbero creare un blocco all'ingresso; infatti, non appena il sacchetto si riempie della miscela aria-neve, l'aria intrappolata nel contenitore offre una barriera all'entrata di nuova aria, deviando all'esterno delle bocche le traiettorie del vento in ingresso. Per tutti questi motivi si deve concludere che il driftometro, coerentemente con gli scopi di progetto, è in grado di fornire una stima di massima del trasporto, ma non sembra idoneo per una misura precisa del trasporto eolico della neve.

MISURAZIONI CON SENSORE ACUSTICO

In considerazione degli inconvenienti sopra esposti, sono stati analizzati anche i dati strumentali registrati dal sensore acustico FlowCapt, installato in via sperimentale nel sito del Presena durante la stagione invernale '99-'00. Tale strumento, attualmente unico in Italia (un altro esemplare dovrebbe essere installato nella stagione 2002-2003 presso la stazione di Livigno), basa il proprio funzionamento sulla pressione acustica, generata

Fig. 5



dall'impatto del vento e delle particelle nevose trasportate, su un tubo metallico; appositi sensori rilevano l'intensità di tale segnale, restituendo un segnale in uscita proporzionale al flusso di massa delle particelle.

Il FlowCapt consente un rilievo automatico ed orario delle velocità del vento (massima, media ed istantanea) e dello snowdrift (massimo, medio ed istantaneo). Lo strato indagato va dalla superficie del manto nevoso, sino all'altezza totale dello strumento (solitamente 1 m), consentendo di misurare il trasporto in saltazione nei primi centimetri dalla superficie. Nonostante tali vantaggi, sono già stati rilevati alcuni problemi legati alla forma delle particelle di neve: infatti, a parità di massa, le particelle più larghe colpiscono in più punti lo strumento, provocando un suono d'impatto più lungo rispetto alle particelle tondeggianti [Michaux, 2000]. Si sono riscontrati, inoltre, una certa sordità dello strumento per neve a bassa densità ($\rho < 100 \text{ kg/m}^3$) e temperature rigide ($T < -8^\circ \text{C}$) [Dorigatti, 2001] e problemi legati alla taratura dei sensori. L'elaborazione dei dati registrati ha in ogni caso messo in evidenza che tale strumento consente misurazioni più verosimili di quelle effettuate con il driftometro. I dati possono essere interpolati con una linea polinomiale, passante per l'origine, di equazione:

$$y = 0.00001x^2 + 0.00008x$$

$$[R^2 = 0.37]$$

e, per velocità del vento medie di 10-20 m/s, si collocano su ordini di grandezza di 10^{-3} - 10^{-2} kg/(ms) , avvicinandosi alle formule di Liston & Brown e Pomeroy (figura 6). Purtroppo non è stato possibile un confronto diretto tra le misurazioni del driftometro e quelle del FlowCapt poiché i due strumenti erano posizionati in siti

diversi. Un'esperienza condotta per conto dell'Università di Trento [Dorigatti, 2001] ha verificato l'esistenza di una velocità critica d'incipiente movimento, variabile in funzione della densità della neve e della temperatura.

Dal grafico di figura 7, adottando un profilo logaritmico del vento, si ricava una velocità d'attrito critica pari a 0,15 m/s per densità della neve di 80 kg/m^3 . Un'analoga esperienza ha fornito una velocità d'attrito critica pari a 0,10 m/s per densità di 75 kg/m^3 . Tali valori si collocano nel campo già individuato da altri autori.

CONCLUSIONI

Dalle analisi compiute sulle ancora scarse serie storiche di dati di trasporto eolico, relative al versante italiano della catena alpina, oltre alla conferma della complessità dei legami esistenti tra il fenomeno dello snowdrift ed altre grandezze quali la velocità del vento, la precipitazione solida, la sua densità, la durezza e le altre caratteristiche del manto nevoso e, presumibilmente, dell'aria, si è evidenziata da un lato l'importanza di disporre non solo di misure periodiche (in generale giornaliere), ma anche di misure in continuo sia del trasporto eolico sia delle altre grandezze da cui esso dipende, dall'altro la necessità di un perfezionamento del FlowCapt, l'unico apparecchio in grado d'effettuare tale rilevamento in continuo, ma i cui dati, allo stato attuale, sono ancora inadeguati alle esigenze scientifiche. Un aspetto della futura ricerca in questo campo è quindi la realizzazione d'apparecchiature, più precise ed efficienti, che possano effettuare il rilievo in continuo dell'indice di trasporto e delle grandezze ad esso legate, anche per precisare le eventuali carenze o i limiti della strumentazione attuale, in particolare del driftometro.

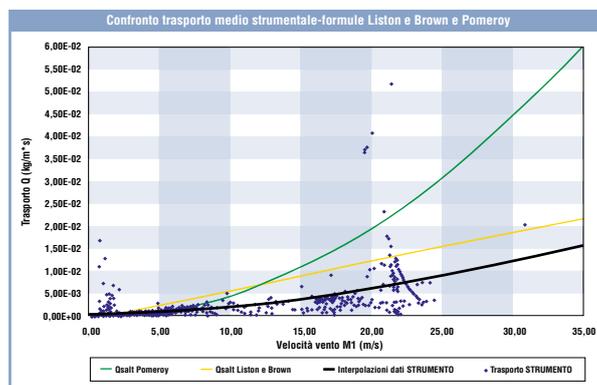


Fig. 6

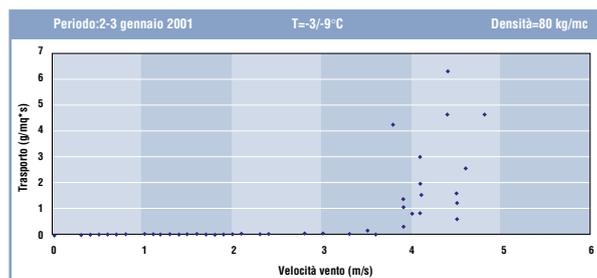


Fig. 7

BIBLIOGRAFIA

- ANENA: Evaluation quantitative du snowdrift pour la prevision local des avalanches. Neige et avalanches 69, 1995
- G. Becciu, A. Paoletti: Alvei fluviali e canali erodibili, cap. 2 di Esercitazioni di costruzioni idrauliche, Edizioni CUSL, 1999
- R. Bolognesi: The driftometer. International snow-science, ISSW, 1996
- A. Brath, U. Maione: La sistemazione dei corsi d'acqua montani, 1998
- T. Castelle, J. A. Hertig, J. M. Fallot: Protection des routes alpines contre les congres. Ecole polytechnique federale de Lausanne, 1991
- V. Chritin, R. Bolognesi, H. Gubler: FlowCapt: A new acoustic sensor to measure snowdrift and wind velocity for avalanche forecasting, Annals of glaciology, 1998
- V. Chritin, M. Rossi, R. Bolognesi: Acoustic detection system for operational avalanche forecasting, International snow-sciences ISSW, 1996
- R. Cresta: La neve e le valanghe, 1993
- M. Dorigatti: Snowdrift e valutazione di campo della stabilità del manto nevoso, Tesi di laurea dell'Università degli Studi di Trento, 2001
- D. Font, M. Mases, J. M. Vilaplana: Experimental mass flux measurements: a comparison of different gauges with estimated theoretical data, Annals of glaciology 26, 1998
- D. Font, F. Naaim-Bouvet, M. Rousset: Drifting snow acoustic detector: experimental tests in La Molina, Spanish Pyrenees, Annals of Glaciology 26, 1998
- E. M. Greene, C. E. Liston, R. A. Pielke Sr.: Simulation of above treeline snowdrift formation using a numerical snow-transport model, Cold regions science and technology 30, 1999
- P. Gauer: Blowing and drifting snow in alpine terrain: a physically-based numerical model and related field measurements, Davos, 1999/2000
- C. Jeadicke: Acoustic snowdrift measurements: experiences from the FlowCapt instrument, Cold regions science and technology 32, 2001
- Kobayashi: Studies of snow transport in low-level drifting snow, 1972
- G.E. Liston, R.L. Brown: Boundary-layer glaciology, 18, 1993
- M. Mases, L. Buisson, W. Frey, G. Marti: Empirical model for snowdrift distribution in avalanche-starting zones, Annals of glaciology 26, 1998
- R. Meister: Influence of strong winds on snowdrift distribution and avalanche activity, Annals of glaciology 13, 1989
- Naaim-Brugnot: Transport de la neige par le vent, Nivologie Cemagref, 1992
- F. Naaim-Bouvet, M. Naaim: Snowdrift modelling in a wind tunnel: vertical and horizontal variation of the snow flux, Annals of glaciology 26, 1998
- M. Naaim, F. Naaim-Bouvet, H. Martinez: Numerical simulation of drifting snow: erosion and deposition models, Annals of glaciology 26, 1998
- K. Nishimura, K. Sugiura, M. Nemoto, N. Maeno: Measurements and numerical simulations of snow-particle saltation, Annals of glaciology 26, 1998
- Per-Arne Sundsbø: Drift-flux modelling and numerical simulation of snow accumulation, International snow-science, 1996
- R. S. Purves, J. S. Barton, W. A. Mackanness, D. E. Sugden: The development of a rule-based spatial model of wind transport and deposition of snow, Annals of glaciology 26, 1998
- G. Rossotti: Le valanghe ed il problema del trasporto eolico della neve. Tesina di laurea del Politecnico di Milano, 1999
- U. Radok: Snow drift, Journal of Glaciology 19, 1997
- C. Sbarufatti: Modelli e misure del trasporto eolico di neve. Tesi di laurea del Politecnico di Milano, 2001
- R. A. Schmidt: Transport rate of drifting snow, Boundary layer meteorology 34, 1986
- M. Takeuchi: Vertical profile and horizontal increase of drift-snow transport, Annals of glaciology 26, 1980
- T. Uematsu: Numerical simulation of snowdrift development, Annals of glaciology 13, 1989

LA NEVE

Analisi statistica del fenomeno nell'ultimo ventennio

Massimiliano Fazzini

Dipartimento di Scienze Geologiche
Università degli Studi di Roma Tre – Roma

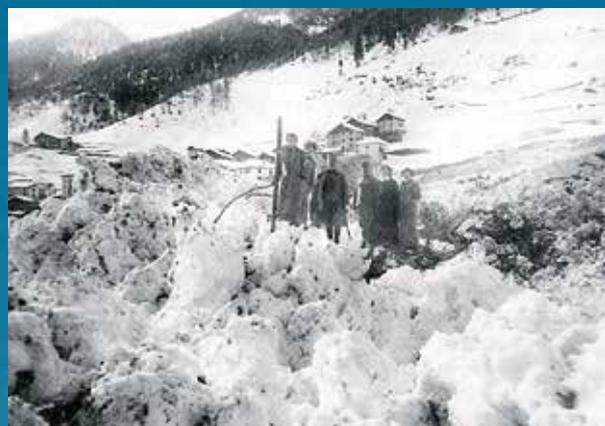
Mauro Gaddo

Provincia Autonoma di Trento
Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia
- Trento



IN TRENTINO

Ogni inverno gli operatori turistici, gli addetti agli impianti di risalita e soprattutto gli sciatori si lamentano del fatto che non nevica più “come una volta”, che “la neve viene troppo presto e poi se ne va subito” o che “nevica quando non serve più”. Tutto ciò in perfetta sintonia con gli allarmismi, spesso decisamente esagerati, che vengono continuamente divulgati attraverso i media e che riguardano l’effetto serra ed il conseguente riscaldamento della troposfera. In questo lavoro si è voluta verificare con la maggior precisione possibile la realtà dei fatti nel territorio montano trentino attraverso una serie di analisi statistiche mirate riguardanti la distribuzione spazio-temporale del fenomeno neve, con risultati spesso sorprendenti.



Il problema dell'innnevamento, visto in relazione con il presunto e solo in parte dimostrato *climatic change*, si sta rivelando nelle ultime stagioni sempre più sentito dato che, oltre a riguardare la pratica degli sports invernali, investe settori molto delicati quali il rinnovamento delle risorse idriche sotterranee e l'alimentazione degli apparati glaciali. Si è pertanto tentato un inedito approccio statistico ai dati nivometrici, pur coscienti che per le serie storiche disponibili, molto limitate nel tempo (meno di 20 anni), per numero di stazioni, per omogeneità areale e per la validità delle osservazioni - risultata essere spesso molto discutibile - i risultati sarebbero potuti essere del tutto insoddisfacenti o quanto meno poco attendibili.

INQUADRAMENTO METEO-CLIMATICO

L'area studiata si identifica con il territorio amministrativamente compreso nella Provincia di Trento (Figura 1), una realtà geografica dove il fenomeno è rilevante ogni anno ed è parte fondamentale della vita quotidiana della popolazione, sia

come fonte di turismo e quindi di benessere socio-economico, sia per i gravi e spesso tragici problemi connessi con l'instabilità del manto nevoso.

Oltretutto, da un punto di vista geografico-fisico, si osserva nell'area il giusto compromesso tra varietà orografica ed influenze dinamiche delle masse d'aria, dato che il territorio si trova in un'area di transizione tra i domini mediterraneo e continentale e presenta perciò una varietà di situazioni ambientali piuttosto ampia.

Il problema maggiore si è presentato quando si sono dovuti reperire i dati necessari per l'analisi. In effetti per quest'area i rilevamenti (altezze totali di neve fresca e permanenza della neve al suolo) effettuati dal Servizio Idrografico provinciale sono di difficile reperibilità e, soprattutto, presentano estese lacune temporali; di conseguenza, gli unici dati di una certa attendibilità considerati nel presente studio sono quelli forniti dalla Rete di rilevamento gestita dall'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia Autonoma di Trento, eccezion fatta per la

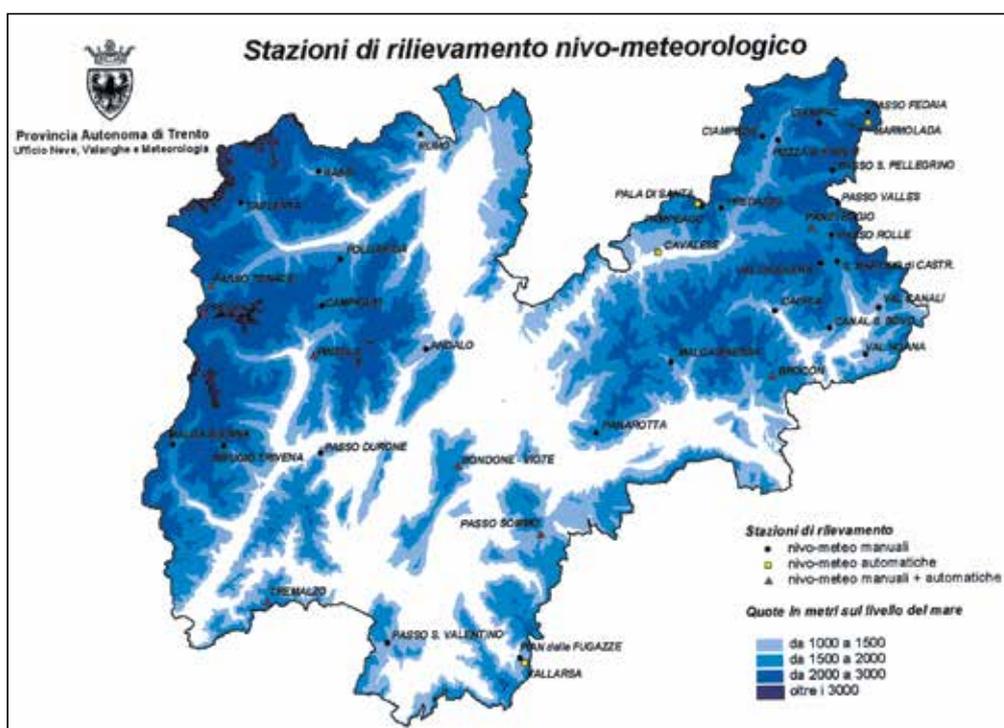
Stazione di Arabba, posta in territorio veneto e di proprietà del Centro Sperimentale Valanghe, e della stazione di alta quota di Lago Careser (fondamentale per l'analisi) di proprietà dell'ENEL. Le stazioni esaminate sono state in tutto 31.

In ogni caso, relativamente al periodo compreso tra le stagioni 1981-1982 e 1998-1999 (Fig. 2); i dati mancanti sono stati ricavati con le consuete metodologie statistiche (Arlery, 1974), quindi con un margine d'errore accettabile per il tipo di analisi svolta.

Bisogna però sottolineare che tali misurazioni sono utilizzate dalla struttura sopracitata con lo scopo prevalente di elaborare un bollettino nivo-meteorologico trisettimanale e di studiare i fenomeni valanghivi, con la conseguenza che i campi di rilevamento vengono aperti solamente in occasione della prima abbondante nevicata. Pertanto, esaminando di volta in volta le osservazioni meteorologiche sinottiche e le relative situazioni dinamiche, sono stati ricavati, con un margine d'errore accettabile, anche i dati riguardanti le nevicite precedenti l'apertura delle campagne di rilevamento e quelle seguenti la chiusura stagionale dei siti di rilevamento suddetti. Allo stato attuale, tale lavoro è stato completato anche per le ultime quattro stagioni invernali e ad esso ne è stato affiancato un altro decisamente più complesso, riguardante i dati antecedenti il 1981, al fine di ricostruire delle serie storiche più lunghe e continue possibili, che possano fornire scenari spatio-temporali più precisi e permettere un calcolo dei trend futuri.

Nella tabella riepilogativa (figura 2), i valori relativi alle medie mensili si discostano, di conseguenza, da quelli relativi ai totali stagionali - che ne dovrebbero logicamente rappresentare la

Fig. 1



somma algebrica. Le relative differenze sono, di fatto, causate dall'errore analitico-statistico. Per i dati relativi alla copertura nevosa (laddove alla chiusura dei siti vi è ancora presenza di neve al suolo), si è cercato di risolvere il problema ricorrendo ad informazioni derivanti dai messaggi nivo-meteorologici emessi dall'Ufficio e, in qualche caso, alla testimonianza diretta dei rilevatori.

Va comunque precisato che presso alcuni campi neve manuali sono state nel tempo posizionate anche delle stazioni di rilevamento automatiche, con conseguente miglioramento di qualità delle informazioni.

Distribuzione verticale delle precipitazioni nevose

Le 31 stazioni esaminate sono situate a quote comprese tra i 925 metri di Caoria (nell'alta Val Vanoi) ed i 2730 metri del Prese-
na (Passo del Tonale).

Costruendo un diagramma cartesiano quote/altezza della neve fresca (figura 3) si osserva che la relazione tra le due grandezze è evidente ma non in maniera forte come ci si potrebbe aspettare da un fenomeno fisico così dipendente dalle temperature - che decrescono in media sulle Alpi di 1°C ogni 176 metri (Cati, 1981) e di 154 metri nelle Alpi del Triveneto (Bisci et al., 2000) - e quindi dalla quota. In effetti, inserendo una funzione interpolante lineare si ottiene un coefficiente di determinazione R^2 pari a 0,67, mentre introducendo una funzione del terzo ordine il coefficiente sale sino a 0,76. L'aumento della nevosità sembrerebbe essere più rapido oltre i 2200 metri; in particolare, a 2000 metri di quota l'altezza media della neve fresca è di 305 cm, mentre a 1000 metri essa si riduce a 150 cm circa. Tuttavia questa supposizione non può essere certa

Caratteristiche nivometriche per le singole stazioni											
Sigla	Stazione	Long	Lat	Quota	tend%	D	G	F	M	A	MED
17CA	CAORIA	1706150	5119850	925	-8,52	17	42	38	43	7	151
11AN	ANDALO	1654725	5114800	1008	-7,02	40	46	39	35	12	173
24NO	VAL NOANA	1719310	5113425	1025	-6,79	36	47	35	22	14	150
13PR	PREDAZZO	1699305	5132715	1030		26	32	36	28	8	127
28RM	RUMO	1654250	5146450	1090		29	47	25	22	11	134
19PF	PIAN delle FUGAZZE	1667950	5069340	1175	-2,31	32	46	40	38	30	183
18SB	CANAL S.BOVO	1714150	5117250	1240	-7,55	37	37	45	39	20	166
20BA	MALGA BAESSA	1690660	5112550	1260		28	42	36	26	10	146
2RAB	RABBI	1639161	5141170	1280	-3,23	43	48	50	31	28	203
5PSV	PASSO S.VALENTINO	1648554	5071727	1330	-3,15	45	57	50	50	34	235
12FO	PASSO SOMMO	1671125	5087425	1360	-4,14	53	59	54	54	25	233
14PO	POZZA di FASSA	1706880	5144950	1380	-3,59	33	30	37	23	19	144
4SMC	S. MARTINO di CASTR.	1715432	5126986	1460	-2,49	55	51	60	57	51	289
6BON	BONDONE - VIOTE	1659160	5097650	1495	-0,64	44	52	40	47	27	221
3PIN	PINZOLO	1637917	5114071	1500	-4,23	53	76	58	54	37	271
15TR	TREMALZO	1630775	5077875	1520	-7,87	46	41	52	53	35	230
8PAN	PANEVEGGIO	1711557	5132115	1535	-3,32	49	43	56	43	36	246
16PT	BROCON - MARANDE	1705540	5110450	1560	-2,3	39	51	52	43	43	209
31AR	ARABBA	1720866	5153927	1628	-2,3	66	55	64	61	63	364
23MC	CAMPIGLIO	1639403	5121301	1650	-1,75	75	91	62	65	35	296
21MB	MALGA BISSINA	1617150	5101175	1750	-4,29	96	126	108	94	93	501
10PM	PAMPEAGO	1695474	5135292	1775	-1,5	60	47	41	48	41	232
9PTA	PANAROTTA	1679550	5102275	1775	-0,67	61	44	50	38	51	236
25TO	PASSO TONALE	1623077	5124470	1880	-1,96	69	92	92	59	136	505
27CM	CIAMPEDIE	1704622	5145523	1975	-0,92	37	43	34	32	34	180
26SP	PASSO S. PELLEGRINO	1714825	5140425	1980		54	44	41	34	21	222
1PEI	TARLENTA	1627582	5136575	2010	-1,92	64	74	60	63	59	320
7PVA	PASSO VALLES	1715582	5135539	2040	-1,77	87	77	82	88	106	498
22CI	CIAMPAC	1712898	5147477	2160	-0,92	50	45	62	64	68	294
32CR	DIGA DI CARESER	1630661	5142607	2600		89	75	74	132	87	754
30PN	PRESENA	1621877	5120616	2730		125	65	95	135	175	775

in senso assoluto, data la quasi assoluta mancanza di stazioni di rilevamento oltre tale quota. Dallo stesso diagramma si evince che l'altezza della neve fresca aumenta in media di 30 cm ogni 1000 metri. L'equazione di regressione lineare ricavata è dunque la seguente:

$$N = 0,3037H - 201,3$$

con N altezza della neve fresca ed H altitudine in metri; il coefficiente di correlazione R^2 è prossimo a 0,7.

Gazzolo & Pinna (1973) nel loro studio riferito alle Alpi per il quarantennio 1921-1960 hanno ricavato per la porzione orientale della catena (Prealpi comprese) valori piuttosto diversi, con un

gradiente nivometrico molto più basso; l'equazione ricavata è la seguente:

$$N = 0,231H - 103,7$$

Il gradiente si rivela più basso di quello ricavato nel presente lavoro sia per tutta la catena alpina per la quale vale l'equazione:

$$N = 0,296H - 106,2$$

che per la porzione centro-occidentale dove vale l'equazione:

$$N = 0,33H - 81,7$$

Inoltre, in quest'ultima area, cadono, alla quota media di 2000 metri, ben 486 cm di neve fresca, cioè il 50% in più circa rispetto all'area studiata nel presente lavoro.

Fig. 2

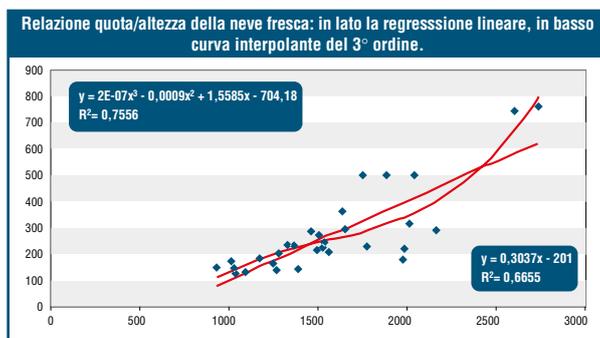


Fig. 3

Pinna (1974), commentando questi dati, sottolinea che i rapporti che intercorrono tra neve e rilievo sono molto differenti da quelli esistenti tra pioggia e rilievo. I due fattori che probabilmente divengono più importanti nella distribuzione del manto nevoso sono la continentalità (esprimibile quantitativamente con la distanza dal mare) e l'esposizione.

Ad esempio, la catena prealpina, più direttamente esposta alle correnti caldo-umide di origine mediterranea, riceve una quantità d'acqua molto superiore a quella di rilievi ben più elevati ma situati all'interno del continente; per la neve, però, accade il contrario, dato che sono proprio i massicci più interni che registrano le cadute di neve più abbondanti.

Di conseguenza le Prealpi Giulie, che pure rappresentano il polo italiano della piovosità, registrano quantità di neve meno che dimezzate rispetto ai grandi massicci piemontesi e valdostani proprio a causa della continentalità maggiore di questi ultimi che comporta, a parità di quote, temperature medie più basse. Biancotti & Bovo (1997) nei loro studi sulle precipitazioni nevose sulle Alpi Occidentali non riportano il valore del coefficiente di determinazione, ma con calcoli effettuati sulle 30 stazioni hanno trovato un gradiente di 39 cm per 1000 metri di quota ed un'altezza di neve fresca a 2000 metri di ben 584 cm.

Kappemberger & Kerkmann (1997) confermano la tesi di Pinna, sottolineando che a parità di quota le Alpi centro-occidentali sono decisamente più nevose di quelle orientali, con quantitativi medi che, per il trentennio 1961-1990, a 2000 metri si aggirano intorno ai 6 metri e possono eccezionalmente raggiungere gli 11 metri (Passo del San Gottardo).

Questi dati sembrano contrastare con lo studio effettuato dal Ferrara (1923 in Mennella, 1970) che riconosce nell'area alpina Centro-Orientale una nevosità media maggiore di quella occidentale, perché la prima è complessivamente più piovosa.

Analizzando in dettaglio i dati, si nota che alle medesime quote si ha una forte varianza (a 2000 metri i valori oscillano tra i 180 ed i 500 cm circa); è di conseguenza evidente che altri fattori, primi tra tutti quelli topo-geografici come l'esposizione e la posizione all'interno della valle (Pinna, 1977, Biancotti e Bovo, 1997), condizionano quantitativamente il fenomeno.

Distribuzione spaziale delle precipitazioni

Considerando l'esiguo numero delle stazioni analizzate e soprattutto il fine della ricerca non è stato ritenuto opportuno elaborare

una carta delle isopliete; tuttavia, esaminando la carta della nevosità di Gazzolo & Pinna (1973), si può notare che in Trentino la distribuzione del parametro è quanto mai caotica, con due aree particolarmente nevose, coincidenti con il massiccio dell'Adamello - Presanella (dove si superano nelle aree sommitali i 6 metri annui) e con l'allineamento Lagorai - Pale di San Martino (dove, sempre alle quote più elevate, si sfiorano i 5 m).

In generale, comunque, la maggior parte del territorio è compresa tra le isopliete di 150 e 250 cm, con valori ancora minori nei fondovalle dei maggiori fiumi (Val d'Adige, Valsugana e media - bassa Val di Non).

A livello generale è quanto mai scontato affermare che, come per le precipitazioni liquide, anche per le precipitazioni solide la distribuzione è fortemente condizionata dalla morfologia e dall'influenza di quest'ultima sulle masse d'aria foriere di precipitazioni. Borghi (1979) afferma che il fattore orografico pesa sulla distribuzione delle precipitazioni in percentuale anche di dieci volte maggiore rispetto alla quota (temperature permettendo). In generale è possibile affermare che le nevicate più estese ed abbondanti sono apportate da flussi meridionali,



specie nella parte centro-meridionale dell'area e comunque sui versanti sopravvento rispetto alle stesse correnti (Monai, 1986). Tale affermazione è confermata da alcuni studi di Borghi (1986 e 1990) riferiti ad alcune stazioni dolomitiche ad uguale quota ma con esposizioni diverse, dai quali risulta che le stazioni esposte ai flussi sciroccali ricevono quantitativi doppi di quelli sottovento rispetto alle stesse correnti.

In un suo dettagliato studio, riferito al periodo 1922-1950 per le Alpi Orientali, Donà (1957) evidenzia alcuni dati puntuali che possono essere confrontati con quelli oggetto di studio. Per le stazioni di San Martino di Castrozza (1444 m s.l.m.), Caoria (825 m s.l.m.), Passo di Rolle (1984 m s.l.m.) ed Arabba (1608 m s.l.m.) i valori sono rispettivamente di 274 cm, 136 cm, 472 cm e 316 cm, a fronte dei 289 cm, 151 cm, 498 cm (riferiti però al vicino Passo Valles, 2020 metri, ugualmente nevoso) e 364 cm.

Anche i dati ricavati per le stazioni situate a quote superiori ai 2500 metri nei gruppi Ortles - Cevedale e Adamello - Presanella (Diga di Careser e Presena) confermano che i quantitativi stagionali sono più elevati di quelli riportati da Gazzolo & Pinna, raggiungendo in media valori prossimi agli 8 m, con punte vicine ai 10 metri. Da tali raffronti si deduce pertanto che, almeno nel periodo considerato, nell'area Dolomitica orientale ed in generale in tutta l'area esaminata, al contrario di ciò che si crede, le precipitazioni nevose sembrano aver subito un lieve incremento.

Distribuzione stagionale e temporale delle precipitazioni

Per regime nivometrico di un'area s'intende la distribuzione stagionale della media

del periodo registrata nell'arco di ogni mese (Biancotti, 1997). Tale distribuzione è strettamente connessa con il regime pluviometrico e con il quadro termico; anzi quest'ultimo tende ad essere il fattore più importante, come dimostra il fatto che nelle aree alpine situate a quote medio-elevate la primavera risulta più nevosa dell'autunno, proprio perché più fredda. In rapporto alla quota, nell'area studiata sono presenti quattro tipi di regime nivometrico:

- **REGIME PREALPINO:** alle quote inferiori ai 1200 metri si ha un regime "prealpino" (Donà) o unimodale invernale (Biancotti), caratterizzato da un massimo ben definito in corrispondenza del mese più freddo, durante il quale cade fino ad 1/3 del totale stagionale.

In queste aree la possibilità di avere nevicate si estende in media per circa sette mesi tra ottobre e fine aprile.

- **REGIME EQUILIBRATO O VALLIVO INTERNO:** all'aumentare della quota e procedendo verso l'interno della catena alpina si ha il regime "vallivo interno o equilibrato", detto dai francesi "étalé", caratterizzato da quantità di neve fresca pressoché costanti nei tre mesi invernali che raccolgono i 2/3 del totale stagionale. In questo caso il periodo con caduta di neve è compreso tra metà ottobre e metà maggio.

- **REGIME DI ALTITUDINE O BIMODALE:** si rinviene oltre i 2000 metri ed è caratterizzato dall'aver due massimi nel tardo autunno ed in primavera (quest'ultimo più pronunciato), causati appunto dall'aumento delle precipitazioni e dalle basse temperature.

- **REGIME NIVOMETRICO A MASSIMO PRIMAVERILE:** alle quote ancor più elevate vi è la possibilità che le precipitazioni



nevose siano particolarmente abbondanti in primavera o al principio dell'estate. In questo caso si parla di regime unimodale primaverile.

Si può concludere facendo un breve riferimento al coefficiente nivometrico, dato dal rapporto percentuale tra quantità d'acqua espressa in mm che cade su una località esclusivamente sotto forma di neve e quantità totale delle precipitazioni in forma di pioggia e neve insieme (Pinna, 1974). Per le Alpi Orientali, esso è espresso dalla formula:

$$K(\%) = 0,026H - 10,5$$

che non presenta sostanziali differenze da quella trovata dagli scriventi per l'alta Val Cison:

$$K(\%) = 0,027H - 9,9$$

con K% coefficiente nivometrico ed H quota in metri.

Da tali equazioni si deduce che il valore K= 50% si raggiunge a circa 2300 metri, mentre quello del 100% si ha a quote superiori ai 4000 metri.

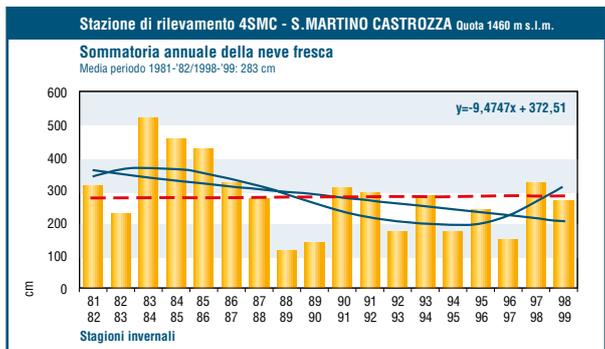


Fig. 4

Tendenza generale del fenomeno neve

La tendenza generale di un fenomeno così importante è probabilmente l'aspetto più interessante, almeno da un punto di vista climatologico e, anche se non rientra tra gli scopi dello studio, esso è stato sommariamente affrontato.

In generale, uno dei metodi migliori per stabilire la tendenza generale senza ricorrere a funzioni analitiche molto complesse è la perequazione con una funzione lineare e quindi la

rappresentazione della tendenza mediante una retta. In generale, analizzando i totali stagionali delle singole stazioni, non si osservano grossi scarti relativi, nel senso che anni particolarmente nevosi sono comuni a tutto il territorio come lo sono anni poveri di precipitazioni. Qui di seguito (figura 4) è riportato il grafico relativo alla stazione di S.Martino di Castrozza, che presenta valori di deviazione dalla media generale minimi e pertanto ben inquadra la situazione.

Benché il trend sia caratterizzato da un andamento sinusoidale, con anni molto nevosi nel periodo 1983-1986 e molto secchi tra il 1988 ed il 1990, con una successiva tendenza alla ripresa (ed un nuovo calo negli ultimi tre anni che non sono riportati); è evidente una tendenza ad un calo piuttosto deciso dei valori stagionali, nell'ordine dei 9 cm circa per anno, con una percentuale media sul totale superiore al 2%. In tal senso, esaminando la figura 2, ci si rende conto che tale decremento è più sensibile nelle aree prealpine, mentre tende ad essere quasi inesistente in quelle più interne: questo fatto probabilmente può essere attribuito al pur lieve aumento delle temperature invernali, che provoca un innalzamento del limite medio delle nevicate, di circa 200 metri, nelle aree

ove i flussi miti di origine mediterranea arrivano con maggiore intensità.

È altresì evidente che tra annate vicine vi sono scarti enormi, (anche del 200 %), a dimostrazione che, da un punto di vista meteorologico, stiamo vivendo un periodo estremamente variabile e difficile da inquadrare analiticamente. Se poi si va ad esaminare la tendenza media relativa ai singoli mesi, la situazione si complica ulteriormente, poiché subentrano fattori a scala locale, come l'esposizione alle correnti più umide, la posizione geografica e la quota. Osservando i grafici relativi alla media relativa a tutte le stazioni (Figura 5) risulta evidente un generale calo dei valori, più accentuato nei mesi di febbraio e marzo mentre il bilancio dei restanti mesi non presenta variazioni significative; è tuttavia importante sottolineare che, introducendo una curva interpolante di 3°ordine, nelle ultime 2 stagioni il trend torna ad essere positivo per tutti i mesi ad eccezione di dicembre: se tale tendenza dovesse essere confermata nel tempo si creerebbero problematiche sempre più complesse riguardo all'apertura degli impianti di risalita nel periodo natalizio, qualora, per motivi termo-igrometrici, non si potesse ricorrere all'innevamento programmato.

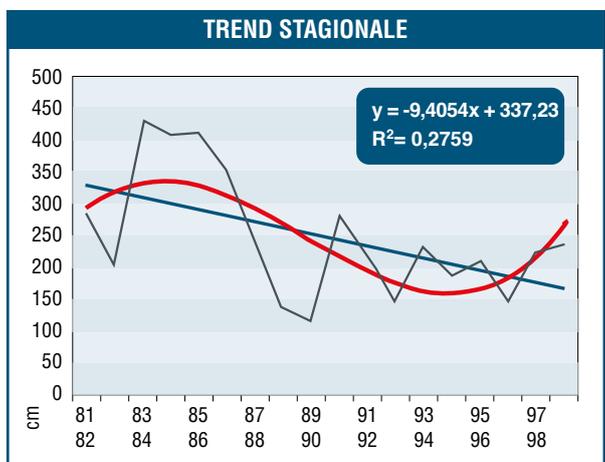
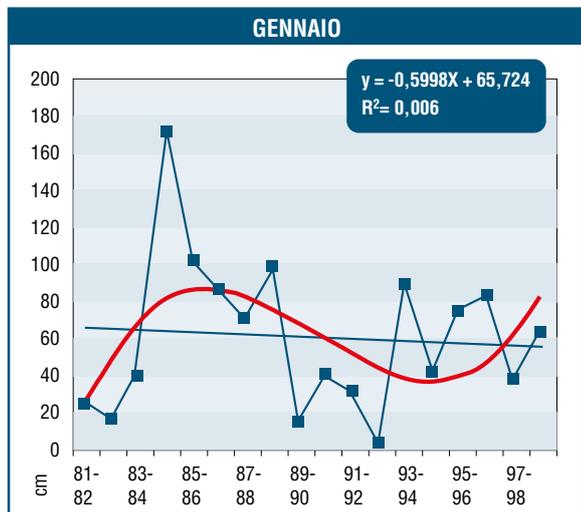
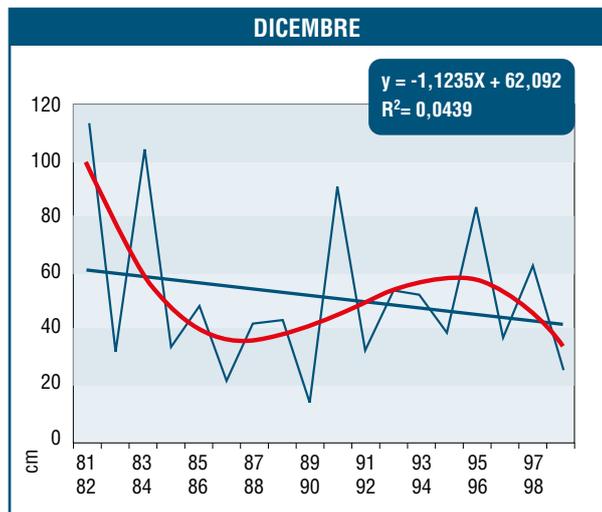


Fig. 5



La permanenza della neve al suolo

Una volta depositatosi al suolo, il manto nevoso vi rimane per un periodo la cui durata è diretta funzione della quota e della distribuzione mensile delle precipitazioni e dei valori termici.

Nell'area studiata, in genere, la neve rimane al suolo per 75-90 giorni (sommati tra giorni con copertura continua e discontinua) a 1000 metri di quota, per 120-140 giorni a 1500 metri, per 180 giorni a 2000 metri e anche per 8 mesi (247 giorni a diga di Careser) oltre i 2500 metri.

Alcuni autori si sono proposti di ricercare la relazione tra quota e copertura totale.

Gazzolo & Pinna (1974) hanno ricavato per le Alpi Occidentali la seguente relazione:

$$D = 9,01 h - 1,5$$

con D durata del manto nevoso in giorni e h l'altitudine in hm.

Nell'area studiata si è costruito un diagramma cartesiano considerando quota/permanenza della neve al suolo (Figura 5), dal quale si evince la consistente relazione tra le due variabili. Sono state poi inserite le funzioni interpolanti, lineare e di terzo ordine, che hanno dato dei coefficienti di determinazione rispettivamente pari a 0.79 e 0.83. L'equazione di regressione lineare ricavata è la seguente:

$$D = 8.56 h - 8.5$$

Tale valore è praticamente coincidente con quello sopra riportato e ci dice che, in media, il periodo durante il quale il suolo rimane coperto di neve in maniera continua o discontinua aumenta di circa 9 giorni per ogni 100 metri di quota.

In generale le stazioni sotto i 1200 metri di quota presentano periodi con copertura continua del suolo difficilmente superiori ai 60-70 giorni; il periodo con eventuale copertura comincia

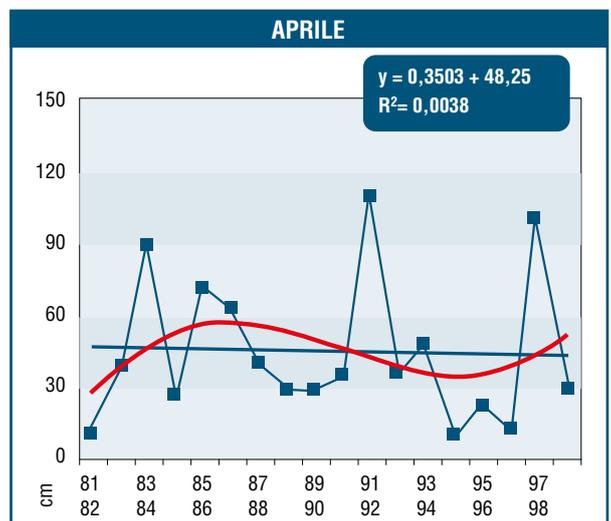
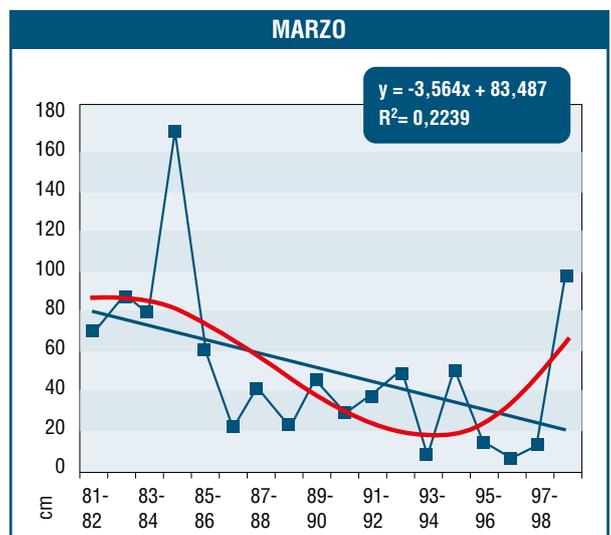
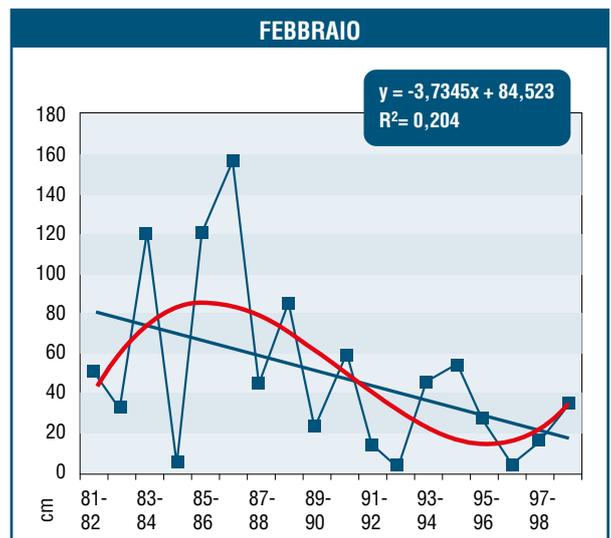
a metà dicembre, con le prime vere irruzioni d'aria fredda, e termina a metà marzo: le eventuali successive nevicate, anche se abbondanti, restano al suolo per periodi effimeri anche in virtù delle aumentate temperature dell'aria e del suolo stesso.

Ad altitudini maggiori, tra 1200 e 2000 metri, il periodo con copertura continua può iniziare anche in novembre per estendersi sino a maggio; in questi casi i fattori topografici tendono a divenire di fondamentale importanza in relazione alla durata del fenomeno. Analizzando la figura 2 si può osservare che le stazioni di Panarotta e Pampeago sono situate ad identica quota (1775 metri), ma la copertura media relativa alle due stazioni è rispettivamente di 153 e 107 giorni.

Alle quote superiori ai 2000 metri la copertura sembra dipendere quasi esclusivamente dall'esposizione del sito, in virtù delle differenti temperature osservabili sui pendii nord e sud e soprattutto per la forza e la durata dell'insolazione diurna, che in breve modifica il bilancio radiativo del suolo e provoca la rapida fusione del manto nevoso.

BIBLIOGRAFIA

- Bisci C., Dramis F. & Fazzini M. (2001) - "Topographic parameters and Spatial Distribution of precipitation: First Results in Northeast Italy" Fifth International Conference on Geomorphology 24-26 august 2001 Tokio - Special Publication in DEM's and Geomorphology - GISA 2001
- Bisci C., Dramis F., Fazzini M. & Gaddo M. (2000) - "Definition of geographical parameters describing the spatial distribution of temperature and rainfall in three sectors of the Italian Eastern Alps" ICAM 2000 - 26th International Conference on the Alpine Meteorology - Innsbruck
- Borghi S. (1979) - "Influenza locale dell'orografia sulla distribuzione delle precipitazioni nevose" Atti Sem. "Meteorologia e studio dei fenomeni nivali", C.N.R. Padova
- Donà F. (1957) - "Caratteristiche nivometriche di alcune località delle Alpi orientali con più lungo periodo di osservazione" Atti XVI Congr. Geogr. It.
- Fazzini M. (2001) - "Analisi statistica delle caratteristiche pluvio-nivometriche dei rilievi del Triveneto anche tramite la modellizzazione topo-geografica del territorio esaminato" Tesi di Dottorato - Univ. di Perugia Ivol + CD
- Fliri F. (1975) - "Das Klima der Alpen in raume von Tirol" Monographien zur landeskunde Tirols, Innsbruck, 1.
- Gazzolo T. & Pinna M. (1973) - "La nevosità in Italia nel quarantennio 1921-1960 (gelo, neve e manto nevoso)". Min. Lav. Pubbl., 26.
- Kappemberger G. & Kerkmann J. (1997) - "Manuale di meteorologia alpina", Zanichelli ed., Bologna.
- Mennella C. (1970) - "Il clima d'Italia: i climi compartimentali della regione italiana (Italia continentale e versante adriatico)". F.lli Conte Ed., Napoli, 2.
- Pinna M. (1974) - "Precipitazioni nevose e durata del Manto nevoso in Italia", Cultura e scuola, 51.





Utilizzo dei sistemi GIS per la gestione della cartografia delle valanghe

LA NUOVA

CARTA VALANGHE

Gianluca Fruet

Ingegnere libero professionista in Trento;
collaboratore dell'Ufficio Neve, Valanghe e
Meteorologia
della Provincia Autonoma di Trento
gifruet@tin.it

Paolo Cestari e Marco Gadotti

Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia;
Provincia Autonoma di Trento
palo.cestari@provincia.tn.it
marco.gadotti@provincia.tn.it

I maggiori pregi sono rappresentati dalla facilità di aggiornamento, quasi in tempo reale, e dalla possibilità di essere consultata anche via Internet

Con la creazione di un vero e proprio GIS sulle valanghe, può dirsi concluso il progetto di informatizzazione della cartografia dell'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia Autonoma di Trento; il lavoro ha comportato la digitalizzazione di tutte le informazioni riguardanti le C.L.P.V. (Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe) ed il Catasto delle Valanghe ed ha impegnato i tecnici del settore cartografia per quasi due anni.

Questo nuovo strumento informatico, gestendo una grande quantità di dati, che possono anche essere incrociati con quelli riguardanti, ad esempio, l'utilizzo del suolo, è uno strumento di analisi molto potente, che potrà rappresentare d'ora in poi un valido supporto nell'attività di pianificazione e di gestione del territorio e dell'ambiente.

Uno dei prodotti più interessanti riguarda anche l'attivazione di un'interfaccia web che consente la consultazione via Internet della maggior parte dei dati riguardanti i fenomeni valanghivi censiti sul territorio della provincia di Trento; le informazioni cartografiche possono essere visualizzate utilizzando come sfondo la Carta Tecnica Provinciale e/o l'ortofotocarta a colori ("IT2000"); è prevista la possibilità di effettuare la consultazione sia tramite selezione di elementi grafici sia tramite l'interrogazione del data-base associato, si possono effettuare stampe e, alle valanghe, è possibile sovrapporre altri tematismi come i limiti dei Comuni amministrativi o catastali, i laghi, i ghiacciai, la viabilità, ecc....

Lo sviluppo del nuovo sistema informativo, se da un lato rappresenta una fonte di soddisfazione comune nel vedere completata un'attività di indiscusso valore, deve però essere visto in un'ottica di costante e dinamico aggiornamento: per questo, quello della cartografia, continuerà a rappresentare per l'Ufficio uno dei principali settori di attività.



DIGITALE

**DELLA
PROVINCIA
AUTONOMA
DI TRENTO**



INTRODUZIONE

II S.I.A.T

Il progetto SIAT (Sistema Informativo Ambiente e Territorio) della Provincia Autonoma di Trento rappresenta una forma di coordinamento dei vari Servizi provinciali, che hanno da sempre gestito informazioni di tipo "geografico"; il fine è quello di raccogliere, memorizzare, aggiornare, elaborare e rappresentare dati attinenti alle entità territoriali-ambientali, integrando le molteplici informazioni descrittive di carattere statistico, amministrativo e gestionale con la loro localizzazione geografica, la loro forma geometrica e le loro

relazioni spazio-temporali. Ciò ha reso possibile l'organizzazione della notevole mole di dati, esistenti all'interno delle singole strutture, in "sistemi informativi territoriali", che, utilizzando un unico software (ARC-INFO), una stessa base cartografica (la Carta Tecnica Provinciale in scala 1:10.000) ed uno stesso sistema di coordinate hanno dato così vita ad uno strumento di analisi molto potente, che rappresenta ora un valido supporto nell'attività di pianificazione e di gestione del territorio e dell'ambiente.

La nuova Carta delle Valanghe

La raccolta e l'organizzazione di dati in tematismi è stata avviata nel 1990 e si espande ora con l'aggiunta della nuova Carta Valanghe. I tecnici dell'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia infatti, al fine di rendere possibile una conoscenza globale, dinamica ed in continuo aggiornamento degli eventi valanghivi, fenomeni che, nell'ambito di un territorio prevalentemente montano come quello della Provincia di Trento, possono condizionare notevolmente l'uso del suolo, hanno realizzato il nuovo "tematismo valanghe" accorpando i dati provenienti dal Catasto delle Valanghe (o Inchiesta Permanente sulle Valanghe) e dalla Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV), documenti composti entrambi da una parte cartografica in scala 1:25.000, che rappresenta la localizzazione dei siti valanghivi e da schede cartacee contenenti la descrizione analitica dei vari fenomeni verificatisi.

Scopo finale di questo progetto era quello di dare origine ad un Gis sulle valanghe, che consentisse di associare ad una base cartografica digitalizzata tutti i dati sui fenomeni valanghivi già in possesso dell'ufficio, per renderli così immediatamente e facilmente consultabili. Grafica-

mente il nuovo documento è stato redatto in scala 1:10.000, che ne garantisca l'utilizzo combinato con gli altri tematismi provinciali; il passaggio di scala è stato realizzato adeguando e riproiettando le aree valanghive, preventivamente digitalizzate, con l'utilizzo della carta tecnica provinciale (raster e ortofotocarta). Il risultato è una cartografia in scala nominale di 1:10.000, che sarà però stampata anche al 25.000 e che, sul sito Internet <http://www.gis.@provincia.tn.it> (alla sezione Consultazione Catasto Valanghe) è visualizzabile in un range di scala variabile tra 1:2.000 ed 1:25.000 con lo sfondo della Carta Tecnica Provinciale (CTP) e tra 1:2.000 ed 1:70.000 con lo sfondo della ortofotocarta a colori. La veste tipografica con la quale la cartografia è stata rappresentata è sempre quella stabilita dall'A.I.NE.VA. ed utilizzata per la redazione delle CLPV anche da tutti i Paesi europei dell'arco alpino, con la sola aggiunta delle aree provenienti dal Catasto Valanghe.

Le tre diverse colorazioni rappresentano quindi:

- l'arancione: la fotointerpretazione;
- il viola: l'inchiesta sul terreno, riguardante le aree valanghive e pericolose riportate dalla CLPV, per i lembi di territorio dove questa è stata redatta;
- il blu: l'inchiesta sul terreno, desunta dal Catasto delle Valanghe per il restante territorio provinciale.

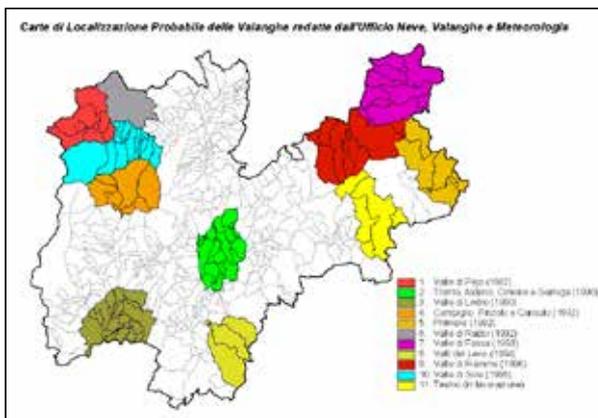
LE FONTI DISPONIBILI: CLPV E CATASTO VALANGHE

Le CLPV

Le Carte di Localizzazione Probabile di Valanghe realizzate dall'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia (figura 1) coprono il territorio dei seguenti comuni amministrativi:

Fig. 1
CLPV redatte dall'ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia Autonoma di Trento

Fig. 2
Legenda della versione cartacea della nuova CLPV in scala 1:10.000



- C1. Cavalese, Daiano, Panchià, Predazzo, Tesero, Varena e Ziano di Fiemme;
- C2. Fiera di Primiero, Sagron Mis, Siror, Tonadico e Transacqua;
- C5. Aldeno, Cimone, Garniga e Trento;
- C7. Pejo, Rabbi, Commezzadura, Dimaro, Mezzana, Ossana, Pellizzano e Vermiglio;
- C8. Carisolo, Giustino, Pinzolo, Ragoli e Stenico;
- C9. Bezzecca, Concei, Molina di Ledro, Pieve di Ledro, Riva del Garda, Tiarno di Sopra e Tiarno di Sotto;
- C10. Terragnolo, Trambileno e Vallarsa;
- C11. Campitello, Canazei, Mazzin, Moena, Pozza, Soraga e Vigo di Fassa.

La C.L.P.V. è redatta seguendo un approccio metodologico ormai riconosciuto a livello internazionale, che sovrappone due fonti informative separate conservando, anche graficamente, la distinzione sulla diversa analisi effettuata.

Al dato ottenuto tramite indagine diretta sul terreno, studio bibliografico, ricerche di archivio ed interviste a testimoni diretti degli eventi valanghivi, si affianca infatti anche lo studio morfologico generale, effettuato tradizionalmente tramite analisi aerofotogrammetrica; la base cartografica di riferimento è rappresentata generalmente dalla cartografia ufficiale I.G.M., in scala 1:25.000.

La C.L.P.V. è redatta con finalità non prescrittive ma analitiche e di studio, che non esplorano quindi aspetti quali i tempi di ritorno degli eventi valanghivi e non effettuano valutazioni sulle caratteristiche specifiche degli eventi censiti.

Questo documento è infatti unicamente una sintesi dei fatti noti (figure 2, 3, 4 e 5) alla data della sua pubblicazione, quindi



Fig. 2
Confronto tra le vecchie mappe del Catasto Valanghe in scala 1:25.000 e le nuove in scala 1:10.000



Fig. 3
Valanga che nell'aprile 1986 ha interessato l'abitato di Mestriago, nel Comune di Commezzadura (TN)

non contiene alcuna previsione dei limiti che le valanghe potranno raggiungere. La Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe non va pertanto letta come Carta di Rischio: infatti, non vi sono rappresentate né la frequenza, né l'intensità dei fenomeni; la stessa colorazione indica sia la valanga a frequenza annuale che quella con caratteristiche di eccezionalità. Circa l'impiego pratico della C.L.P.V. si ritiene inoltre opportuno, al fine di una sua corretta interpretazione, ribadire alcuni concetti: con la fotointerpretazione si mettono in evidenza anche tracce di valanghe molto distanti negli anni ed a volte dimenticate o non conosciute, l'indagine sul terreno invece può rilevare con

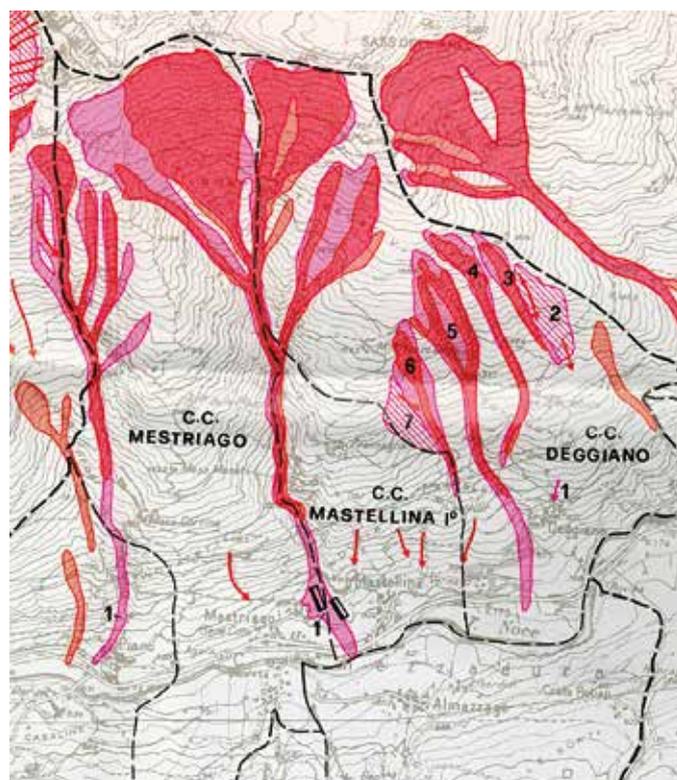


Fig. 4
La valanga della fig. 3, come riportata nella CLPV del Comprensorio C7 della "Valle di Sole" (si notano anche i 2 deviatori eseguiti in seguito all'evento del 1986 soprariportato)

maggior precisione i fenomeni conosciuti ed evidenti, generalmente ubicati nei fondovalle o in prossimità di centri abitati, ma può ignorare eventi valanghivi nei siti fuori mano o in alta quota, frequentati solo nel periodo estivo. La sommatoria delle due rappresentazioni è quindi di rilevante valore probatorio. Inoltre, si fa rilevare l'impossibilità di concretizzare cartograficamente quegli innumerevoli fenomeni di modesta entità che si sono verificati laddove la morfologia del terreno è favorevole al distacco di modeste masse nevose, che non hanno le condizioni per percorrere distanze superiori a qualche decina di metri.

La copertura con CLPV delle aree interessate da potenziali fenomeni valanghivi costituisce il 35% circa dell'intera superficie provinciale, e comunque corrispondente alla quasi totalità delle aree in cui sia rilevabile un'interferenza tra fenomeni valanghivi ed attività insediative a carattere stabile. Rimane da completare la stesura della carta per alcuni ambiti in cui il fenomeno valanghivo interessa potenzialmente tratti di viabilità o piste ed impianti destinati all'attività sciistica o per aree in cui l'attività valanghiva interessa territori attualmente non antropizzati, ma per i quali

si valuta opportuno documentare in modo esauriente la presenza di fenomeni valanghivi.

Il Catasto Valanghe

Su tutto il territorio provinciale è comunque disponibile la documentazione del Catasto Valanghe, così come originariamente impostato dal Servizio Forestale (statale, poi regionale e quindi provinciale) e successivamente aggiornato sotto la regia dell'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia (figura 6). Il Catasto raccoglie e documenta i dati relativi agli eventi valanghivi rilevati dall'inizio degli anni settanta ad oggi. Per la segnalazione dei fenomeni, che nella nostra provincia è eseguita quasi esclusivamente dal personale forestale, l'AINEVA ha elaborato nel 1984 (con un aggiornamento nel 1995) un'apposita scheda, denominata modello 7 - AINEVA (figura 7). Avendo come presupposto un monitoraggio continuo del territorio, il Catasto è un documento molto importante soprattutto per stimare la periodicità di un dato fenomeno (cosa non possibile con la CLPV, che ha tempi di aggiornamento generalmente lunghi). In aggiunta a quelli visti per la CLPV, legati soprattutto alla scala, il Catasto contiene quattro ulteriori limiti fondamentali:

a) le informazioni sono relative, in generale, ai soli eventi valanghivi avvenuti negli ultimi trent'anni, non sono pertanto documentati episodi con tempi di ritorno più lunghi la cui presenza può essere testimoniata solo in base ad un'analisi storica approfondita;

b) l'eterogeneità dei rilevatori non sempre produce criteri di valutazione univoci. L'attività di rilievo, a causa dell'episodicità con cui è svolta, a volte risulta documentata con alcune imprecisioni, sia per quanto concerne la stima del fenomeno sia con riguardo alla localizzazione ed al trasferimento su base cartografica;

c) è evidentemente assente l'analisi morfologica del territorio e non sono pertanto presenti valutazioni sulle potenzialità valanghive delle diverse aree;

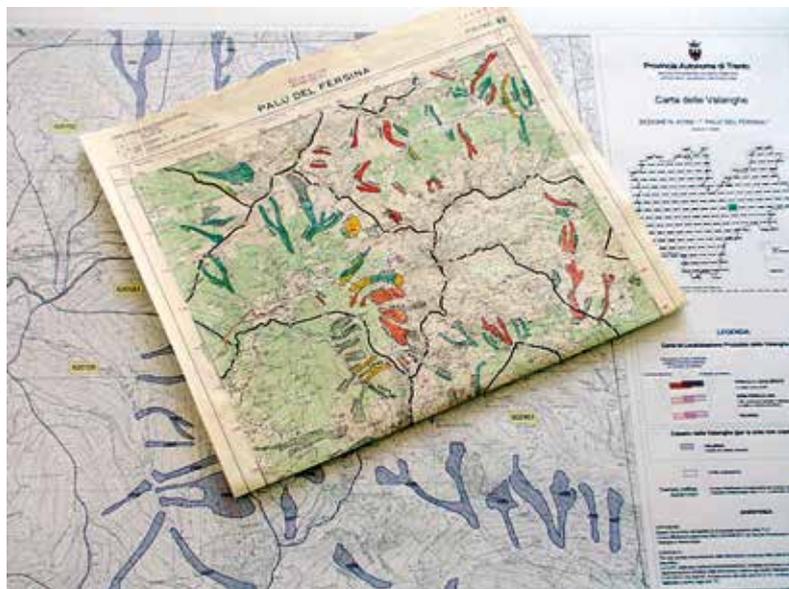
d) essendo nato per fini forestali, le segnalazioni (soprattutto quelle dei primi decenni) riguardano soprattutto le valanghe che hanno interessato ambiti boscati, con danni alla vegetazione.

I dati associati

Complessivamente, sull'intero territorio provinciale, risultano censiti dal Catasto Valanghe circa 3200 siti valanghivi, per i quali esiste una scheda cartacea, con l'indicazione del codice della valanga, del nome della località, del comune amministrativo sul quale ricade e del riferimento alla stazione forestale competente. Su ogni scheda sono stati riportati, a partire dai primi anni '70, i vari eventi valanghivi verificati (data, quota del distacco, eventuali danni causati, ecc...), segnalati, dal 1985 in poi, tramite il modello 7 AINEVA; per queste ultime segnalazioni i dati a disposizione sono quindi molto più precisi e dettagliati.

Per circa 1800 di questi siti, inoltre, è stata redatta una scheda più dettagliata durante l'inchiesta sul

Fig. 6
Confronto tra le vecchie mappe del Catasto Valanghe in scala 1:25.000 e le nuove in scala 1:10.000



terreno eseguita per la redazione delle varie CLPV; queste schede, generalmente non aggiornate con gli eventi successivi a quelli conosciuti al momento della redazione della CLPV, riportano però anche importanti dati storici, che, in base a testimonianze oculari o tramandate e, a volte, a fonti di archivio, riguardano spesso eventi eccezionali di fine '800 o dei primi decenni del 20° secolo. Inoltre il rilevatore, che è generalmente un tecnico dell'ufficio, annota particolari notizie quali, ad esempio, l'esistenza e lo stato di conservazione di eventuali opere paravalanghe, indicazioni sulla ricrescita del bosco, correlazioni tra eventi valanghivi di un certo sito ed azione del vento, ecc ...

IL LAVORO SVOLTO

Il personale coinvolto

La particolarità del progetto ha richiesto la compartecipazione di svariate competenze professionali; non poteva mancare una buona esperienza nel campo nivologico, in particolare nella redazione delle Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe, ma erano indispensabili anche approfondite conoscenze nel campo dell'informatica, soprattutto per l'utilizzo di sistemi GIS. Ecco allora che a Paolo Cestari, responsabile della rete informatica dell'ufficio, ed a Marco Gadotti, tecnico dell'ufficio che ha collaborato nella redazione ed aggiornamento di varie CLPV, è stato affiancato Gianluca Fruet. Quest'ultimo, laureato in ingegneria ambientale con particolare conoscenza di Sistemi Informativi Territoriali, è un professionista che, da due anni collabora con l'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia, tramite un contratto di consulenza.

Infine, per la pubblicazione del tematismo valanghe, che comprende sia i dati cartografici sia



tutti quelli inseriti nel data-base associato, sul portale web della Provincia Autonoma di Trento, ci si è avvalsi dello staff del "gruppo GIS" di Informatica Trentina S.p.A., azienda responsabile della manutenzione di tutte le reti ed apparecchiature informatiche dell'amministrazione.

La cartografia digitale

I supporti cartacei che costituiscono la base di partenza per la creazione del tematismo valanghivo informatizzato erano sostanzialmente di tre tipi:

- gli originali delle CLPV, redatte sui tipi dell'IGM in scala 1:25.000, recuperati negli archivi provinciali;
- le CLPV stampate, per le carte delle quali erano andati persi o distrutti gli originali;
- il catasto valanghe, redatto dal personale delle stazioni forestali, e disegnato a mano sulle tavole IGM.

Procedura di digitalizzazione

Le aree valanghive, le zone pericolose e gli scaricamenti localizzati censiti sul terreno o individuati per fotointerpretazione dai tecnici dell'ufficio e dal personale forestale ed inseriti nelle carte originali sono stati ridisegnati su lucido, sul quale poi sono stati segnati alcuni punti di coordinate note. I lucidi sono stati quindi sottoposti

ad un procedimento di scansione con scanner formato "A0" a rullo, con produzione di immagini raster BN ad alta risoluzione. I punti di coordinate note hanno permesso la successiva rettifica delle immagini (con l'utilizzo del GIS GRASS), risultate leggermente stirate al termine del processo di scansione. Le immagini rettificate sono state infine vettorializzate ed inserite nel GIS ArcInfo. Sono stati creati i seguenti livelli:

- cover poligonale relativo alle aree valanghive e pericolose, individuate mediante inchiesta sul terreno nelle CLPV;
- cover poligonale relativo alle aree valanghive e pericolose, individuate mediante fotointerpretazione nelle CLPV;
- cover lineare relativo agli scaricamenti in colatoi stretti, individuati mediante inchiesta sul terreno nelle CLPV;
- cover lineare relativo agli scaricamenti in colatoi stretti, individuati mediante fotointerpretazione nelle CLPV;
- cover poligonale relativo alle aree valanghive individuate mediante inchiesta sul terreno dai tecnici forestali e raccolte nel catasto valanghe.

Sui 5 cover creati è stata eseguita una serie di controlli sulla chiusura di tutte le aree poligonali

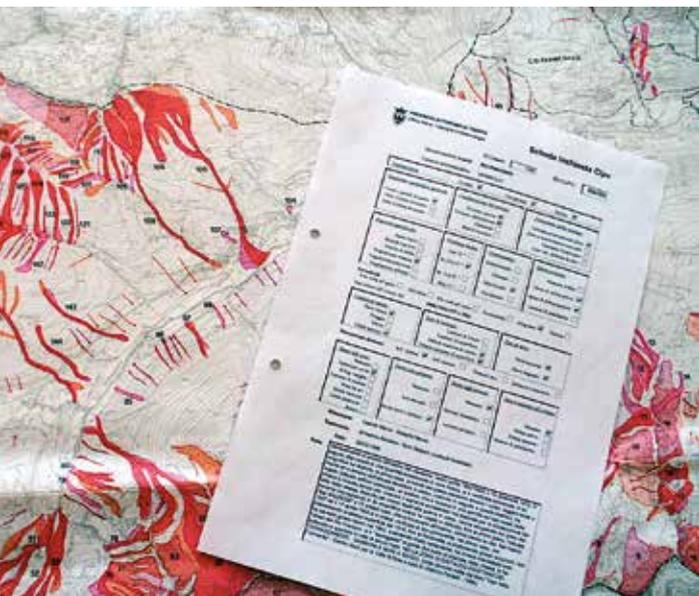


Fig. 7
Dati disponibili originariamente; CLPV in scala 1:25.000 con le schede descrittive relative ad ogni sito valanghivo individuato.

inserite, sul numero di vertici contenuti nei singoli elementi poligonali e lineari, ed è stata effettuata l'operazione di "spline" (arrotondamento) sulle aree e linee che presentavano spigoli vivi. La scala nominale dei cover ottenuti era di 1:25.000.

La necessità derivante dal fatto che le aree interessate da valanga, riportate nel Catasto Valanghe e nelle CLPV, dovessero essere inserite nella Carta di Sintesi Geologica, allegata al Piano Urbanistico Provinciale, la cui stesura è stata eseguita a scala nominale 1:10.000, ha richiesto l'adeguamento del tematismo valanghivo alla Carta Tecnica Provinciale in scala 1:10.000. Questo ha comportato una approfondita verifica dei siti valanghivi e la validazione di tutti i poligoni digitalizzati, che si è tradotta nella ripermimetrazione di parte delle aree valanghive eseguita utilizzando il Modello Digitale del Terreno (passo 10 m), la CTP e l'ORTOFOTOCARTA a colori ad alta definizione. In alcune occasioni, come nel caso di valanghe che interessano centri abitati nei fondovalle, si sono resi necessari anche sopralluoghi e verifiche puntuali sul terreno.

Sui cover relativi agli elementi lineari si è infine eseguita l'operazione di "buffering" a larghez-

za convenzionale fissa di 10 m, che ha permesso di inserire i poligoni così generati nei rispettivi cover poligonali (relativi alle aree valanghive e pericolose, individuate mediante inchiesta sul terreno nelle CLPV ed alle aree valanghive e pericolose, individuate mediante fotointerpretazione nelle CLPV). Anche il cover relativo ai siti provenienti da catasto è stato interamente aggiunto a quello contenente le aree desunte con l'inchiesta sul terreno delle CLPV.

Codifica dei poligoni

La veste finale della Nuova Carta Valanghe si compone quindi di due cover poligonali, uno relativo all'inchiesta sul terreno, l'altro alla fotointerpretazione.

Non sembra inutile ribadire che, a gran parte dei poligoni del cover relativo all'inchiesta sul terreno, sono associate segnalazioni relative a più eventi valanghivi, provenienti dall'indagine CLPV e dal catasto valanghe. La codifica numerica del sito valanghivo era riconducibile ai comuni catastali, per i dati provenienti da CLPV, e alla stazione forestale di appartenenza, per quelli provenienti da catasto. La necessità di uniformare entrambe le informazioni ha portato all'adozione di una nuova codifica, che lega il sito valanghivo al sottobacino idrografico di secondo livello di pertinenza, ottenuta mediante operazioni di sovrapposizione ("overlay") del cover relativo ai siti valanghivi con quelli relativi ai sottobacini idrografici della PAT.

Nella tabella dei dati associati al cover è stato quindi aggiunto un campo denominato "TIPO", contenente le informazioni sulla tipologia del poligono, utilizzato anche per assegnare, al poligono stesso, la campitura in fase di stampa o di pubblicazione sul web. I poligoni sono stati suddivisi secondo queste tipologie:

- C: area valanghiva segnalata

originariamente solo nel catasto valanghe

- L: scarico localizzato (da CLPV);
- P: zona pericolosa (da CLPV);
- V: valanga propriamente detta (da CLPV);
- Campo vuoto: relativo alle "isole", cioè poligoni chiusi, totalmente contenuti in un poligono valanghivo, ma non rappresentanti un'area valanghiva.

La diversa tipologia e provenienza dei dati di origine è dunque riconoscibile sia graficamente sia attraverso l'interrogazione dei metadati associati ad ogni poligono.

Il data-base associato

Ai poligoni sopradescritti sono ovviamente collegate tutte le notizie in possesso dell'ufficio, inserite in un data-base relazionale; scopo che ci si prefiggeva nella progettazione di questo prodotto era quello di creare delle "maschere", che consentissero di inserire con facilità tutti i dati in archivio e, in seguito, dessero la possibilità anche ad un utente senza particolari competenze informatiche, di consultare tutti i dati conosciuti per ogni singolo sito valanghivo; lo stesso è stato costruito interamente all'interno dell'ufficio, utilizzando il software "Access97".

La parte di lavoro che ha implicato un maggior dispendio di tempo è stata quella impiegata per creare un collegamento univoco tra i dati cartografici, i dati alfanumerici provenienti dalle segnalazioni del Catasto delle Valanghe e quelli provenienti dall'indagine CLPV. I dati provenienti dal Catasto e dalla CLPV avevano infatti delle codifiche diverse, la prima seguiva la ripartizione tra territori delle varie stazioni forestali, la seconda era progressiva all'interno di ogni comune catastale; era sempre oltremodo difficoltoso, per ogni singolo sito, risalire ad entrambi

i tipi di segnalazione. Si è deciso quindi di aggiungere ad entrambi i tipi di scheda un "campo" con la nuova codifica utilizzata nella nuova cartografia digitale in modo da poter individuare univocamente il "poligono" al quale associare tutte le informazioni in archivio; questa nuova codifica, progressiva all'interno dei vari bacini idrografici di 2° livello, sarà considerata d'ora in poi quella ufficiale.

L'ORGANIZZAZIONE ATTUALE

Aggiornamento GIS

La gestione a regime di questo nuovo sistema consente in pratica un aggiornamento in tempo reale della base storica sui fenomeni valanghivi, sia per quanto concerne la parte riguardante i dati, sia per quanto concerne la cartografia. In caso di incidente da valanga con il coinvolgimento di persone, ad esempio, i tecnici dell'ufficio compiono generalmente un sopralluogo, durante il quale, oltre all'esecuzione del profilo stratigrafico e penetrometrico, vengono scattate fotografie e viene compilato il mod. 7 AINEVA; al fine di inserire il più correttamente possibile i limiti del fenomeno sulla cartografia si aggiungerà a questo anche il rilevamento tramite GPS. I forestali stessi, in seguito al rilevamento dei fenomeni sul territorio di competenza, inviano i dati direttamente tramite fax, consentendo un aggiornamento costante del sistema.

Ufficialmente, al fine di poter eseguire gli eventuali controlli sulla veridicità dei dati, si è comunque deciso di aggiornare la pubblicazione sul web alla fine di ogni stagione invernale.

Indagine CLPV

Questo nuovo strumento non provoca certo l'interruzione della redazione di nuove CLPV; abbiamo visto come questo tipo

di cartografia rappresenti un valido strumento analitico e di studio. Cambierà sicuramente il tipo di approccio a questo lavoro, che viene, in una certa misura, semplificato. Nell'esecuzione della fotointerpretazione e nella successiva trasposizione sulla cartografia, ad esempio, risulta molto più comodo, oltre che più rapido e preciso, dopo aver visionato con lo stereoscopio (vedi figura 8), digitalizzare direttamente al video di un computer con l'ausilio della ortofotocarta digitale (figura 9), che non disegnare su base cartacea quanto precedentemente individuato sui fotogrammi.

Stesso ragionamento può essere

fatto per la stampa finale; avendo a disposizione un plotter a colori è inutile stampare in tipografia centinaia di copie. Sarà sufficiente stampare una limitata serie di carte, da distribuire agli enti in-



Fig. 8 Stereoscopio che, nella redazione delle CLPV, viene utilizzato per eseguire lo studio aerofotogrammetrico.

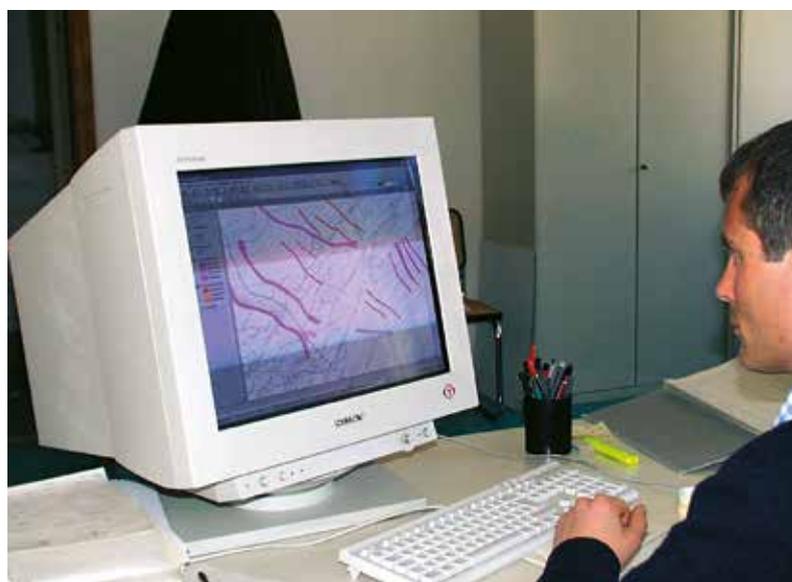


Fig. 9 Digitalizzazione delle aree valanghive tramite software ArcView 3.2.

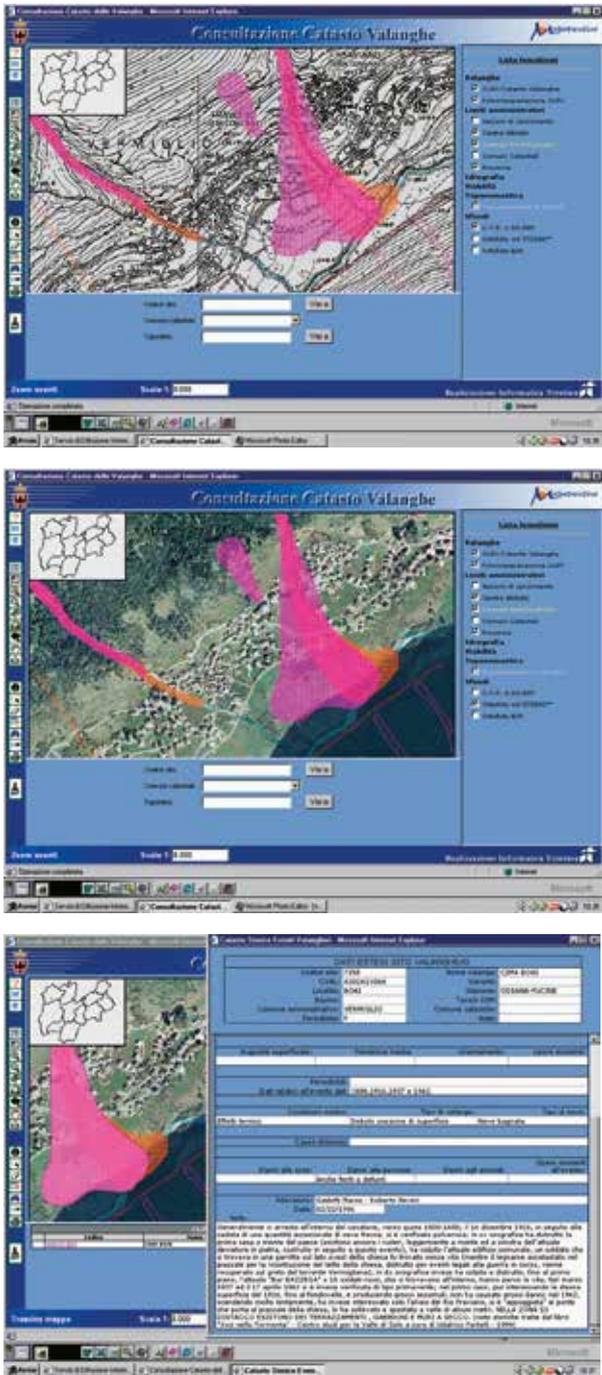


Fig. 10
Modalità di consultazione dati tramite web; visualizzazione con lo sfondo della Carta Tecnica Provinciale o della ortofotocarta e consultazione dei dati allegati.
[Ortofoto IT2000™: proprietà CGR S.p.A. - Parma, pubblicazione autorizzata con conv. n. racc. 27151 del 15/11/1999 e successivo addendum]

interessati, stampando poi ulteriori copie solo "a richiesta", avendo quindi la possibilità di fornire un prodotto sempre aggiornato. Questo senza considerare che, oramai, studenti o professionisti preferiscono avere la cartografia direttamente in formato digitale, e gli strumenti utilizzati sono risultati anche sotto questo profilo molto versatili, consentendo di esportare le carte in formato immagine (bmp, jpeg, ecc...) o nei formati utilizzabili dalla maggior parte di sistemi GIS (e00) e CAD (dxf, dwg).

LE MODALITÀ DI FRUIZIONE DEI DATI

I dati storici sui fenomeni valanghivi sono sempre stati e sempre saranno una fonte di inestimabile valore per un gran numero di persone coinvolte nella gestione del territorio. Abbiamo visto come nella gestione informatizzata dei dati riguardanti i fenomeni valanghivi sia stata posta particolare attenzione nel predisporre uno strumento flessibile ed in grado di costituire una fonte informativa, che consentisse sia il mantenimento del patrimonio informativo del passato sia la gestione di quello attuale. L'organizzazione attuale per il mantenimento di un costante flusso informativo, pur con qualche differenza rispetto al passato, si ispira come sempre ad un forte coinvolgimento dei collaboratori dislocati sul territorio. Nell'impegnativa fase di progettazione del nuovo sistema informativo sulle valanghe si è infatti tenuto principalmente conto della possibilità di realizzazione dello strumento, ma anche della possibilità di mantenerlo in vita integrandolo nell'organizzazione esistente. Non si poteva quindi ignorare un ultimo fondamentale sforzo, e cioè quello relativo all'analisi di come questi dati potranno essere utilizzati.

I primi utilizzatori, che hanno la necessità di conoscere la distribuzione dei fenomeni valanghivi sul territorio ai fini della loro classificazione, sono gli stessi rilevatori; si rende quindi necessaria una costante attività di invio alle stazioni forestali di supporti aggiornati con le nuove codifiche dei siti valanghivi; per il momento si tratta di fornire nuovi supporti cartacei (plottaggi) anche se, come si vedrà in seguito, qualche stazione forestale, meglio attrezzata, richiede la fornitura di un supporto magnetico.

Altri utenti primari dei dati sono necessariamente gli stessi tecnici dell'ufficio. Per questi, prima di redigere pareri di loro competenza, è possibile effettuare ricerche nel G.I.S. locale, attraverso strumenti software quali Arc-view ed Arc-info e sono inoltre disponibili, sulla rete informatica locale dell'ufficio, anche ulteriori strumenti software di analisi spaziale dei dati, ad esempio per l'analisi delle pendenze e delle esposizioni o di elaborazione di viste in tre dimensioni. Questi strumenti forniscono l'opportunità di eseguire un'ulteriore analisi (disponibile a basso costo), che può essere effettuata costantemente.

In passato, con le risorse disponibili, sarebbe stato molto più faticoso eseguire una simile attività. Spesso invece è necessario fornire dati a tecnici esterni, incaricati di redigere elaborati, quali ad esempio le perizie da allegare alle progettazioni di opere paravalanghe.

Per questi, ma anche per tutti i potenziali utenti internet, si è deciso di fornire l'interfaccia web già citata, che risponde all'URL <http://www.gis.provincia.tn.it> (figura 10, 11 e 12).

Ovviamente la fonte informativa è orientata all'utilizzo da parte di persone in grado di interpretare correttamente il significato dello strumento informatico. Un utilizzo improprio, da parte ad esempio di uno sci escursionista, potrebbe portarlo a ritenere sicure con certezza certe zone, solamente perché non evidenziate come valanghive nella CLPV; per questo una scheda informativa di ingresso spiega, in dettaglio, la corretta interpretazione delle informazioni. Si è ritenuto inoltre che il G.I.S. delle valanghe dovesse essere disponibile anche per un potenziale utente di protezione civile, che intendesse effettuare delle ricerche

finalizzate allo studio dei rischi o anche all'analisi in situazioni di emergenza. Per questo motivo il tematismo delle valanghe è stato riproposto anche all'interno del Sistema Informativo della Protezione Civile, gestito dal Servizio Prevenzione Calamità Pubbliche della Provincia Autonoma di Trento attraverso la consulenza della ditta Informatica & Servizi S.r.l.. Questo sistema, attraverso l'utilizzo di strumenti web quali Map Guide della Autodesk, consente ai Comuni della provincia di immettere informazioni utili ai fini della gestione del piano di emergenza comunale ed allo stesso tempo consente, a chiunque, di analizzare i dati disponibili, quali ad esempio, nel nostro caso, il tematismo delle valanghe con tutte le informazioni associate.

Si ritiene di aver individuato gran parte degli utilizzatori e soddisfatto, attraverso lo strumento web, le principali richieste informative sull'argomento valanghe, mentre, per analisi specifiche, sono sempre comunque disponibili i tecnici dell'ufficio.

LE PROSPETTIVE FUTURE

I G.I.S. hanno rappresentato nel recente passato una grande innovazione nella gestione dei dati territoriali. Pur nel contesto di ulteriori grandi possibilità di sviluppo di questi sistemi, si ritiene che, per quanto riguarda le valanghe, il passo più importante, cioè la realizzazione del tematismo, sia a questo punto già stato fatto. Si tratta ora di mantenere una costante attenzione nell'aggiornamento delle informazioni. Proprio per questo si ritiene che un eventuale ulteriore sforzo si debba fare nell'ottica di rendere in futuro più veloce il recupero delle informazioni dalle stazioni forestali. E' ipotizzabile infatti, pensare di fornire alle stazioni

forestali l'applicativo access, con il quale gli operatori potrebbero inserire i dati dei fenomeni valanghivi direttamente su una copia locale ed inviarli, a fine stagione, all'ufficio centrale, per un veloce controllo ed archiviazione nel database centrale. Come si accennava precedentemente, anche la fornitura alle stazioni forestali di strumenti software per la gestione delle informazioni geografiche (quale ad esempio Arc-view) potrebbe rappresentare un'ulteriore evoluzione, anche se l'interesse sembra ancora limitato a poche persone fortemente stimolate dalla disponibilità di tali strumenti.

Sembra più probabile invece che il collegamento delle stazioni forestali alla rete telematica TelPat (che si sta gradualmente verificando) possa rappresentare in un futuro (peraltro ancora un poco distante) un ulteriore stimolo per lo sviluppo dello strumento WEB. Infatti, dal citato sito in cui possono essere visualizzare le informazioni sulle valanghe, si potrebbe ipotizzare l'attivazione di procedure guidate di immissione dati, in modo tale che il personale incaricato delle rilevazioni potesse inserire direttamente in un database centrale le

ELENCO TEMATISMI		
Per ogni gruppo logico informativo sono riportati i tematismi ed il loro range di scala di visualizzazione.		
Valanghe		
Tematismo	Scala Min.	Scala Max.
CLPV-Catasto Valanghe		1:100.000
Fotointerpretazione CLPV		1:100.000
Limiti Amministrativi		
Tematismo	Scala Min.	Scala Max.
Sezioni di Consorzio		1:100.000
Centro Abitato		1:500.000
Comuni Amministrativi		
Comuni Catastali		
Provincia		
Idrografia		
Tematismo	Scala Min.	Scala Max.
Trosci		1:500.000
Laghi		1:500.000
Ghiacciai		
Sembacini di il Bello		
Viabilità		
Tematismo	Scala Min.	Scala Max.
Viabilità Forestale		1:500.000
Toponomastica		
Tematismo	Scala Min.	Scala Max.
Toponomastica 1:10.000	1:20.000	1:50.000

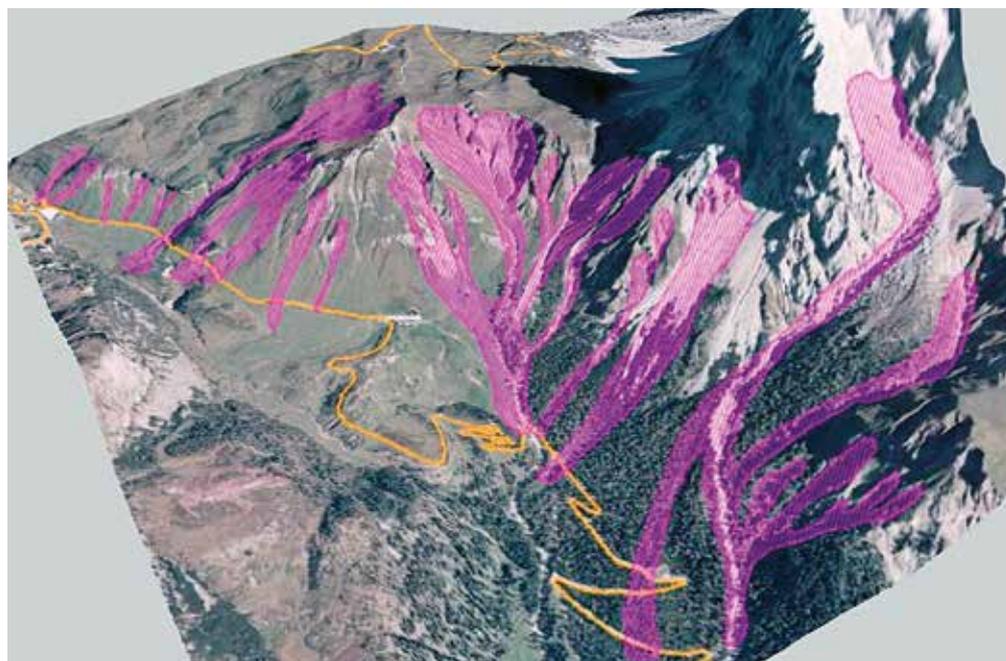
informazioni rilevate.

Strumenti software di questo tipo sono già disponibili sul mercato, tuttavia è l'aspetto organizzativo che va prima progettato nel dettaglio. Potrebbero infatti sorgere problematiche di validazione dei dati in ingresso tali da sconsigliare un simile approccio.

In conclusione, lo sviluppo del nuovo sistema informativo sulle valanghe è stata un'attività molto impegnativa, seppur stimolante, per l'ufficio e rappresenta ora una fonte di soddisfazione comune, nel vedere completata un'attività di indiscusso valore per il futuro.

Fig. 11 Tematismi disponibili sull'interfaccia web che risponde all'URL: <http://www.gis.provincia.tn.it>. (Sezione: Consultazione Catasto Valanghe).

Fig. 12 Valanghe sulla S.S. 50 "del Passo Rolle"; esempio di elaborazione eseguita mediante l'utilizzo integrato di vari tematismi del SIAT (valanghe – viabilità – ortofotocarta – modello digitale del terreno).



EVOLUZIONE E STABILITA' DELLE **CASCATE** DI

Alberto Bianchi
Livio Pinto
Anna Giulia Riccardi
Valeria Salvi
D.I.I.A.R. - Politecnico di Milano

Lo spunto per questo studio è venuto dalla Commissione Tecnica dell'Unione Internazionale delle Associazioni delle Guide Alpine interessata a considerare con maggiore scientificità la valutazione della stabilità delle cascate ghiacciate che, di anno in anno, attirano un numero viepiù crescente di arrampicatori con conseguente aumento del rischio tale da configurare un problema di incolumità pubblica.

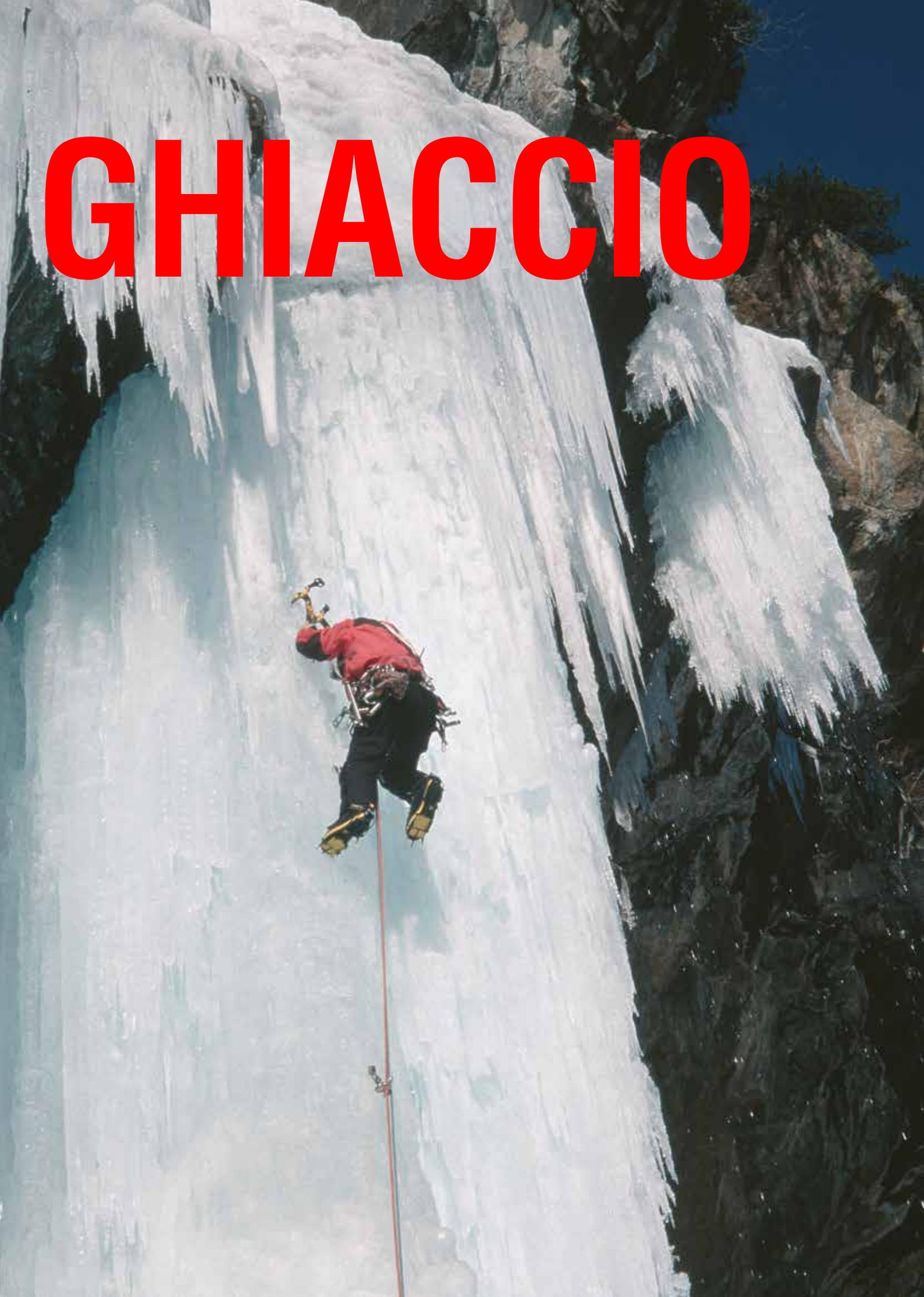
A fronte di oggettive difficoltà operative e di approccio alla cascata in studio, Il Cascatone di San Giuseppe o Cascata degli Specchi in Valmalenco (SO), sono state messe a punto apposite tecniche e procedure di misura e di rilievo delle grandezze di interesse: l'evoluzione nel tempo dei volumi di ghiaccio, la sua densità e le portate. Si parte da un inquadramento analitico del fenomeno delle cascate ghiacciate e da una loro classificazione in base ad un criterio idrologico e ad uno statico.

L'aumento e la diminuzione della massa glaciale dipendono soprattutto dalle temperature e dalle portate mentre la stabilità dipende dai vincoli, dai carichi, dalle sezioni reagenti e dagli sforzi a rottura del ghiaccio a loro volta dipendenti da numerosissimi fattori, fra cui la densità, le vicende di gelo e disgelo e la presenza di inclusioni solute ed insolte. Da qui l'esecuzione di misure che hanno condotto alla determinazione di una densità media del ghiaccio di cascata osservato.

Una serie intensa di rilievi topografici e fotografici ha poi consentito di seguire nel tempo, con soddisfacente precisione, l'evoluzione della massa di ghiaccio ed in particolare di distinguere le diminuzioni continue di volume dovute alla fusione da quelle istantanee dovute ai crolli.

Si è infine individuata un'incoraggiante correlazione tra le temperature medie degli intervalli di osservazione, e in via qualitativa la portata idrica, e le vicende volumetriche della cascata: accrescimenti, diminuzioni e crolli.

GHIACCIO



INTRODUZIONE

Le principali cause oggettive di incidenti in ascensioni su cascate ghiacciate sono costituite dal travolgimento da valanghe e dal crollo di blocchi di ghiaccio; per quanto concerne il primo bisogna, infatti, osservare che la maggior parte delle cascate occupa colatoi di valanga attivi. Sulla stabilità delle cascate, invece, influiscono molteplici fattori:

- il vincolo esistente tra la colata di ghiaccio e la parete cui è vincolata, che dipende dalla morfologia della parete stessa;
- le forze cui la cascata è sottoposta, tra cui: il peso proprio, il sovraccarico della neve, la forza esercitata dal vento ed i carichi accidentali;
- le caratteristiche intrinseche del ghiaccio, differenti a seconda del tipo di formazione ghiacciata e del suo contenuto di impurità.

Ad esclusione della morfologia della parete, i fattori elencati dipendono, in misura determinante, dall'andamento congiunto della temperatura atmosferica e della portata idrica.

CLASSIFICAZIONI DI UNA CASCATA GHIACCIATA

Si può fare una prima classificazione delle cascate sulla base dell'altitudine; si distinguono cascate d'alta quota e cascate al di sotto del limite delle nevi persistenti. Sebbene entrambe occupino colatoi di valanga, nelle prime, che possono avere carattere permanente, il ghiaccio deriva dal metamorfismo della neve, nelle seconde, che hanno carattere stagionale, il ghiaccio deriva principalmente dal congelamento dell'acqua. Le cascate al di sotto del limite delle nevi persistenti presentano una morfologia varia e mutevole che dipende da due categorie di fattori:

- fissi: la morfologia della parete e l'esposizione,
- variabili: la temperatura e la portata idrica.

Cascate assimilabili per uno o più fattori possono avere un'evoluzione notevolmente differente a causa di una diversa combinazione degli altri.

Sulla base della morfologia della parete si può fare una prima classificazione delle cascate di bassa quota, a seconda che la proiezione verticale del baricentro (G) della massa ghiacciata sul piano orizzontale passi all'interno della base della massa ghiacciata stessa o all'interno della parete cui è appoggiata (Figura 1).

Le cascate si distinguono, inoltre, a seconda del regime idrologico del corso d'acqua che le alimenta, in cascate di flusso e cascate fantasma; mentre le prime si originano da una cascata vera e propria e, quindi, esistono anche in forma liquida, le seconde esistono allo stato liquido solo come scolo temporaneo in corrispondenza di intense precipitazioni atmosferiche [1].

A seconda della morfologia della parete e del tipo di alimentazione le cascate sono costituite da formazioni ghiacciate differenti e presentano problemi di stabilità diversi. Nelle cascate completamente appoggiate, che si sviluppano in corrispondenza di piani inclinati, l'alimentazione

Fig. 1



può essere sotto forma di flusso concentrato o di ruscellamento (rispettivamente ghiaccio di acque correnti turbolente e ghiaccio di ruscellamento) e la cascata è costituita da una colata, cava o compatta, di ghiaccio. Nelle cascate appese, che si sviluppano in corrispondenza di pareti strapiombanti, l'alimentazione è principalmente sotto forma di stillicidio e la cascata è costituita da gruppi di stalattiti e stalagmiti (rispettivamente ghiaccio di stalattite e ghiaccio di stalagmite). Il congelamento dell'acqua, in caso di stillicidio disperso e concentrato, porta alla formazione di stalattiti e stalagmiti; in caso di ruscellamento dell'acqua, invece, si formano colate di ghiaccio dalla superficie corrugata o forme più complesse e irregolari se la portata d'acqua è elevata.

L'accumulo degli spruzzi, infine, forma sugli speroni rocciosi a lato della cascata concrezioni irregolari (concrezioni da splash). [3]

Quest'ultimo tipo di cascata è particolarmente soggetto al crollo di blocchi di ghiaccio, mentre nelle prime si assiste principalmente al disfacimento per fusione [1], [3].

FATTORI RILEVANTI NELL'EVOLUZIONE DI UNA CASCATA

L'esposizione riveste un'importanza rilevante nell'evoluzione di una cascata, comparando tra i termini che influenzano la quantità di energia radiante ricevuta E_s , essendo [2]:

$E_s = f(\text{latitudine, stagione, ora, esposizione, conformazione orografica})$

L'esposizione prevalente è quella N , ma la presenza dell'orografia locale tra le variabili che influenzano E_s favorisce altre esposizioni, come quella S in valli ricche di gole incassate [3].

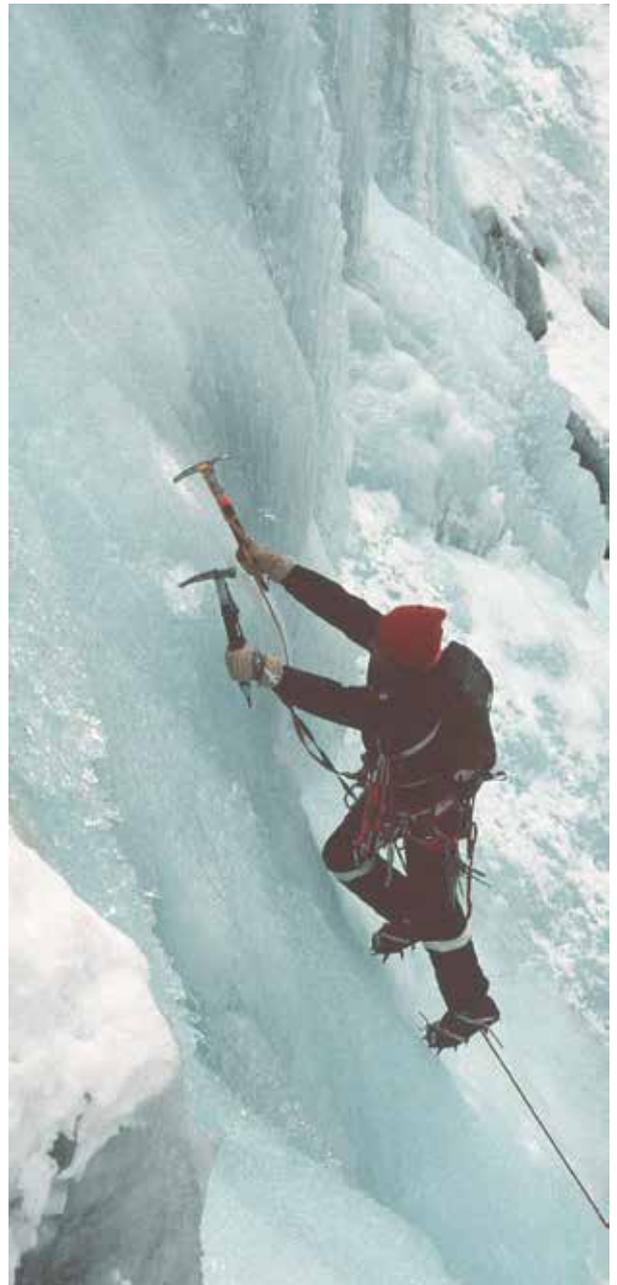
La disponibilità di acqua è in-

dispensabile al congelamento, ma se la portata idrica è elevata il congelamento è difficoltoso e mai completo essendo ostacolato dalla turbolenza; il lento movimento dell'acqua, facilitando l'allontanamento del calore sviluppato durante la transizione di fase, favorisce, al contrario, il congelamento; queste condizioni si verificano soprattutto se l'alimentazione è per ruscellamento e stillicidio diffusi ed in particolare modo nelle cascate fantasma, meno soggette all'azione distruttiva dell'acqua. I diversi tipi di ghiaccio che si incontrano nelle cascate hanno una struttura fine differente; in particolare quella delle stalattiti ne testimonia la rapidità di accrescimento. I cristalli sono piccoli e le inclusioni di aria sono numerose e chiuse; se l'accrescimento fosse avvenuto lentamente, infatti, i cristalli sarebbero di dimensioni maggiori e la gran parte dell'aria disciolta in acqua sarebbe stata espulsa dal reticolo cristallino [5].

Nel corso della ricerca si è trovato, per il ghiaccio di stalattite una densità pari a $0,886 \text{ g/cm}^3$ (tale valore è la media dei valori di densità di 23 campioni di ghiaccio di stalattite analizzati), valore inferiore a quello del ghiaccio formatosi trattenendo tutta l'aria disciolta in acqua ($0,8936 \text{ g/cm}^3$) [5]; durante il salto che compie nello stillicidio, l'acqua si sovrassatura di aria.

I cristalli, inoltre, sono allungati in direzione trasversale sull'asse della stalattite, cioè con l'asse principale parallelo alla direzione di accrescimento; è questa la disposizione cristallo grafica più favorevole all'accrescimento.

La densità è stata determinata sperimentalmente come rapporto tra la massa del campione, misurata con una bilancia elettronica con precisione di 2g, ed il suo volume, calcolato con metodo idrostatico, immergendo



il campione in un liquido e misurando la variazione di livello dello stesso nell'apposito contenitore graduato.

La temperatura atmosferica esercita un duplice effetto sulla massa ghiacciata. In primo luogo influisce sulla sua evoluzione. Nei confronti di un abbassamento della temperatura il ghiaccio di cascata presenta una reattività maggiore, in termini di accrescimento, rispetto ad altri tipi di formazioni ghiacciate: coperture ghiacciate di fiumi o di laghi. Nelle cascate ghiacciate l'accrescimento verso l'esterno consente, infatti, all'acqua di mantenersi sempre

Cascatone di San Giuseppe in Valmalenco



IL CASCATONE DI SAN GIUSEPPE

L'estrema pericolosità dei fenomeni di crollo, cui la classe delle cascate appese è particolarmente soggetta, ha indotto a concentrare le osservazioni su questa tipologia, della quale il Cascatone di San Giuseppe in Valmalenco costituisce un significativo esempio; la scelta è ricaduta su questa cascata anche per la sua rapidità di accesso dalla carrozzabile per S. Giuseppe. Il Cascatone di San Giuseppe è una cascata di flusso con uno sviluppo lineare di 280 m e un dislivello di 240 m, tra quota 1350 m e 1590 m, sulle pendici del Monte Braccia (2990 m), con esposizione NE. Occupa un colatoio attivo, quasi privo di vegetazione, alimentato da un bacino di area pari a 1,1 km². La cascata può essere suddivisa in tre tratti, dei quali i due estremi sono strapiombanti mentre quello intermedio (200 m di lunghezza), mai strapiombante, presenta tratti verticali (foto a lato).

Il tratto inferiore, oggetto dello studio, nel complesso strapiombante, è sua volta suddiviso in tre settori:

- il settore superiore è leggermente strapiombante e l'alimentazione è in parte per stillicidio, sia diffuso sia concentrato, in parte per flusso concentrato. La parete è ricoperta sia da ventagli sparsi di stalattiti, sia da stalattiti di grosse dimensioni, alcune delle quali si accrescono fino a saldarsi con le stalagmiti che si elevano dal piano inclinato sottostante;
- tale piano non si trova tutto alla stessa quota, essendo discendente verso sinistra, fronte alla cascata. È una spessa colata dalla superficie intensamente corrugata ed irregolare. Da questa colata si protendono verso il basso sia concrezioni, dette "meduse", di piccole stalattiti sia imponenti gruppi stalattitici;

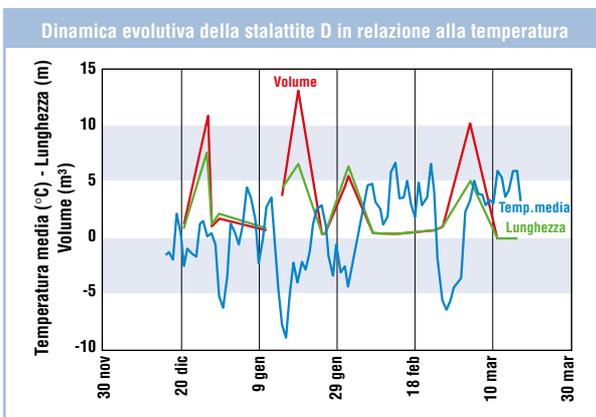


Fig. 2
Dinamica evolutiva della stalattite D in relazione alla temperatura.

in contatto con la fonte di freddo, l'atmosfera, contrariamente a quanto avviene nelle coperture di fiumi o laghi dove l'accrescimento verso il fondo comporta l'allontanamento dell'acqua che sta congelando dalla fonte di freddo. Il comportamento di una formazione di ghiaccio di cascata nei confronti di un innalzamento della temperatura atmosferica dipende dalla sua struttura fine e dal contenuto di impurità solubili e insolubili che agiscono come

centri di fusione. Le inclusioni di aria isolate non contribuiscono alla circolazione dell'aria calda all'interno della massa ghiacciata e, quindi, alla fusione; è questo il caso delle stalattiti. La temperatura agisce anche sullo stato del ghiaccio. Un innalzamento della temperatura provoca una perdita di coesione all'interno della massa ghiacciata; una sensibile diminuzione della temperatura accentua il comportamento fragile del ghiaccio e provoca fessurazioni a causa delle contrazioni termiche [5]. In entrambi i casi il deterioramento del ghiaccio lo predispone al crollo, in particolar modo nelle formazioni appese.

Vi sono, infine, indicazioni che anche l'umidità dell'aria ed il vento esercitano azioni determinanti sull'evoluzione e la stabilità di queste strutture che non sono state, però, quantificate in questo studio.

• il settore inferiore è un vero e proprio salto nel vuoto di circa 40 m di altezza; il flusso in alcuni punti è concentrato, in altri è uno stillicidio più o meno intenso e più o meno concentrato. Così la struttura che ne deriva è costituita da ventagli di stalattiti, colonne stalattitiche sia cave, all'interno delle quali continua a scorrere acqua, sia compatte e da stalagmiti che s'innalzano dalla base del salto.

ANALISI DELL'EVOLUZIONE DELLA CASCATA

L'accessibilità della cascata è stata pregiudicata dal persistente pericolo di valanghe dovuto all'eccezionale innevamento verificatosi nella stagione di studio (2000-2001). La presenza, però, delle condizioni favorevoli per l'esecuzione di un corretto rilievo topografico, ha consentito di svolgere le indagini con frequenza almeno settimanale coprendo l'intero periodo invernale (dicembre-marzo). Il rilievo topografico si è rivelato un valido strumento per seguire a distanza le dinamiche evolutive della cascata, consentendo, in particolare, di individuare i fenomeni di crollo. Il rilievo è stato eseguito da postazione sicura sul versante opposto a quello della cascata, circa alla medesima quota ed a una distanza tale da garantire una buona visibilità ed una sufficiente precisione. Sono questi, infatti, i requisiti fondamentali per l'applicazione del rilievo topografico [4] che, nel caso in esame, ha consentito di valutare l'andamento nel tempo di lunghezza e larghezza delle principali stalattiti della cascata. La determinazione del volume richiede, poi, o la verifica locale della forma delle diverse strutture appartenenti alla cascata o l'introduzione di alcune ipotesi semplificative: una stalattite può

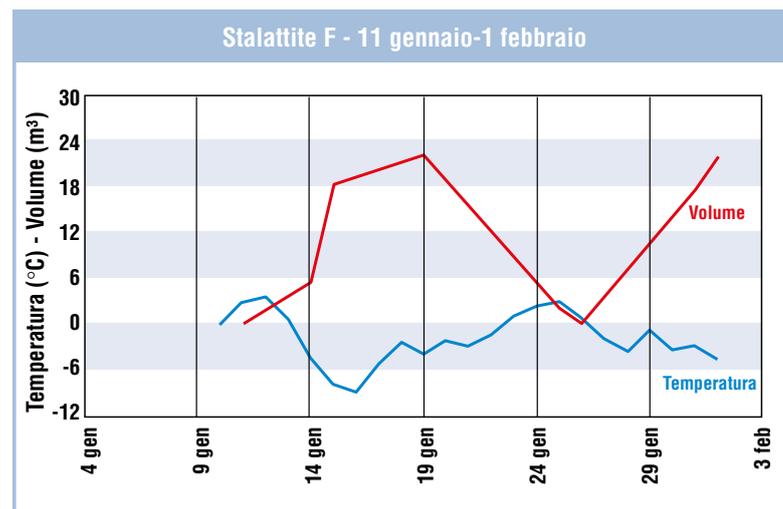


Fig. 3 Esempio di accrescimento (11-19 gennaio) in corrispondenza di un periodo con temperature inferiori a 0°C (14-19 gennaio).

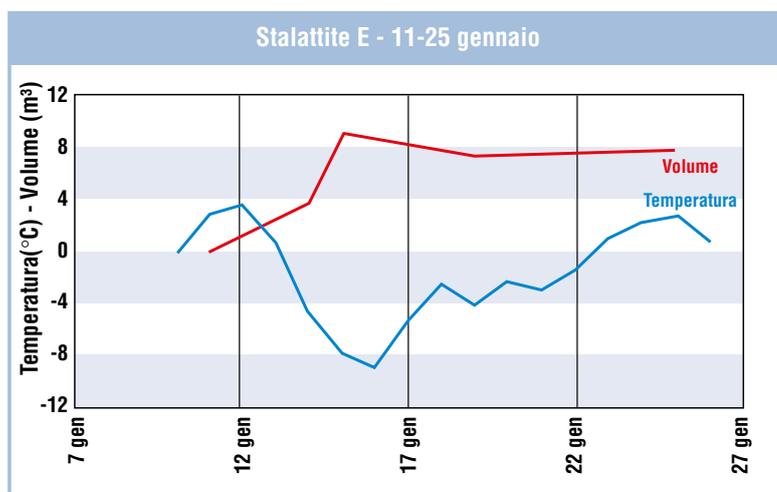


Fig. 4 Esempio di accrescimento (11-15 gennaio) dovuto a un brusco passaggio da temperature positive a negative (12-14 gennaio) seguito da un ulteriore abbassamento (14-15 gennaio).

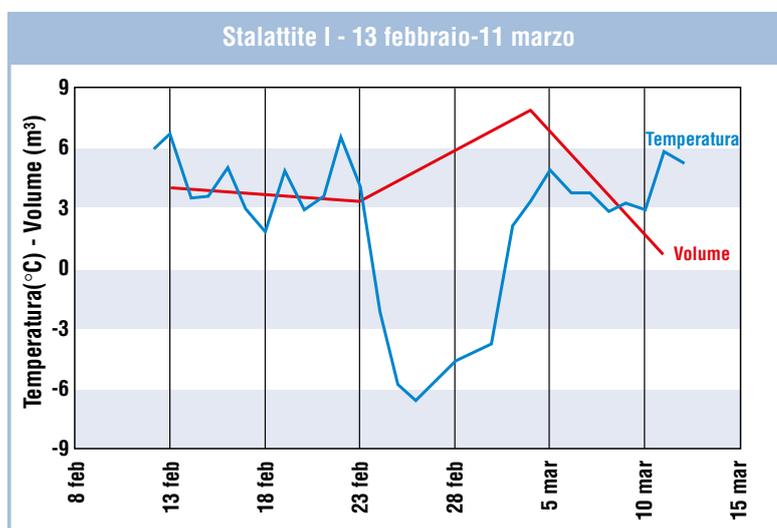


Fig. 5 Esempio di fusione (13-23 febbraio e 4-11 marzo) in corrispondenza di temperature elevate.

ragionevolmente essere schematizzata con un cono a sezione circolare, una stalattite e una stalagmite congiuntisi con un cilindro. La presenza di formazioni delle quali è difficile valutare la forma (o per l'inaccessibilità della struttura stessa o per l'impossibilità di schematizzarle con solidi di geometria nota) o

l'incompletezza delle misure (dovuta ad esempio a visibilità ridotta per fattori atmosferici) hanno introdotto inevitabilmente alcuni errori in fase di calcolo del volume. La valutazione complessiva dell'accrescimento non è stata, tuttavia, compromessa poiché le formazioni la cui forma era di difficile determinazione non sono

Fig. 6
Esempio di crollo
(26-31 gennaio)
dovuto ad eccessivo
accrescimento.

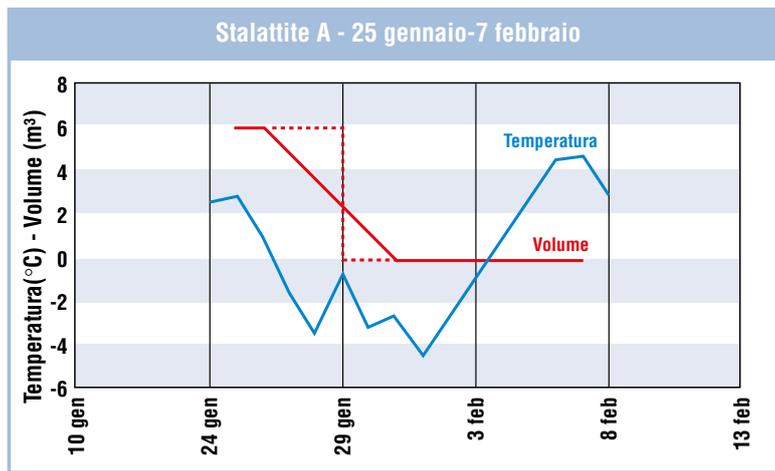
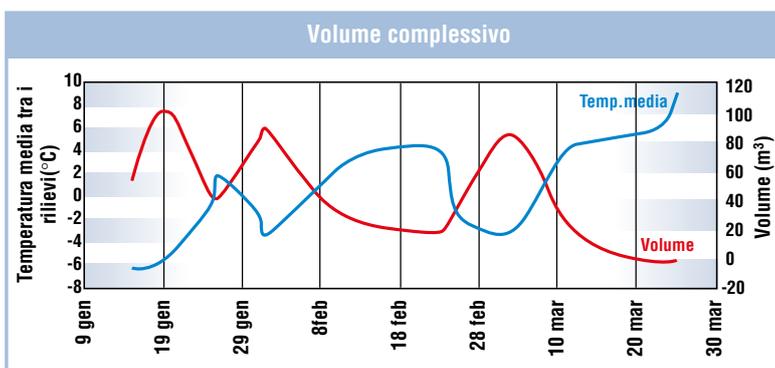


Fig. 7
Esempi di crolli
causati da:
a) brusco passaggio
da T<0 a T>0
(21-25 gennaio);
b) ulteriore rialzo
termico all'interno di
un periodo già con
T>0 (10-13 febbraio;
10-11 marzo).



Fig. 8
Andamento del volu-
me in funzione della
temperatura media fra
i valori.



state prese in considerazione ed eventuali imprecisioni delle misure non si sono ripercosse sulla precisione della valutazione dell'accrescimento in quanto questo è stato calcolato come differenza di misure successive. La figura 2 rappresenta l'andamento nel tempo della lunghezza e del volume di una delle stalattiti seguite con continuità durante lo studio.

Accrescimento

Si è osservato accrescimento in seguito al verificarsi di due condizioni:

- un periodo caratterizzato da temperature medie giornaliere negative (figura 3)
- brusco passaggio da temperatura positiva a temperatura negativa seguito da un ulteriore abbassamento di temperatura (figura 4)

Decremento

Il decremento di volume è imputabile sia a fenomeni di crollo sia a fenomeni di fusione; questi ultimi, a conferma dell'influenza che le modalità di congelamento, la struttura fine e la morfologia della formazione ghiacciata esercitano sul comportamento della stessa, risultano percentualmente inferiori. Esempi di decremento per fusione sono riportati in figura 5. I fenomeni di crollo possono essere causati da un brusco rialzo termico, dall'eccessivo accrescimento della stalattite e da un sensibile abbassamento della temperatura. In figura 6 è riportato un esempio di crollo senz'altro dovuto ad eccessivo accrescimento; esso si è, infatti verificato, in un intervallo di tempo caratterizzato dal perdurare di temperature negative e a seguito del raggiungimento delle massime dimensioni registrate nel periodo di studio.

In figura 7 si possono osservare crolli verificatisi a seguito di un rialzo termico sia all'interno di un periodo con temperature già positive (7-13 Febbraio, 4-11 Marzo) sia per brusco passaggio da temperature negative a temperature positive (21-25 Gennaio).

L'andamento della funzione

$$\frac{\delta T}{\delta t}$$

conferma che i crolli avvengono in corrispondenza di bruschi rialzi termici: valore della funzione

$$\frac{\delta T}{\delta t}$$

positivo ed elevato. Non sono, invece, stati osservati crolli causati da un intenso abbassamento della temperatura, poiché la temperatura non è mai scesa al di sotto di -12°C .

Gli esempi grafici forniti evidenziano l'esistenza di uno stretto legame tra l'andamento della temperatura e quello della massa ghiacciata. A conferma di ciò,

il valore medio del coefficiente di correlazione tra l'incremento/decremento di volume tra due rilievi successivi e la temperatura media nello stesso intervallo di tempo, calcolato sulle principali stalattiti, risulta pari a $-0,6$.

Sulla base dei bilanci volumetrici delle singole stalattiti si è potuto determinare l'andamento nel tempo del volume complessivo della cascata, suddivisa, per esigenze di calcolo, in due settori: salto superiore e salto inferiore. Tale andamento è riportato nel grafico di figura 8 in relazione a quello della temperatura media tra i rilievi (ottenuta come media delle temperature medie giornaliere, registrate tra due rilievi successivi di volume).

E' evidente anche in questo caso la stretta correlazione tra ΔV e T_{MED} (figura 9). L'aver ottenuto valori del coefficiente di correlazione non molto elevati è dovuto, oltre alle citate approssimazioni introdotte in fase di calcolo, al fatto che la temperatura atmosferica non è l'unico fattore che influenza le variazioni di volume. A tale proposito è opportuno prendere in considerazione il regime idrologico del corso d'acqua che alimenta la cascata.

REGIME IDROLOGICO

Come già ricordato, la portata idrica svolge un ruolo determinante nelle dinamiche evolutive della massa ghiacciata. Il regime del corso d'acqua attraversa due periodi idrologicamente differenti: il periodo tardo autunnale - invernale, durante il quale l'alimentazione è da falda in fase di esaurimento e il periodo primaverile, durante il quale l'alimentazione proviene sia dalla falda sia dalla fusione nivale. Durante il periodo di studio si è assistito ad un ritardo nell'inizio del congelamento a causa, fra l'altro, della sovrabbondanza di

acqua: l'autunno 2000, infatti, è stato caratterizzato da un valore della precipitazione cumulata di gran lunga superiore alle medie stagionali, come evidenzia la figura 10. Il congelamento, inoltre, è stato difficoltoso e completo solo a gennaio a causa anche delle elevate temperature che hanno caratterizzato l'inverno 2000-2001 (figura 11). Nonostante la particolare morfologia del sito e l'intensa attività valanghiva che ha caratterizzato l'inverno 2000-2001, sono state effettuate anche tre misure dirette di portata che, supportate da osservazioni dirette e materiale fotografico, hanno consentito di tracciare l'andamento qualitativo del regime idrologico della cascata durante il periodo di studio (figura 12). Il grafico mostra come tale andamento sia pure strettamente correlato con quelli del volume e della temperatura.

Salto	Correlazione $\Delta V = T_{MED}$
Superiore	-0,63
Inferiore	-0,67
Complessivo	-0,66

Anno	Precipitazione cumulata Settembre-Novembre (mm)
1995	223
1996	450
1997	192
1998	401
1999	426
2000	737

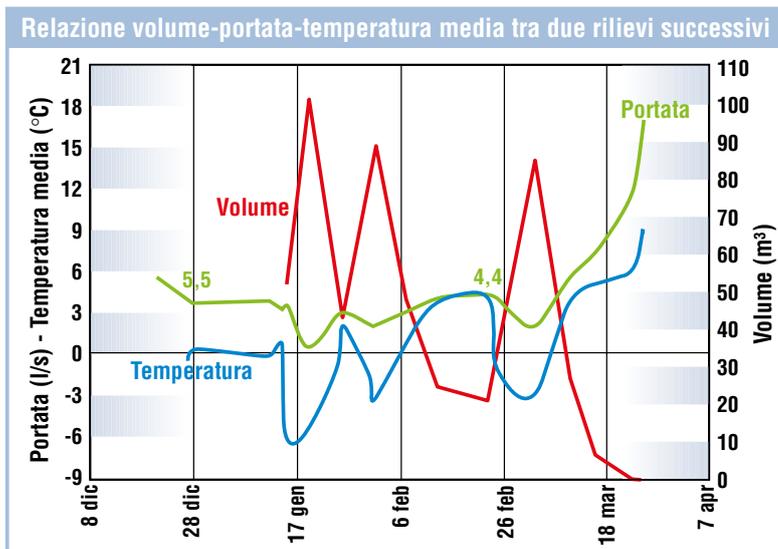
Mese	T_{MED} (1995-1999) (°C)	T_{MED} (2000-2001) (°C)
Dicembre	-2,7	-1,2
Gennaio	-2,52	-3,4
Febbraio	-2,3	-0,67
Marzo	0,4	1,7

Fig. 9 Coefficienti di correlazione.

Fig. 10 Precipitazioni cumulate (pluviometro "Alla Braccia").

Fig. 11 Temperature medie mensili quinquennali e dell'inverno di studio (stazione termometrica "Alla Braccia").

Fig. 12 Relazione volume-portata-temperatura media tra due rilievi successivi.



Riferimenti Bibliografici

- [1] L. Biagini, Formazione delle cascate di ghiaccio, Testo introduttivo al corso di arrampicata su ghiaccio delle Guide Alpine di Milano
- [2] L. Lliboutry, 1964, Traité de Glaciologie, Masson, Parigi
- [3] L. Motta, M. Motta, 1996, Una forma crionivale stagionale: le cascate di ghiaccio delle Alpi Occidentali, Rivista Geografica Italiana
- [4] F. Rinaudo, P. Setta, V. Alasia, 1994, Topografia 2, SEI, Torino
- [5] P.A. Shumskii, 1952, Principles of Structural Glaciology, Dover Publication, New York

To Feel Not To Know!

ovvero

Il seguente articolo è già stato pubblicato su diverse testate. Ha anche fatto da sfondo ad importanti momenti della vita ufficiale delle Guide Alpine Italiane. Diverse autorità del mondo alpinistico hanno avuto modo di apprezzare la proposta culturale qui rappresentata. Questa, è sempre stata presentata quale terreno d'unione e scambio tra le entità che vorranno partecipare alla diffusione di un'educazione potenzialmente molto preventiva. La prospettiva è ora riproposta ai lettori di Neve e Valanghe con l'intento di fare cosa utile. Lo scopo è partecipare a provocare, in noi e nel prossimo, la consapevolezza più importante per alzare la sicurezza, quella della Relazione e della Responsabilità. Aspetti che crediamo proficui per l'Uomo, per la Cultura, la Natura e quindi per la Montagna.



DOVE STA LA SICUREZZA?

Collegio Nazionale Guide Alpine Italiane



Poche righe per recuperare una prospettiva sulla sicurezza stile uovo di Colombo. Nessun consiglio. Nessun esperto. Nessuna verità definitiva. Nessuna tecnica, né Sapere, nessuna scoperta, né nuova idea. Solo una precisazione: **capire non basta.**

ANDERSEN

Quando "andersen", il primo uomo che si mise due legni sotto i piedi per muoversi meglio nella neve, ad un certo punto incontrò un pendio eccessivo, si cavò i legni e proseguì a piedi. L'idea d'aver rischiato di rompersi un femore non la conobbe mai.

Non aveva bisogno di conoscenze tecniche per adattare il suo comportamento allo scopo della sicurezza. Aveva solo "sentito" l'eccesso. Quel "sentire" passa attraverso le orecchie della Relazione con l'ambiente, Sé incluso. Il modo di comportamento del "vecchio andersen" non è qualcosa che possiamo imitare, non è neppure qualcosa che è qui richiamata per proporla quale alternativa alle tecniche di sicurezza.

E' soltanto invece un modo che fa già parte del nostro personale modo di fare. Perché allora richiamarlo all'attenzione? Semplicemente perché l'attuale cultura – per la quale è possibile osservare che è sbilanciata verso il tecnicismo – non valorizza, anzi, è come se tendesse ad obnubilare, certe intelligenze animali e quindi umane. Tanto per fare un esempio, oggi, per la maggioranza delle persone sentire e capire sono sinonimi; credono che concentrarsi significhi pensare intensamente a qualche cosa; non sono in grado di muoversi se non dopo valutazioni esclusivamente razionalistiche (tipico è il foglietto con le due colonne, una dei "pro" e una per i "contro"), vale a dire che quanto sentono non è soppesato,



non partecipa consapevolmente alla scelta dell'azione da fare. Tutto ciò non accade soltanto in circostanze scialpinistiche, accade vitanaturaldurante. Quante volte ci è capitato, sciando, di fare una curva cercando di ricordare o di seguire le indicazioni del maestro di turno senza perciò essere in grado di farci guidare dalle sensazioni emotivo-corporee che continuativamente ci arrivano e che continuativamente e inconsapevolmente castriamo? In funzione di questa osservazione, che vorrebbe evidenziare l'attuale tendenza culturale, prende significato il richiamare quanto quella stessa forza focosa e ribollente tende a tralasciare: la relazione con sé e l'ambiente.

MUNTER

Il metodo Munter, per esempio. Per la maggioranza delle persone, esperti inclusi, il metodo è vissuto a mo' di dottrina: questi sono gli elementi, questi sono i conti dei parametri, questo è il risultato e quindi questo è il rischio. Per quanto ci riguarda, non vi è nulla di più dimostrativo di quanto andiamo sostenendo e nulla, perciò, di più fuorviante dalla migliore interpretazione o impiego di uno strumento. Già, un intero metodo, piuttosto che una qualunque altra informazione spicciola, per esempio quella raccolta sul posto al momento della partenza, non dovrebbe essere impugnato



dogmaticamente. Dovrebbe invece entrare in circolo affinché si coniughi continuamente al flusso di informazioni interne, oltre a quelle raccolte dalla semplice osservazione tanto degli elementi circostanti, quanto di quelli già presenti in noi.

ALADIN

Quando un Tuareg si avvia alla traversata insieme alla sua carovana, non ripassa il manuale di deserto, di tempesta di sabbia o di sopravvivenza sahariana.

La cultura con la quale è cresciuto, nella quale si identifica (senza alcun processo di razionalizzazione), è la sede della sua sicurezza. Una cultura necessariamente coniugata, scaturita e formata dalla relazione con l'ambiente.

Per lo stesso motivo un camoscio sente quando poter attraversare una colata ghiacciata e quando no. E' per questo nocciolo che l'alpinismo è atto culturale, non sportivo. Con le stesse modalità del Tuareg ogni giorno guidiamo la macchina e conduciamo la vita. Davanti ad una curva ghiacciata adottiamo un comportamento utile solo se determinato dalla relazione con "tutti" gli elementi in gioco, colti, intuiti, razionalizzati,

consci ed inconsci. La Tecnica, la Conoscenza stessa, se l'atteggiamento è tarato sull'ascolto, diviene elemento pari agli altri e con essi coniugato, quindi tendenzialmente sfruttata al meglio. Non è certo ripetendo pedestremente quanto dice, o non dice, il cartello stradale che realizziamo la massima sicurezza. Come potremmo evitare una sbandata se non usassimo come riferimento il sentire e la ri-creazione in sostituzione del sapere fornitoci dal cartello se dogmaticamente interpretato?

Ognuno di noi può condividere che davanti ad un passo pedonale oltre al verde del semaforo è opportuno dare un'occhiata in giro, ovvero, valorizzare anche le informazioni scaturite dalla relazione piuttosto che quelle preconfezionate. Attraverso questo modo, qualche sciatore si preoccupa di fermarsi a bordo pista o comunque non in mezzo ad una strettoia o a valle di un dosso; qualche altro di ripartire solo dopo aver guardato a monte per verificare "spericolati dal controllo precario" in arrivo; di regolare la velocità a seconda del grado di rezza del momento. Solo qualche sciatore perciò si preoccupa di adottare un com-

portamento in relazione alla situazione. Spesso poi, lo sci-alpinismo è insegnato in quanto tecnica, non in quanto attività culturale che si avvale di una certa tecnica; che si attua in un certo ambiente dal quale non si può prescindere se si vuole tendere a formare consapevolezze utili ad alzare la sicurezza.

WALTER

Già Bonatti si era accorto che non era la pistola la fonte della sicurezza per muoversi in ambienti selvaggi. Già Messner aveva messo in risalto il significato del ri-percorso storico come centro della ricchezza e della forza. Della sicurezza. Già Gogna aveva assunto come perno della prospettiva la ri-creazione.

Fatto individuale, mai massificabile, sinonimo di bellezza, di vita. Già Guerini vide il Gioco su terreni tanto seri. Solo quando la sicurezza dell'incrocio passa dal verde di quel semaforo all'ambiente, possiamo attraversare con il rosso a "rischio zero". Diversamente, si tende ad alzare il rischio: l'avvento dell'imprevisto. L'imprevisto tende a provocare sorpresa. Nella sorpresa lo spazio creativo è ridotto, il rischio di scelta inidonea si alza.



La relazione contiene il massimo potenziale d'innalzamento della sicurezza, indipendentemente dalle conoscenze tecniche e dall'abilità motoria di cui disponiamo. Quindi il famoso turista giapponese che esce dal rifugio Torino in scarpe da tennis non adotta, di per sé, un comportamento rischioso. Noi stessi "esperti" sci-alpinisti potremmo fare come lui. Giapponesi ed alpinisti tendono ad alzare il rischio se il comportamento è adottato senza tener conto degli elementi e delle richieste che l'ambiente e il sé continuamente offrono e cambiano.

Vi ricordate quando su un sentiero qualunque si alza lo sguardo per osservare in giro? Vi ricordate che s'inciampa subito? La non relazione, a qualunque livello, alza la possibilità dell'imprevisto, della sorpresa, riduce l'habitat della creatività: la sola energia capace di re-inventare la soluzione appropriata, di scegliere tra tecniche specifiche (se se ne hanno) o di combinarle in modo inusuale o nuovo.

La considerazione che, allora, sono le tecniche che riducono la possibilità del panico, apparentemente contraddizione del discorso, perde di portanza se si prende coscienza che la logica della sicurezza – nella - relazione non vuole essere una alternativa alla logica della sicurezza – nella - conoscenza. Vuole solo puntualizzare che, per quanto già tutti noi ci si comporti in funzione delle informazioni raccolte attraverso la relazione con l'ambiente, e non solo nell'alpinismo, quando parliamo di sicurezza, esperti inclusi (e primi responsabili) frequentemente utilizziamo un linguaggio che non contiene né sottolinea la dimensione culturale - della relazione appunto -. Nelle nostre espressioni spesso si trova piuttosto l'induzione a

pensare/credere che la sicurezza stia nel materiale e nelle tecniche. Due cose fuori da noi, acquisibili e nelle quali – inconsapevolmente – rimettiamo la nostra sicurezza. E' da qui che nasce l'idea che spittare – parlando di scalata - alza la sicurezza è da qui che il Gps sembra indispensabile. "Giusto"! A patto che gli scalatori ri-cerchino in sé e non fuori da sé il nodo della sicurezza. "Sbagliato"! Se avvicina inconsapevoli persone tarate secondo il positivistico volere è potere.

VACIS!

Una prevaricazione della dimensione razionale e una cultura intellettualistica, quale è la nostra, non favorisce il recupero di una identità corporea, del valore dell'ascolto, della relazione come principio delle cose. Siamo quindi esseri intossicati dalle idee. Con la respirazione spesso superficiale. E' una corrente che ci travolge. Infatti è definitivamente passato il concetto di sport anche per le attività che si svolgono in ambienti aperti e tempi ampi. Entro questa apparente innocua estensione dell'accezione, dal campo da tennis alla parete nord, convive simbioticamente

RICERCA RAPIDA E SICURA

x1
DIGITAL
Il primo localizzatore arva interamente automatico con funzioni digitali

m2
Il localizzatore arva dalla grande portata per esigenze professionali

f1
focus
L'arva classico più utilizzato al mondo

ORTOVOX

Richiedete il nostro catalogo: tel. 035 361103, fax 035 361776, ortovox@outback.it, www.ortovox.com



GUIDE ALPINE – Una professione

Si è svolta martedì 8 aprile 2003 la prima conferenza stampa della storia quasi bicentennaria delle Guide alpine italiane. Presenti Alberto Re (Presidente del Collegio Nazionale Guide Alpine Italiane), Alessandro Gogna, Walter Vidi, Maurizio Giarolli (Responsabile della Formazione) e Lorenzo Merlo (Responsabile della Comunicazione per le Guide Alpine) con una qualificata presenza di giornalisti sensibili ai temi della montagna.

Per la prima volta le Guide alpine si sono presentate quali semplici professionisti, unici ad essere abilitati da una legge quadro nazionale ad insegnare ed accompagnare le attività dell'alpinismo.

Le Guide alpine stanno lavorando per creare o migliorare la relazione con giornalisti, unica direzione disponibile per diffondere due utilità.

1. Per tutti, "sempre e ovunque". Le Guide alpine e i loro programmi esistono nella maggior parte delle valli italiane. Tutte le categorie di persone possono rivolgersi ad una Guida per frequentare la montagna secondo la propria misura. "Tutte" le Guide dispongono di proposte per tutte le stagioni dell'anno. Quando, per esempio, oltre allo sci e alla settimana bianca, le famiglie italiane penseranno anche alla montagna offerta dalle Guide avremo compiuto un'informazione oggi ancora latitante. La montagna non sarà più "assassina" ma formativa.

2. La sicurezza nella relazione. Oggi purtroppo, per vari motivi, parlare di sport in ambiente naturale aperto sottintende e sottolinea la concezione dell'ambiente quale mero campo sportivo. Ciò, a sua volta, implica la comunicazione di una natura "solo" buona da usare, da consumare secondo le esigenze della propria passione. Entro questa catena di implicazioni ve ne è un'altra: la concezione della sicurezza è limitata al sapere (tecniche e conoscenze) e all' avere (materiali e equipaggiamento). La proposta delle Guide parte da questo punto: diffondere un'informazione decisamente orientata a rammentare quanto poco l'attuale tendenza comporti in termini di relazione con l'ambiente e con sé stessi, quindi con le proprie motivazioni, quanto sia povera e incapace di partecipare a formare persone responsabili.

Il recupero di una profonda dimensione umana è in gioco. Non scrivere più la parola sport di fianco alle attività dell'alpinismo; ricordare che le tecniche e il materiale non esauriscono quanto possiamo fare per la nostra ed altrui sicurezza; rammentare parlando di queste attività o di sicurezza che imparare a mettersi in ascolto di sé e dell'ambiente è il punto numero uno per rischiare di adottare le scelte migliori in tutte le situazioni.

Argomenti non di semplice comunicazione. Argomenti irrinunciabili per tutte le persone responsabili e consapevoli della forza dell'informazione. Se una "rivoluzione" vorrà esserci, è onere di chi comunica.

A cura dell'ufficio comunicazione delle guide alpine italiane - **Lorenzo Merlo**

guidealpineitaliane@tiscalinet.it

tel. 02 89 05 35 25

una proposta d'atteggiamento inadeguata e contraddittoria per alzare la sicurezza. La sportivizzazione, il prestazionalismo, l'attenzione alla "Quantità" delle cose, materiali ultima generazione, equipaggiamento come da pubblicità, "ce l'ha fatta mia sorella devo farcela anch'io", le tecniche concepite come il fondamento per frequentare le montagne non fanno che spingerci lontano dal centro: la nostra motivazione, la nostra dimensione, la nostra libertà gratificata. Quando Messner scalava la Prima Torre del Sella

con le scarpe da tennis (poi le ha passate al giapponese), in molti (tutti?) ridevamo. Lo deridevamo come si farà poi fuori dal Torino, cioè ritenevamo che quanto sapevamo già corrispondeva a tutto quanto ci sarebbe stato da sapere. Nella fattispecie, che la verità è definitiva. Che morale dunque? Parlare di sicurezza in questi termini è maggiormente efficace che limitarsi a citare il famigerato "rispetto per la montagna" o il contemporaneo alter ego di "natura amica". La natura è la natura, per cavalcarla bisogna sentirla. Accedere a sé

stesso prima che alle tecniche, permette ad ognuno di riconoscere la sede del problema. Per riconoscere quali preconcetti si stanno impiegando. Permette di aggiornare il linguaggio, di cogliere il vero nel patrimonio della propria memoria/esperienza "senza più" cercare di ricordare "cosa ha detto di fare l'istruttore in questi casi?", di pensare che la lacerazione mente/corpo-natura/cultura possa avere un'opportunità di riduzione. Nessuno più dal Torino scivolerà dentro un crepaccio... neanche in minigonna.

ERRATA CORRIGE

Rettifica all'articolo pubblicato sulla rivista "Neve e valanghe" n. 47/dicembre 2002:

"IPOTERMIA ACCIDENTALE SEVERA"

Tempo di seppellimento: la Commissione internazionale di Medicina di Montagna ha proposto recentemente per il TRIAGE del travolto da valanga il tempo critico di seppellimento di 35 minuti anziché di 45 minuti come appare nell'algoritmo pubblicato a pag. 26 (Fig.7). Questa modifica è stata accettata in relazione al fatto che è da escludere la sopravvivenza del travolto per un tempo superiore ai 35 minuti senza la presenza di una tasca d'aria.

dott. Matteo Zucco
dott. Andrea Busetti



BANDO DI CONCORSO

L'AINEVA, in memoria dell'ing. Paolo Valentini, attivo collaboratore sin dalla fondazione, istituisce il

PREMIO "PAOLO VALENTINI" EDIZIONE 2003

a favore di studi, tesi di laurea e altre iniziative inerenti alle problematiche oggetto dell'attività dell'Associazione, quale si evince dall'articolo 3 dello Statuto.

ART. 1 - Il Comitato Tecnico Direttivo AINEVA nomina un'apposita commissione giudicatrice che provvede ad esaminare le proposte pervenute e a stilare una graduatoria delle iniziative partecipanti.

ART. 2 - Sarà premiato il lavoro giudicato di maggior interesse o l'iniziativa giudicata più meritevole, con l'assegnazione di un importo di 2.500,00.

ART. 3. - I lavori partecipanti al concorso dovranno essere depositati presso la Segreteria AINEVA. E' possibile consegnare copia del lavoro su cd-rom allegando una fotocopia in bianco e nero) non oltre il termine del 31 dicembre 2003; le copie consegnate saranno trattenute presso la Segreteria. Eventuali altre iniziative benemerite sviluppate durante l'anno potranno essere segnalate all'AINEVA entro la stessa data.

La premiazione avverrà in occasione di una specifica cerimonia che si svolgerà presso la Sede AINEVA in Trento.

ART. 4 - Sulla rivista "NEVE E VALANGHE", organo ufficiale dell'Associazione, potranno essere pubblicati estratti del lavoro premiato, come pure, se ritenuti meritevoli, di tutti quelli partecipanti al concorso.



**COMITATO
GLACIOLOGICO
ITALIANO**

BANDO DI CONCORSO

Il Comitato Glaciologico Italiano, associazione scientifica finalizzata alla promozione degli studi di glaciologia, come già in passato bandisce un premio di 1.000,00 (mille euro) da assegnarsi ad una tesi di laurea su argomenti di glaciologia, discussa negli a.a. 2000-2001 e 2001-2002.

I concorrenti dovranno far pervenire copia completa della tesi, entro il 15 LUGLIO 2003, all'attenzione del vice-Presidente del Comitato Glaciologico Italiano: Prof. Alberto Carton, Università di Pavia, Dipartimento di Scienze della Terra, Via Ferrata, 1 - 27100 PAVIA Tel. 0382-505833.

Si fa presente che i lavori inviati non saranno restituiti e che occorre indicare chiaramente un indirizzo e un recapito telefonico a cui far pervenire tutte le comunicazioni.

Il Presidente del Comitato Glaciologico Italiano

Prof. Claudio Smiraglia



ASSEGNAZIONE PREMIO PAOLO VALENTINI EDIZIONE 1999

Il 10 aprile 2003 si è riunita a Trento presso la Sede AINEVA la Commissione Giudicatrice per la determinazione della graduatoria di merito delle tesi concorrenti al Premio di laurea "Paolo Valentini" edizione 1999.

Le tesi in concorso sono state valutate, come di consueto, sulla base di criteri prestabiliti quali: l'importanza dell'argomento in relazione agli obiettivi dell'AINEVA, l'originalità dei contenuti, l'organizzazione logico strutturale del lavoro, il livello di sperimentazione e di dettaglio nonché la precisione e la chiarezza espositiva.

Vincitore del premio è PAOLO GABRIELLI - Università Cà Foscari di Venezia - Facoltà di Scienze matematiche, fisiche e naturali, con la tesi dal

titolo: "Elementi in tracce nelle precipitazioni nevose delle Alpi orientali: origine, evoluzione stagionale e relazione con le condizioni meteorologiche".

Su tale argomento, dello stesso autore at alii, sono già stati pubblicati negli ultimi anni sulla rivista "Neve e Valanghe" due articoli. (nr. 34 di agosto 1998 "La neve come indicatore della qualità dell'aria nelle Alpi. Un progetto avviato dall'Università di Venezia" - nr. 39 di aprile 2000 "Neve e contaminazione ambientale").

Giovedì 12 giugno 2003 ad ore .10.30 si svolgerà ad Aosta la cerimonia di premiazione del vincitore. Pubblichiamo di seguito la graduatoria finale del concorso:

2° classificato: STEFANO DELVAI - Università Degli Studi di Trento - Facoltà di Ingegneria - Anno accademico 1996-1997 - "La modellazione matematica delle valanghe di neve densa: fenomeni valanghivi in Val dei Spini a Cognolo (Pejo)"

3° classificato: MAURO D'ACCORDI - Università Degli Studi di Trento - Facoltà di Ingegneria - Anno accademico 1998-1999. "Studio di un sito valanghivo: dati di campo e modellazione numerica"

4° classificato: PAOLA ZAMARCHI - Università Degli Studi di Padova - Facoltà di Agraria - Anno accademico 1997-1998. "Condizioni meteorologiche sulle Alpi Venete collegate alle situazioni sinottiche dai quadranti settentrionali"

5° classificato: ELVIO MASAREI - Università degli Studi di Padova - Facoltà di Scienze MM. FF. NN. Dipartimento di Geografia - Anno accademico 1998-1999. "Valutazione sperimentale della resistenza del manto nevoso mediante l'utilizzo di un nuovo modello di sonda nivometrica"

6° classificato: SIMONETTA MAZZUCCO - Università Degli Studi di Padova - Facoltà di Agraria - Anno Accademico 1998-1999. "Bilancio energetico del manto nevoso isotermico per alcune stazioni della montagna veneta"

7° classificato: MARIO PASSERI - Università Degli Studi di Trento - Facoltà di ingegneria - Anno accademico 1998-1999 "Raccolta di misure meteorologiche a supporto dell'innevamento artificiale"

8° classificato: MATTEO MARIA BRA-

GALLINI - Università degli Studi di Torino - Facoltà di Scienze Matematiche Fisiche e Naturali - Anno accademico 1998-1999. "Studio della dinamica valanghiva e analisi delle situazioni di instabilità del versante a monte dell'abitato di Ceresole Reale (Valle Orco)"



L'UFFICIO VALANGHE DELLA REGIONE PIEMONTE PASSA ALL'ARPA

Con la legge regionale del Piemonte n. 28 del 20.11.2002 sono state trasferite all'Agenzia Regionale per la Protezione ambientale (ARPA) le funzioni e le competenze tecniche già attribuite alla Direzione regionale dei Servizi tecnici di Prevenzione. In particolare, a decorrere dal 1 marzo 2003, ai sensi dell'art. 3 della citata legge, ARPA Piemonte provvede all'assistenza tecnico-scientifica in materia ambientale, territoriale, di prevenzione e di protezione civile per l'elaborazione di normative, piani, programmi, relazioni, pareri, provvedimenti amministrativi ed interventi, anche di emergenza. Nello specifico, al settore Meteorografico e Reti di Monitoraggio dell'ARPA Piemonte competono gli studi ed interventi in materia di previsione e prevenzione del rischio valanghivo.

(Rimangono invariati sede e recapiti: TORINO, C.so Unione Sovietica 216 Tel. 011 3168203 fax 011 3181709 e-mail meteoidro@regione.piemonte.it)

Marco Cordola

CONGRATULAZIONI

Il Comitato Tecnico Direttivo, La Redazione e la Segreteria dell'AINEVA esprimono le più vive congratulazioni al dott. Vincenzo Cocco per la recente nomina a Direttore Generale dell'ARPA Piemonte, con l'augurio di proseguire nel proficuo rapporto di collaborazione che ha caratterizzato l'attività fin dalle origini dell'Associazione.



SNOW AND WEATHER FORECASTING AT MAJOR WINTER EVENTS

The role of AINEVA services in international sports events

D. Moro – M. Gaddo

The organizations supporting AINEVA are constantly committing to providing their support on the occasion of the top worldwide winter sports events, by offering highly skilled technicians, both in meteorological and snow science fields, as well as offering indispensable services for athlete teams and organisers. The article reports the recent experiences of two AINEVA partners, Ufficio Valanghe of Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia and Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia di Provincia Autonoma di Trento.



SNOW DRIFTING MEASUREMENTS IN ITALY Instrumental data and formulations

A. Bianchi, G. Rossotti, C. Sbarufatti from Politecnico Milano

After shortly illustrating the problems linked to snow drifting, a detailed and analytical exam is carried out concerning the whole field of physical and mathematical models aimed at calculating the snow mass transported depending upon the factors determining transport; this analysis is concluded by a comparison between the various models. Worth noting is the application of the Meyer-Peter and Muller formulation to this particular type of solid transport.

A description of the various tools for snow drift measurement introduces to the substantial part of research, which aims at verifying the afore-mentioned formulations and models with the several data collected from the few measurement sites present in Italy. The purpose is to identify

further relationships between transported and deposited snow and the physical quantities that are believed to condition this process, including wind speed, temperature, the general snowpack properties and the geomorphologic factors.

This comparison underlines the discrepancy between collected data and calculated values, the former being a little smaller than the latter. On the basis of an accurate exam of the functional characteristics of measuring instruments, that discrepancy leads to believe that the cause is more linked to on-site measurements rather than the models, and that leads to the need for new and more accurate measures and new measuring techniques.

SNOW IN TRENTINO A statistical analysis of snowfalls in the last twenty years

M. Fazzini and M. Gaddo

Every winter tourist operators, skilift operators and mainly skiers complain about the fact that "snowfalls are not as they were in the past", that "snow falls too early and then soon disappears", or again that "snow falls when it is no longer needed". All that in perfect agreement with often really exaggerated alarmism constantly diffused by the media dealing with the "greenhouse effect" and resulting troposphere warming. This work intends to verify in the most accurate way the truth of facts in the Trentino mountain area through a series of statistical analyses dealing with the space-temporal distribution of snow, with often astonishing results.

The use of GIS systems for avalanche mapping management in Provincia Autonoma di Trento THE NEW DIGITAL AVALANCHE MAP

G. Fruet, P. Cestari and M. Gadotti

Its main advantages include easy updating, almost in real time, and the possibility of consulting it via Internet.

With the creation of a real GIS on avalanches, the project of cartography computerization carried out at Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia of the Trento province has come to an end. This task, which implied the digitizing of all

information concerning C.L.PV. (Carte di Localizzazione Probabile delle Valanghe – avalanche maps) and the Avalanche Archive, required the work of cartographers for nearly two years.

This new information tool, which is able to manage a large amount of data that can also be crossed with data concerning, for example, land utilization, is a very powerful analysis instrument that can offer a valid support to the activity of land and environment planning and management. Among the most interesting innovations, also worth mentioning is the setting up of a Web interface that allows users to consult via Internet most of data on the avalanches documented in the Trento province. All cartographic information can then be displayed using the Carta Tecnica Provinciale (provincial map) and/or the colour orthophoto map as a background ("IT2000"). All that can be carried out either by selecting graphical elements or by consulting the associated database; prints can be made, and other elements, such as the administrative and cadastral boundaries of municipalities, as well as lakes, glaciers, roads, etc., can be superposed to avalanches. If it is true that the development of the new information system represents a great common satisfaction for the achievement of an undoubtedly precious task, however it should be considered within the framework of a constant and dynamic updating work: due to that, cartography will always represent one of the most important sectors for the Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia.



EVOLUTION AND STABILITY OF ICE-FALLS

A. Bianchi, A. G. Riccardi, L. Pinto and V. Salvi
D.I.I.A.R. – Politecnico di Milano

The hint for this study came from the Technical Committee of Unione Internazionale delle Associazioni Guide Alpine, which was interested in evaluating on a more scientific basis the stability of ice-falls, which year after year draw a growing number of climbers, with resulting

increased risk for their safety.

After considering the objective operating difficulties in examining the Cascatone di San Giuseppe, or Cascata degli Specchi ice-fall in Valmalenco (Sondrio), researchers set up special techniques and procedures for measuring and surveying the quantities considered, the evolution in time of ice volumes, its density and flows.

The study starts from an analysis of ice-falls and their classification on the basis of hydrological and static criteria. The ice mass growth and decrease mainly depend upon the temperature and flows, while stability is mainly conditioned by loads, the reacting sections and the ice shear force, which in turn depend upon a number of factors, including density, melt-freeze processes and the presence of dissolved and undissolved inclusions. A set of measurements was thus carried out to determine the average density of the ice-fall observed.

An exhaustive series of topographic and photographic surveys also allowed technicians to precisely calculate the ice mass evolution in time, and mainly distinguish from continuous volume decrease cycles due to melting from sudden decreases due to collapse.

Last but not least, researchers found a possible correlation between the average temperatures of observation intervals (and also the flow) and the ice-fall volumetric processes: growth, decrease and collapse.

To Feel Not Know! HOW TO ACHIEVE SAFETY?

Collegio Nazionale Guide Alpine Italiane

The following article has already been published in various magazines, and it was also used to follow some important events of the official life of Italian Mountain Guides. Various prominent representatives of the Alpine world have already appreciated the cultural proposal presented. This has always been introduced as a ground of identification and exchange among the various authorities committed to diffusing potentially preventive training. This prospect is now proposed to Neve e Valanghe readers, hoping it will be useful to them. The aim is to provoke everybody's awareness for increasing safety, i.e. Relationship and Responsibility. These are aspects we consider of great advantage for Man, Culture, Nature and the Mountain.