

Neve e Valanghe

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

n° 46 - agosto 2002

GAZ EX
Sella Nevea

Valanghe:
distanze d'arresto
e tempi di ritorno

Le WEB CAM
di Arabba

Valanghe in
Val dei Spini

Responsabilità
della
Guida Alpina

Monitoraggio
da satellite
dei ghiacciai





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

REGIONE PIEMONTE

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

REGIONE AUTONOMA

VALLE D'AOSTA

Assessorato Territorio, Ambiente e Opere Pubbliche - Ufficio Valanghe.
Loc. Amerique 127/a - 11020 Quart AO
Tel. 0165 776301 Fax 0165 776302
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0165 776300
<http://www.notes2.regione.vda.it/>
DBWeb/bollnivometeo.nsf
e-mail: u-valanghe@regione.vda.it

REGIONE LOMBARDIA

Centro Nivometeorologico
Via Monte Confinale 2 - 23032 Bormio SO
Tel. 0342 530362 - Fax 0342 905133
Bollettino Nivometeorologico - 8 linee -
NUMERO VERDE 8488 37077
Fax polling 0342 901521
<http://www.regione.lombardia.it/meteonew.nsf/home/homemeteo>
e-mail: nivometeo@regione.lombardia.it
Televideo RAI 3 pagina 517

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Ufficio Neve, Valanghe e meteorologia
Via Galilei 24 - 38100 Trento
Tel. 0461 494877 - Fax 0461 238309
Bollettino Nivometeo 0461 238939
Self-fax 0461 237089
<http://www.provincia.tn.it/meteo>
e-mail: meteotrentino@provincia.tn.it

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO

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

REGIONE DEL VENETO

Centro Valanghe di Arabba
Via Passo Campolongo 122
32020 Arabba BL
Tel. 0436 79227 - Fax 0436 79319
Bollettino Nivometeo Tel 0436 780007
Self fax 0436 780008 - 79221 It. Ted. Ingl.
Fax polling 0436 780009
<http://www.arpa.veneto.it/csvdi>
e-mail: cva@arpa.veneto.it

REGIONE AUTONOMA

FRIULI VENEZIA GIULIA

Ufficio Valanghe
C/o Direzione Regionale delle Foreste
Via Cotonificio 127 - 33100 Udine
Tel. 0432 555877
Fax 0432 485782
Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 800 860377 (in voce e self fax)
<http://www.regione.fvg.it/meteo/valanghe.htm>
e-mail: neve.valanghe@regione.fvg.it

Sede A.I.NE.VA.

Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO
Tel. 0461 230305 - Fax 0461 232225
<http://www.aineva.it>
e-mail: aineva@aineva.it



Periodico associato all'USPI
Unione Stampa Periodica Italiana

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

Gli utenti di "NEVE E VALANGHE":

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

Referenze fotografiche:

foto di copertina Lodovico Mottarella
Arch. Ufficio Valanghe Friuli V.G.: 6, 7, 8, 9, 10,
11, 12, 61
Arch. Ufficio Valanghe Trento: 14, 15, 16, 17,
18, 19, 23
Arch. ARPAV Veneto: 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31
Paolo Scotton: 32, 33, 35, 38
Ettore Togni: 42, 43, 44, 46, 47
Foto Degani: 43 (alto)
Roberto Bonis: 43 (basso)
Alfredo Praolini: 48-49, 50, 54, 55, 60
Lodovico Mottarella: 1, 2, 4
Roberto Ranzi: 51, 53, 55, 56

Hanno collaborato a questo numero:

Nadia Preghenella, Stefania Del Barba,
Rosanna Turcato.

*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

agosto 2002 numero 46



6

DIECI CANNONI PER UNA RINASCITA?

di M.Pegani, E.Filafarro e C.Gregoris



14

DISTANZE D'ARRESTO E TEMPI DI RITORNO

di M.Barbolini e F.Cappabianca



24

LE WEB CAM DI ARABBA

di M.Valt



32

VALANGHE IN VAL DEI SPINI

di P.Scotton, M.Barberi e M.Gaddo



42

LE RESPONSABILITA' DELLA GUIDA ALPINA

di M.Del Zotto e N.Zardini



48

MONITORAGGIO DA SATELLITE DEI GHIACCIAI

di R.Ranzi, S.Taschner, A.Cagnati, M.Valt e R.Zasso



In questi anni recenti, sotto la dinamica direzione del Coordinatore del proprio Comitato Tecnico Direttivo Arch. Giorgio Tecilla di Trento, l'AINEVA ha strettamente collaborato con il Dipartimento di Ingegneria Idraulica e Ambientale dell'Università degli Studi di Pavia. Ne è scaturito un importante documento intitolato "Criteri per la perimetrazione e l'utilizzo delle aree soggette al pericolo di valanghe" che ha finalità di indirizzo relativamente alle modalità di gestione urbanistica del territorio interessato da fenomeni valanghivi. I criteri di perimetrazione ed i regimi di utilizzo delle aree esposte a valanga proposti nel documento rappresentano l'obiettivo verso il quale indirizzare le normative locali nella prospettiva di una maggiore sicurezza del territorio montano. Detti criteri concernono esclusivamente le previsioni urbanistiche legate agli insediamenti. Pertanto il documento non tratta degli aspetti connessi alla realizzazione di interventi di carattere infrastrutturale quali vie di comunicazione, impianti di risalita, linee elettriche, eccetera. In considerazione delle specificità delle Regioni e Province Autonome dell'Arco Alpino italiano, questi criteri potranno dunque subire parziali modifiche ed integrazioni in funzione delle esigenze di armonizzazione dei caratteri geografici, amministrativi e normativi delle diverse realtà territoriali rappresentate in AINEVA, nonché a seguito di ulteriori approfondimenti tecnici in materia.

L'interesse su questi argomenti legati alla dinamica delle valanghe è forte. Lo dimostra la sinergia creata con l'Istituto Federale Svizzero per lo studio della Neve e delle Valanghe con il Corso di Bormio (SO) del 4-5 Dicembre 2002. Nel 1999 l'Istituto di Davos ha affiancato alle teorie di calcolo previste dalle normative svizzere nuove metodologie e strumenti per la stesura delle mappe di pericolo. Detto corso è stato organizzato allo scopo di aggiornare i professionisti con esperienza in valanghe e in pianificazione territoriale sullo stato dell'arte, sugli sviluppi nel settore e sulla modellizzazione. In particolare il corso presenta ai professionisti ed ai tecnici del settore il modello di simulazione AVAL-ID quale strumento per la pianificazione territoriale e prevede una giornata introduttiva per la definizione delle nuove teorie di calcolo e una giornata dedicata alla corretta applicazione del modello numerico a casi reali, con la presentazione di nuovi modelli di calcolo per lo studio delle valanghe miste.

Altri piccoli passi verso l'unificazione delle procedure e verso la sicurezza in montagna delle persone e delle cose.

Il Direttore Responsabile
Giovanni Peretti

Dieci. Cannoni

per
una **R**



Gli eventi nivometeorologici estremi ed in particolare le grosse valanghe catastrofiche che hanno colpito negli ultimi anni l'Italia, la Francia, la Svizzera e l'Austria hanno posto seri motivi di riflessione. Esse hanno addirittura interessato i fondovalle e sono state la causa di molti disastri su aree antropizzate (centri abitati, comprensori sciistici) e su vie di comunicazione, causando morti, feriti ed ingentissimi danni materiali, come non si vedevano da decenni, senza parlare poi dei notevoli danni economici dovuti al drastico calo dell'afflusso turistico ed al blocco della circolazione (in alcuni casi la paralisi è stata totale per parecchi giorni), ed a quelli ambientali, considerando le decine di ettari di bosco distrutti dalle valanghe. Inoltre, se si considera il numero totale di decessi per incidenti da valanga sopravvenuti nei paesi rappresentati presso la CISA-IKAR, le cifre sono impressionanti: esso è stato pari a 209, un numero dunque nettamente più elevato rispetto agli anni precedenti. Il motivo comunque è piuttosto semplice poiché è legato agli incidenti mortali che hanno coinvolto decine di abitazioni e molti comprensori sciistici durante l'inverno 1998-1999 che si è rivelato come il secondo in assoluto più tragico dal 1975.

Massimo Pegani,

Geologo libero professionista

Enrico Filaferro,

Previsore presso l'ufficio valanghe della Direzione regionale delle foreste (Friuli Venezia Giulia)

Cristiana Gregoris,

Laureanda in ingegneria ambientale, tirocinante presso l'ufficio valanghe della Direzione regionale delle foreste (Friuli Venezia Giulia)



inascita?



Per proteggere dalle valanghe queste zone densamente popolate (il territorio alpino costituisce la zona montana più densamente popolata del mondo: oltre alla popolazione residente, più di 120 milioni di turisti all'anno frequentano le località turistiche con un turnover molto spinto e concentrato prevalentemente nella stagione invernale), negli ultimi decenni si sono sviluppati numerosi sistemi di difesa preventiva basati sulla previsione del pericolo, sull'applicazione di misure di sicurezza e sulla realizzazione di opere di difesa. Vi sono comunque diversi centri abitati e varie infrastrutture soggetti a pericolo di valanghe: alcuni di questi sono stati realizzati recentemente in zone al limite o all'interno di aree pericolose, nella spasmodica ricerca di aree da antropizzare per far fronte alle richieste crescenti, come nel caso delle piste da sci e dell'urbanizzazione legata ai comprensori sciistici. Questa continua espansione degli insediamenti antropici e l'aumento delle zone frequentate soggette

a rischio valanghe hanno imposto la necessità di garantire la pubblica incolumità favorendo da una parte una più accurata pianificazione territoriale e dall'altra realizzando interventi difensivi sul territorio mediante strutture apposite. Una delle modalità di difesa dalle valanghe è il distacco programmato di valanghe che consiste in un intervento volontario capace di creare al momento voluto elevati sovraccarichi temporanei sul manto nevoso, sufficienti a provocare il distacco di piccole masse nevose con anticipo sul fenomeno spontaneo, evitando così che le valanghe assumano dimensioni tali da provocare danni alle cose o alle persone che si intende proteggere e permettendo quindi di scegliere, durante l'episodio nevoso, il momento ideale per intervenire, predisponendo l'eventuale sgombero di tutte le zone potenzialmente a rischio o garantendo l'interdizione al transito sino ad avvenuta bonifica del sito. Una volta che si è provocato artificialmente il distacco della valanga, si ha la ragionevole



presunzione che non sussistano più condizioni di pericolo latente sino all'accumularsi di altre masse nevose instabili durante un episodio nevoso prolungato, per un nuovo episodio nevoso o per effetto di deposito eolico.

Il distacco programmato di valanghe presenta importanti vantaggi rispetto all'attesa dell'evento valanghivo naturale:

- innanzitutto la riduzione al minimo dei tempi di chiusura, limitandoli a quelli strettamente necessari per l'esecuzione del

distacco artificiale e per la verifica dei risultati evitando di dover attendere, anche per più giorni, la bonifica conseguente a scarica naturale o l'assestamento sul posto del manto nevoso;

- vi è poi la possibilità di scegliere il momento in cui si decide di intervenire e di conseguenza di poter adottare tutte le misure necessarie di sicurezza;
- infine la possibilità, oltre che la necessità, di provocare il distac-



co di valanghe di minori dimensioni e, conseguentemente, poco o punto dannose. Tra i sistemi di distacco artificiale il più recente, che comunque è in uso dal 1988, è quello denominato GAZ EX, che permette il distacco programmato di valanghe mediante la detonazione di una miscela di gas - propano e ossigeno - opportunamente dosata. Esso consta di un deposito dei gas, opportunamente conservati in bombole standard, posto in zona sicura non interessata dalla valanga e

che contiene anche le camere di espansione dei gas stessi, nonché tutte le apparecchiature e gli strumenti necessari al corretto funzionamento del sistema. Il deposito dei gas è collegato tramite una doppia tubazione in polietilene, interrata o fissata alla roccia, all'esplosore, cioè al contenitore nel quale avviene la miscelazione e la combustione dei gas, posto nella parte superiore della zona di distacco della valanga. L'esplosore, che può avere volumi variabili in funzione dell'estensione del raggio di azione efficace e di conseguenza della vastità dell'area da bonificare, viene saldamente ancorato al suolo tramite speciali barre di fissaggio. Questo particolare sistema di ancoraggio al suolo presenta alcuni vantaggi:

- consente il posizionamento dell'esplosore ben al di sotto della linea di cresta, direttamente sul pendio da bonificare, ottenendo così la massima efficacia di tiro;
- inoltre l'esplosione crea delle vibrazioni che si propagano nel terreno circostante facilitando il distacco della valanga;
- infine l'ancoraggio consente la massima potenza di detonazione e quindi la massima efficacia di tiro e conseguente aumento della probabilità di successo. L'accensione avviene mediante un particolare doppio sistema a depressione funzionante a batteria; il sistema controlla l'apertura delle valvole antiritorno ed alcuni speciali circuiti di sicurezza impediscono situazioni anomale di pericolo.

Rispetto al distacco con esplosivi, questo sistema presenta alcuni punti di vantaggio: a) maggior sicurezza, in quanto si evita l'uso di esplosivi con relativi problemi di trasporto in quota, di stoccaggio, ecc; b) facilità e velocità d'intervento (anche di notte ed in condizioni meteo sfavorevoli); c) minor impatto ambien-

tale rispetto ai C.A.T.Ex. (Câble aérien de transport d'explosifs) per i quali sarebbero stati necessari vari piloni di sostegno. Per l'efficienza dei GAZ EX può essere necessario il taglio al più di qualche pianta, sacrificio più che compensato dalla possibilità di insediamento di vegetazione arborea nelle aree sottese grazie alla minor forza devastante delle valanghe artificiali rispetto a quelle naturali. Inoltre gli esplosori non svettano dalle creste ma sono generalmente defilati in quanto posizionati nel pendio valanghivo; d) nessuna difficoltà, neanche legislativa, per lo stoccaggio delle bombole di gas, salvo il rispetto delle misure di sicurezza previste per questi tipi di deposito; e) nessuna manipolazione di sostanze esplodenti che possono essere anche pericolose specie in ambienti freddi e umidi, quasi sempre presenti



in montagna d'inverno; f) nessun rischio di colpo inesplosivo perché in caso di mancata esplosione, i gas si disperdono nell'atmosfera, mentre nel caso degli esplosivi tradizionali occorre recuperare e riarmare una carica innescata e distruggerla; g) nessun inquinamento ambientale per residui carboniosi della combustione, tipici dell'esplosivo tradizionale. Lo svantaggio principale di questo sistema è dato dal fatto che ogni singola struttura è funzionale solo alla difesa del canale o



della pendice sulla quale è collocata, a differenza dei C.A.T.Ex. che possono operare al servizio di una molteplicità di aree.

DISTACCO ARTIFICIALE A SELLA NEVEA

Durante la stagione invernale 1974 – 1975 vi fu, nella zona montuosa del Friuli così come nel resto della cerchia alpina, una combinazione di fattori (nevicata frequenti ed intense, temperature non favorevoli all'assestamento del manto nevoso) la quale fece in modo che nel marzo del 1975 venissero misurati, nel comprensorio sciistico di Sella Nevea (Chiusaforte, UD) oltre 7 metri di neve al suolo ad una quota di 1.825 metri s.l.m..

Nella serata del 18 marzo e nelle prime ore del mattino del 19, numerose valanghe precipitarono a valle: tra queste la valanga "Poviz" causò la distruzione parziale di uno skilift e danni al bar di un albergo, mentre quella "Livinâl lunc" e le viciniori distrussero uno skilift, danneggiarono, sia pure non gravemente, la stazione di partenza della funivia, e resero inagibili sia il parcheggio di quest'ultima che le piste da sci per la presenza di alberi e detriti. Fortunatamente lo spessore dello strato staccatosi fu di "soli" 2 metri.

Analoghi fenomeni, sia pure di dimensioni minori, si verificarono intorno alla fine del mese. La Giunta regionale del Friuli – Venezia Giulia decise di istituire una



commissione formata da esperti e da funzionari regionali affinché valutassero la situazione e dessero suggerimenti per la messa in sicurezza di questa area e di altre zone abitate ugualmente interessate da valanghe pericolose (Sauris, Cleulis e Timau, tutte in provincia di Udine). Nell'agosto del 1976 questa Commissione valanghe, dopo accurati sopralluoghi, stabilì che *"[...] la valanga del Livinâl lunc non può essere bloccata in zona di distacco con opere di trattenuta del manto nevoso data l'ampiezza della stessa, la pendenza e soprattutto l'altezza raggiunta dallo strato nevoso [...]".* Sono da escludersi anche opere di deviazione poiché tutte le possibili linee di scorrimento convergono su aree abitate di Sella Nevea. È auspicabile l'organizzazione di un servizio di sorveglianza e preallarme per lo sgombero tempestivo della zona in caso di pericolo". Venivano poi dati suggerimenti per la valutazione delle aree di massima espansione delle valanghe alle quali applicare

misure di tutela. Analoghe considerazioni di indifendibilità venivano espresse per la valanga del Poviz.

Nonostante queste considerazioni, nei primi anni '90 si propose di intervenire con la messa in opera di strutture di stabilizzazione, ponti o reti, nelle principali aree di distacco associate ad un grosso argine di contenimento. La proposta non fu accolta poiché il costo risultava essere eccessivo e poiché ne sarebbe derivato un impatto ambientale notevole. Fondamentale per l'abbandono del progetto fu però la possibilità che lo spessore della neve depositato al suolo superasse l'altezza efficace delle opere di trattenuta con conseguente aggravio del pericolo.

L'emanazione della L.R. 34 del 1988, che sospende o interdice qualsiasi costruzione in zone soggette a valanga, unitamente a considerazioni più generali, impedirono qualsiasi espansione del demanio sciabile di Sella Nevea subordinandola alla



Nell'ambito dell'attività di tirocinio svolta presso il Settore neve e valanghe della Direzione regionale delle foreste del F.V.G., sono stati utilizzati due modelli monodimensionali noti in campo ingegneristico per il calcolo delle valanghe di neve densa: il ben noto modello analitico Voellmy-Salm e il modello numerico denominato AVAL-1D©®. In seguito allo studio sulle diverse ipotesi dei regimi di moto e i metodi risolutivi utilizzati nei due codici di calcolo, sono stati effettuati numerosi test a geometria semplificata che hanno permesso di valutare la variabilità dei dati di output in funzione di taluni parametri. Successivamente, allo scopo di avere a disposizione parametri di confronto per l'analisi dei risultati ottenuti dall'applicazione dei due modelli, sono stati effettuati dei test su di un caso di studio reale: il sito valanghivo del Livinâl lunc. È stata condotta un'accurata analisi topografica e morfologica dell'area oggetto di studio supportata da diversi sopralluoghi in sito e un'attenta ricostruzione degli eventi storici al fine di delimitare suddetta area. L'indagine è stata effettuata consultando il Catasto delle valanghe e la cartografia (CLPV) ad esso associata ma soprattutto lo studio di dettaglio effettuato dal dott. Gregori di Trento per conto del Comune di Chiusaforte finalizzato al corretto posizionamento dei GAZ EX ed ha permesso di identificare un'area di particolare interesse associata all'evento valanghivo occorso nella primavera del 1975. Successivamente sono stati individuati, all'interno dell'area ottenuta, due profili longitudinali lungo i quali, presumibilmente, si è sviluppato una delle componenti predominanti del fenomeno valanghivo. Al momento della definizione dei parametri che caratterizzano gli scenari di distacco e di quelli propri del modello, ovvero i coefficienti di attrito, si è riscontrata una notevole incertezza nell'assegnare a tali parametri valori che consentano di ottenere dati sufficientemente oggettivi. Infatti gli studi effettuati hanno dimostrato come l'uso di questi modelli richieda un gran dose di buon senso ed esperienza nei problemi valanghivi, in primo luogo nella scelta dei parametri di input, e in seguito nell'analisi e interpretazione dei risultati. Al fine di effettuare dei test di confronto fra i due modelli si è presentata la necessità di lavorare con i medesimi parametri di input e pertanto l'esigenza di adottare una topografia notevolmente semplificata nell'uso di AVAL-1D©®. Dai test condotti si è constatato che, utilizzando gli stessi parametri di input, nei due modelli si ottengono risultati del tutto simili; pertanto in presenza di un sito valanghivo caratterizzato da una topografia particolarmente semplice l'uso di un modello puntuale, qual'è quello analitico di Voellmy-Salm, può essere sufficiente a fornire un'analisi di massima sulla dinamica del fenomeno. Non sarebbe razionale pensare che le innumerevoli semplificazioni introdotte non condizionino fortemente i risultati ottenuti con AVAL-1D©®. Infatti il sito oggetto di studio presenta continui salti e cambi di pendenza che determinano un intervallarsi di zone di accelerazione e decelerazione lungo il tracciato. I test effettuati con AVAL-1D©®, mantenendo inalterata la reale topografia dell'area in esame, hanno dimostrato come le semplificazioni della topografia in un sito così complesso condizionino sensibilmente i risultati. In realtà sia AVAL-1D©® sia il modello analitico Voellmy-Salm sono di tipo 1D e, di conseguenza, applicabili con buona approssimazione solo in presenza di sezioni aventi altezza e larghezza di scorrimento confrontabili. Solo facendo riferimento alla definizione di moto unidimensionale balza agli occhi la forzatura effettuata nell'applicare questo tipo di modelli a un sito valanghivo così complesso che presenta spiccate caratteristiche bidimensionali. Pertanto nel caso in cui si debba lavorare con siti di tale complessità, è auspicabile l'applicazione di un modello 2D al fine di studiare in maniera più realistica il moto delle valanghe e ottenere dati dinamici maggiormente attendibili.

Cristina Gregoris

messa in sicurezza della zona, e portando ad una situazione di stallo che impedì, tra l'altro, il collegamento tra l'area sciistica di Sella Nevea e quella finitima di Bovec (Plezzo), in Slovenia, che avrebbe consentito il travaso degli sciatori da un bacino all'altro, aumentando quindi l'appetibilità di entrambe.

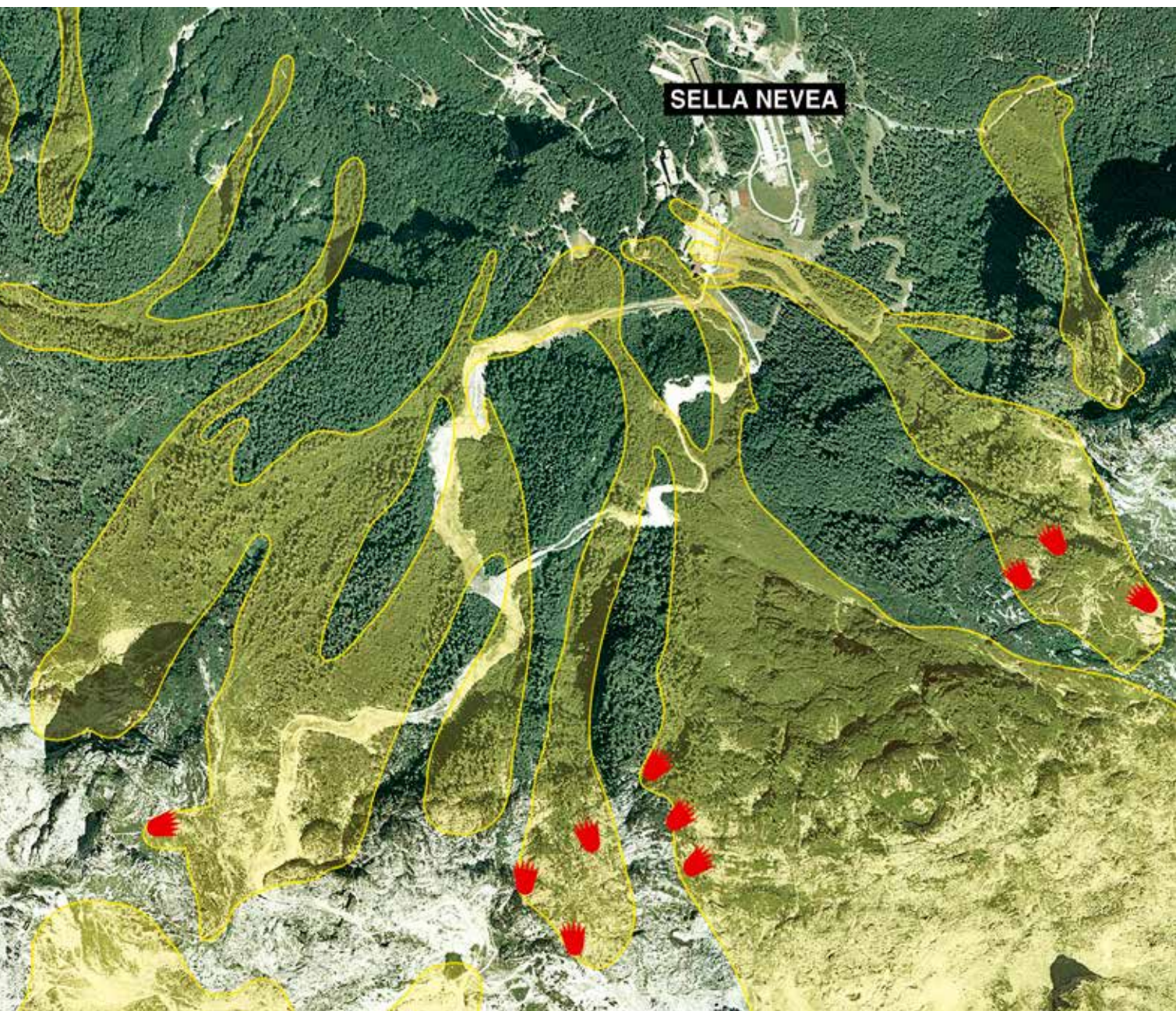
Qualche anno più tardi venne ripresa l'idea del distacco di valanghe controllato come "difesa attiva" di tutta l'area soggetta al pericolo, proposta che fu accettata e finanziata dalla Regione Friuli – Venezia Giulia (L.R. 12 febbraio 1998, n°3).

Di qui l'incarico del Comune di Chiusaforte per la redazione di uno studio particolareggiato, effettuato dallo Studio Gregori di Trento, diviso in due parti.

La prima parte prevedeva:

- un'analisi morfologica e topografica per lo studio delle zone di distacco per un'esatta ubicazione dei GAZ EX;
- calcoli della dinamica delle valanghe basati su vari fattori nivo-ambientali tra cui lo spessore del distacco ed i profili di massima pendenza;
- una accurata verifica degli spazi di arresto al variare delle caratteristiche dinamiche come la velocità, il volume totale della





massa nevosa ed altri, per le valanghe localmente indotte dal distacco artificiale programmato. La seconda tecnico-pratica consisteva nella redazione del piano per il distacco artificiale.

L'analisi dei percorsi di valanga portò al posizionamento ed al dimensionamento dei GAZ EX, successivamente installati nell'estate del 2001.

Si tratta di dieci cannoni, nove dei quali nella zona Fontana Bareit - Livinàl lunc (otto da 1,5 metri cubi ed uno da 3 metri cubi) e uno, 3 metri cubi, posto sul Bila Pec a difesa del tratto alto della pista del Canin.

Nel corso della passata stagione invernale, la prima dall'operatività degli impianti di distacco artificiale e peraltro caratterizzata da scarso innevamento, furono effettuate 5 volate per la bonifica di tutti i canali presidiati dai GAZ EX in presenza di spessori di nuova neve variabili, in conformità alle prescrizioni del piano di intervento, dai 30 ai 60 cm, con esiti positivi.

Avendo in questo modo garantito un ragionevole grado di sicurezza per la stazione di Sella Nevea è auspicabile che riprendano fiato quei progetti di riarmamento e di ampliamento

degli impianti e delle piste che, unitamente al collegamento con il demanio sciabile di Bovec, sul versante sloveno del monte Canin, aumenterebbero certamente l'appetibilità sciistica della zona, con positive auspicabili ricadute per gli abitanti di una delle aree economicamente più svantaggiate della regione.

Peccato che i segnali in tale direzione siano deboli.

Un nuovo metodo
basato sull'analisi
statistica dei dati storici

**Massimiliano Barbolini,
Federica Cappabianca**

Dipartimento di Ingegneria Idraulica e
Ambientale, Università di Pavia
Via Ferrata, 1 - 27100 Pavia
e-mail: massimiliano.barbolini@unipv.it

Distanze d'arresto e Tempi di Ritorno



Un'applicazione al
caso di studio al sito
valanghivo Val Nigolaia,
in Val di Rabbi, nella
Provincia Autonoma
di Trento.

La prevenzione del rischio di valanghe può essere operata sia “controllando” il fenomeno, ad esempio mediante la realizzazione di opere di difesa strutturali, sia “controllando” l'esposizione al fenomeno di beni e persone. In particolare il controllo della presenza può essere effettuato stimando il diverso grado di pericolo delle aree soggette a valanga e fissando un uso compatibile del suolo (la cosiddetta “zonizzazione”).

Al fine della perimetrazione delle aree con differente grado di esposizione al pericolo di valanga è essenziale la caratterizzazione di una relazione che leghi la “magnitudo” di un evento, esprimibile principalmente in termini di distanza di arresto, e il tempo di ritorno dell'evento stesso, ovvero l'intervallo di tempo (in anni) in cui mediamente si ripete un evento di tali dimensioni. E' infatti chiaro come una zona è esposta a un grado di pericolo tanto maggiore quanto maggiore è la frequenza (ovvero quanto minore è il tempo di ritorno) con cui le valanghe la interessano.

La relazione tra distanza di arresto e tempo di ritorno di una valanga può essere determinata in principio attraverso due approcci distinti:

- metodi basati sull'analisi statistica dei dati storici di distanza di arresto;
- metodi basati sull'applicazione di modelli di dinamica delle valanghe.

Nel presente articolo verrà trattato in dettaglio il primo approccio al problema, proponendo una metodologia innovativa di analisi statistica dei dati storici di distanza di arresto, mentre il secondo approccio al problema verrà discusso in un successivo articolo, attualmente in fase di stesura. A titolo esemplificativo, la nuova metodologia proposta verrà applicata ad alcuni siti valanghivi della Val di Rabbi, una valle laterale della Val di Sole appartenente alla Provincia Autonoma di Trento.



MODELLI STATISTICI PER IL CALCOLO DELLE DISTANZE DI ARRESTO

Un'analisi critica degli approcci di letteratura

Nel corso degli anni '80 furono proposti due differenti modelli statistici per il calcolo delle distanze di arresto delle valanghe (per una rassegna esaustiva in merito si veda Harbitz, 1998): il modello "statistico-topografico norvegese", anche detto modello " α/β ", e quello usualmente denominato del "rapporto di arresto". Il modello statistico-topografico norvegese, originariamente sviluppato dai ricercatori del Norwegian Geotechnical Institute (Lied e Bakkehoi, 1980; Bakkehoi et al, 1983), si basa sulla determinazione di una relazione regressiva che consente di stimare la massima distanza di arresto raggiungibile da un evento valanghivo in un deter-

minato sito sulla base esclusiva di parametri topografici del sito stesso. La relazione predittiva è ottenuta considerando un campione di siti oggetto di una adeguata memoria storica e regredendo i valori delle distanze di arresto massimali delle valanghe ad essi relative (misurate attraverso il parametro α , vedi Fig. 1¹) in funzione di opportuni parametri topografici (β , δ , θ , H, etc., vedi Fig. 1 pag. 16).

La relazione regressiva ottenuta, in generale del tipo $\alpha=f(\beta, \delta, \theta, H, \text{etc})$, può essere utilizzata al fine di prevedere il comportamento delle valanghe estreme (in termini esclusivi della distanza di arresto) in siti scarsamente documentati o privi di documentazione storica appartenenti allo stesso contesto geografico dei siti campione.

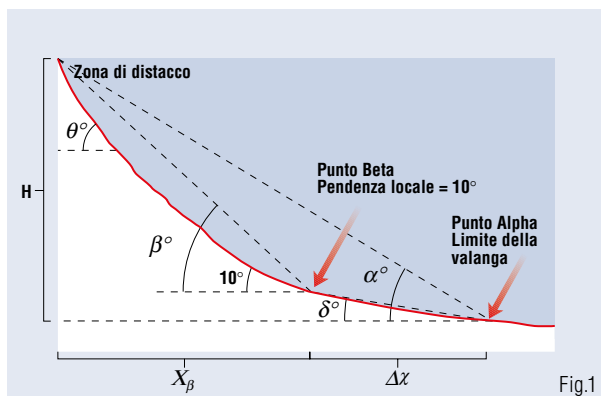
Sulla base dell'idea originale di Lied e Bakkehoi (1980) sono state successivamente sviluppate numerose relazioni regressive

"ad hoc" per differenti regioni montane alpine ed extra-alpine (per una rassegna in proposito si veda Fellini, 1999); tali modelli sono stati anche utilizzati come supporto tecnico per la redazione delle mappe di pericolosità, principalmente nei paesi nordeuropei (Norvegia ed Islanda) ed in Giappone. Un modello statistico per il calcolo delle distanze di arresto alternativo a quello proposto da Lied e Bakkehoi (1980) è quello cosiddetto "del rapporto d'arresto", elaborato originariamente da McClung e Lied (1987) e rivisitato successivamente da McClung e Mears (1991).

Questo metodo, che si basa sulla stessa metodologia di raccolta e misura dei dati adottata nel metodo " α/β ", introduce un parametro adimensionale al fine di esprimere le distanze di arresto massime delle valanghe (il "rapporto d'arresto" appunto, dato dalla relazione $RA=\Delta x/X_\beta$, vedi Fig. 1).

Immagini di eventi storici. La fotografia di pagina 14 si riferisce ad una valanga del 1931, e rappresenta uno dei più grossi eventi registrati sul sito.

Principali parametri topografici utilizzati nei modelli statistici



Principali parametri topografici utilizzati nei modelli statistici. L'angolo α misura la distanza di arresto, e si calcola come angolo formato con l'orizzontale dalla congiungente il punto più a monte della zona distacco con il punto più a valle del deposito della valanga (il punto Alpha). L'angolo β indica la pendenza media della zona di scorrimento e si calcola come angolo formato con l'orizzontale dalla congiungente il punto più a monte della zona distacco con il punto dove la pendenza locale del pendio scende al di sotto dei 10° (il punto Beta, ritenuto l'inizio della zona di arresto*). θ e δ indicano rispettivamente le pendenze medie della zona di distacco e arresto, mentre H indica il dislivello complessivo coperto dalla valanga. X_β indica la proiezione orizzontale della lunghezza della zona di scorrimento (zona compresa tra il punto più alto di distacco ed il punto Beta) mentre Δx indica la distanza di arresto, misurata come proiezione orizzontale della distanza percorsa dalla valanga a partire dal punto Beta.



Deposito di una valanga nella zona di conoide - la valanga ha oltrepassato la strada forestale ed il sacrario (foto della primavera 1986).

A differenza dell'angolo α il rapporto di arresto si rivelò un parametro topografico statisticamente indipendente dalle altre variabili topografiche; venne pertanto ritenuto una variabile casuale, caratterizzabile adattando al campione di rapporti di arresto relativi a siti valanghivi ben documentati una opportuna legge di distribuzione di probabilità. In particolare la variabilità del rapporto di arresto risultò essere ben rappresentata, per

popolazioni di dati relative a diverse regioni montuose, dalla distribuzione asintotica del massimo valore (o distribuzione "di Gumbel"); i parametri della distribuzione risultarono invece dipendenti dalla regione montuosa considerata (McClung et al., 1989).

Un'analisi comparativa dei relativi vantaggi e svantaggi dei due approcci statistici discussi è fornita in Johannesson (1998) e McClung (2001).

In ogni caso, ad opinione degli scriventi, uno dei principali limiti di entrambi i modelli è che di fatto essi forniscono relazioni predittive in grado di stimare esclusivamente la massima distanza di arresto (indicativamente quella relativa ad un evento centennale) raggiungibile da una valanga su di un dato sito valanghivo (l'errore associato a tale stima è fornito nel modello del rapporto di arresto direttamente attraverso l'adattamento del campione di dati ad una distribuzione di Gumbel, mentre nel modello " α/β " indirettamente attraverso l'ipotesi implicita di una distribuzione gaussiana dell'errore nel modello regressivo ai minimi quadrati).

Tali modelli non consentono invece di determinare un vero e proprio legame sito-specifico tra distanza di arresto e tempo di ritorno delle valanghe.

Inoltre, nel caso del modello del rapporto di arresto, l'adattamento dei dati di distanza di arresto relativi a differenti siti valanghivi ad una comune distribuzione di probabilità assume implicitamente l'ipotesi, di fatto non sempre verificata, che tali dati appartengano ad un stessa popolazione.

L'approccio di analisi innovativo proposto nel presente lavoro si propone di superare entrambi i limiti sopra esposti.

L'idea è quella di derivare un le-

game sito-specifico tra distanza di arresto e tempo di ritorno delle valanghe utilizzando il "metodo delle eccedenze" per analizzare statisticamente i dati storici di distanza di arresto relativi al sito valanghivo in esame.

Viene inoltre proposta una estensione di tale metodologia con riferimento ad analisi effettuate a scala regionale, ovvero analisi in cui dati di distanze di arresto relativi a differenti siti valanghivi vengono "opportunamente" accorpate. Il ricorso ad analisi a scala regionale è essenziale nel caso di siti scarsamente documentati o addirittura privi di documentazione storica, dove analisi sito-specifiche non possono essere effettuate o comunque non possono condurre a risultati sufficientemente accurati.

IL METODO DI ANALISI PROPOSTO

Le informazioni relative ad eventi del passato che si hanno a disposizione quando ci si appresta a studiare un sito valanghivo possono essere di diverso tipo e caratterizzate da un diverso grado di dettaglio.

Tipicamente si possono distinguere:

- le schede compilate per la realizzazione della Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (CLPV) o del Catasto Valanghe, che usualmente sintetizzano i risultati di inchieste sulla popolazione e indagini sul terreno e raccolgono le informazioni relative agli eventi storici di maggior estensione;
- i "Modelli 7 AINEVA", in cui sono contenute indicazioni di dettaglio relative ad eventi valanghivi passati, ma che in generale coprono un arco temporale relativamente limitato;
- altre tipologie di schede per la raccolta dei dati legati all'attività valanghiva che possono variare a seconda delle regioni alpine (ad

esempio la Provincia Autonoma di Trento ha utilizzato in passato delle schede molto sintetiche - le schede del vecchio catasto forestale - che riportano, per tutti gli eventi registrati, la massima distanza d'arresto espressa mediante la quota minima raggiunta dalla valanga).

Per un dato sito valanghivo si possono pertanto avere a disposizione, almeno in linea di principio, un buon numero di dati di distanze d'arresto, relativi ad eventi valanghivi caratterizzati da dimensioni (e periodicità) differenti. In generale tali dati possono essere suddivisi in due classi: (a) dati "storici", dedotti principalmente dalle CLPV, che in dipendenza del sito valanghivo e della regione coprono un arco di tempo tipicamente variabile tra 50 e 100 anni; (b) dati "sistematici", ricavati dai modelli 7 AINEVA o da altre tipologie di schede valanghe simili, che coprono un arco di tempo in generale non superiore a 20-30 anni, e comunque fortemente variabile in dipendenza del sito valanghivo e della regione considerata. Si deve osservare che, con riferimento alla serie di registrazioni sistematiche, i dati raccolti non sono dei massimi annuali; è possibile infatti che in alcuni anni non si verifichino valanghe, così come che se ne verifichino più d'una.

Ciò non permette di adottare un'analisi statistica di tipo "classico", ovvero di adattare alla serie dei massimi annuali di distanza di arresto una distribuzione di probabilità e determinare da questa il legame tra distanza di arresto e tempo di ritorno.

Per utilizzare al meglio le informazioni contenute in una serie di dati di distanze di arresto che possa essere ritenuta sistematica si è fatto ricorso al metodo di analisi delle eccedenze (Maione e Moiesello, 1993).

Analisi sito-specifica

Si consideri un sito valanghivo per il quale sia stata raccolta una serie di dati relativi a registrazioni sistematiche di distanze di arresto. Le distanze di arresto possono essere espresse attraverso diversi parametri, con l'unica condizione che il parametro utilizzato sia funzione monotona della distanza di arresto (in tal senso ad esempio l'utilizzo della quota minima di arresto non va bene); per il momento verrà utilizzata la proiezione orizzontale della distanza complessiva percorsa dalla valanga a partire dal punto più alto di distacco (x_i in Figura 2), ma tale scelta non è essenziale ai fini dell'analisi che segue, almeno nel caso di analisi sito-specifiche. Fissato un valore di soglia per le distanze di arresto (tipicamente la distanza che corrisponde all'entrata nella zona di conoide e più in generale all'entrata nella zona di arresto, x_i in Fig. 2 e Fig. 3), si considerino il numero m di eventi valanghivi che si arrestano a valle di tale soglia. Indicato con M il numero degli anni cui le osservazioni si riferiscono, il valore medio del numero di superamenti per anno (eccedenze) risulta:

$$\lambda = \frac{m}{M} \quad (1)$$

La distanza di arresto di un evento valanghivo che superi la soglia fissata è una variabile casuale, con funzione di probabilità cumulata $P(x)$. La distanza di arresto x verrà superata, in media, una volta ogni t eventi, avendo posto:

$$t(x) = \frac{1}{1-P(x)} \quad (2)$$

Poiché si contano in media λ superamenti per anno, con buona approssimazione il valore x risulta superato, sempre in media, una volta ogni T anni, con:

$$T(x) = \frac{t(x)}{\lambda} = \frac{1}{\lambda} \frac{1}{1-P(x)} \quad (3)$$

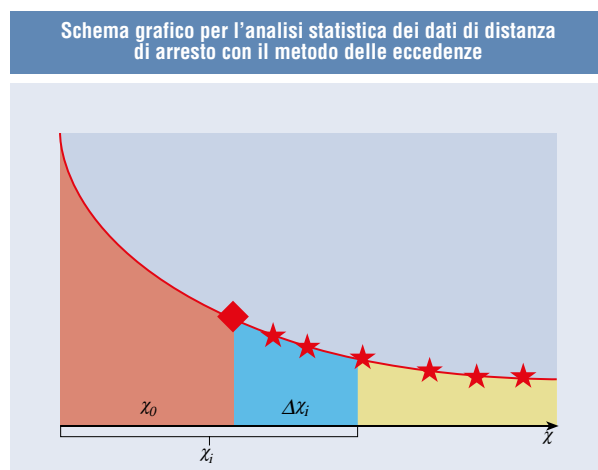


Fig.2



Fig.3

t è il tempo di ritorno del valore x della distanza di arresto espresso in numero di eventi valanghivi, mentre T è il tempo di ritorno espresso in anni.

La relazione (3) consente, in linea di principio, di associare per un determinato sito valanghivo ad ogni valore di distanza di arresto un determinato tempo di ritorno (e viceversa), e richiede:

- che sia stimato per il sito in esame il numero di eccedenze medio annuo (il parametro λ della relazione (1));
- che sia individuata la legge di distribuzione di probabilità

Figura 2: Lungo il profilo longitudinale del pendio sono indicate la soglia per le distanze di arresto (x_0) e la serie storica di eccedenze disponibili (x_i).

Figura 3: Veduta aerea del sito valanghivo "Val Nigolaia". In rosso sono indicati i limiti del sito, dedotti dalla CLPV; la freccia bianca indica la direzione principale di espansione tipicamente seguita dalla valanga nella zona di conoide.



($P(x)$ della relazione (2)) secondo la quale per il sito in esame sono distribuite le distanze di arresto degli eventi valanghivi che superano la soglia prefissata (a tal proposito sarebbe opportuno adottare una legge limitata inferiormente, anche se può essere utilizzata una qualunque legge che si adatti bene alle osservazioni, soprattutto nel campo delle maggiori distanze di arresto, che sono quelle di maggior interesse).

Sia la stima di λ che di $P(x)$ per essere effettuate in maniera sufficientemente accurata su di un determinato sito richiedono un campione di dati significativo, ovvero la conoscenza di un buon numero di eventi storici registrati in maniera sistematica; in tal caso è possibile effettuare analisi "sito-specifiche". In realtà tale situazione si riscontra solo raramente nella pratica e pertanto risulta necessario, al fine di ottenere stime statisticamente significative, fare ricorso a tecniche di analisi di tipo "regionale" (Kite, 1988; Cunnane, 1989).

Analisi regionale

Si considerino N siti valanghivi appartenenti ad un dato contesto montano (versante, valle, regione, etc.), per ciascuno dei quali siano note un certo numero di eccedenze registrate con sistematicità (distanze di arresto che per ciascun sito hanno superato la relativa soglia x_{0j}).

Indichiamo con x_{ij} l'eccedenza i -esima relativa al sito j -esimo, con $i=1, \dots, m_j$ (m_j è il numero di eccedenze sul sito j -esimo) e $j=1, \dots, N$. Per il sito j -esimo è possibile definire il tasso annuo di eccedenza: $\lambda_j = m_j / M_j$, dove M_j indica il numero degli anni cui si riferiscono le osservazioni sistematiche sul sito j -esimo.

La possibilità di effettuare l'analisi a scala regionale richiede che le serie di distanze di arresto relative ai diversi siti, a meno di un fattore di scala (tipicamente rappresentato dalla media), risultino appartenere alla stessa popolazione (siano cioè statisticamente omogenee), ovvero che le serie adimensionali x_{ij}^* .

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\bar{x}_j} \quad i=1, \dots, m_j; j=1, \dots, N \quad (4)$$

con $\bar{x}_j$ indicante il valore medio delle eccedenze sul sito j -esimo, abbiano la stessa varianza (o equivalentemente che i coefficienti di variazione delle serie dimensionali x_{ij} siano uguali).

In realtà è stato dimostrato (Cunnane, 1989) che un tasso di disomogeneità relativamente basso può essere accettato (la condizione limite è un coefficiente di variazione dei coefficienti di variazione, relativi alle singole serie x_{ij} , uguale a 0.4), in quanto il vantaggio acquisito accorpare informazioni relative a diversi siti è maggiore dell'effetto negativo indotto dalla parziale disomogeneità delle informazioni².

Accertata l'esistenza di omogeneità statistica tra le serie di eccedenze relative ai differenti siti, è possibile determinare una

relazione valida a scala regionale (la cosiddetta "curva di crescita regionale") tra distanze di arresto (adimensionali) e tempi di ritorno (in numero di eventi), del tipo:

$$t(x^*) = \frac{1}{1 - P(x^*)} \quad (5)$$

I parametri della legge di distribuzione $P(x^*)$ possono essere stimati con differenti tecniche di regionalizzazione, ad esempio (Cunnane, 1989): (a) può essere calcolata la media regionale dei momenti (ordinari o pesati in probabilità) relativi alle singole serie adimensionali x_{ij}^* , ed applicato il metodo dei momenti; (b) i dati adimensionali relativi ai differenti siti (x_{ij}^*) possono essere accorpati e trattati come un unico campione ai fini della stima dei parametri.

Per passare dalla relazione (5) al legame sito-specifico di interesse tra distanza di arresto e tempo di ritorno (in anni) bisogna utilizzare il fattore di scala (distanza di arresto media sul sito, $\bar{x}_j$) ed il numero medio di eccedenze annue (λ_j) stimati alla scala del singolo sito. Infatti risulta:

$$T_j(x^*) = \frac{1}{\lambda_j} \frac{1}{1 - P(x^*)} \quad (6)$$

e:

$$x_j(T) = x_j^*(T) \bar{x}_j \quad (7)$$

Nel caso di siti privi di documentazione storica (dove pertanto non è possibile effettuare stime sito-specifiche di $\bar{x}_j$ e λ_j) è possibile pervenire alla determinazione di una relazione tra distanza di arresto e tempo di ritorno utilizzando la curva di crescita regionale $P(x^*)$ e stimando i valori sito-specifici di $\bar{x}$ e λ mediante relazioni del tipo $\bar{x} = f(p_1; p_2; \dots; p_n)$ e $\lambda = f(p_1; p_2; \dots; p_n)$ che consentano di correlare tali grandezze alle caratteristiche topografiche del sito (con $p_1, \dots, p_n$ si sono infatti indicati parametri topografici significativi allo scopo; ad esempio la distanza di arresto media su un sito può essere

ritenuta collegata alle pendenze della zona di scorrimento e della zona di arresto, così come alle dimensioni dell'area di distacco, mentre il numero di eccedenze medio annuo può essere ritenuto in qualche modo legato a pendenza, esposizione e quota media della zona di distacco).

APPLICAZIONE PRATICA DELLA METODOLOGIA PROPOSTA

Analisi sito-specifica

A titolo esemplificativo, la metodologia d'analisi statistica descritta precedentemente viene applicata al sito valanghivo denominato "Val Nigolaia", il sito maggiormente documentato della Val di Rabbi, una valle laterale della Val di Sole (TN).

La Val Nigolaia si sviluppa in sinistra orografica della Val di Rabbi sulle pendici meridionali del monte Castel Pagano (2609 m s.l.m.).

Il sito ha una morfologia di tipo imbutiforme, copre un dislivello complessivo di circa 1500 metri ed ha uno sviluppo complessivo intorno ai 3 km (Figura 3).

La zona di distacco, orientata a Sud Sud-Ovest, è collocata approssimativamente tra le quote 2550 e 2150 m s.l.m., ha un'estensione areale di circa 14 ha e pendenze variabili tra i 35° e i 45°.

La zona di scorrimento è rappresentata da un canale incassato (larghezza pari a 10-15 m e fianchi con inclinazione di circa 35-40°), con una pendenza che decresce gradualmente dai 30° circa delle zone superiori ai 20° circa del tratto terminale; il canale di scorrimento sbocca in un'area di conoide intorno alla quota 1250 m s.l.m.

La zona di conoide rappresenta la zona di arresto della valanga; nella parte alta (sopra la Strada Comunale S. Bernardo-Zanon) le

pendenze sono notevoli (intorno ai 15°) mentre nella parte inferiore decrescono gradualmente (circa 10°) fino ad un tratto pianeggiante che termina in corrispondenza del torrente Rabbies. I dati storici relativi al sito "Val Nigolaia" sono rappresentati graficamente nella Figura 4; le distanze di arresto sono misurate a partire dalla zona di distacco, utilizzando nella zona di arresto la direzione principale di scorrimento indicata in Figura 5.

La serie di distanze di arresto può essere considerata "sistematica" a partire dall'anno 1975 (periodo storico di registrazione 1975-2000), considerando come soglia per l'analisi delle eccedenze l'inizio della zona di conoide, caratterizzata dalla progressiva $X_1=2125\text{m}$ (Figure 4 e 5). Si può infatti ritenere che tutti gli eventi valanghivi che hanno superato tale soglia e si sono arrestati nella zona di conoide siano stati registrati con sistematicità sia attraverso le schede del vecchio catasto forestale che sulle schede relative al modello 7 Aineva.

Il valore medio di superamenti per anno λ è dunque pari a 0.32 (8 eccedenze in 25 anni).

La distribuzione di probabilità di Gumbel ha mostrato un buon adattamento al campione di dati relativo a tale serie sistematica di eccedenze; la funzione di probabilità cumulata per tale distribuzione risulta:

$$P(x) = e^{-e^{a(x-b)}} \quad (8)$$

dove a e b sono i parametri di forma e posizione della distribuzione (nel caso in esame stimati con il metodo dei momenti e rispettivamente pari a 0.0098 e 2355.14). Determinate le probabilità annue di non superamento associate a un qualsiasi valore della distanza di arresto x mediante la relazione (8), l'applicazione della relazione (3) consente la determinazione

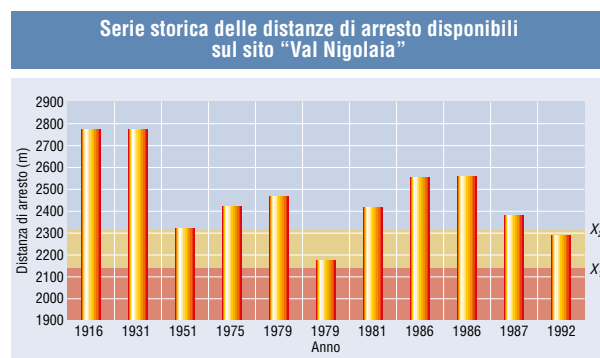


Fig.4

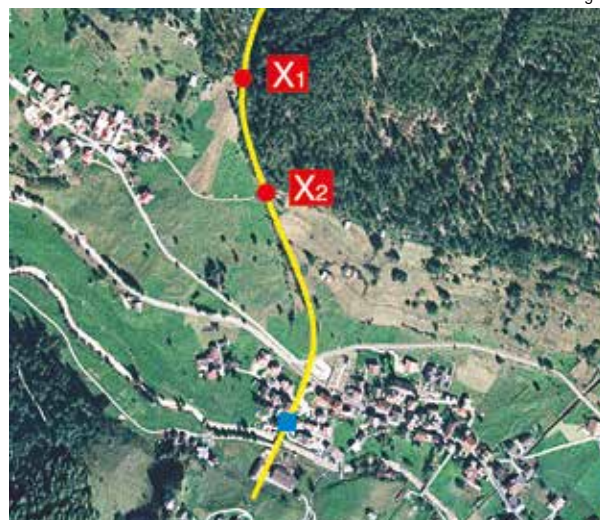


Fig.5

dei relativi tempi di ritorno.

I risultati ottenuti sono riportati in Figura 6, con riferimento ai dati di distanza di arresto campione. In tale analisi sono stati esclusi i dati storici relativi agli eventi del 1916, 1931 e 1951 in quanto antecedenti all'inizio delle registrazioni sistematiche (non è cioè escluso che nel periodo 1900-1975 alcune valanghe possano essersi arrestate nella parte alta del conoide senza essere state in qualche modo registrate); ciò comporta in particolare l'esclusione dall'analisi dei due dati relativi agli eventi conosciuti di maggiore estensione (1916 e 1931), e conseguentemente limita l'accuratezza dei risultati con riferimento alla stima delle distanze di arresto caratterizzate dai tempi di ritorno maggiori, ovvero a quelle di maggior interesse pratico. Infatti l'analisi statistica dei dati di distanze di arresto presenta dei forti limiti nel momento in cui si cercano di fare delle estrapolazioni (nel caso in

Figura 4: Nella figura sono indicate anche le due soglie (X_1 e X_2) utilizzate nell'analisi delle eccedenze.

Figura 5: Veduta aerea della zona di arresto del sito "Val Nigolaia". Sono indicati il profilo principale di scorrimento (lungo cui sono state misurate le distanze di arresto degli eventi storici), le due soglie X_1 e X_2 utilizzate per l'analisi delle eccedenze, e la massima distanza di arresto raggiunta dalla valanga (bollino blu).

Probabilità di non superamento e tempi di ritorno in Val Nigolaia 1975-2000			
Evento (anno)	x (m)	$P(x)$	T (anni)
1979	2180	0.0036	3
1992	2295	0.1639	4
1987	2385	0.4747	6
1981	2425	0.6050	8
1975	2425	0.6050	8
1979	2470	0.7243	11
1986	2565	0.8812	26
1986	2565	0.8812	26

Fig.6

Probabilità di non superamento e tempi di ritorno in Val Nigolaia 1900-2000			
Evento (anno)	x (m)	$P(x)$	T (anni)
1987	2385	0.1130	14
1975	2425	0.2095	16
1981	2425	0.2095	16
1979	2470	0.3412	19
1986	2565	0.6139	34
1986	2565	0.6139	34
1931	2755	0.9185	150
1916	2755	0.9185	150

Fig.7

Figura 6: dati di distanze di arresto relativi alla serie sistematica di registrazioni 1975-2000 (soglia $X_1=2125$ m, curva di distribuzione di probabilità di Gumbel, parametri stimati con il metodo dei momenti).

Distanze di arresto relative a tempi di ritorno assegnati in Val Nigolaia	
T (anni)	x (m)
15	2411
30	2548
50	2619
100	2706
150	2755
200	2789
300	2836

Fig.8

Figura 7: dati di distanze di arresto relativi alla serie di registrazioni 1900-2000, resa "artificialmente" sistematica mediante innalzamento del valore di soglia per le eccedenze (soglia $X_2=2320$ m, curva di distribuzione di probabilità di Gumbel, parametri stimati con il metodo dei momenti).

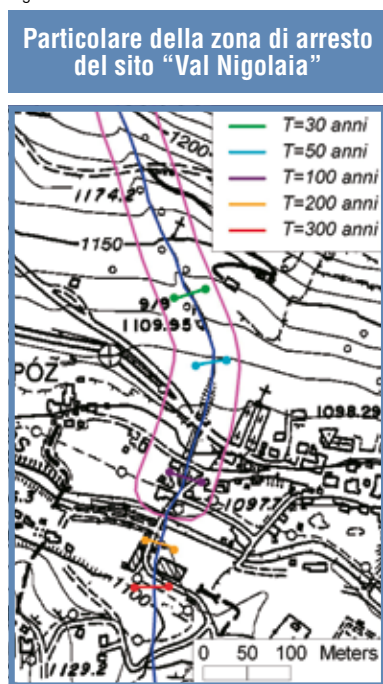


Fig.9

Figura 8: soglia per l'analisi delle eccedenze in corrispondenza del punto β , corrispondente alla progressiva $X_2=2320$ m.

Figura 9: sono indicate le stime delle distanze di arresto delle valanghe in funzione del tempo di ritorno ottenute analizzando i dati storici con il metodo delle eccedenze (soglia $X_2=2320$ m).

esame quando si cerchino di caratterizzare le distanze di arresto con periodicità superiore ai 30 anni o equivalentemente quando si cerchi di caratterizzare la frequenza di accadimento di eventi con spazi di frenata maggiori di 2565 m, vedi Fig. 6).

L'inferenza statistica infatti non tiene in alcun modo in considerazione la morfologia del territorio a valle delle distanze di arresto caratteristiche della serie analizzata (che contengono invece informazioni relative alla topografia del profilo a monte di esse), fattore che influenza fortemente le distanze di arresto potenzialmente raggiungibili dalle valanghe in tale zona.

Per caratterizzare adeguatamente la periodicità delle distanze di arresto maggiori è necessario includere nell'analisi i dati storici che contengono informazioni di questo tipo; si è allora alzato il valore della soglia per l'analisi delle eccedenze, fissandolo in corrispondenza del punto β (Figura 1), caratterizzato nel caso in esame da una progressiva $X_2=2320$ m (Figure 4 e 5).

Poiché il punto β può essere considerato come l'inizio della zona di arresto di eventi "estremi" (si osservi che nella Val di Rabbi tale punto è stato identificato con riferimento ad una pendenza locale pari a 15-16°, a differenza dei 10° proposti in letteratura), si è potuta fare l'ipotesi di considerare sistematica la serie degli eventi che oltrepassano il punto β , e che quindi vanno ad arrestarsi immediatamente a monte o ad interessare il centro abitato (Figura 5), ovvero si è ipotizzato che nel periodo storico 1900-2000 siano state registrate tutte le valanghe di dimensioni notevoli. Sono stati ricalcolati il valore di λ pari in questo caso a 0.08 (8 eccedenze in cento anni), ed i valori delle probabilità di non superamento associate a ciascun valore della distanza di arresto x , utilizzando sempre la distribuzione di Gumbel (Equazione 8); i parametri a e b della distribuzione, calcolati con il metodo dei momenti, sono risultati in questo caso pari rispettivamente a 0.0088 e 2477.47. Le probabilità $P(x)$ e i tempi di

ritorno associati a ciascun valore delle distanze di arresto campione sono riportati in Figura 7.

Questo tipo di analisi permette di calcolare in un modo più preciso i valori di T per gli eventi valanghivi caratterizzati dalle distanze di arresto maggiori (1916, 1931, 1986), ma tende a sovrastimare i tempi di ritorno relativi alle distanze di arresto più piccole, associate ad eventi arrestatisi in prossimità del punto β (1975, 1979, 1981, 1987), come si può vedere da un confronto dei risultati riportati nelle Figure 6 e 7.

Ciò è legato al fatto che non si può essere sicuri di non aver perso nessun dato relativo ad eventi di minor rilievo in un periodo di tempo lungo come quello considerato per questa seconda analisi.

I valori di distanza di arresto relativi a tempi di ritorno assegnati, fissata la soglia per l'analisi delle eccedenze in corrispondenza del punto del punto β ($X_2=2320$ m), sono riportati in Figura 8; la relativa perimetrazione è presentata in Figura 9.

Gli eventi trentennali e cinquantennali si arrestano a monte della strada provinciale, l'evento secolare, superando la provinciale, si arresta in corrispondenza dell'abitato, mentre l'evento trecentennale oltrepassa il torrente Rabbiés e si arresta sul versante opposto; il dato della CLPV è stimato avere un tempo di ritorno compreso tra 100e 200 anni.

Analisi regionale

Per l'implementazione pratica dell'analisi a scala regionale si considerano accanto al sito Val Nigolaia (identificato nel seguito anche con il suo numero catastale 7204) un gruppo di altri siti appartenenti alla Val di Rabbi caratterizzati da adeguata documentazione storica (specificatamente i siti n. 7205,

7209, 7216, 7217). Per le ragioni esposte a pagina 17 come soglia nell'analisi delle eccedenze è utilizzato il punto β (e le distanze di arresto sono state misurate a partire da questo punto), ipotizzando che gli eventi di maggiori dimensioni siano stati registrati in modo sistematico su tutti i siti considerati.

Quest'ipotesi può ritenersi valida soprattutto considerando che per la Val di Rabbi il punto β si trova molto a valle, nella zona generalmente in prossimità di centri abitati e le vie di comunicazione. Si osservi che l'adozione di un valore di soglia elevato, se da un lato consente di includere in una serie ritenibile sistematica gli eventi di maggior entità, dall'altro riduce il numero di eventi campione per ciascun sito, accentuando il problema della scarsità di dati con riferimento ad analisi sito-specifiche e rendendo di fatto necessario il ricorso a tecniche di analisi di tipo regionale.

In Figura 10 sono sintetizzati i dati di partenza disponibili per l'analisi regionale.

Il criterio di omogeneità risulta verificato (CV dei CV pari a 0.39), con i siti 7209 e 7216 che sembrano essere quelli maggiormente disomogenei rispetto agli altri (ed in particolare al n. 7204).

Il campione esteso ottenuto accorpando i dati adimensionalizzati relativi ai vari siti ha mostrato un buon adattamento alla legge di distribuzione di probabilità di Gumbel (Eq. 8), come mostrato in Figura 11; i relativi parametri stimati con il metodo dei momenti sono risultati pari a: $a=2.5219$; $b=0.7711$. La curva di crescita regionale risulta pertanto:

$$P(\Delta x^*) = e^{-e^{-a(\Delta x^* - b)}} \quad (9)$$

L'utilizzo della relazione (9) e dei parametri sito specifici relativi al sito 7204 ($\lambda=0.08$; $\Delta x_{medio}=225$

m), consente di determinare le distanze di arresto relative a valori prefissati del tempo di ritorno (Equazioni 5, 6 e 7); i risultati sono riportati in Figura 12.

Un confronto con i risultati ottenuti su tale sito valanghivo mediante l'analisi sito-specifica (Fig. 8), ha mostrato un buon accordo tra i due differenti approcci, soprattutto con riferimento ai tempi di ritorno più bassi (30, 50 anni), e differenze comunque non superiori ai 50-60 metri anche per i tempi di ritorno maggiori (200, 300 anni).

Si osservi che se la regionalizzazione è limitata ai siti maggiormente omogenei (7204, 7205 e 7217, vedi Fig. 10), l'accordo tra le due analisi risulta molto buono anche per le periodicità più alte, con differenze inferiori ai 15 metri per tutti i tempi di ritorno considerati (Fig. 12).

E' stata anche condotta un'analisi regionale eliminando le informazioni relative al sito 7204; il campione adimensionale esteso si riduce pertanto ai soli dati relativi ai siti 7205, 7209, 7216 e 7217, ed i parametri della curva di crescita regionale, ottenuta adattando la distribuzione di Gumbel a tale campione, risultano differenti ($a=2.7445$; $b=0.7896$).

L'utilizzo di tale curva di crescita regionale sul sito 7204 (concomitantemente al λ e Δx_{medio} di tale sito) fornisce ancora valori delle distanze di arresto per tempi di ritorno prefissati (Fig. 12) in discreto accordo con i risultati dell'analisi sito-specifica (Fig. 8); le differenze sono estremamente contenute per i tempi di ritorno più bassi (30, 50 anni), non superano i 30m per l'evento secolare, e risultano pari a circa 70-80m per i tempi di ritorno maggiori (200, 300 anni).

Si osservi che anche in questo caso, se la regionalizzazione è limitata ai siti maggiormente omogenei al sito 7204 (ovvero il

Sintesi dei dati disponibili per l'analisi regionale									
Valanga n.7204 ($\lambda = 0.08$)		Valanga n.7205 ($\lambda = 0.02$)		Valanga n.7209 ($\lambda = 0.02$)		Valanga n.7216 ($\lambda = 0.4$)		Valanga n.7217 ($\lambda = 0.2$)	
Anno	Δx	Anno	Δx	Anno	Δx	Anno	Δx	Anno	Δx
1916	435	1805	840	1916	400	1975	50	1981	25
1931	435	1845	265	1931	590	1979	20	1984	25
1975	105	1888	720			1979	50	1985	25
1979	170	1916	75			1981	20	1986	25
1981	105					1984	50	1986	70
1986	245					1986	50		
1986	245					1986	20		
1987	65					1987	51		
						1990	50		
						1992	50		
Media	225	495	495			41		34	
Dev. st	144.6	363.9	134.4			14.57		20.12	
CV	0.641	0.766	0.271			0.355		0.592	

Fig.10

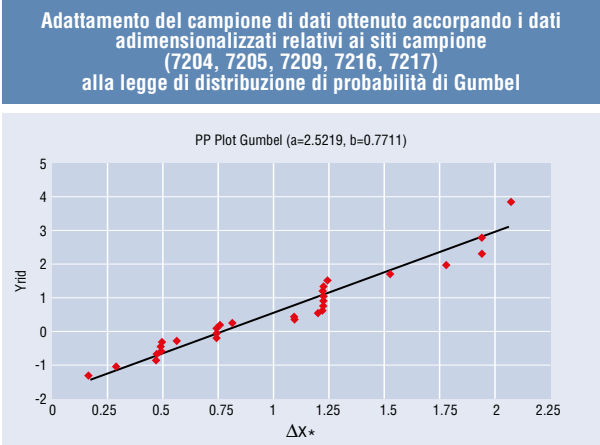


Fig.11

Distanze di arresto, per tempi di ritorno fissati in Val Nigolaia				
T (anni)	X (m) Analisi regionale sui siti 7204, 7205, 7209, 7216, 7217	X (m) Analisi regionale sui siti 7205, 7209, 7216, 7217	X (m) Analisi regionale sui siti 7204, 7205, 7217	X (m) Analisi regionale sui siti 7205, 7217
15	2442	2450	2420	2417
30	2549	2549	2550	2550
50	2605	2601	2618	2619
100	2674	2664	2701	2704
150	2712	2699	2747	2752
200	2739	2723	2779	2785
300	2776	2758	2824	2831

Fig.12

n. 7205 e n. 7217), l'accordo con l'analisi sito-specifica risulta molto buono anche per le periodicità più alte (Fig. 12), con differenze tra le distanze di arresto comunque non superiori ai dieci metri, a conferma dell'efficacia della regionalizzazione quando si vogliano effettuare stime su siti non documentati o scarsamente documentati, soprattutto qualora condotta su siti caratterizzati da notevole omogeneità statistica con il sito in esame. In realtà, se si operasse realmente su un sito privo di documentazione storica, si avrebbe l'ulteriore problema che non sarebbe possibile stimare per tale sito il tasso annuo di eccedenza (λ) e il valore medio delle eccedenze (Δx_{medio}).

Figura 10: Sintesi dei dati disponibili per l'analisi regionale; le distanze di arresto (Δx) sono misurate a partire dal punto β .

Figura 12: distanze stimate con tecniche di analisi regionale basate su campioni di dati di partenza differenti.

Relazione tra il valore medio della distanza di arresto (misurata a partire dal punto Beta) e la differenza di pendenza tra zona di scorrimento e zona di arresto, per i cinque siti campione

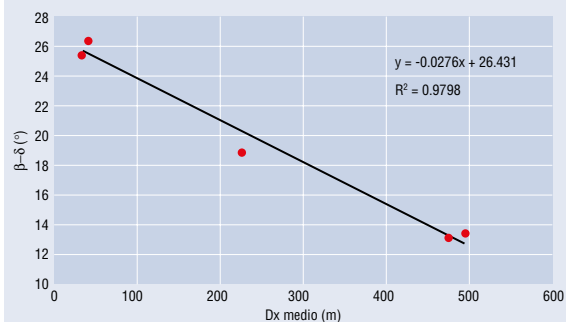


Fig.13

Relazione tra la pendenza media della zona di distacco e il numero medio di eccedenze annue, per i cinque siti campione

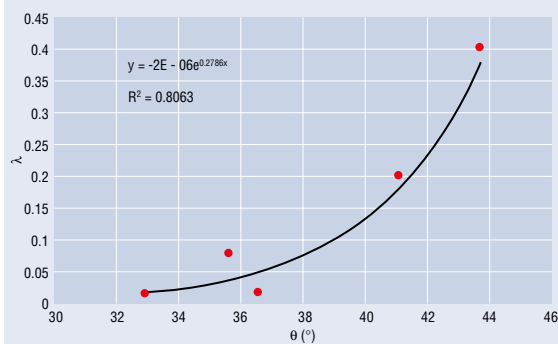


Fig.14

Figura 15: indicazione della massima espansione storica conosciuta; lungo la direzione principale di espansione delle valanghe sono indicate le stime delle distanze di arresto delle valanghe in funzione del tempo di ritorno ottenute tramite l'analisi regionale dei dati di distanza di arresto relativi ai siti 7204, 7205, 7209, 7216 e 7217.

Particolare della zona di arresto del sito n. 7201



Fig.15

A tal proposito, l'analisi dei dati relativi ai 5 siti campione di Figura 10, per quanto parziale, ha mostrato la possibilità di

derivare relazioni regressive che consentono di stimare tali parametri in dipendenza delle caratteristiche topografiche del sito. In particolare, l'analisi dei dati ha mostrato che il valore medio della distanza di arresto su un sito appare essere una funzione decrescente dell'entità del cambio di pendenza in corrispondenza della transizione tra zona di scorrimento e zona di arresto (Figura 13), mentre il tasso annuo di eccedenza sembra essere ben correlato con la pendenza media della zona di distacco (Figura 14).

Nella Figura 14 i due punti contraddistinti dai valori più alti di λ (siti 7216 e 7217) sono gli unici due siti esposti verso nord.

I siti esposti a nord sono quelli caratterizzati da una maggiore attività valanghiva, in quanto, durante l'inverno, ricevono una piccola quantità di raggi diretti solari e il manto nevoso, rimanendo più freddo, si stabilizza più lentamente.

Questo fatto potrebbe spiegare l'elevato numero di eccedenze medie annue che si ha per i due sopracitati siti.

Il grafico di Figura 14 può quindi anche essere letto in base all'esposizione del sito, adottando un valore medio dei λ dei siti 7216 e 7217 (0.3) nel caso in cui il sito sia esposto a nord, e negli altri casi un valore medio dei restanti λ (0.04).

L'utilizzo delle relazioni regressive riportate nelle Figure 13 e 14 (adottando per λ il valore medio dei siti esposti a sud) e della curva di crescita regionale (Equazione 9) ha consentito di caratterizzare il legame tra distanza di arresto e tempo di ritorno per il sito 7201, sostanzialmente privo di documentazione storica (se si esclude la sola indicazione della massima distanza di arresto conosciuta).

I risultati, presentati graficamen-

te in Figura 15, appaiono estremamente sensati, con un tempo di ritorno attribuito all'evento massimo di cui si è a conoscenza pari a circa 200 anni.

CONCLUSIONI

I metodi statistici per la stima delle distanze di arresto delle valanghe risultano un utile complemento ai calcoli di dinamica in applicazioni pratiche finalizzate alla mappatura del pericolo, in quanto di utilizzo relativamente semplice ed oggettivo; inoltre tali metodi possono fornire utili indicazioni anche nei casi in cui non si hanno a disposizione informazioni sufficientemente dettagliate per l'applicazione dei modelli di simulazione della dinamica delle valanghe. In particolare, la metodologia innovativa di analisi statistica dei dati storici di distanza di arresto proposta nel presente lavoro consente, rispetto agli approcci di letteratura, di sfruttare al meglio tutte le informazioni storiche disponibili, e di ottenere un legame "sito-specifico" tra distanza di arresto e tempo di ritorno delle valanghe, essenziale in un'ottica di zonizzazione. Un altro aspetto importante del lavoro è sicuramente quello di avere proposto una metodologia che, sulla base di tecniche di "regionalizzazione", consente di definire il legame tra distanza di arresto e tempo di ritorno anche per siti scarsamente documentati o addirittura privi di documentazione storica. Appare importante evidenziare il fatto che nell'applicazione della metodologia proposta bisogna fare molta attenzione ogniqualvolta si effettuino delle "estrapolazioni", in quanto vi è la possibilità di commettere errori, anche rilevanti, quando si utilizza il legame statistico tra distanze di arresto e tempi di ritorno nelle aree a valle della massima espansione storica conosciuta sul sito in esame.



Bibliografia

Bakkehøi, S., Domaas, U. and Lied, K. 1983. Calculation of Snow Avalanche Run-out Distance. *Annals of Glaciology*, Vol. 4, 24-29.

Cunnane, C. 1989. Statistical distribution for flood frequency analysis. WMO-Operational Hydrology Report No. 33. 61pp.

Harbitz, C. 1998. A Survey of Computational Models for Snow Avalanche Motion. NGI Internal Report No. 581220-1 (also Deliverable D4 of the 4th EU Framework Project SAME: Snow Avalanche Mapping and Warning Systems in Europe. Edited by European Community).

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

Johannesson, T. 1998. Iceland avalanche runout models compared with topographical models used in other countries. In: *Proceedings of the Anniversary Conference for the 25 Years of Snow Avalanche Research at NGI, Voss, Norway, 12-16 May, 1998*, NGI Publications No. 203. 43-53.

Kite, G. W. 1988. Frequency and risk analysis in hydrology. Water resources publications. 224 pp.

Lied, K. and Bakkehøi, S. 1980. Empirical Calculations of Snow Avalanche Run-Out Distance Based on Topographic Parametres. *Journal of Glaciology*, Vol. 26, No. 94, 165-177.

Maione, U. e Moisélo, U. 1993. Elementi di statistica per l'idrologia. La Goliardica Pavese, 299 pp.

McClung D.M. and Lied K. 1987. Statistical and Geometrical Definition of Snow Avalanche Run-out. *Cold Regions Science and Technology*, No. 13, 107-119.

McClung, D.M., Mears, A.I. and Schaerer, P. 1989. Extreme avalanche run-out: Data from four mountain ranges. *Annals of Glaciology* Vol. 13, 180-184.

McClung, D. and Mears, A. 1991. Extreme value prediction of snow avalanche runout. *Cold Regions Science and Technology*, Vol. 19, 163-175.

McClung, D.M. 2001. Extreme avalanche run-out: a comparison of empirical models. *Canadian Geotechnical Journal*, 38, 1254-1265.

In alto a sinistra: vista dell'area di conoide. Sono visibili l'alveo del torrente, i cunei di frenaggio, alcuni degli elementi vulnerabili (strade e manufatti isolati). Fino al terzo cuneo (quota 1200 m s.l.m. circa) le fuoriuscite di masse nevose (in direzione Zanon) sono rese relativamente difficoltose dal fatto che l'alveo è abbastanza incassato, mentre sono molto più probabili nella parte più bassa del conoide (a valle del terzo cuneo).

In alto a destra: Deposito di una valanga nella zona di conoide (inverno 1975)

A sinistra: Zona di distacco relativa ad una valanga dell'inverno 1975; sono ben visibili in più punti le linee di coronamento.

Note

¹ Si noti che la proposta iniziale dagli autori di tali modelli di utilizzare una pendenza pari a 10° per identificare il punto Beta e l'inizio della zona di arresto, in applicazioni successive relative ad altri contesti montani è stata talvolta modificata, ed il punto Beta è stato fatto corrispondere ad una pendenza locale differente (tipicamente maggiore); questo è ad esempio il caso dei siti valanghivi della Val di Rabbi, utilizzati per le applicazioni pratiche nel contesto del presente articolo, dove è stato valutato più adeguato l'utilizzo una pendenza locale pari a 16° per l'identificazione della transizione tra zona di scorrimento e arresto (vedi § 4.1).

² Si noti che mentre nel caso di analisi sito-specifiche il tipo di parametro utilizzato per misurare le distanze di arresto non era importante (ad esempio era insensibile il fatto che le distanze di arresto fossero misurate a partire dal punto più alto di distacco o a partire dalla soglia x0, Fig. 2), tale scelta diviene

cruciale nel caso di analisi a scala regionale in quanto influenza la verifica del criterio di omogeneità che dipende anche dal tipo di parametro utilizzato. Per evitare che indesiderati effetti di scala vadano ad influenzare la verifica del criterio di omogeneità sulle eccedenze, nel caso di analisi a scala regionale si consiglia di misurare le distanze di arresto sui vari siti a partire dal rispettivo valore di soglia (Δx in Fig. 2) e non dal punto più alto di distacco (x in Fig. 2).

Ringraziamenti

Si desidera ringraziare l'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia Autonoma di Trento per avere fornito tutto il materiale necessario allo svolgimento del presente lavoro (dati valanghivi, cartografie, documentazione fotografica), in particolare l'Arch. Giorgio Tecilla, l'Ing. Mauro Gaddo, l'Ing. Gianluca Fruet ed il Geom. Marco Gadotti per l'indispensabile supporto tecnico e per la disponibilità e l'interessamento dimostrati.

Un nuovo “sensore”
per la rete nivometeorologica
del Centro Valanghe di Arabba

web



Mauro Valt

ARPAV - Centro Valanghe di Arabba
Via Pradat, 5 - 32020 Arabba (BL)
e-mail: mvalt@arpa.veneto.it

L'utilizzo di sofisticate web cam montate sulle esistenti stazioni nivometeorologiche della rete di monitoraggio gestita dal Centro valanghe di Arabba ha determinato l'acquisizione di dati utili alla previsione meteo e valanghe. La tecnologia utilizzata ha permesso di recuperare in parte le informazioni venute meno con il ridotto utilizzo di rilevatori tradizionali.

cam





Fig.1

INTRODUZIONE

La rete di stazioni nivometeorologiche automatiche gestita dal Centro Valanghe di Arabba (CVA) è costituita da 17 stazioni distribuite, in parte nella fascia prealpina prevalentemente intorno ai 1600 m e in parte nelle Dolomiti fra i 1800 m e i 2600 m di quota. I dati meteorologici rilevati da ogni stazione sono la direzione e la velocità del vento, la radiazione solare incidente e riflessa e la temperatura e l'umidità dell'aria, mentre i dati relativi alla neve sono l'altezza al suolo e le varie temperature della stessa a differenti altezze (ogni 0.20 fino ad un'altezza di 1 m, ogni 0.4 m per le altezze superiori). (Fig.1).

Una sofisticata elettronica installata in sito gestisce ogni singolo sensore, con tempi di campionamento e registrazione definibili dall'utente. La stessa elettronica trasmette i dati alla centrale di acquisizione, installata presso il Centro Valanghe di Arabba, ogni qualvolta vengono richiesti con

chiamate selettive o schedate. I dati raccolti dalla centrale di acquisizione, oltre che per un utilizzo in tempo reale per le previsioni meteorologiche per le Dolomiti Venete e per la previsione delle valanghe durante l'inverno, vengono inviati automaticamente ad altri sistemi di raccolta o visualizzazione di dati esterni al Centro Valanghe di Arabba quali ad esempio, il Magistrato alle Acque di Venezia e la rete MAVIS dell'Istituto Centrale per la Geodinamica e la Meteorologia di Vienna ZAMST.

L'elevata automatizzazione del sistema di raccolta dei dati, la disponibilità degli stessi in tempo reale con qualsiasi condizione del tempo e dai luoghi più sperduti e impervi della montagna veneta (la trasmissione dei dati è garantita da una rete di 7 ripetitori radio) e la rete realizzata a maglie piuttosto strette (1 stazione ogni 230 Km²), hanno determinato una minor presenza di rilevatori tradizionali sul territorio o delle migliori condizioni di lavoro degli stessi soprattutto per quanto riguarda la sicurezza (rilevi nei fondovalle e non più in quota). Questa evoluzione delle modalità di rilevamento, essenziale per un miglioramento dei servizi di previsione prodotti (meteo e valanghe), hanno determinato la perdita di una parte di quelle informazioni che il rilevatore in loco dava con le sue osservazioni e sensazioni.

Per sopperire a questa perdita, nel corso dell'estate 1999, è stato pensato di utilizzare una soluzione tecnica adoperata per internet, ed implementarla in modo sinergico sulle stazioni nivometeorologiche automatiche. In definitiva è stato pensato di installare un nuovo sensore sulle stazioni nivometeorologiche automatiche e cioè delle web cam: "l'occhio artificiale". Il finanziamento per la realiz-

zazione di tale obiettivo è stato cercato nell'ambito dei progetti Interreg.

IL PROGETTO INTER-REG II

Nel 1999 nell'ambito del Programma Operativo congiunto InterregII Italia-Austria è stato approvato il progetto "Produzione e diffusione congiunta di servizi meteorologici a supporto delle attività turistiche delle Alpi Orientali".

Il progetto si proponeva una collaborazione fra Italia e Austria nel campo della meteorologia alpina finalizzata al miglioramento dei servizi turistici offerti. L'area interessata dal progetto comprendeva i Lander austriaci del Tirolo e di Salisburgo e la Provincia Autonoma di Bolzano.

Fra le varie attività previste in fase progettuale e afferenti ad ogni singolo partner in base alle esigenze e località locali, attività distinte da quelle comuni afferenti a tutti i partner, è stata inserita e successivamente approvata la realizzazione di una piccola rete di "occhi artificiali" (web cam) in quota, da implementare sulle stazioni nivometeorologiche già esistenti e presenti all'interno dell'area transfrontaliera.

LA RETE DI WEB CAM IN QUOTA

Il sistema ideato dal Centro Valanghe di Arabba in collaborazione con ditta SVM S.r.l. di Romito Magra (SP) è stato realizzato utilizzando una web cam ad elevata risoluzione installata su palo, una elettronica di gestione contenuta in un apposito contenitore stagno, un sistema di alimentazione formato da un pannello a celle fotovoltaiche con batterie in tampone, un sistema di trasmissione dati GSM che utilizzano in parte la tecnologia già sperimentata negli U.S.A. nel campo del video monitorag-

gio dalla Erdman Video Systems (vedi schema a lato). Il sistema, pur utilizzando tutte le strutture di una stazione nivometeorologica esistente e cioè il palo principale alto 10 m, il contenitore e il vano batterie, è stato realizzato completamente autonomo e indipendente (Fig. 2).

LA WEB CAM

Attualmente la web cam è costituita da una fotocamera ad elevata risoluzione alloggiata in una custodia tipo Pelco fissata ad un palo mediante un braccio di sostegno.

Diversi sono i modelli di fotocamera che si possono installare e che l'elettronica principale può gestire (Kodak, Olympus C-4040, etc.). La scelta effettuata da CVA è stata una macchina fotografica digitale Kodak DC 120, modello relativamente economico e versatile, le cui principali caratteristiche tecniche sono: risoluzione di 1280 x 960 pixel, 24 bit color, zoom 3x, ottica 28-114 mm.

La fotocamera è alimentata con una tensione di 7,5 Volt e controllata, mediante la porta seriale, dal sistema di controllo Biscuit.

IL BISCUIT

Il sistema di controllo della fotocamera chiamato Biscuit è costituito essenzialmente da un computer integrato Pentium funzionante in ambiente Windows 98 sistemato in una custodia stagna dalle dimensioni di 40 x 25 x 30 cm circa.

Questa custodia è alloggiata nella parte superiore dell'esistente contenitore "Conchiglia" a protezione IP 55 in cui è sistemata l'elettronica della esistente stazione nivometeorologia (SP300 realizzata dalla ditta CAE di Castenaso di Vollanova -BO). Le ridotte dimensioni del Biscuit hanno permesso questo tipo di soluzione tecnica evitando, in tal

modo, la realizzazione di altre strutture esterne (Fig.3).

Il sistema di controllo Biscuit è completamente automatizzato, privo di tastiera e di monitor fissi (che possono essere collegati solo per la manutenzione), con un solo interruttore "On/Off" (Fig. 4). Il Biscuit ha integrato un sistema Watchdog controller che gli permette di ridurre i consumi e di funzionare per lungo tempo senza interventi di manutenzione.

Il sistema è preconfigurato per l'acquisizione delle immagini (software VM95) e per l'uploading in Internet o ad una centrale di acquisizione ed è programmabile tramite Network, connessione telefonica o tramite internet. Inoltre il Biscuit non è uno streaming video né un sistema basato su video server.

IL SOFTWARE VM95

Il software VM95, realizzato dalla SVM S.r.l. e Erdmann Video System, è un software versatile e di facile utilizzazione che viene adoperato per la preparazione delle immagini e/o delle pagine in html, e per la trasmissione dei dati utilizzando una scheda modem GSM integrata.

Le principali caratteristiche e operazioni possibili sono:

- Intervalli di campionamento da 1 minuto a 24 ore con immagini per vari giorni della settimana, accensione e spegnimento del sistema a intervalli programmati con oltre 80 differenti scene (fotografie web cam) programmabili;
- A seconda del tipo di fotocamera installata è possibile gestire il livello di compressione, il contrasto, i grafici e i testi sovrascrivibili sull'immagine;
- Riprese notturne con esposizioni, fino a 16 secondi, per immagini con bassissima luce, ed esposizione selezionabile in una zona definita dell'immagine

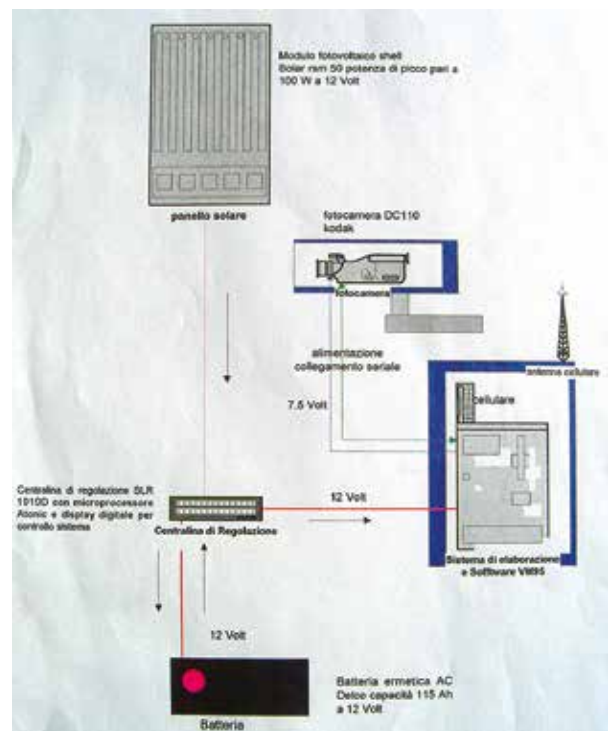


Fig.3



Fig.2



Fig.4



Fig.5

(region of interest) (Fig.5);

- Archiviare le immagini in locale;
- Gestire i dati provenienti da una centralina meteorologica del tipo Davis Weather Station Support (non implementate nella rete di CVA in quanto vengono utilizzati i dati della esistente stazione nivometeorologica automatica che confluiscono nella centrale di acquisizione delle immagini delle web cam tramite una connessione alla LAN del CED di Centro di Arabba);
- Internet uploading con connessione a qualsiasi net in modalità Dial-Up, ISP, DSL con possibilità di inviare file via FTP a 4 differenti siti FTP. Queste performance possono essere controllate da remoto, quando il Biscuit si collega in rete intranet con la centrale di acquisizione dati, oppure in campagna collegandosi, sempre in rete, con un PC portatile.

Di recente è stato implementato un sistema che da remoto permette di effettuare un reset del sistema semplicemente chiamando un determinato numero di volte la stazione via telefono. Questa opportunità permette di riavviare il computer e di eliminare alcuni interventi di

manutenzione che venivano precedentemente risolti con l'azione diretta della squadra di manutenzione.

IL SISTEMA DI ALIMENTAZIONE E TRASFERIMENTO DATI

La fotocamera e il Biscuit sono alimentati da un sistema formato da un pannello fotovoltaico con potenza nominale di picco pari a 100 W a 12V, con una o due batterie in tampone del tipo AC Delco 2000 della capacità di 115 Ah a 12 V che danno una buona garanzia di funzionamento anche con prolungate temperature sotto gli 0°C. L'alimentazione è controllata da una centralina di regolazione SLR 1010d munita di un microprocessore Atonic e di un display digitale per il controllo del sistema, che regola la ricarica delle batterie e la tensione inviata al Biscuit (12 Volt).

La batteria è stata alloggiata in un apposito vano interrato (Fig. 6). Il trasferimento dei dati avviene attivando un collegamento intranet con la centrale di acquisizione sita in Arabba per mezzo di un telefono cellulare o una di una scheda fax integrata via rete GSM. I vari siti dove sono

installate le fotocamere di CVA sono coperti da diversi operatori telefonici (TIM, OMNIOTEL, WIND, ..) e quindi sono stati attivati contratti con operatori diversi in funzione della qualità del segnale in sito.

LA CENTRALE DI ACQUISIZIONE DATI IN ARABBA

Tutte le immagini riprese dalle fotocamere, attualmente una ogni 60'-120' dalle ore 7 alle ore 19 di ogni giorno, sono inviate con orari diversi (ogni 15'), alla centrale di acquisizione installata presso il CED del Centro Valanghe di Arabba (vedi schema sotto riportato).

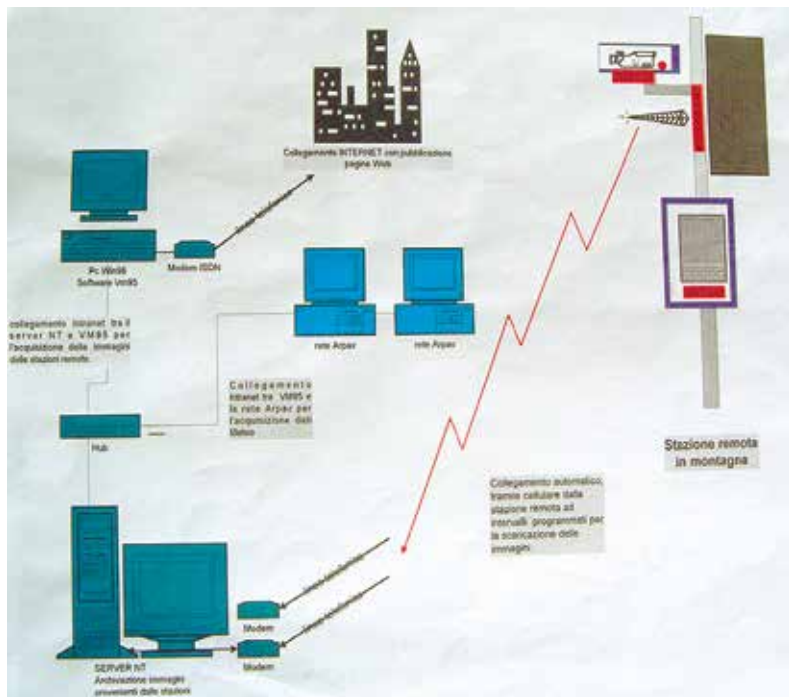
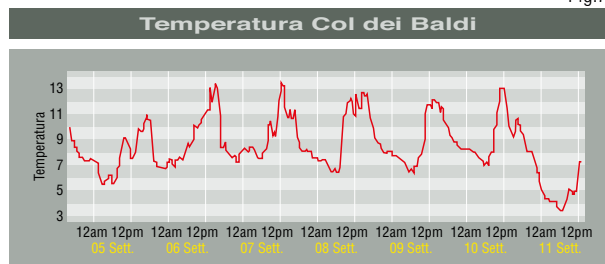
La centrale di acquisizione è costituita da due PC in ambiente Windows.

Uno è Server NT a cui sono collegati due modem analogici per la ricezione delle immagini, la preparazione dei filmati Mpeg e in cui convoglia il flusso dei dati nivometeorologici provenienti da un altro sistema di acquisizione (MARTE - CAE). L'altro computer in rete lavora in ambiente Windows 98, gestisce la pubblicazione in locale delle immagini e dei dati nivometeo in

Fig.6



Fig.7



forma grafica e la pubblicazione dei dati in Internet (Fig. 7).

In questo modo una macchina (Server NT) è dedicata esclusivamente alla ricezione dei dati (immagini e dati meteo) e l'altra alla visualizzazione e alla pubblicazione.

Su quest'ultimo computer sono installati altri applicativi che producono degli elaborati da pubblicare in Internet, come ad esempio Local Meteo per la rappresentazione in forma grafica del tempo previsto in ogni località inquadrata dalla fotocamera (Fig. 8).

IL SITO INTERNET

Le immagini riprese dalle fotocamere, i dati provenienti dalla rete nivometeorologica e appositamente elaborati sono pubblicati sul sito internet <http://www.svm.it/webarpav>.

Il sito è stato realizzato e ampliato in più fasi ed è attualmente visibile in italiano, inglese e tedesco. Il sito viene aggiornato in blocco ogni ora e quindi esiste uno sfasamento di 45' - 95' tra lo scatto dell'immagine e l'ora di pubblicazione in Internet (Fig. 9).

LE APPLICAZIONI

Un sistema di fotocamere in quota, oltre che ad offrire una panoramica della montagna al navigatore di Internet è un strumento

dalle molteplici applicazioni nel campo del monitoraggio e del controllo del territorio.

Innanzitutto il disporre di una ripresa fissa, scadenzata nel tempo, consente una buona visione dell'evoluzione meteorologica all'interno del campo visivo.

L'evoluzione deve intendersi come copertura nuvolosa, inversioni termiche (Fig. 10), visibilità (Fig. 11 a-b-c-d), precipitazioni piovose (Fig. 12) o nevose, copertura nevosa (Fig. 13), attività sportive sul terreno (impianti e piste aperte/chiusi, attività in fuori pista), evoluzione stagionale delle specie arboree e dei terreni, insorgere di incendi e molte altre attività (dal controllo degli invasi, al traffico di frontiera).

POSSIBILI ESPANSIONI

Il sistema Biscuit è espandibile ed è quindi possibile, mantenendo la stessa elettronica, lo stesso gruppo di alimentazione e trasmissione dati, installare sullo stesso palo altre 3 fotocamere per un totale quindi di 4 apparecchi fotografici.

Questa possibilità determina un notevole risparmio economico, nel caso di dover effettuare 2 o più inquadrature, in quanto il Biscuit non viene duplicato o quadruplicato come avviene per altri sistemi.

Ad esempio nel sito di Cima Pradazzo (Falcade q. 2100 m) è in fase di installazione una seconda fotocamera per una spesa pari al 17 -20% del valore delle attrezzature già installate in sito.

Dove le stazioni sono alimentate ad energia elettrica è possibile installare un sistema di brangeggio di elevata precisione con fotocamera o video camera. Attualmente queste soluzioni non sono ancora state sperimentate sulle stazioni attivate dal Centro Valanghe di Arabba anche per



Fig.10

Fig.11a



Fig.11b



Fig.11c



Fig.11d



Fig.12



Fig.13



Fig.8

Fig.9





Fig.13



Fig.14

le difficili condizioni ambientali in cui lavorano.

Ad esempio presso la stazione di Cima Pradazzo negli inverni scorsi sono state misurate per più giorni consecutivi temperature massime di -15°C , forti venti con raffiche ripetute di 125 Km/h, cielo coperto con precipitazioni per più di 10 giorni. In tutti questi casi non sono stati rilevati danni alle infrastrutture né tantomeno interruzioni del servizio.

In siti a bassa quota e riparati, l'installazione del brandeggio con l'alimentazione a celle solari è possibile, mentre per l'utilizzo della videocamera è consigliabile disporre di una linea telefonica fissa, in attesa di avere dei canali veloci di trasmissione dati in alta montagna (GPRS, sistemi digitali).

LA MANUTENZIONE

Il sistema è abbastanza affidabile ma necessita di una squadra di manutenzione preparata.

Attualmente la manutenzione è seguita dalla stessa squadra che opera sulla rete nivometeorologica (controllo degli apparati, sostituzione delle SIM, verifica del sistema di alimentazione, sostituzione fotocamere), con alcuni interventi da parte di personale specializzato nel caso di collegamenti da remoto o in sito sul software di gestione. La diffusione delle immagini in Internet comporta la necessità di garantire sempre il funzionamento della rete di fotocamere. Le 4 web cam installate sono ubicate in quota raggiungibili con l'elicottero, con gli impianti di risalita (quando sono aperti) o con il fuoristrada in estate. La difficile accessibilità dei siti comporta necessariamente dei ritardi nel ripristino dei sistemi quando guasti, in quanto le condizioni ambientali del momento (neve, precipitazioni in corso, fulmini, etc.) condizionano l'uso dei mezzi di avvicinamento al sito da parte dei manutentori. Inoltre tutta l'elettronica è alloggiata in un contenitore stagno posto all'aperto e quindi le operazioni di manutenzione devono necessariamente godere di una finestra di tempo buono. Le 4 stazioni di CVA sono state installate nell'arco di 14 mesi, apportando continui miglioramenti e attualmente non hanno la stessa configurazione. Le migliorie via via apportate hanno però diminuito il numero dei guasti. La stazione più "bersagliata" da guasti è stata la prima installata (Cima Predazzo - Falcade) e anche, per fortuna, la più facilmente raggiungibile con tutte le condizioni ambientali (impianti di risalita, sci con pelli di foca o fuoristrada), mentre la stazione più affidabile è stata l'ultima, Monte Piana, che ha registrato un unico guasto in 2 anni (gruppo di alimentazione del Biscuit). Nella stazione di Cima Pradazzo, caratterizzata

da un suolo roccioso, probabilmente a causa di una carenza messa a terra degli impianti sono avvenute numerose rotture della porta seriale di collegamento fra il sistema di controllo Biscuit e la fotocamera Kodak (8 in 3 anni). L'inconveniente è stato superato con la messa in opera di apposite protezioni. Altri guasti sono stati la rottura del sistema di regolazione di tensione (2 casi) e di una batteria a seguito di una cattiva impermeabilizzazione del vano batterie, un pannello solare e di un gruppo di alimentazione del Biscuit (Monte Piana).

Il sistema di trasmissione dati non ha subito nessun guasto.

Nella manutenzione deve essere considerata anche la gestione delle coperture telefoniche fornite dai vari operatori, in quanto come spesso accade in alta montagna, il segnale può risultare forte ma proveniente da diverse celle e quindi di difficile selezione, oppure scarso per alcuni operatori. Inoltre nel corso degli anni alcuni operatori, inizialmente assenti in alcune aree, ora sono presenti con la propria rete e altri hanno ripetitori funzionanti solo durante la stagione turistica. Questo comporta, oltre al variare continuo dei contratti di telefonia, una gestione dinamica delle varie SIM installate per consentire un risparmio nella trasmissione dati. Una manutenzione difficile da effettuare in tempi brevi e molto "sentita" dagli internauti è la rimozione della brina e del ghiaccio (Fig. 13), della galaverna o della condensa che si può formare sul vetro della fotocamera. Questi fenomeni, che oscurano la ripresa fotografica e quindi la visione del panorama (Fig. 14), sono la diretta conseguenza del tipo di installazione effettuata e cioè su di un palo alto 10 m e sotto le intemperie dove il riparo della custodia Pelco è limitato. Il miglioramento delle

condizioni meteorologiche o l'innalzamento della temperatura dell'aria molte volte risolvono in modo naturale tali inconvenienti, altre volte invece è richiesto l'intervento di personale esperto. In questo ultimo caso i tempi di intervento sono condizionati dall'accessibilità del sito.

Sicuramente dove le installazioni sono effettuate presso la stazione di arrivo di una seggiovia o presso un rifugio alpino, la presenza di personale riduce i tempi di intervento di molto, specie nel caso sia richiesta la semplice pulizia del vetro che racchiude l'obiettivo della fotocamera.

CONCLUSIONI

L'implementazione di 4 "occhi artificiali" sulla rete nivometeorologica gestita dal Centro Valanghe di Arabba è stata una operazione positiva, sia per quanto riguarda l'intervento tecnico effettuato che ha permesso l'utilizzo di diverse soluzioni tecniche in ambiente estremo di alta montagna (fotocamera ad alta risoluzione + alimentazione a pannelli solari + trasmissione dati via cellulare GSM), sia per quanto concerne la qualità dei dati rilevati (immagini per l'archivio del tempo per zona), sia per gli aspetti previsionali (monitoraggio del tempo e dell'innervamento in diretta), che per il navigatore di Internet che ha avuto modo di osservare le Dolomiti da un punto di vista non strettamente commerciale, come comunemente avviene per le normali web cam (vista sulla pista di sci innevata, sull'albergo, sul centro storico, etc), ma paesaggistico (Fig. 15 e 16), il tutto anche nel rispetto delle linee guida del Progetto Interreg II.



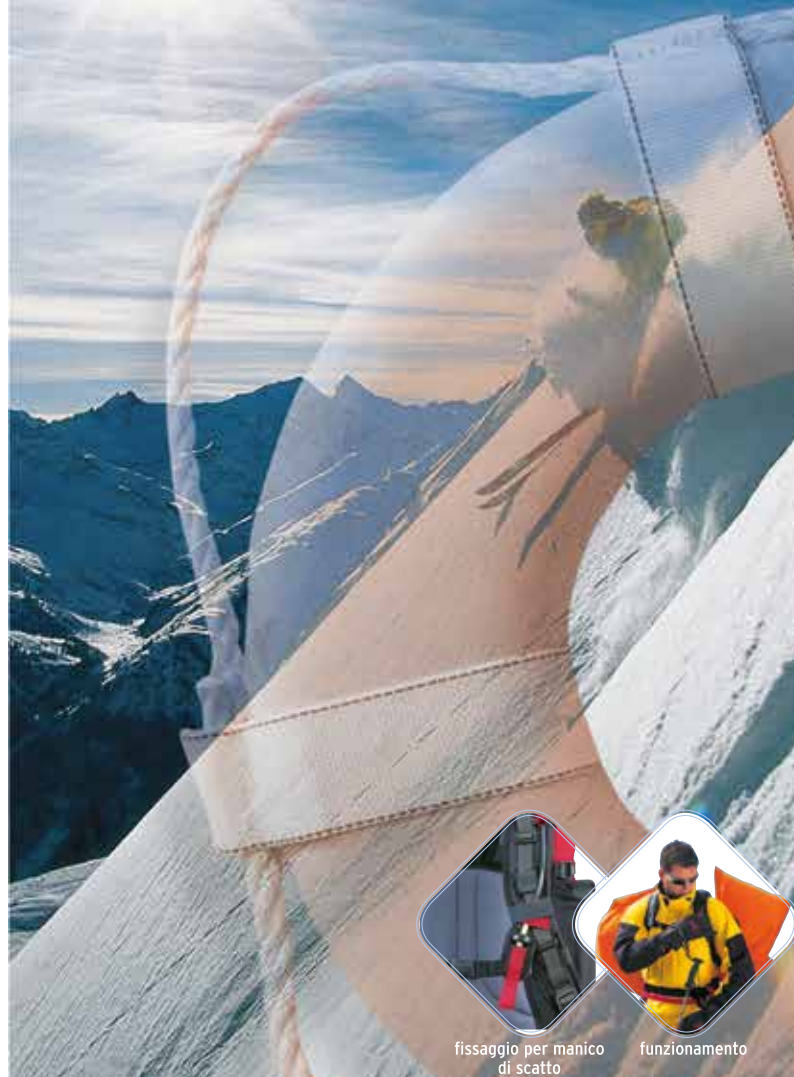
Fig.15



Fig.16

Può salvare la vostra vita

Con il sistema airbag antivalanghe di ABS
le possibilità di sopravvivere aumentano!



Lawinen Airbag System

Dispositivo di disinnesto, funzione con uno zaino ABS, in caso di una valanga, avete probabilità molto migliori di rimanere sulla superficie della valanga e con ciò di sopravvivere. Approfittatene! Una perfetta combinazione con sci, scarponi e attacchi Dynafit.

Ulteriori informazioni presso: Socrep S.R.L. - Tel.: +39 04 71 79 70-22

www.dynafit.at

www.socrep.it
DYNAFIT

Sviluppo e applicazione
di un modello
matematico e numerico
per la simulazione dei
fenomeni valanghivi
in Provincia
di Trento

Dott. Ing. Paolo Scotton,

Docente presso la Facoltà
di Ingegneria dell'Università
degli Studi di Trento.

Dott. Ing. Mauro Barberi,

Ingegnere libero professionista in Trento;
collaboratore del Dipartimento
di Ingegneria Civile ed Ambientale
nello studio di campo delle valanghe di
neve.

Dott. Ing. Mauro Gaddo,

Ufficio Neve Valanghe e Meteorologia,
Provincia Autonoma di Trento.

Valanghe in Val dei Spini



Fig.1

La Val dei Spini da
Pejo Terme
(luglio 1999).

Il presente elaborato illustra l'attività svolta nell'ambito dello studio del sito valanghivo della Val dei Spini, nel comune di Pejo, in Trentino. Sono descritti i metodi usati e le osservazioni effettuate durante le numerose visite al sito realizzate sia in periodo invernale che estivo negli anni 1998 e 1999. Lo studio è stato completato attraverso lo sviluppo di un modello matematico e numerico per la simulazione dei fenomeni valanghivi (utilizzato nella sua versione mono-dimensionale), validato presso il laboratorio di Idraulica del-

l'Università di Trento.



INTRODUZIONE

Lo studio è stato affidato al Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale dall'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia di Trento ed ha impegnato personale universitario, provinciale ed esperti liberi professionisti per circa due anni. Lo studio è stato ritenuto necessario ai fini di valutare il comportamento del sito valanghivo in relazione alla presenza dei centri abitati di Cogolo e Celledizzo, collocati nella parte di valle del conoide della Val dei Spini. L'attività di campo svolta, e qui brevemente descritta, si è rivelata fondamentale per lo sviluppo di un modello matematico-numerico, specificamente dedicato alla simulazione dei fenomeni valanghivi del sito in questione. Molti sono gli aspetti che devono essere considerati in questo tipo di studi a causa della estrema variabilità del fenomeno e delle molte incertezze nella sua interpretazione. Fondamentale è la conoscenza della morfologia del sito, importante la conoscen-

za delle serie storiche relative ai dati climatici (precipitazione nevosa, temperatura, direzione e velocità del vento) ed agli eventi valanghivi verificatisi in passato. Utili informazioni possono essere derivate dalla conoscenza delle caratteristiche della neve nelle zone di accumulo, distacco, scorrimento ed arresto. Rilevanti infine sono le informazioni ottenibili dallo studio della copertura vegetale, in termini quantitativi e qualitativi, ottenibili con i metodi della dendrocronologia.

Caratteri salienti del sito valanghivo della Val dei Spini

Il bacino della Val dei Spini (vedi Fig. 1), situato in sinistra orografica del torrente Noce in Val di Pejo nel Trentino nord-occidentale, è caratterizzato da una intensa attività valanghiva con periodicità degli eventi quasi annuale. La configurazione del terreno presenta versanti imbutiformi posti oltre il limite della vegetazione forestale (circa 2300 m s.m.m.),

con pendenze comprese fra i 35° ed i 40°. Dal punto di vista geologico l'area della zona di distacco e di scorrimento delle valanghe è caratterizzata da rocce metamorfiche che vengono estesamente a giorno in molti tratti e che altrimenti costituiscono il substrato geologico non affiorante dell'intera area. Il conoide, di tipo alluvionale-detritico, è costituito superficialmente da materiale grossolano, a matrice ghiaiosa sabbiosa, inglobante massi e blocchi di pezzatura anche consistente che derivano dallo smantellamento delle rocce affioranti del bacino imbrifero sovrastante e che vengono trasportate a valle dai corsi d'acqua e dalle valanghe. Dal punto di vista forestale, la copertura è costituita quasi esclusivamente da fustaie ed occupa i versanti scoscesi che sovrastano il fondovalle. Alle quote inferiori i tipi di popolamento sono costituiti da abete rosso e larice sia nella forma di pecceta pura, che mista. In ampie zone il larice

Immagine di deposito osservato nel sito valanghivo della Val dei Spini. Mostra un deposito rilevato il 6 marzo alla quota di circa 1900 m s.m.m. (diametro medio 20-30 cm).



Fig.2

Estratto della C.L.P.V. della Val di Pejo. Con il numero 3 è indicato il sito valanghivo della Val dei Spini.

Nella pagina a fronte: Fig. 3: Punti significativi nel bacino della Val dei Spini con riferimento alla strumentazione installata e ai profili stratigrafici eseguiti.

Fig. 4: Spostamento dei traccianti durante la stagione invernale 1998/1999: posizione iniziale dei traccianti (punti in verde); posizione finale dei traccianti (punti in rosso); posizione iniziale dei traccianti non ritrovati (punti in blu); posizione dei traccianti rimasti nella posizione iniziale (punti in giallo); posizione del punto fiduciale di riferimento (punto in celeste).

costituisce la specie dominante e l'abete quella consociata, in funzione dell'esposizione, del grado di fertilità ed umidità del terreno. Salendo di quota, il larice diventa specie esclusiva, in quanto le basse temperature ed i movimenti nevosi costituiscono un fattore limitante per lo sviluppo dell'abete rosso. A quote superiori ai 2200-2400 m s.m.m. la vegetazione cede il posto agli improduttivi di montagna. Lungo i percorsi delle valanghe, si trovano delle formazioni pure di ontano bianco, verde e di betulla, altrove le latifoglie sono presenti sporadicamente. L'ontano verde è localizzato in particolare lungo i ripidi versanti ed i canali interessati da fenomeni valanghivi, mentre i bordi sono in generale colonizzati dal larice. A causa della composizione silicea dei suoli manca il pino mugo che predilige i terreni calcarei. Dal punto di vista climatico la valle presenta il clima tipico del versante sud delle Alpi centrali e risente, in modo attenuato, degli influssi del clima padano. L'andamento termico e pluviometrico locale è complicato notevolmente dalla altitudine e dall'esposizione dei versanti. Dalla analisi dei dati di temperature registrate presso la stazione di Pejo, posta a 1574 m s.m.m., nel periodo 1961-1978, si osserva come la

temperatura media annua sia pari a 6.8° C. Il mese più freddo risulta essere gennaio, con medie di -0.6 °C, mentre il mese più caldo risulta essere agosto con medie di 15° C. Notevoli risultano sia le escursioni termiche delle medie mensili (15.6° C) che le escursioni termiche tra il giorno e la notte. Sono frequenti le gelate tardive (maggio, giugno) e quelle precoci (settembre, ottobre) che possono portare danni alla vegetazione. Le precipitazioni sono ben distribuite nell'arco dell'anno con massimi primaverili e autunnali. La quantità media annua di pioggia caduta (dato relativo agli anni compresi tra il 1920 ed il 1978) è di 861 mm. Tale valore rappresenta uno dei più bassi registrati da tutte le stazioni poste nel Trentino. Le precipitazioni di tipo nevoso interessano i mesi da novembre a marzo. I mesi con maggiori precipitazioni nevose sono in genere quelli tardo-autunnali e marzo. Gennaio e febbraio sono molto spesso avari di nevicate, mentre oltre i 1800 m s.m.m. anche aprile e maggio possono portare abbondanti nevicate. Nei riguardi del vento, si ha un continuo alternarsi nella direzione delle correnti. I venti prevalenti vengono da ovest e sud-ovest in primavera ed autunno, mentre in estate si possono avere sporadici, anche se forti, venti da sud-est. I venti provenienti da altre direzioni sono molto rari. In passato alcuni fenomeni valanghivi di particolare intensità hanno interessato Cogolo e le zone abitate del conoide. Durante l'inchiesta sul terreno, eseguita per la stesura della Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe (Fig.2), le informazioni raccolte hanno indicato come gli eventi del passato non abbiano causato vittime ma abbiano piuttosto interessato infrastrutture (abitazioni, strade e ponti). L'evento di maggiore

intensità riportato si è verificato all'inizio del secolo. Una massa di circa 100.000 m³, con profondità dei depositi superiore a 7-8 m, ha percorso tutto il conoide, raggiungendo il fondovalle, oltrepassando il torrente Noce e risalendo sul versante opposto. In Fig. 2 è indicato l'inviluppo delle aree dei depositi occupati dalle valanghe storiche.

ATTIVITÀ DI CAMPO

L'attività di campo è stata orientata al rilievo dei parametri nivologici necessari ad integrare i dati già disponibili. La sua importanza appare evidente se si considera che i caratteri dei fenomeni valanghivi sono estremamente dipendenti dalle proprietà locali del sito (in questo senso la letteratura disponibile non può essere esaustiva) e a causa del limitato numero di eventi osservati in passato. Particolare importanza riveste la comprensione dei meccanismi locali di distacco, la valutazione dei volumi di massa nevosa potenzialmente in gioco e dei parametri dinamici. Tra questi velocità e profondità di scorrimento devono ritenersi fondamentali per il processo di taratura di un modello matematico-numerico. Alla valutazione di tali parametri locali è stata indirizzata l'attività sul campo tra l'inizio dell'inverno 1997/'98 e l'estate del 1999, comprendendo due stagioni invernali. Lo studio del tipo di strumentazione da adottare è stato affrontato ponendo particolare attenzione ai requisiti fondamentali di robustezza, affidabilità, resistenza alle basse temperature ed economicità, tenendo conto delle rilevanti difficoltà di accesso al sito nel periodo invernale. Il limite posto dalla assenza di qualunque tipo di fonte energetica ha orientato la scelta verso strumenti ad azionamento essenzialmente meccanico per il

rilievo dei parametri dinamici delle valanghe e di traccianti e paline da neve per il rilievo degli spostamenti nevosi nei canali e della altezza della neve al suolo. Durante la prima stagione invernale il bacino è stato attrezzato con 5 Paline altezza neve (Fig. 3) allo scopo di valutare l'intensità della precipitazione nevosa e del trasporto eolico. Le Paline sono state distribuite nel bacino, al limite della linea di vegetazione, a quote comprese tra 2350 m s.m.m. e i 2400 m s.m.m. Nella parte terminale della zona di scorrimento, poco a monte dello sbocco sul conoide, sono stati attrezzati due tratti lungo i due canali principali (Fig. 3) allo scopo di ottenere informazioni sulla dinamica delle valanghe in grado di giungere almeno in prossimità dello sbocco sul conoide. La strumentazione permetteva di determinare la velocità media di scorrimento delle eventuali valanghe (su una lunghezza di circa 200 m) e l'altezza di scorrimento massima con un errore di circa 0.5 m. La preparazione del bacino all'inverno 1998-1999 è stata effettuata ripristinando la strumentazione esistente (soprattutto le sezioni di misura di velocità e profondità massima di scorrimento) e distribuendo nella parte alta del bacino circa 80 traccianti in legno (Fig. 4) allo scopo di ottenere informazioni relativamente alle modalità ed alla intensità dell'attività valanghiva del bacino. I traccianti avevano forma cubica (lato 0.15 m) e densità paragonabile a quella della neve assestata. Oltre alla strumentazione già indicata nei paragrafi precedenti, l'attività di campagna è stata svolta utilizzando altimetro, clisimetro, distanziometro laser, cordella metrica, fotocamera, un tacheometro da campagna realizzato presso il Laboratorio di Idraulica dell'Università di Trento e 3

ricevitori a metodologia GPS (2 a doppia frequenza ed 1 a singola frequenza), messi a disposizione dal Laboratorio di Fotogrammetria dell'Università di Trento. L'uso dei ricevitori GPS è stato preventivamente testato per verificare l'adeguatezza dello strumento alle misure effettuate in condizioni morfologiche molto variabili, con diverse coperture del terreno (vegetazione, ghiaccio, roccia) e in varie condizioni meteorologiche. Le coordinate geocentriche fornite dalla metodologia GPS sono state dapprima proiettate nel sistema UTM (WGS4-EUREF89) e poi trasformate nelle coordinate Gauss Boaga, utilizzate nella cartografia regionale. Per quanto riguarda la componente altimetrica, si è fatto riferimento alla quota del medio mare senza tenere conto delle variazioni geoidiche locali, assunto che la loro influenza sia di scarsa importanza nella ristretta zona di interesse, circa 6 km², ed in considerazione della precisione cercata. Il confronto tra le coordinate Gauss Boaga ottenute dal rilievo GPS e le coordinate Gauss Boaga fornite dall'Ufficio del Catasto di Malé, in alcuni punti fiduciali di fondovalle, ha dato risultati soddisfacenti sia planimetricamente che altimetricamente.

MISURAZIONI E OSSERVAZIONI

Nel biennio di osservazione sono stati rilevati diversi depositi di neve (Fig. 4), localizzati nella parte alta del sito (sopra i 1700 m s.m.m.), in corrispondenza dei tratti iniziali della rete idrografica. Un altro è stato rilevato in prossimità dell'uscita sul conoide, nei pressi dell'acquedotto di Cogolo, conseguenza della valanga di piccole dimensioni verificatasi il 27 febbraio 1998. Dei depositi sono state rilevate le caratteristiche dimensionali



Fig.3



Fig.4

e, mediante profili stratigrafici, le proprietà fondamentali del manto nevoso. Nonostante le limitate precipitazioni nevose, i volumi dei depositi misurati nella parte alta del sito variavano tra i 1000 m³ ed i 20000 m³; le loro lunghezze tra 100 m e 800 m. Le pendenze del fondo nei suddetti tratti sono comprese tra il 53% ($\approx 28^\circ$) ed il 67% ($\approx 34^\circ$). L'accumulo in prossimità dell'acquedotto presentava una pendenza del 34% ($\approx 19^\circ$), lunghezza di circa 80 m, larghezza di circa 8 m e profondità 3 m, ed era costituito da elementi di forma pressoché sferica (Fig. 5) di diametro compreso tra 5 e 10 cm. Al suo interno massi rocciosi e ceppi di grandi dimensioni (circa 1.5 m) mostravano l'elevata capacità erosiva della pur piccola valanga di fondo in questione. La velocità di scorrimento del fronte nel tratto di controllo è stata misurata in circa 3 m/s e la sua profondità circa 2 m. Le caratteristiche degli spostamenti della massa nevosa sono state



Fig.5

Fig. 5: Immagine di deposito osservato nel sito valanghivo della Val dei Spini. Parte del deposito a monte dell'acquedotto rilevato il 27 febbraio 1998 (diametro medio 5-10 cm).

Rappresentazione schematica del pendio di scorrimento della valanga

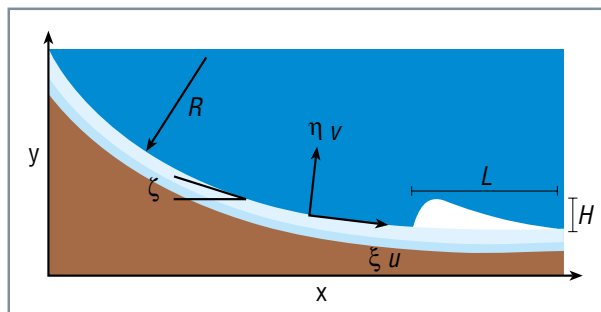


Fig.6

Parametri utilizzati nella adimensionalizzazione e semplificazione delle equazioni del moto

$$\begin{aligned}\varepsilon &= H/L \quad (<< 1) \\ \lambda &= L/R \quad (\varepsilon \leq 0 \quad \lambda \leq 1) \\ \tan \delta &= (\varepsilon \leq 0 \quad \tan \delta < 1)\end{aligned}$$

Equazione di conservazione della massa

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial (h \cdot \bar{u})}{\partial \xi} = 0$$

eq. 1

Equazione della quantità di moto

$$\frac{\partial \bar{u}}{\partial t} + \bar{u} \cdot \frac{\partial \bar{u}}{\partial \xi} = g \cdot \sin \zeta - g \cdot \tan \delta \cdot (\cos \zeta + \frac{X \bar{u}^2}{g}) \cdot \operatorname{sgn}(\bar{u}) - g \cdot k_{sp} \cdot \cos \zeta \cdot \frac{\partial h}{\partial \xi}$$

eq. 2

Fig.6: Rappresentazione schematica del pendio di scorrimento della valanga. x, y sono le coordinate del sistema cartesiano; ξ, η sono le coordinate curvilinee; u, v le componenti della velocità; H, L le lunghezze caratteristiche della valanga; R raggio di curvatura locale della superficie di scorrimento; ζ l'angolo rispetto all'orizzontale del pendio.

ottenute mediante la misurazione con GPS della posizione iniziale (al tempo della posa) e finale (alla fine della stagione invernale) dei traccianti in legno ([4], [5]). I profili stratigrafici (Fig. 3) del manto nevoso sono stati effettuati in centro al canale in corrispondenza dei depositi più rilevanti nella parte alta del sito. La profondità massima variava da 2 m a 3.5 m.

Tutti i profili realizzati hanno mostrato una successione di strati dovuti a piccoli fenomeni valanghivi e a precipitazioni nevose.

La densità dei vari strati variava da 370 kg/m³ in superficie, fino ad un valore massimo di 470 kg/m³.

L'osservazione della altezza della neve in corrispondenza delle paline ha messo in evidenza una certa non uniformità nella distribuzione della neve al suolo.

Determinante potrebbe essere l'azione eolica frequentemente riportata nelle osservazioni periodiche del personale della Commissione Valanghe del Comune di Pejo. Le stesse documentano la tendenza del bacino al distacco contemporaneo di tutti i versanti provocato sia da rilevante precipitazione nevosa che da rialzo termico.

CONSIDERAZIONI RIASSUNTIVE SULLA ATTIVITÀ DEL BACINO

Il pur breve periodo di osservazione del sito valanghivo ha permesso di definire alcune delle caratteristiche ritenute salienti del suo comportamento. La Fig. 4 mostra lo spostamento dei traccianti durante l'inverno 1998-1999. Appare evidente la diffusa attività su tutta la zona di accumulo e la tendenza al caricamento dei canali alle quote superiori ai 1700 m provocata da frequenti rilasci invernali di piccole dimensioni che si verificano a poca distanza dalle nevicate. I profili stratigrafici confermano tale osservazione. L'unico evento valanghivo rilevato in prossimità del conoide si è verificato in periodo primaverile ed in corrispondenza di un rialzo termico, confermando rilievi già effettuati in passato. La forma particellare del deposito testimonia la presenza di una percentuale significativa di acqua all'interno del manto nevoso al momento del distacco. L'alta densità della massa in movimento che ne deriva conferisce elevata capacità erosiva e di trasporto di materiale inerte anche di grandi dimensioni. La bassa velocità di scorrimento nella zona di controllo è giustificata dalla alta densità della massa in movimento e dalla bassa profondità, conseguenza del limitato volume dell'ammasso.

IL MODELLO MATEMATICO

Il modello matematico utilizzato nella simulazione della propagazione degli eventi valanghivi è concepito per descrivere il moto di una massa di materiale granulare senza coesione che scivola lungo un pendio curvo e scabro ([2]). Il comportamento reologico del materiale viene descritto facendo uso del criterio di Mohr-Coulomb, mentre le condizioni di attrito tra la massa in scorrimento ed il suo contenitore derivano ancora da una legge di tipo Coulombiano.

Le equazioni usate per lo studio del fenomeno sono quelle di conservazione della massa (eq.1) e della quantità di moto (eq.2), scritte in forma adimensionale rispetto ad un sistema di coordinate curvilinee lungo la superficie di scorrimento (Fig. 6).

Le incognite del modello sono la velocità mediata sulla normale al fondo e la altezza di scorrimento. L'importanza relativa dei termini della equazione della conservazione della quantità di moto è stata studiata mediante la analisi dimensionale realizzata utilizzando i parametri di Fig. 7.

ε rappresenta il rapporto tra la altezza caratteristica della valanga (H) e la sua lunghezza caratteristica (L), ritenuto molto piccolo. λ rappresenta il rapporto tra la lunghezza caratteristica della valanga ed il raggio di curvatura rappresentativo del pendio (R). Infine, $\tan \delta$ rappresenta il coefficiente di attrito dinamico tra la massa in scorrimento e la superficie del pendio. L'equazione di continuità è scritta nell'ipotesi che la densità dell'ammasso non subisca significative variazioni durante il moto. L'equazione della conservazione della quantità di moto considera, accanto ai termini inerziali (a sinistra), il termine motore dovuto alla gravità, il termine che rappresenta

l'attrito esercitato dal fondo sulla massa (comprendente anche l'effetto della curvatura) ed il contributo dovuto alla variazione della profondità della massa in scorrimento. Si suppone che il comportamento costitutivo del materiale possa essere descritto da un criterio di rottura di Mohr-Coulomb. Per un materiale senza coesione con angolo di attrito interno φ , la relazione è del tipo: $T = P \cdot \tan \varphi$ dove T e P sono rispettivamente le forze tangenziali e normali agenti sull'elemento di massa considerato. Le tensioni parallele e perpendicolari alla superficie di scorrimento possono essere messe in relazione attraverso un coefficiente di spinta, $k_{A,P}$, tipico della meccanica delle terre, dove k_A vale per stati attivi e k_P per stati passivi. Si assume che il primo derivi da un meccanismo di elongazione innescato in direzione parallela al letto di scorrimento, l'altro da uno di compressione nella stessa direzione. Il sistema di equazioni differenziali considerato è completato dalle condizioni al contorno. Sul fondo viene imposta la condizione di scambio di massa assente (non si verificano fenomeni di deposito o erosione) e la condizione di resistenza Coulombiana (lo sforzo al fondo dipende dalla tensione normale applicata). Sulla superficie libera si ritengono trascurabili gli sforzi applicati e si impone la condizione di non penetrabilità (il modello non tiene conto di fenomeni di mescolamento lungo la verticale).

IL MODELLO NUMERICO

Lo schema di integrazione numerica utilizzato è uno schema Lagrangiano alle differenze finite (Fig. 8). L'ammasso granulare viene diviso in un numero K di celle. Nella figura l'indice i corrisponde alla posizione centrale

della cella, mentre l'indice j è collocato in corrispondenza dei suoi estremi. L'integrazione, ad un determinato istante temporale n , procede a partire dalla conoscenza dei valori di altezza di scorrimento (posizione centrale della cella) e posizione (estremi della cella) all'istante $n-1$, mentre le velocità, definite agli estremi della cella, sono note al passo temporale $n-1/2$. L'integrazione inizia dall'equazione di conservazione della massa (eq. 1) tra le posizioni ξ_j e ξ_{j+1} , mediante la quale si determina il nuovo valore della altezza di scorrimento a metà cella utilizzando la velocità di scorrimento agli estremi della stessa calcolati al tempo $n-1/2$. Mediante l'equazione della quantità di moto (eq.2) vengono determinati i nuovi valori di velocità, all'istante temporale $n+1/2$, agli estremi delle celle, con riferimento alle altezze di scorrimento calcolate al passo temporale n . La reologia prevede che, al passo temporale di calcolo, il coefficiente di spinta $k_{A,P}$ debba essere considerato come coefficiente di spinta attivo quando gli estremi di una cella si allontanano, mentre come coefficiente di spinta passivo quando si avvicinano. La stabilità dello schema numerico viene analizzata dal punto di vista fisico ([7]). Il problema consiste nella necessità di evitare, in corrispondenza di un definito passo di integrazione temporale, il passaggio attraverso lo zero del valore della velocità di scorrimento. Altra condizione fisica da rispettare corrisponde alla necessità che, durante lo stesso passo temporale, l'estremo più avanzato di ogni cella non venga superato dall'estremo che lo precede. Le condizioni fisiche su indicate possono essere realizzate modificando il passo di integrazione temporale nella fase di integrazione dell'equazione di

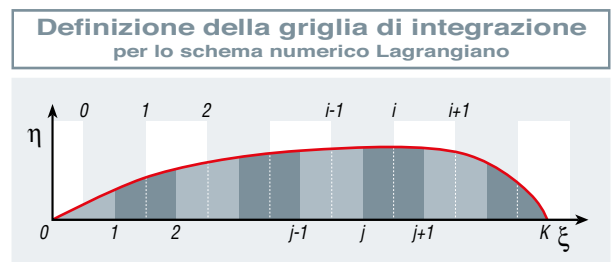


Fig.8

conservazione della quantità di moto. Il modello numerico elaborato è stato sottoposto ad una serie di test volti ad analizzare la sua sensibilità nei confronti dei parametri fisici e numerici che lo caratterizzano e alle condizioni iniziali ed al contorno. Le modalità del moto e la definizione della curvatura locale sono, ad esempio, fortemente influenzate dalla discretizzazione della superficie di scorrimento ([7]). Con una discretizzazione molto accurata vengono messe in evidenza le minute variazioni geometriche della superficie. Il campo di variabilità delle curvature diviene molto ampio ed il raggio di curvatura può assumere valori anche molto piccoli e confrontabili con la profondità di scorrimento dell'ammasso. Questa situazione contrasta con l'ipotesi iniziale di grandi raggi di curvatura rispetto alla profondità di scorrimento. Con una discretizzazione mediamente accurata l'effetto sopra descritto si può ritenere trascurabile per la maggior parte dei pendii reali. L'ipotesi di grandi raggi di curvatura rispetto alla profondità del moto è verificata, ma allo stesso tempo non vengono perse utili informazioni sull'andamento reale della superficie di scorrimento. Con una discretizzazione poco accurata l'andamento della superficie di scorrimento è notevolmente semplificato rispetto ai due casi precedenti. Nelle applicazioni a pendii reali il profilo longitudinale ottenuto non dà ragione di cambi di pendenza significativi facendo perdere utili informazioni sulle possibili

Fig. 8: l'indice i si riferisce al centro della cella mentre l'indice j ai suoi estremi.

Nella pagina che segue:
Fig. 9: L'installazione sperimentale utilizzata nelle prove: una paratoia a ventola contiene inizialmente il materiale granulare entro una canaletta rettangolare. La sua apertura impulsiva libera il materiale che si dispone secondo una nuova superficie di equilibrio.

Fig. 10: Confronto tra la forma sperimentale e numerica del deposito nel caso di materiale granulare (sfere dal diametro medio di 1 mm, angolo di attrito interno dinamico pari a 26° , angolo di attrito con il fondo pari a 18°) costituito da resina anionica rilasciata in modo impulsivo lungo una superficie orizzontale liscia costituita da perspex.

Fig. 13: La distanza interna dell'ammasso è stata adimensionalizzata con la lunghezza occupata dall'ammasso allo stesso istante di tempo.



Fig.9

zione di scorrimento ed arresto. I risultati del modello matematico e numerico sono stati confrontati con gli esiti di prove sperimentali eseguite in laboratorio.

In Fig. 9 è mostrato uno scorcio dell'apparato utilizzato per le

sperimentazioni, mentre in Fig. 10 è mostrato il confronto tra il comportamento sperimentale e matematico-numerico in una particolare configurazione di prova. Il modello ha mostrato, in generale, una buona capacità di simulare il comportamento del materiale granulare nelle semplici configurazioni testate in laboratorio, giustificando il suo utilizzo nel caso di un sito reale.

APPLICAZIONE ALLA VAL DEI SPINI

La applicazione al sito valanghivo della Val dei Spini segue la analisi di campo descritta in precedenza. L'approccio monodimensionale è stato ritenuto adatto a rappresentare i fenomeni in oggetto sia per la natura sufficientemente regolare dei canali che rappresentano la zona di scorrimento, sia in considerazione delle condizioni al contorno che caratterizzano i processi studiati (le valanghe di notevoli dimensioni originano dai canali di alta quota). Per quanto riguarda la zona in uscita sul conoide un approccio almeno bi-dimensionale appare più coerente alla conformazione orografica del sito (ed è in effetti in fase di studio). Ciò nonostante si ritengono di notevole utilità le informazioni ottenute dal modello uno-dimensionale, soprattutto con riferimento agli eventi estremi. In Fig. 11 è mostrato l'andamento altimetrico dei due canali principali del sito valanghivo, la loro confluenza in prossimità della uscita sul conoide e la posizione del torrente Noce a fondo valle. Il modello è stato applicato, dapprima, nella simulazione di valanghe di diverse dimensioni delle quali sono note alcune caratteristiche dinamiche, allo scopo di stimare il valore assunto dalle grandezze fisiche in gioco. Dell'evento valanghivo rilevato il 27 febbraio 1998 ([4],

[5]), sono noti il volume (circa 1000 m³ accumulati nella zona di arresto), il canale di scorrimento (canale 9), la quota di partenza (circa 1700 m s.m.m.), la altezza di scorrimento nella parte finale (compresa tra 1 e 2 m), la velocità di scorrimento nella parte finale (circa 3 m/s), poco a monte della zona di arresto. Il modello è stato applicato considerando una larghezza media del canale 9 nel tratto in questione (tra 1700 e 1300 m s.m.m.) di 6 m, data la limitata altezza di scorrimento (il valore che appare adeguato sulla base dei rilievi effettuati nel canale). La Fig. 12 riporta la simulazione dell'evoluzione della valanga rilevata il 27 febbraio 1998. Le coordinate sono curvilinee locali e cioè la coordinata longitudinale lungo il fondo del canale ξ e la normale locale al fondo η . I risultati di Fig. 13 sono stati ottenuti attribuendo al materiale neve un angolo di attrito interno pari a 28°, mentre l'angolo di attrito sul fondo è stato posto pari a 26.5°. La Fig. 13 illustra l'andamento delle velocità interne all'ammasso a diversi istanti di tempo, dall'avviamento all'arresto. La rappresentazione utilizza le coordinate locali adimensionalizzate mediante la lunghezza L occupata dall'ammasso a vari istanti temporali. Le Figg. 12 e 13 permettono di mettere in evidenza le caratteristiche principali della modellazione reologica utilizzata. La Fig. 12 mostra come la fase di scorrimento avvenga con altezze decisamente inferiori rispetto alle altezze iniziali del deposito. Il deposito finale, invece, ha altezze che dipendono in modo molto rilevante dalle modalità di arresto, essendo queste ultime controllate in modo predominante dall'andamento altimetrico del canale di scorrimento. Il deposito presenta inoltre maggiori altezze nella parte arretrata. La Fig. 13

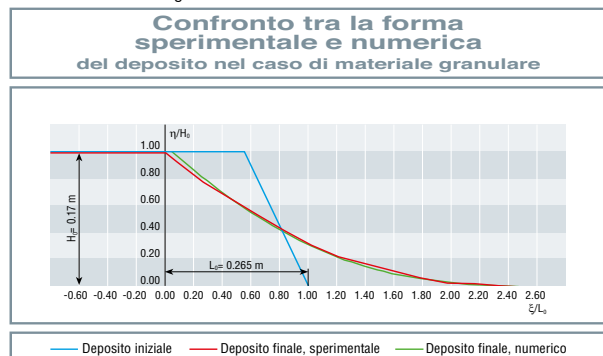


Fig.10

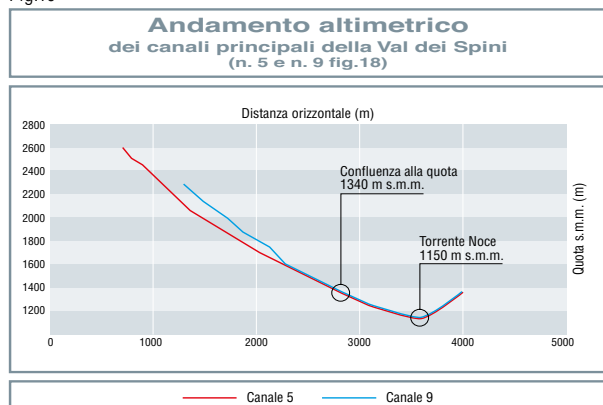


Fig.11

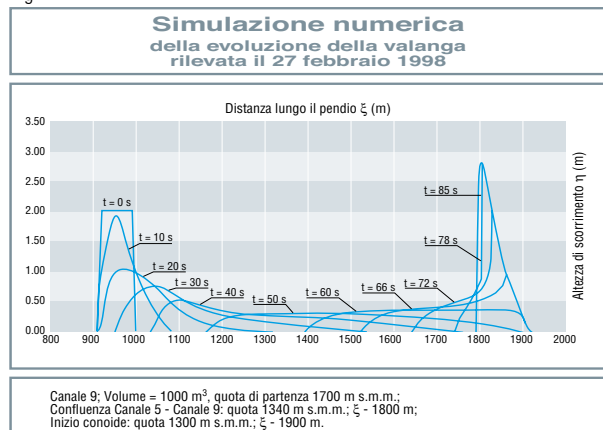


Fig.12

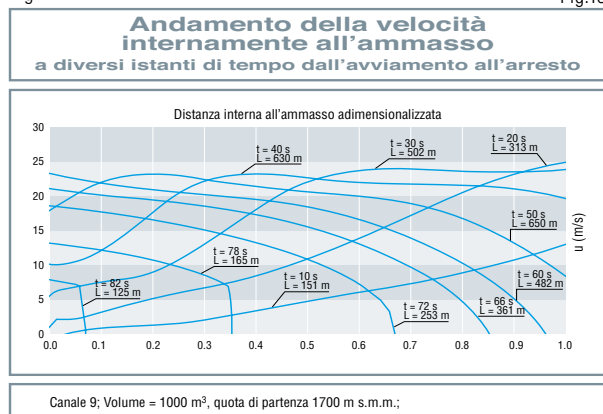


Fig.13

mostra, accanto ad una graduale accelerazione della massa, una fase di decelerazione più rapida. In generale questa dipende dalla resistenza al fondo e dalle variazioni altimetriche del canale. Nel caso presente si è mantenuto costante l'angolo di attrito al fondo date le caratteristiche del canale di scorrimento ed il non raggiungimento del conoide. La rapidità della decelerazione è causata dalla maggiore altezza del deposito rispetto al deposito iniziale.

Il comportamento sopra descritto, sembra cogliere con sufficiente approssimazione la altezza del deposito rilevato il 27 febbraio 1998. Le velocità di scorrimento appaiono invece sovrastimate (circa 10 m/s nella zona di misura contro 3 m/s misurati) e le altezze di scorrimento massime leggermente sottostimate.

La stima delle caratteristiche di una valanga estrema di progetto è stata effettuata considerando i dati rilevati nel periodo di osservazione ed i dati a disposizione relativi alle valanghe storiche. La determinazione del volume presenta ampi margini di incertezza. I dati storici a disposizione, nel loro complesso, non danno la possibilità, né per numero né per qualità, di realizzare una analisi statistica attendibile. Due eventi rivestono particolare interesse: l'evento del 1901 e l'evento del 13 marzo 1972 ([5]). La valanga del 1901 è stata in grado di giungere fino al Noce con altezze di scorrimento dell'ordine di 7-8 m, risalire sul versante opposto e creare uno sbarramento del fiume, che ha provocato la formazione di un invaso. La valanga del 13 marzo 1972 (catalogata nel Catasto Forestale Valanghe) ha depositato un volume di materiale granulare grossolano di circa 70.000 m³ su una superficie di 22.500 m², ad una quota di 1250 m s.m.m. (ben al di sopra della quota del Noce).

Gli altri eventi, di minore intensità, riportati nella analisi storica mostrano la difficoltà di trovare semplici relazioni tra i parametri osservati, per esempio tra volumi e quote di arresto, a testimonianza della intrinseca variabilità delle caratteristiche del sistema ambientale che ospita tali fenomeni. Anche in conseguenza di quanto sopra riportato, l'evento valanghivo estremo viene ricostruito a partire dalla analisi di campo. L'ipotesi considerata valida è che il distacco avvenga a partire dai canali di alta quota. I canali 5 e 9 sono considerati rappresentativi dei sottobacini rispettivamente in destra e in sinistra orografica della Val dei Spini (Fig. 18). Viene analizzato il comportamento di una massa di neve di 50.000 m³ rilasciata nei due canali. La lunghezza del deposito disponibile alla valanga viene ottenuta dai dati di campo riportati in Fig. 4 (lunghezze dell'ordine di 600 m). La larghezza media dei canali e la altezza del deposito sono stimati in 10 m e 8 m a partire dalle misurazioni eseguite sul bacino e dalle osservazioni sulla copertura vegetale. Nelle Figg. 14, 15, 16 e 17 sono riportati i risultati delle elaborazioni eseguite allo scopo di valutare l'ambito di variazione dei parametri fisici caratteristici delle valanghe ritenute estreme che possono verificarsi nel canale 5 della Val dei Spini. In Fig.14 sono indicate diverse configurazioni del deposito finale di una valanga di 50.000 m³ rilasciata dalla quota di circa 1850 m s.m.m. con le caratteristiche geometriche sopra indicate, in funzione di diversi valori dell'attrito sul fondo. Nei vari casi, b, c, d ed e, corrispondenti ad angoli di attrito sul fondo di 25°, 23°, 21° e 19°, l'angolo d'attrito nella zona del conoide viene mantenuto pari a quello della zona di scorrimento. Possono essere identificati di-

versi comportamenti. Nel caso di bassi valori dell'attrito (casi d, e) la massa appare in grado di raggiungere e superare la sezione di minima quota (fiume Noce) risalendo sul versante opposto. Le altezze massime del depo-

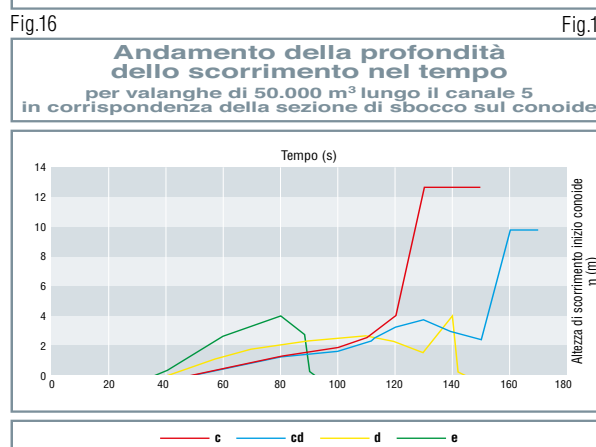
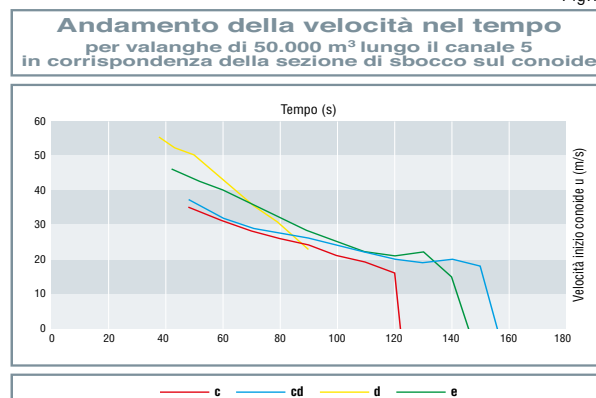
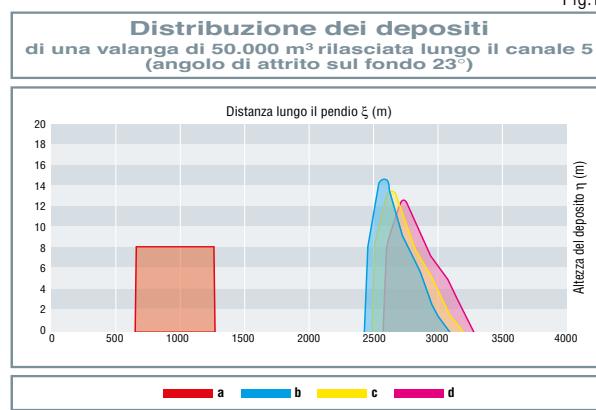
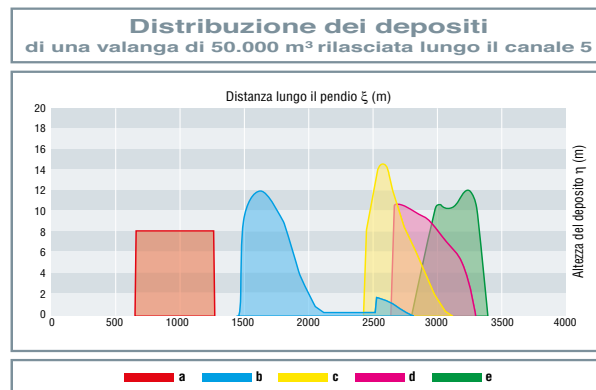




Fig.18a



Fig.18b

Fig. 18: Le zone di possibile intervento nella Val dei Spini per la riduzione rischio valanga per gli abitati di Cogolo e Celledizzo.

A pagina 39:
Fig. 14: Variazione delle caratteristiche di resistenza al fondo mantenute costanti anche nella zona del conoide: a) deposito iniziale; b) angolo di attrito al fondo pari a 25°; c) 23°; d) 21°; e) 19°.

Fig. 15: Variazione delle caratteristiche di resistenza al fondo in corrispondenza del conoide: a) deposito iniziale; b) 23°; c) 21°; d) 19°.

Fig. 16 e 17: In corrispondenza della sezione di sbocco sul conoide nei diversi casi presentati in Fig.4 (lettera grande) e Fig.5 (lettera piccola).

sito sono dell'ordine di 10 - 12 m, le lunghezze dell'ordine di 600 - 700 m. In entrambi i casi il deposito non interessa, se non marginalmente, la zona dello sbocco sul conoide. Le velocità con cui la valanga attraversa la zona di sbocco sul conoide sono indicate in Fig. 16. Le massime velocità riportate corrispondono alla parte anteriore del fronte al quale è associata una altezza di scorrimento piuttosto esigua e tale da rendere poco significativa questa zona dal punto di vista fisico. Valori di velocità massima, fisicamente significativi, devono essere ritenuti quelli intorno ai 40 m/s. La massima altezza di scorrimento nella zona dello sbocco sul conoide (Fig. 17) è prossima a 4 m. La curva c di Fig. 14, corrispondente ad un valore dell'angolo d'attrito sul fondo pari a 23°, fornisce il massimo valore dell'altezza del deposito proprio nella zona dello sbocco sul conoide. Velocità ed altezze di scorrimento sono inferiori rispetto al caso precedente. Attrito sul fondo molto elevato produce

depositi come nel caso b di Fig. 14. La massa tende ad arrestarsi prima dello sbocco sul conoide e a dividersi in diversi depositi lungo il pendio. In Fig. 15 viene mostrato l'effetto di una riduzione di resistenza al fondo nella zona del conoide a partire dalle condizioni di attrito corrispondenti alla curva c di Fig. 14. Appare evidente una tendenza alla riduzione dell'altezza massima con allungamento del deposito ed allo spostamento verso valle dello stesso. L'entità di queste variazioni non è comunque tale da modificare, in modo significativo, le indicazioni date precedentemente. Considerazioni simili possono essere dedotte dalle elaborazioni effettuate nel Canale 9 ([5]).

POSSIBILI INTERVENTI SUL BACINO

Strutture attive del tipo paravalanghe

Lo studio di campo ha mostrato (Fig. 4) come gran parte dell'area del bacino al di sopra dei canali di accumulo debba ritenersi attiva dal punto di vista del rilascio di massa nevosa. Non può essere esclusa la partecipazione delle aree più elevate (fino alla quota di circa 2600 m). Indicazioni al riguardo sono state ottenute dai traccianti posti fino a quote intorno ai 2500 m s.m.m. e distribuiti, prima dell'inverno 1998-99, sull'intero fronte della valle. Le considerazioni suindicate portano a valutare l'estensione dell'area totale (Fig. 18) potenzialmente interessata dal rilascio in circa 40 ha (corrispondenti ad una superficie reale lungo il versante pari a circa 53 ha). L'angolo di inclinazione sull'orizzontale di tali aree è valutato intorno ai 40°. L'area relativa al canale 9 (Fig. 18), che se sistemata con opere paravalanghe metterebbe sostanzialmente in sicurezza la parte in sinistra orografica del

sito valanghivo, ha una superficie pari a circa 8 ha (corrispondenti ad una superficie reale lungo il versante pari a circa 10.5 ha). Il completamento delle opere di protezione dovrebbe prendere in considerazione la riforestazione di alcuni alvei (per esempio i canali 7 e 8 di Fig. 18) e di alcune aree di piccola estensione nella zona boscata, attualmente scoperte.

Strutture attive/passive del tipo "briglie a fessura"

L'ipotesi di intervento con questo tipo di strutture fa particolare riferimento al comportamento del sito valanghivo. La costruzione di opportuni sbarramenti (del tipo briglie a fessura) permetterebbe di assecondare la naturale propensione al deposito nei canaloni in quota limitando, nel contempo, gli effetti del distacco primaverile. La realizzazione di queste opere implica la costruzione di struttura atte all'accesso dei mezzi necessari. Tali strutture devono essere conservate in efficienza allo scopo di mantenere la loro funzionalità. Particolare attenzione deve essere posta ai problemi relativi al trasporto solido: gli sbarramenti devono essere in grado di smaltire il naturale trasporto solido o deve essere prevista la rimozione forzata. La necessaria attenzione deve essere, infine, posta nei mutati processi di scioglimento nivale. Dai sopralluoghi effettuati, un sito adatto ad accogliere questo tipo di strutture appare la confluenza tra il canale 1 ed il canale 5 (Fig. 18: zona A). Tale sito è di accesso relativamente facile dai prati di malga Borchè (quota 1820 m s.m.m. circa) già raggiungibili attraverso una strada forestale. Le opere collocate in questa zona sarebbero in grado di regolare gli apporti valanghivi della parte in destra orografica del bacino. Questa modalità di intervento

appare, in via di principio, appropriata anche nel bacino in sinistra orografica ferme restando le molto maggiori difficoltà di accesso.

Strutture passive del tipo “valli deviatori”

Lo scopo di tali strutture è quello di orientare la valanga in uscita sul conoide verso le zone meno antropizzate. A tale fine appare opportuno forzare la valanga che scorra lungo il canale 5 ad allontanarsi dalla naturale pendenza del conoide che, seguendo l'alveo del rivo della Val dei Spini, tende ad avvicinare il centro storico dell'abitato di Cogolo. Questo può essere ottenuto progettando un vallo in sponda destra (Fig. 18: Zona B) dimensionato tenendo in considerazione le caratteristiche dinamiche della valanga indicate precedentemente. Appare altresì necessario, a causa delle potenzialmente elevate velocità di scorrimento, limitare l'angolo di incidenza del vallo rispetto alla traiettoria della valanga. Tale vallo deve essere, inoltre, in grado di contenere, totalmente o almeno parzialmente, la valanga di progetto che scorra nel canale 9 in sinistra orografica. Particolare attenzione deve essere posta, in questo caso, all'angolo di incidenza del canale 9 rispetto al canale 5 in corrispondenza della confluenza. La particolare conformazione planoaltimetrica del canale 9 in prossimità della confluenza (Fig. 18) non preclude la possibilità di una fuoriuscita parziale della massa valanghiva in corrispondenza della curva verso destra. Tale evento creerebbe condizioni di pericolo per zone del conoide più prossime all'abitato di Celledizzo. Anche in tale caso la costruzione di un vallo in sponda sinistra, (Fig. 18: zona B), permetterebbe di forzare la massa verso le zone meno

antropizzate. Il dimensionamento dei valli deviatori di destra e di sinistra orografica deve tenere inoltre in conto la possibilità che si verifichino eventi contemporanei, o quasi contemporanei, nei due canali. Le conseguenze nella zona del conoide di una successione ravvicinata di eventi dipende in modo fondamentale dai singoli eventi, potendo questi stessi presentarsi con modalità molto differenti (come evidenziato nella analisi matematico-numerica).

Altre strutture passive di protezione

La parte più a valle del conoide appare attualmente antropizzata, anche se non densamente, senza soluzione di continuità. La progettazione dei valli deviatori dovrebbe essere perciò associata alla progettazione di opere a protezione locale come cunei deviatori. Anche l'uso di cumuli dissipatori di energia, interposti tra i valli e le strutture, possono aumentare la sicurezza diminuendo la velocità della valanga di neve densa, forzandola ad un più lungo percorso e ad una maggiore dispersione planimetrica dell'accumulo (deve comunque essere osservato che il funzionamento di tali strutture non è stato ancora completamente validato). L'eventuale uso della segnaletica a protezione dei centri abitati e della strada deve tener conto dell'esiguo tempo di allarme che il bacino concede, valutabile mediante la simulazione matematico-numerica, nell'ordine di 1-2 minuti.

CONCLUSIONI

Il presente studio è stato realizzato nel periodo di due stagioni invernali tra il 1997 ed il 1999 ed è in buona parte basato sui dati di campo raccolti durante questo periodo, oltre che sugli esigui ed incompleti dati storici a disposi-

zione. Si ritiene pertanto importante continuare nella raccolta dei dati di campo, proseguendo nella osservazione puntuale del comportamento del bacino e nel mantenimento in buona efficienza delle strumentazioni già installate. Una maggiore comprensione del comportamento del sito valanghivo si confida possa essere derivata dalla attuale fase di studio che prevede una approfondita analisi dendrocronologica associata alla applicazione di modellazioni matematico-numeriche bidimensionali. Anche questa fase prevede la preziosa collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale e l'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della Provincia Autonoma di Trento.

Ringraziamenti

Il presente lavoro è stato svolto con i fondi previsti dalla convenzione stipulata tra la Provincia Autonoma di Trento, Ufficio Neve e Valanghe, ed il Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trento, dal titolo “Studio dei Fenomeni Valanghivi della Valle dei Spini (Comune di Pejo)”, prot. N. 3579/97-C33-N. Si ritiene inoltre doveroso riconoscere l'importanza della collaborazione offerta dal personale dell'Ufficio Neve, Valanghe e Meteorologia della P.A.T. ed in particolare dal p.i. Mauro Mazzola, oltre che dal personale della Commissione Valanghe del Comune di Pejo e del suo presidente geom. Rinaldo Monegatti; dagli ingg. Domenico Sguerso e Paolo Zatelli, dal dott. Marco Ciolli, dal personale del Laboratorio di Idraulica del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale; dal dott. Enrico Bertolazzi del Dipartimento di Meccanica Strutturale; dal dott. Gabriele Stoppa docente presso l'Istituto di Statistica e Ricerca Operativa dell'Università di Trento.

Bibliografia

- [1] Hutter, k., Siegel, M., Savage, S.B., Nohguchi, Y., Two-dimensional spreading of a granular avalanche down an inclined plane, Part I Theory, 1993, Acta Mechanica 100, 37-68.
- [2] Hutter, k., Koch, T., Pluess, C., Savage, S.B., The dynamics of avalanches of granular materials from initiation to runout, Part II Experiments, 1995, Acta Mechanica 109, 127-165.
- [3] Iverson, R. M., 1997, The Physics of debris flows, Cascades Volcano Observatory, U.S. Geological Survey, Vancouver, Washington.
- [4] Scotton P., 1998, Studio di fenomeni valanghivi della Valle dei Spini (Comune di Pejo, TN), 1° Rapporto Tecnico, prot. n. 3579/97-C33-N convenzione Università di Trento e Provincia Autonoma di Trento.
- [5] Scotton, P., 1999, Studio dei Fenomeni Valanghivi della Valle dei Spini (Comune di Pejo, Trento), Relazione Finale convenzione Università di Trento e Provincia Autonoma di Trento prot. n. 3579/97-C33-N.
- [6] Rilievi della Commissione Valanghe di Pejo del 1, 3, 8, 18, 23, 29 gennaio, del 6, 13 febbraio e del 14, 16 aprile 1998.
- [6.1] Rilievi effettuati in collaborazione con il personale dell'Ufficio Neve e Valanghe della Provincia Autonoma di Trento.
- [7] Scotton, P., Un modello matematico e numerico 1D, per le valanghe di neve densa, Quaderni del Dipartimento di Ingegneria Civile ed Ambientale, in elaborazione.

Le Responsabilità della Gu

Avv. Marco Del Zotto

studiolegale@delzotto.it

coordinamento

Nicoletta Zardini

zardinin@tin.it

ufficio stampa Collegio Nazionale

Guide Alpine Italiane



E' cronaca ordinaria come la montagna sia diventata una "palestra" di attività che richiede comportamenti responsabili a tutti i livelli, pena specifiche implicanze di responsabilità giuridiche. Sull'onda dell'attualità di queste problematiche, ecco la presentazione della figura della Guida Alpina vista sotto questo aspetto, che va a valorizzare appieno lo spessore e il ruolo professionale della categoria. Al di là dello specifico intervento, s'intende offrire a tutti gli operatori della montagna uno spunto di riflessione: sia per avvicinarsi a una visione giuridica generale, sia per documentarsi in modo approfondito sulle implicanze riguardanti i singoli ambiti di competenza.



ida Alpina





Ogni approfondimento giuridico relativo alle responsabilità cui possono incorrere le Guide Alpine non può essere riassunto sinteticamente, in quanto potrebbero emergere generalizzazioni non corrispondenti alle regole del diritto che disciplinano questa materia.

Qui ci limiteremo semplicemente ad illustrare le ipotesi di responsabilità che possono derivare dallo svolgimento della professione di Guida Alpina, evidenziando la differenza fondamentale che intercorre tra responsabilità penale e responsabilità civile e riservandoci in futuro eventuali approfondimenti su singoli argomenti di particolare rilevanza.

INQUADRAMENTO GIURIDICO DELLA FIGURA DI GUIDA ALPINA E DOVERI DEONTOLOGICI

Lo svolgimento della professione di Guida Alpina nel mondo della montagna è, insieme a quella del Maestro di Sci, l'unica attività il cui esercizio è espressamente disciplinato dal nostro ordinamento giuridico come "attività professionale". Per inquadrare pertanto diritti e doveri, obbli-

ghi e responsabilità della Guida Alpina è necessario individuare le attività che essa può svolgere professionalmente che, ai sensi dell'art. 2 della Legge n.6/89 sono:

- 1.** l'accompagnamento di persone in ascensioni sia su roccia che su ghiaccio o in escursioni in montagna;
- 2.** l'accompagnamento di persone in ascensioni sci alpinistiche o in escursioni sciistiche;
- 3.** l'insegnamento di tecniche alpinistiche e sci alpinistiche con esclusione delle tecniche sciistiche su piste di discesa e di fondo.

L'abilitazione tecnica all'esercizio della professione di Guida Alpina si ottiene attraverso la frequenza obbligatoria ai corsi tecnico-pratici organizzati dalle singole Regioni e al superamento dei relativi esami. Lo svolgimento della professione è subordinato all'iscrizione all'Albo Regionale delle Guide Alpine che ha validità triennale ed è rinnovato previo accertamento da parte del Collegio Regionale dell'idoneità psicofisica e dell'adempimento degli obblighi di aggiornamento professionale. E' inoltre possibile conseguire, mediante la frequenza di appositi corsi, le specializzazioni di:



1. arrampicata sportiva su roccia e su ghiaccio;
2. speleologia;
3. altre eventuali specializzazioni definite dal Collegio Nazionale.

Da questa breve introduzione, volta a definire l'attività propria della Guida Alpina, è possibile ricavare un primo dovere fondamentale a cui tutti coloro che risultano iscritti negli Albi professionali sono tenuti: l'esercizio della professione con dignità e correttezza in modo conforme alle norme deontologiche, la cui violazione determina l'irrogazione di sanzioni disciplinari da parte del Collegio Regionale di appartenenza.

LA RESPONSABILITÀ PENALE DELLA GUIDA ALPINA

La Guida Alpina è la figura professionale preposta all'accompagnamento dei soggetti che desiderano intraprendere una scalata, una gita sci alpinistica, un'escursione, e che pertanto si affidano all'esperienza e alle conoscenze tecniche per poter affrontare in sicurezza il mondo della montagna. Da ciò derivano in capo alla Guida Alpina una serie di obblighi che devono essere rispettati durante il rapporto professionale con il Cliente e la cui violazione può far nascere delle responsabilità che, se accertate, comportano l'emanazione di sanzioni penali. E' fondamentale rilevare in limine che non sono possibili generalizzazioni di situazioni al cui verificarsi la Guida incorre automaticamente in responsabilità. Ai fini dell'attribuzione della responsabilità è necessario infatti l'accertamento caso per caso di tutte le circostanze rilevanti a seguito delle quali si è verificato l'evento lesivo, per determinare se lo stesso possa o meno essere riconducibile alla condotta posta in essere dal

soggetto. Solo se viene accertato il nesso di causalità tra condotta ed evento è possibile attribuire una responsabilità di tipo penale. Le fattispecie di reato che più ci interessano non sono quelle dolose, quelle commesse dal soggetto con la volontà e la previsione dell'evento, bensì quelle derivanti da colpa. L'attribuzione della responsabilità per colpa si ha quando l'evento, anche se previsto, non è voluto dall'agente e si verifica a causa di negligenza, imprudenza o imperizia (cd. colpa generica) o per inosservanza di leggi, regolamenti, ordini o discipline (cd. colpa specifica). Il primo obbligo di ogni Guida Alpina riguarda la decisione di intraprendere o meno la gita con il cliente in relazione alle capacità tecniche dello stesso, alle difficoltà dell'itinerario e alle condizioni meteorologiche del momento. La diligenza richiesta alla Guida per non cadere in responsabilità per colpa può giungere fino all'obbligo di rinunciare alla gita stessa o di desistere dal raggiungere la vetta in relazione alle mutate condizioni meteorologiche o nell'ipotesi di difficoltà sopravvenute che non consentirebbero di concludere la gita in sicurezza.

In concreto è possibile quindi individuare la colpa nella violazione delle norme cosiddette precauzionali, di tutte quelle norme cioè che si possono desumere dall'esperienza e che sono prevedibili ed evitabili dalla "Guida modello".

Lo standard di diligenza richiesto dall'ordinamento giuridico per non incorrere in responsabilità non è quello del buon padre di famiglia ma quello più elevato dell' "homo eiusdem conditionis et professionis", proprio cioè del soggetto esperto e con conoscenze specifiche derivanti dall'essere una figura professionale del mondo della montagna.

L'OMISSIONE DI SOCCORSO

Nello svolgimento della sua attività professionale, la Guida Alpina può venire a conoscenza direttamente di incidenti che si sono appena verificati o di persone che si trovano in pericolo e che non hanno le capacità di far fronte autonomamente alla situazione di difficoltà.

L'art. 593 del codice penale punisce espressamente chiunque, di fronte a una persona inanimata o ferita o comunque in pericolo, ometta di prestare l'assistenza occorrente o di darne immediato avviso all'Autorità. Ai fini dell'accertamento della sussistenza di tale fattispecie di reato, non è possibile fare alcuna generalizzazione, perché sarà necessario verificare, caso per caso,





la situazione concreta e solo in seguito esprimere un giudizio sull'eventuale responsabilità omissiva, tenendo sempre in debita considerazione l'obbligo della Guida Alpina di salvaguardare l'incolumità e la sicurezza del proprio Cliente.

L'ABBANDONO DI PERSONE MINORI O INCAPACI

Particolare attenzione deve essere dedicata alle ipotesi in cui vengano affidate alla Guida Alpina persone minorenni o incapaci di provvedere a se stesse e delle quali la Guida abbia la custodia o debba averne cura. La sussistenza del reato di cui all'art. 591 del codice penale viene ravvisata

ogni qualvolta in dipendenza dell'abbandono, che può essere anche temporaneo, si crei uno stato sia pure potenziale di pericolo per l'incolumità del cliente. Particolare attenzione dovrà quindi prestare la Guida quando, al termine della gita, congederà i minori i quali dovranno essere riconsegnati ai genitori o ad altre persone idonee, e mai essere lasciati incustoditi in una situazione di potenziale pericolo.

I DOVERI DEL CLIENTE

Per contro, a fronte di tante responsabilità che possono sorgere in capo alla Guida Alpina derivanti da negligenza, imperizia e in tutte le altre ipotesi in cui possa essere ravvisato un comportamento punibile penalmente, anche il cliente è tenuto al rispetto di determinati obblighi che risultano essere fondamentali ai fini dell'accertamento della responsabilità anche della guida stessa. La violazione delle istruzioni impartite, l'inosservanza delle comuni regole di prudenza da parte del cliente, se risultano essere cause sopravvenute, da sole sufficienti a determinare

l'evento lesivo, escludono la responsabilità della Guida Alpina. Anche in queste ipotesi sarà pertanto fondamentale l'accertamento caso per caso delle condotte poste in essere dai soggetti per verificare la sussistenza di eventuali responsabilità anche eventualmente in concorso tra loro.

LA RESPONSABILITÀ CIVILE

La responsabilità civile può nascere :

- 1.** dall'inadempimento delle obbligazioni derivanti dal contratto -anche verbale- stipulato con il cliente, generalmente avente per oggetto un'escursione, il raggiungimento di una cima o la percorrenza di un itinerario;
- 2.** dal verificarsi di un fatto che cagioni al cliente un danno ingiusto (la cosiddetta responsabilità extracontrattuale o da fatto illecito) che sia conseguenza della condotta colposa della Guida.

I principali doveri che la Guida Alpina deve osservare nello svolgimento della sua attività sono i seguenti:

- 1.** la valutazione delle capacità tecniche del cliente e della sua preparazione fisica in relazione all'itinerario da percorrere;
- 2.** l'acquisizione d'informazioni sulle caratteristiche dell'itinerario e sulla sua agibilità;
- 3.** il controllo e la vigilanza sul cliente al fine di salvaguardarne l'incolumità.

La conseguenza della sussistenza della responsabilità civile è l'obbligo del risarcimento del danno. Sia che si tratti di inadempimento contrattuale, sia che si tratti di responsabilità extracontrattuale (per colpa), sarà onere della Guida Alpina provare di aver adottato tutte le misure idonee ad evitare l'evento lesivo, essendo la sua attività professionale considerata dal nostro ordinamento giuridico "attività

lecita pericolosa" (Art. 2050 del Codice Civile). Lo standard di diligenza richiesto alla Guida Alpina nello svolgimento della sua attività professionale -come per la responsabilità penale- non è quello medio dell'uomo comune ma deve corrispondere a un qualificato livello di preparazione tecnica e di esperienze adeguate all'evoluzione dello "stato dell'arte" all'epoca dell'incidente. La diligenza della Guida Alpina nel tutelare l'incolumità del Cliente si dovrà esprimere sia nell'osservanza delle regole di condotta precauzionale, quali l'impiego di materiali perfettamente efficienti (corde, moschettoni, chiodi, imbragature, piccozze, ramponi ecc. tutti con il marchio CE -Comunità Europea-), sia nel rispetto dei doveri schematicamente prima indicati. Anche ai fini dell'accertamento della responsabilità civile do-

vrà essere debitamente valutata la condotta del Cliente, il quale è tenuto a rispettare le regole di prudenza generali e ad attenersi alle istruzioni della guida. La violazione di queste regole da parte del Cliente potrà configurare un concorso di colpa o addirittura potrà escludere la responsabilità della Guida Alpina in base all'art. 1227 del Cod. Civile.



RIFERIMENTI NORMATIVI

**Legge 2 gennaio 1989, n. 6 (in Gazz. Uff., 12 gennaio, n. 9).
- Ordinamento della professione di guida alpina**

Art. 2 - Oggetto della professione di guida alpina.

* 1. E' guida alpina chi svolge professionalmente, anche in modo non esclusivo e non continuativo, le seguenti attività:

- a) accompagnamento di persone in ascensioni sia su roccia che su ghiaccio o in escursioni in montagna;
- b) accompagnamento di persone in ascensioni sci-alpinistiche o in escursioni sciistiche;
- c) insegnamento delle tecniche alpinistiche e sci-alpinistiche con esclusione delle tecniche sciistiche su piste di discesa e di fondo.

* 2. Lo svolgimento a titolo professionale delle attività di cui al comma 1, su qualsiasi terreno e senza limiti di difficoltà e, per le escursioni sciistiche, fuori delle stazioni sciistiche attrezzate o delle piste di discesa o di fondo, e comunque laddove possa essere necessario l'uso di tecniche e di attrezzature alpinistiche, è riservato alle guide alpine abilitate all'esercizio professionale e iscritte nell'albo professionale delle guide alpine istituito dall'articolo 4, salvo quanto disposto dagli articoli 3 e 21.

* 3. Le regioni provvederanno a individuare e a delimitare le aree sciistiche ove è consentita l'attività dei maestri di sci.

Art. 593 del Codice Penale Omissione di soccorso.

[I]. Chiunque, trovando abbandonato o smarrito un fanciullo minore degli anni dieci, o un'altra persona incapace di provvedere a se stessa, per malattia di mente o di corpo, per vecchiezza o per altra causa, omette di darne immediato avviso all'Autorità è punito con la reclusione fino a tre mesi o con la multa fino a 309 euro.

[II]. Alla stessa pena soggiace chi, trovando un corpo umano che sia o sembri inanimato, ovvero una persona ferita o altrimenti in pericolo, omette di prestare l'assistenza occorrente o di darne immediato avviso all'Autorità.

[III]. Se da siffatta condotta del colpevole deriva una lesione personale, la pena è aumentata; se ne deriva la morte, la pena è raddoppiata.

Art. 591 del Codice Penale Abbandono di persone minori o incapaci.

[I]. Chiunque abbandona una persona minore degli anni quattordici, ovvero una persona incapace, per malattia di mente o di corpo, per vecchiezza, o per altra causa, di provvedere a se stessa, e della quale abbia la custodia o debba avere cura, è punito con la reclusione da sei mesi a cinque anni.

[II]. Alla stessa pena soggiace chi abbandona all'estero un cittadino italiano minore degli anni diciotto, a lui affidato nel territorio dello Stato per ragioni di lavoro.

[III]. La pena è della reclusione da uno a sei anni se dal fatto deriva una lesione personale, ed è da tre a otto anni se ne deriva la morte.

[IV]. Le pene sono aumentate se il fatto è commesso dal genitore, dal figlio, dal tutore o dal coniuge, ovvero dall'adottante o dall'adottato.

Art. 2050 del Codice Civile Responsabilità per l'esercizio di attività pericolose

[I]. Chiunque cagiona danno ad altri nello svolgimento di un'attività pericolosa, per sua natura o per la natura dei mezzi adoperati, è tenuto al risarcimento, se non prova di avere adottato tutte le misure idonee a evitare il danno.

Art. 1227 del Codice Civile Concorso del fatto colposo del creditore

[I]. Se il fatto colposo del creditore ha concorso a cagionare il danno, il risarcimento è diminuito secondo la gravità della colpa e l'entità delle conseguenze che ne sono derivate.

[II]. Il risarcimento non è dovuto per i danni che il creditore avrebbe potuto evitare usando l'ordinaria diligenza.

Nell'estate del 2001 sono iniziate le attività di campo per l'acquisizione di dati a terra su alcune proprietà fisiche della neve e del ghiaccio contemporaneamente ai passaggi del sensore ASTER-TERRA sulla verticale di alcuni ghiacciai italiani.

**Roberto Ranzi
e Stefan Taschner,**

Università di Brescia,
Dipartimento di Ingegneria Civile,
Via Branze 38, 25123 Brescia

**Anselmo Cagnati,
Mauro Valt e Renato Zasso,**

ARPAV - Centro Valanghe,
32020 Arabba (BL)



Monitoraggio

Nel dicembre 1995 il servizio geologico statunitense (USGS) ha posto le basi di un progetto di ricerca internazionale finalizzato alla definizione di un archivio globale dei ghiacciai utilizzando sistemi di monitoraggio e riconoscimento omogenei, basati principalmente su sensori satellitari. Il progetto, denominato con l'acronimo GLIMS (Global Land Ice Monitoring from Space), prevede di fare affidamento principalmente sulle immagini rilevate dal sensore ASTER, installato sul satellite TERRA, per il riconoscimento dell'estensione, del tipo di copertura e dell'evoluzione dinamica dei principali ghiacciai terrestri. Le attività sperimentali relative ai ghiacciai italiani sono iniziate nell'estate del 2001, quando sono state effettuate delle campagne di rilievo, su tre ghiacciai campione, di alcune proprietà fisiche delle coperture superficiali (detrito, ghiaccio, firn, neve) in contemporanea con la prevista acquisizione delle immagini rilevate dal sensore ASTER-TERRA. Le condizioni meteorologiche hanno consentito di acquisire dati sulla copertura detritica del ghiacciaio del Belvedere, risultate utili per il riconoscimento delle sue proprietà termiche, grazie all'elaborazione dell'immagine del 24.08.2001. Sul ghiacciaio della Marmolada e dell'Adamello sono stati raccolti dati sullo stato della neve, correlati alle misure di due stazioni meteorologiche d'alta quota.



da satellite dei **GHIACCIAI**

La campagna GLIMS 2001

IL PROGETTO GLIMS

Il monitoraggio dei ghiacciai del globo nell'attuale fase di contrazione della superficie della criosfera, successiva al periodo freddo della 'Piccola Età Glaciale', ha il significato di documentare, a beneficio delle future generazioni, lo stato del clima terrestre all'inizio del terzo millennio.

E' con questo principale obiettivo che nel 1995 l'U.S. Geological Survey ha proposto alla comunità scientifica internazionale di coordinare il progetto GLIMS, una ricerca finalizzata alla creazione di un archivio d'immagini, e di dati ad esse correlati, dei

principali ghiacciai della Terra (Kargel e Kieffer, 1995).

La catalogazione dei ghiacciai del globo è già oggetto delle attività del World Glacier Monitoring Service (1989) che ha realizzato il World Glacier Inventory, ma i metodi di rilievo (topografico, aerofotogrammetrico, satellitare) adottati per la sua redazione non sono del tutto omogenei e la copertura della superficie terrestre non è completa.

Oggi la tecnologia degli scanner satellitari e dei sistemi di trasmissione ed elaborazione dei dati da essi rilevati si è sviluppata ad un livello tale da rendere concorrenziale, rispetto ad altri metodi

di rilievo dei ghiacciai, il telerilevamento da satellite.

La risoluzione geometrica, spettrale e radiometrica delle immagini acquisite da diversi sensori installati su piattaforme satellitari progettate per il monitoraggio ambientale (LANDSAT, SPOT, TERRA,...) consente oggi di riconoscere oggetti con dimensioni inferiori a 10 m, discriminando la loro risposta spettrale in diverse bande dello spettro elettromagnetico e riconoscendo differenze di temperatura superficiale inferiori a 0.3 °C. Queste prestazioni sono compatibili con molte delle applicazioni d'interesse della glaciologia,

Caratteristiche del sensore ASTER e dei tre sottosistemi del radiometro

Sottosistema	Banda	Risoluzione spaziale (m)	Limiti spettrali (m)
VNIR	1	15	0.52 - 0.60
VNIR	2	15	0.63 - 0.69
VNIR	3 stereo	15	0.76 - 0.86
SWIR	4	30	1.600 - 1.700
SWIR	5	30	2.145 - 2.185
SWIR	6	30	2.185 - 2.225
SWIR	7	30	2.235 - 2.285
SWIR	8	30	2.295 - 2.365
SWIR	9	30	2.360 - 2.430
TIR	10	90	8.125 - 8.475
TIR	11	90	8.475 - 8.825
TIR	12	90	8.925 - 9.275
TIR	13	90	10.25 - 10.95
TIR	14	90	10.95 - 11.65

Fig.1

come il riconoscimento dei limiti del ghiacciaio, della linea delle nevi, del movimento stagionale o la stima di parametri di una certa rilevanza, come l'albedo superficiale. E' anche per le applicazioni glaciologiche che la NASA, in collaborazione con il Governo del Giappone, ha sviluppato il sensore di nuova generazione ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection radiometer), installato sul satelli-

te TERRA, lanciato nello spazio il 18 Dicembre 1999.

L'orbita di TERRA, eliosincrona, è a 705 km di altezza ed il passaggio sulla verticale italiana avviene, attualmente, verso le ore 10:20 UTC antimeridiane. L'ampiezza di ciascuna striscia (swath) di rilevamento a terra è di 60 km ed il periodo dei passaggi sul medesimo luogo è di 16 giorni; tuttavia la possibilità di modificare l'assetto del radio-

metro consente di monitorare il medesimo luogo con maggiore frequenza.

Le caratteristiche spettrali del sensore ASTER, e la risoluzione spaziale delle immagini, lo rendono particolarmente adatto, tra l'altro, al monitoraggio della criosfera terrestre.

Il sensore è costituito da tre sistemi, operanti, rispettivamente, nelle bande del visibile-infrarosso vicino (VNIR), dell'infrarosso medio (SWIR) e dell'infrarosso termico (TIR).

Le caratteristiche spettrali dei tre sistemi di acquisizione, con i rispettivi limiti di banda e le risoluzioni geometriche delle immagini sono riportate nella Figura 1.

In particolare la risoluzione geometrica del sensore VNIR, di soli 15 metri nelle sue tre bande, costituisce un progresso, agli scopi glaciologici, rispetto alle potenzialità del sensore TM (con risoluzione di 30 m) della serie LANDSAT, utilizzata sinora in diverse applicazioni anche relative ai ghiacciai italiani (Serandrei-Barbero e Zanon, 1993; Binaghi et al., 1997).



Anche il sensore termico fornisce immagini più dettagliate rispetto a quelle, omologhe, di altri satelliti ambientali.

E' per questi principali motivi che ASTER è il sensore privilegiato per il progetto GLIMS.

Per raggiungere l'ambizioso obiettivo di monitorare tutti i principali ghiacciai della Terra entro il prossimo quinquennio, il centro di coordinamento, con base a Flagstaff, in Arizona, ha promosso la creazione di centri regionali che, in base alla conoscenza dei ghiacciai della regione, si sono assunti l'onere dell'elaborazione delle immagini inviate dal satellite, derivandone delle informazioni confermate anche da rilievi glaciologici in situ e da esperimenti progettati ad hoc.

Il gruppo italiano, formatosi fin dal 1996 e strutturato in diverse unità operative (vedi <http://civserv.ing.unibs.it/utenti/ranzi/glimsit/index.htm>), aderisce al centro regionale delle Alpi Europee, con sede al Politecnico di Zurigo.

L'Agenzia Spaziale Italiana dal 2002 finanzia, in parte, le attività

del progetto, tramite un contratto stipulato con il CNR-IREA di Milano.

LA CAMPAGNA SPERIMENTALE 2001

La prima stagione glaciologica in cui, dopo la fase di messa a punto dell'orbita e dei sistemi di acquisizione del satellite, il sensore ASTER è stato operativo per il monitoraggio dei ghiacciai italiani è stata l'estate 2001.

Per fornire un supporto di verifica a terra dello stato della superficie del ghiacciaio sono stati selezionati tre apparati glaciali: quello della Marmolada, del Belvedere e dell'Adamello.

I primi due erano già stati selezionati dal Comitato Glaciologico Italiano (1959-1962) per l'approfondimento dei rilievi di superficie e di profondità in occasione dell'Anno Geofisico Internazionale (1957-1958). Quello dell'Adamello fu oggetto, nel medesimo periodo, di un rilievo fotogrammetrico di dettaglio (Astori e Togliatti, 1964) ed in tempi recenti è stato al centro di diverse ricerche (v. ad es. Baroni e Carton, 1996) ed attività di catalogazione glaciologica (v. Servizio Glaciologico Lombardo, 1992 e Comitato Glaciologico Trentino, 1994).

Le tre campagne sperimentali per il progetto GLIMS, di cui si rende conto brevemente nel seguito, sono state finalizzate all'acquisizione di alcuni parametri fisici degli strati superficiali dei ghiacciai.

E' noto, infatti, come il grado di metamorfismo della neve e del firn (Casacchia et al., 2000), la densità ed il diametro dei cristalli (Bergen, 1975), la rugosità superficiale del ghiaccio e l'eventuale copertura detritica, assieme ad altri fattori, modifichino in modo sensibile la riflettanza della superficie e, di conseguenza, il segnale radiometrico rifles-



Fig.2

so verso il sensore satellitare. Per consentire, quindi, di interpretare in modo corretto le immagini telerilevate e stimare, ad esempio, l'albedo della superficie (Lechi e Ranzi, 1990), è opportuno conoscere alcune proprietà fisiche della superficie del ghiacciaio.

Le misure sul ghiacciaio della Marmolada e dell'Adamello sono state finalizzate alla caratterizzazione della superficie della neve stagionale e del firn, in relazione all'evoluzione delle condizioni meteorologiche precedenti i giorni del passaggio del satellite.

Sul ghiacciaio del Belvedere, coperto da uno strato di detrito spesso, mediamente, un paio di decimetri, ci si è concentrati sulla misura delle proprietà termiche superficiali della copertura detritica, studiate in relazione all'immagine rilevata dal sensore ASTER il 24.08.2001, la prima utile agli scopi glaciologici rilevata sulle Alpi Italiane.

I RILIEVI AL GHIACCIAIO DELLA MARMOLADA

I rilievi del manto nevoso sul ghiacciaio della Marmolada, così come quelli sull'Adamello, sono stati eseguiti secondo la



Stability Assessment: Good

Neve
e Valanghe 52

Fig.3

A 2700 m di quota, nella zona di ablazione, la neve distribuita a chiazze con superficie ondulata, aveva una densità di 510 kg/m^3 , era bagnata ed i grani, di tipo 6b e 6c, erano di diametro compreso tra 3 e 4 mm.

MISURE DELLE PROPRIETÀ TERMICHE AL GHIACCIAIO DEL BELVEDERE

Situato nel Gruppo del Monte Rosa, in valle Anzasca, in destra orografica della Val d'Ossola, il Ghiacciaio del Belvedere è uno dei più interessanti ghiacciai italiani, per diversi motivi.

Studiato già in passato, tra gli altri, da Monterin (1926) e Gili Borghet (1962), il Belvedere può venire considerato come un "debris covered glacier" dato che la sua lingua è ricoperta da uno strato di detrito spesso fino ad alcune decine di centimetri. La sua fronte raggiunge la quota di 1785 m, caso affatto anomalo nelle Alpi meridionali.

Anche il suo regresso è meno accentuato rispetto alla media dei ghiacciai italiani e di quelli del settore Monte Rosa-Cervino (Santilli et al., 2002).

Negli ultimi anni esso è stato oggetto di particolare attenzione da parte di tecnici della protezione civile e studiosi a causa dell'accelerazione della sua dinamica (Mazza, 2000; Haeberli et al., 2002), dell'intensificarsi di fenomeni di crollo di ghiaccio misto a roccia lungo i canali valanghivi che, in parte, lo alimentano (Figura 4) e della spettacolare formazione del Lago Effimero (Figura 5) che ha raggiunto proporzioni ragguardevoli, destan-

do anche preoccupazione per la sicurezza dell'abitato di Macugnaga, nell'estate del 2002.

Durante la campagna sperimentale 2001 del progetto GLIMS sono state effettuate diverse misure di campo per studiare le proprietà termiche di varie superfici ad esso correlabili.

In diverse ore della giornata del 15 agosto sono stati misurati i profili di temperatura ed il flusso termico nello strato di detrito (v. Figura 7) e le temperature di superfici non ricoprenti il ghiacciaio (detrito, roccia, erba).

Le misure hanno marcato una significativa differenza di temperatura tra il detrito sovrapposto al ghiaccio e le altre superfici con temperature, mediamente, più elevate.

Ciò è evidente anche dall'analisi dell'immagine nella banda termica del sensore ASTER, rilevata il 24.08.2001 e illustrata nella Figura 6. La lingua del ghiacciaio (il cui margine, derivato dalla ripresa aerea del 1991 riportata sulla Carta Tecnica Regionale del 1994, è stato sovrapposto in colore grigio) è in parte più fredda dell'area circostante.

Due regioni, evidenziate dalle ellissi, sono particolarmente significative: una, a sud, vicino al Rifugio Zamboni e l'altra, più a nord, in prossimità della biforcazione della lingua del ghiacciaio.



Fig.4

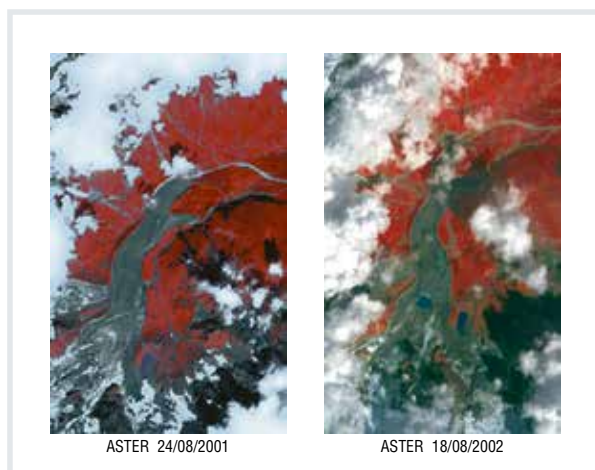
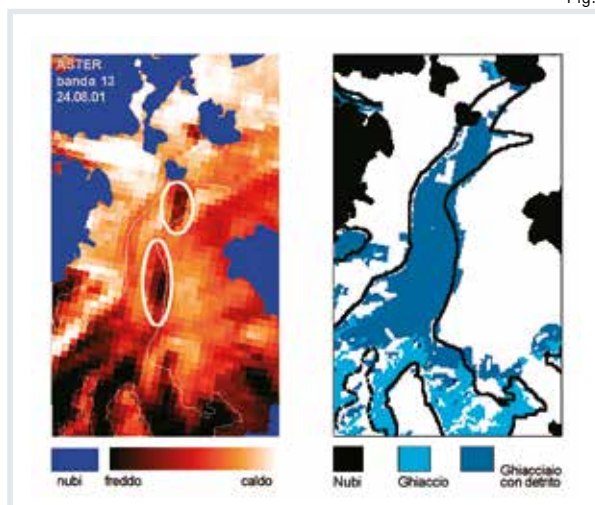


Fig.5

Fig.6



Il confronto con le misure di spessore di detrito effettuate da Diolaiuti et al. (in stampa) mostra come queste aree possano essere correlate con una copertura detritica di limitato spessore, mentre aree meno fredde possono essere, invece, associate a coperture più spesse. Il maggiore spessore dello strato di detrito potrebbe avere un effetto di isolamento termico del ghiaccio sottostante, raggiungendo maggiori temperature superficiali, in modo che il radiometro a infrarossi potrebbe non cogliere lo sbalzo termico tra detrito "puro" e detrito sovrapposto a ghiaccio.

Le immagini da satellite possono quindi diventare un utile strumento per stimare lo spessore della copertura detritica.

Le zone più fredde, ricoperte da un minor spessore di detrito, coincidono con le zone di

Fig. 4: La foto, ripresa nell'agosto 2000 dal Lago delle Locce, inquadra il tratto iniziale del Ghiacciaio del Belvedere, dove nel 2002 si è formato il Lago Effimero. Qui confluiscono il Ghiacciaio del Rosa e quello delle Locce. Al centro, sullo sfondo, le colate di ghiaccio misto a roccia presso il Canalone Marinelli, particolarmente attive dalla primavera del 2000.

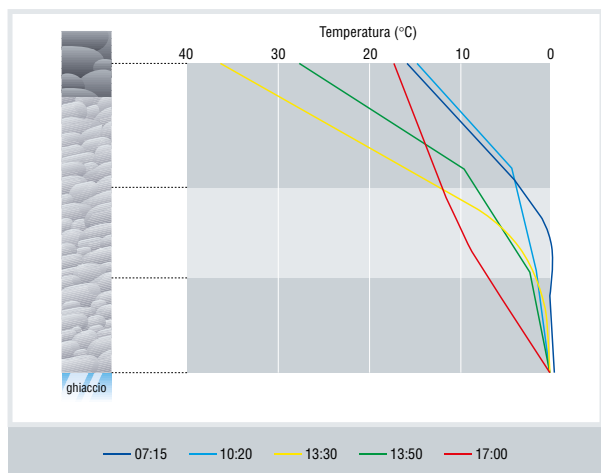


Fig.7

Fig. 8: Temperatura superficiale simulata dal modello di bilancio energetico per due maglie (roccia nuda e detrito sopra il ghiaccio) situate alla medesima quota (2000m).

maggiore attività recente del ghiacciaio, cioè con il ramo del ghiacciaio del Belvedere alimentato da quello delle Locce, in destra idrografica, e con la biforcazione del ghiacciaio nelle sue due lingue frontali.

L'uso della banda termica può migliorare anche i risultati delle classificazioni.

L'immagine ASTER è stata classificata utilizzando un approccio basato sull'utilizzo delle bande dell'infrarosso vicino, perfezionato per tenere conto anche dell'informazione termica (Taschner e Ranzi, 2002).

Come mostrato nella Figura 6 a destra, i limiti della lingua del ghiacciaio ricoperta da detrito, ottenuti dalla classificazione dell'immagine telerilevata sono in buon accordo con i confini del ghiacciaio desunti dal rilievo aerofotogrammetrico.

Per verificare che la temperatura superficiale della copertura detritica sovrapposta al ghiaccio si mantenga, a parità di quota, significativamente inferiore a quella della roccia nuda, sono state simulate le stagioni di ablazione dell'anno 1997 e 2000, per il Belvedere, mediante un modello di bilancio energetico spazialmente distribuito (Ranzi e Rosso, 1991; Grossi et al. 2000).

Il modello, strutturato per l'acquisizione dell'informazione meteorologica e geomorfologica su una griglia regolare, fornisce

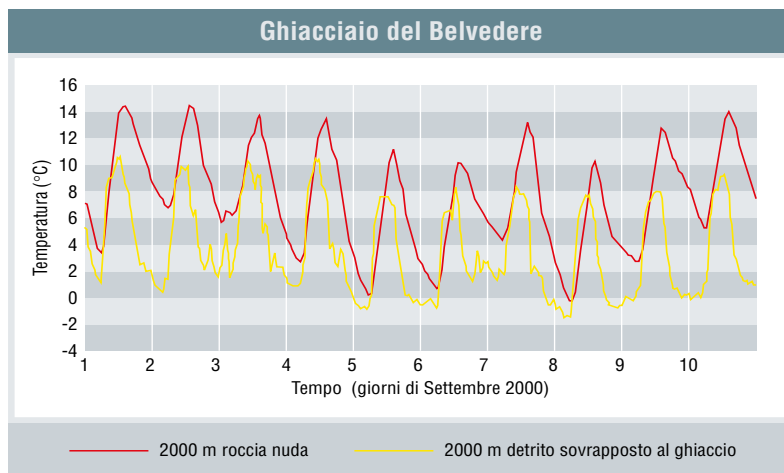


Fig.8

una stima del bilancio energetico bidimensionale e del bilancio di massa per ogni maglia, tenendo conto dei processi di accumulo, fusione e rigelo. Il bilancio energetico dello strato superficiale di detrito di spessore z_s può essere scritto esplicitando la dipendenza dalla temperatura dell'aria, T_a , e del suolo, T_s :

$$C_v z_s \frac{dT_s}{dt} = S_{io} + L_{io}(T_a, T_s) + H_i(e_a, e_s(T_s)) + H_s(T_a, T_s) + H_p + H_g(z_s)$$

C_v è il calore specifico volumetrico dell'ammasso detritico, assunto pari a $2.16 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3/\text{°C}$. H_s , H_i , H_p , S_{io} e L_{io} sono, rispettivamente, i flussi netti del calore sensibile e latente, del calore advettivo, della radiazione ad onde corte e ad onde lunghe, positivi se entranti nello strato. Per il flusso di calore scambiato per conduzione H_g viene applicata la soluzione analitica per due strati a temperatura costante (il ghiacciaio temperato a 0 °C e il



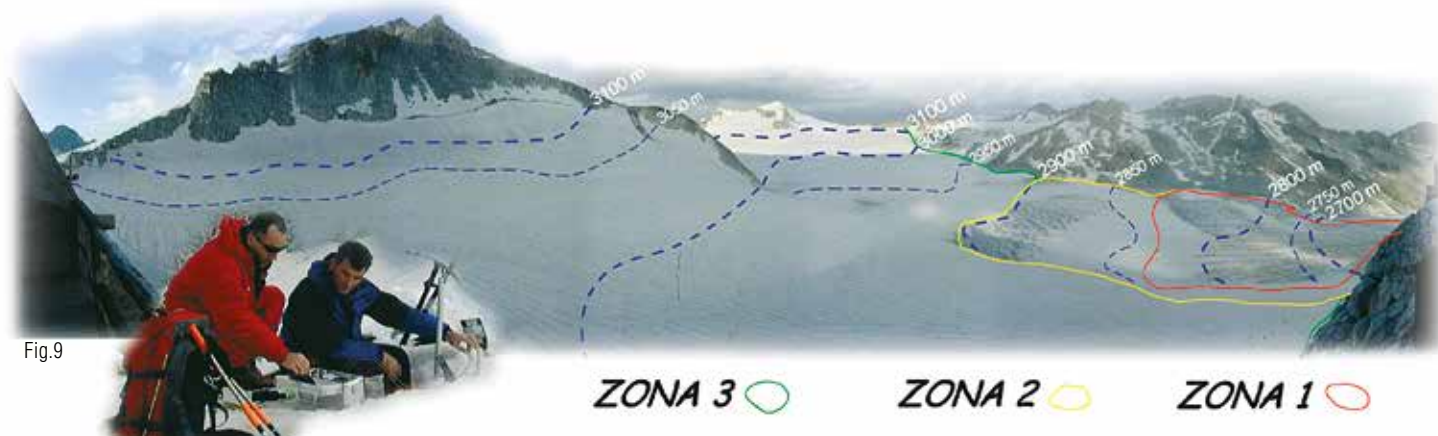


Fig.9

detrito sovrapposto a temperatura variabile) con una conduttività termica di 2 W/(m K) desunta dalla letteratura scientifica e sostanzialmente confermata dalle misure di campo.

Per la soluzione è stato scelto uno schema numerico esplicito alle differenze finite, in cui la temperatura superficiale, incognita, dello strato, $T_{s,t}$, viene calcolata in funzione della temperatura superficiale al passo precedente $T_{s,t-1}$.

Nella Figura 8 viene riportato, per i primi 10 giorni di settembre 2000, l'andamento della temperatura superficiale simulato per due celle vicine situate entrambe a 2000 m di quota, una esterna al ghiacciaio, l'altra con ghiaccio coperto da detrito.

Per la maglia esterna al ghiacciaio la temperatura si mantiene sensibilmente più alta e con maggiori fluttuazioni.

L'effetto di isolamento termico operato dalla copertura detritica sul bilancio energetico risulta evidente anche in termini di produzione di deflusso, riducendone la quantità.

Le precipitazioni ed i tassi di fusione di neve e ghiaccio sono risultati in buon accordo qualitativo con le misure di deflusso medio decadico effettuate, a titolo di verifica, all'invaso di Ceppo Morelli, a valle del ghiacciaio del Belvedere.

I RILIEVI AL GHIACCIAIO DELL'ADAMELLO

Le giornate di mercoledì 15 e giovedì 16 agosto sono state caratterizzate da ottime condizioni meteorologiche con tempo molto soleggiato e cielo terso salvo qualche modesta attività cumuliforme ma senza precipitazioni. Lo zero termico era attorno ai 4500 m di quota ed è diminuito nella giornata di venerdì 17 agosto quando il passaggio

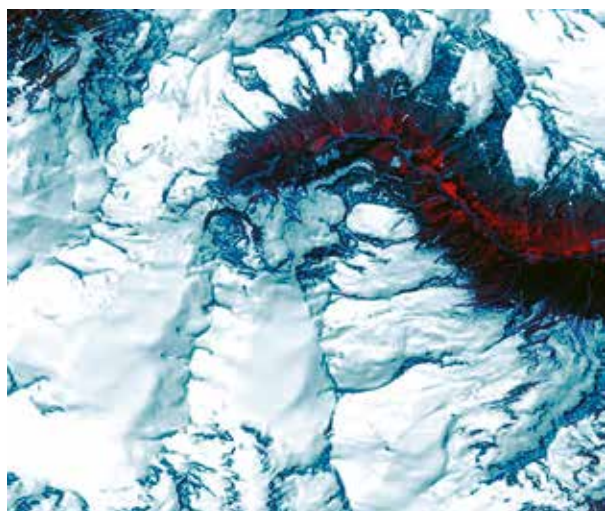


Fig.10

di una saccatura atlantica ha determinato tempo instabile con temporali che localmente sono stati forti con grandinate. Il 17 agosto la catena montuosa dell'Adamello è stata interessata da addensamenti cumuliformi già dal primo mattino e verso le ore 12.00-12.30 si sono verificate le prime precipitazioni temporalesche che hanno continuato fino a sera.

E' stato comunque possibile effettuare un rilievo nivologico completo e diverse osservazioni sulle proprietà della superficie del manto nevoso.

Una prima zona (v. Figura 9) dal fronte basale del ghiacciaio fino a 2800-2850 m di quota presentava copertura nevosa a chiazze (rapporto area innevata/area totale da 0/10 a 4/10) di spessore variabile dai 10 ai 40 cm, con crepacci quasi completamente aperti.





Fig.11



Fig.13

La superficie si presentava prevalentemente formata da grani bagnati (6c) con umidità bagnata (3-8% di acqua liquida).

Nella seconda zona, dai 2800-2850 m ai 2900 m di quota, la copertura nevosa era continua in area pianeggiante (rapporto area innevata/area totale 10/10) con spessore della neve variabile dai 20 ai 80 cm e presente a chiazze sul cambio di pendenza in concomitanza dei crepacci (rapporto area innevata/area totale 4/10).

La superficie si presentava prevalentemente formata da grani bagnati (6b, 6c) con umidità variabile da umida (< 3% di acqua liquida) a bagnata (3-8% di acqua liquida);

La terza zona, oltre i 2900 m fino al Rifugio ai Caduti dell'Adamello (3040 m) presentava copertura nevosa continua (rapporto area innevata/area totale 10/10) e spessore della neve variabile dai 60 ai 250 cm.

Rilievo nivologico al Passo della Lobbia Alta

Data / Ora	Sito	Coordinate	Quota (m)	Altre misure
17.08.2001 / 08.45	Adamello Rifugio Lobbia Alta	46° 09' 81" N 010° 34' 10" E	3000	Stratigrafia 0.50m Penetrometrica 0.50m
Temperatura dell'aria: -2 °C Stato del cielo: da nuvoloso a coperto Vento: assente in rinforzo da SW a partire dalle ore 09.30 Altezza neve nell'area: 2.50 m Strato superficiale: strato compatto di 10 mm di spessore costituito da grani da fusione e rigelo (6b E=1.0 mm) Durezza strato superficiale: molto alta pari a lama o coltello (> 10° Pa) Temperatura neve: - 0.8 °C Umidità strato superficiale: asciutta (0%) Densità: 530 kgm³ Rugosità sup. microscala: superficie concava (Sc) Dimensioni delle irregolarità: profondità 60 mm, lunghezza 400 mm, larghezza 300 mm Rugosità macroscala: neve da sublimazione in evoluzione verso il firn Dimensioni delle irregolarità: -- Estensione areale omogenea: > 1 km²				

Fig.12

La superficie si presentava prevalentemente formata da grani bagnati (6b) con umidità variabile da asciutta (0% di acqua liquida) a umida (< 3% di acqua liquida).

In questa zona (Figure 10 e 11) è stato effettuato il rilievo nivologico i cui risultati sono riassunti nella Figura 12.

Da rimarcare la presenza di uno spessore di neve stagionale di ben 2.5 metri di altezza, in una zona dove spesso, negli anni recenti, il ghiacciaio e' scoperto già nel mese di agosto.

I grani da fusione e rigelo risentono dell'andamento delle temperature nei giorni precedenti il rilievo.

Le temperature rilevate presso la stazione nivometeorologica del Passo della Lobbia Alta

(Figura 13), la cui installazione è stata completata, a seguito della stipula di una convenzione tra l'Università di Brescia ed il parco Adamello-Brenta, nel corso del 2002, marcano un abbassamento delle temperature nel giorno 11 agosto (Figura 14).

La densità della neve è elevata, così come la sua durezza, mentre le irregolarità superficiali hanno dimensioni significative, sia in profondità sia in lunghezza.

CONCLUSIONI

Nell'articolo si sono illustrati sinteticamente i risultati della campagna di misure condotta nell'estate del 2001 contemporaneamente al passaggio del satellite TERRA su alcuni ghiacciai scelti come campione per il progetto GLIMS di monitoraggio

Stazione Meteorologica Adamello Passo della Lobbia (3015 m s.l.m.) Temperatura minima oraria dell'aria

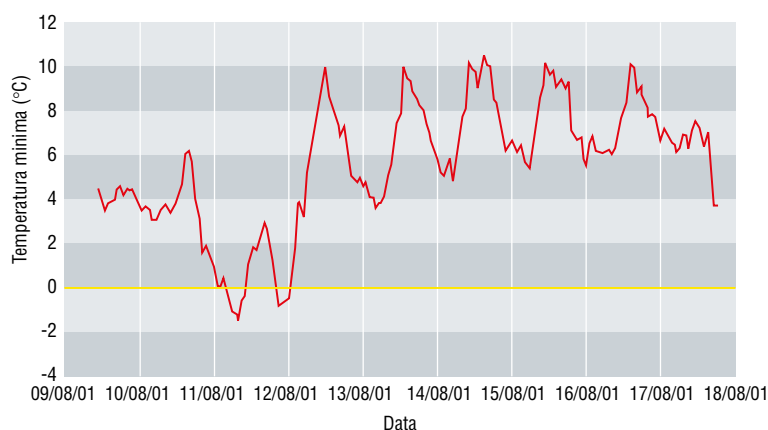


Fig.14

dei ghiacciai del globo.

Sui ghiacciai della Marmolada e dell'Adamello le condizioni meteorologiche non hanno consentito l'acquisizione di immagini telerilevate utili a scopi glaciologici, ma hanno comunque permesso di raccogliere informazioni sullo stato fisico del manto nevoso in un periodo generalmente favorevole per il riconoscimento dei limiti dei ghiacciai, della linea delle nevi e la stima di parametri di interesse idrologico, come l'albedo, che condiziona in modo determinante la fusione dei ghiacciai. Sul ghiacciaio del Belvedere è stato invece possibile misurare i profili di temperatura, i flussi di conduzione e la conduttività termica dello strato di detrito sovrapposto al ghiaccio.

Questi dati sono stati utilizzati per interpretare l'immagine rilevata dal sensore ASTER il 24 agosto 2001, la prima utile a scopi glaciologici acquisita sul territorio italiano: essa ha posto in evidenza la minore temperatura del detrito sovrapposto al ghiaccio, rispetto alla roccia nuda, e di correlare le variazioni termiche con lo spessore della copertura.

La simulazione numerica del regime termico del detrito sovrapposto al ghiaccio sembra indicare che sul ghiacciaio del Belvedere la copertura detritica, mediamente, preserva il ghiacciaio dalla fusione, riducendone l'intensità.

Le immagini acquisite hanno mostrato interessanti potenzialità in virtù della versatilità dell'informazione multispettrale che le caratterizza.

La frequente presenza di nubi in quota limita, tuttavia, il numero di immagini utili alla glaciologia, in modo che il previsto monitoraggio sistematico dei ghiacciai italiani richiederà un rinnovato impegno nei prossimi anni.

BIBLIOGRAFIA

B. Astori e G. Togliatti - Il rilievo fotogrammetrico del ghiacciaio Pian di Neve (Adamello), Boll. Com. Glac. It., ser. 2, 11 (1), 33-50, 1964.

C. Baroni e A. Carton - Geomorfologia dell'alta Val di Genova (Gruppo dell'Adamello, Alpi Centrali), Geogr. Fis. Dinam. Quat., 19, 3-17, 1996.

J. D. Bergen - A possible relation of Albedo to the Density and Grain Size of Natural Snow Cover, Water Resources Research, 11(5), 745-746, 1975.

E. Binaghi, P. Madella, M.G. Montesano, e A. Rampini - Fuzzy contextual classification of Multisource Remote sensing Images, IEEE Trans. on Geosci. and Remote Sensing, 35, 2, 326-340, 1997.

R. Casacchia, F. Lauti, R. Salvadori, A. Cagnati e M. Valt - Riflettanze di neve e ghiaccio in Artico, Rivista italiana di telerilevamento, Firenze, 17/18, 9-20, 2000.

Comitato Glaciologico Italiano - C.N.R. - Catasto dei ghiacciai italiani, 4 voll. Torino, 1959-1962.

Comitato Glaciologico Trentino - I ghiacciai del Parco Adamello-Brenta, Parco Adamello Brenta, Nuova Stampa Rapida, Trento, 1994.

G. Diolaiuti, C. D'Agata e C. Smiraglia, Variations in Belvedere Glacier (Monte Rosa, Italian Alps) tongue thickness and volume in the second half of the 20th century, Artic, Antarctic and Alpine Research (in stampa).

A. Gili-Borghet - Il ghiacciaio del Belvedere e gli studi compiuti sino all'anno 1957, Bollettino del Comitato Glaciologico Italiano, 10(II), 33-57, 1962.

B. G. Grossi, R. Ranzi and B. Bacchi, Distributed Snowmelt Simulation for the TT4 Event in the Toce River Watershed, RAPHAEL Final Report, Università di Brescia, 2000.

W. Haeberli, A. Käab, F. Paul, M. Chiarle, G. Mortara, A. Mazza and S. Richardson - A surge-type movement at Ghiacciaio del Belvedere and a developing slope instability in the east face of Monte Rosa, Macugnaga, Italian Alps - Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography, 56 (2), 104-111, 2002.

J.S Kargel e H.H. Kieffer - Opportunity for nearly comprehensive Global Glacier Monitoring with ASTER, EOS Transactions, AGU, 1995 Fall Meeting, vol. 76 (46), F91, 1995.

G. Lechi e R. Ranzi - Calcolo di riflettività lambertiana a partire da dati MSS e misure di radiazione solare al suolo, Atti del IV Convegno dell'Associazione Italiana Telerilevamento, Pisa, 25-29 Novembre, 307-315, 1990.

A. Mazza - Some results of recent investigations on ghiacciaio del Belvedere (Anzasca Valley, Western Alps) taking into account the glacier mechanics. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 23, 59-71, 2000.

U. Monterin - La fine della fase progressiva e l'inizio della nuova fase di ritiro dei ghiacciai italiani del Monte Rosa. Sonderabdruck aus Zeitschrift für Gletscherkunde, 1926, 25.

R. Ranzi e R. Rosso - A physically based approach to modelling distributed snowmelt in a small alpine catchment, IAHS Publ., 205, 141-159, 1991.

M. Santilli, G. Orombelli e M. Pelfini - Variations of Italian glaciers between 1980 and 1999 inferred by the data supplied by the Italian Glaciological Committee, Geogr. Fis. Dinam. Quat., 25, pp. 61-76, 2002.

R. Serandrei-Barbero e G. Zanon - The Italian Alps, in: Satellite Image Atlas of Glaciers of the World - Europe, edito da R.S. Williams e J. G. Ferrigno, USGS Professional Paper 1386-E, Washington D.C., 1993.

Servizio Glaciologico Lombardo - Ghiacciai in Lombardia, Ed. Bolis, Milano, 1992.

S. Taschner e R. Ranzi - Comparing the Opportunities of LANDSAT-TM and ASTER Data for Monitoring a Debris Covered Glacier in the Italian Alps within the GLIMS Project, Proc. IGARSS Symposium 2002, Toronto, ISBN 0-7803-7537-8, IEEE, Piscataway, NJ, 3 pp., 2002.

World Glacier Monitoring Service - World Glacier Inventory. Status 1988, IAHS-UNEP-UNESCO, Teufen, Switzerland, 1989.





NUOVI RADAR METEOROLOGICI SULL'ITALIA NORD-OCCIDENTALE

Torino, 17 Maggio 2002

Il radar meteorologico è uno strumento operativo di primaria importanza nel monitoraggio e nelle previsioni a brevissima scadenza, sia in ambito meteorologico che in quello ideologico, utilizzato dalla struttura previsionale della Regione Piemonte sin dal 1978.

Con le risorse messe a disposizione dal programma INTERREG IIC "Assetto del Territorio e difesa dalle inondazioni" la Regione Piemonte e la Regione Liguria hanno realizzato una rete radar operativa per la copertura dell'Italia nord-occidentale, inquadrata nel più ampio contesto transnazionale della sorveglianza meteorologica del Mediterraneo Occidentale, fucina delle più disastrose tempeste che periodicamente ne devastano il territorio.

Tale rete è composta dal rinnovato radar doppler installato al Bric della Croce, sulla sommità della collina torinese, in comune di Pecetto (TO), già di proprietà della Regione Piemonte, e del radar doppler installato a M.te Settepani sulla displuviale Liguria - Piemonte in comune di Osiglia (SV). Essa risponde all'esigenza di condivisione dei sistemi osservativi di potenziamento meteoidropluviometrico, perseguita dai programmi di attuazione

dei centri funzionali promossi dalla normativa nazionale (Leggi 267/98 e 365/00). Il Convegno, organizzato dalla Direzione Servizi Tecnici di Prevenzione della Regione Piemonte, è stato l'occasione sia per presentare il sistema di sorveglianza al suo avviamento operativo, che per analizzare le tematiche della radarmeteorologia nazionale, viste sotto l'aspetto tecnico-amministrativo e quello operativo.

Dott. Marco Cordola

Settore Meteoidrografico
e Reti di Monitoraggio
Ufficio Valanghe Torino



Anno 2001 - IL CONSUMO DELLE ATTIVITÀ SVOLTE DALL'A.I.NE.VA.

Nell'anno appena trascorso A.I.Ne.Va. ha intrapreso numerose iniziative nei diversi settori di attività in cui l'Associazione è impegnata. In aggiunta ai tradizionali campi di interesse, nel 2001 è stata affrontata in modo incisivo la problematica della gestione urbanistica del territorio valanghivo, nella prospettiva di un consolidamento della funzione di indirizzo metodologico e omogeneizzazione delle procedure tecniche che è propria di A.I.Ne.Va..

Anche nei settori della divulgazione, della formazione professionale e della ricerca, A.I.Ne.Va. è stata particolarmente attiva. Quasi duecento iscritti ai corsi A.I.Ne.Va.-C.A.I. 2001 sono un chiaro indicatore dell'interesse crescente per la nostra attività nel campo della formazione professionale, rafforzata dalla recente convenzione con la Provincia Autonoma di Trento.

Le collaborazioni avviate nel 2001 con le Università di Pavia e Milano e con la Sede RAI di Trento consentiranno ad A.I.Ne.Va. di sviluppare ulteriormente il proprio campo d'azione garantendo nel contempo la crescita tecnica e culturale del personale impegnato negli uffici delle Regioni e Province Autonome aderenti.

Tra le numerose iniziative seguite da A.I.Ne.Va. nel 2001, le principali hanno interessato:

1. La formazione Professionale: Corsi A.I.Ne.Va.-C.A.I.

a) Nel 2001 è stata siglata la Convenzione con la quale la Provincia Autonoma

di Trento ha affidato ad A.I.Ne.Va. la formazione professionale degli addetti alla sicurezza valanghe nei comprensori sciistici. In tale ambito si sono tenuti i corsi 2a, 2b, 2c e 2 d a Passo Tonale ed a Castello di Fiemme, che hanno abilitato un centinaio di tecnici del settore all'esercizio delle diverse mansioni previste dai piani di sicurezza valanghe;

b) Sempre nel 2001 si sono tenuti i seguenti corsi, nell'ambito delle tradizionali attività A.I.Ne.Va.:

- Mod. 2a Falcade a febbraio con 45 iscritti;
- Mod. 2b Champoluc a marzo con 19 iscritti;
- Mod. 3a Torino-Brusson a ottobre con 31 iscritti.

2. La rivista Neve e Valanghe

A cura del Comitato di Redazione coordinato dal dott. Giovanni Peretti del Centro Valanghe di Bormio, nel corso del 2001 sotto sono stati pubblicati 2 numeri della rivista Neve e valanghe.

Il numero 42 di aprile è stato interamente dedicato agli atti del convegno sul fuoripista svoltosi ad Alleghe nel mese di novembre 2000.

Nel numero 43 sono stati trattati numerosi argomenti di interesse tra i quali:

- una ricerca sull'evoluzione del manto nevoso in rapporto al pericolo valanghe;
- l'importanza dei ghiacciai e delle foreste come indicatori del clima.

La pubblicazione del numero 44, originariamente prevista per dicembre, ha subito un leggero ritardo per cause tecniche, ed è slittata al mese di febbraio.

Le ditte CAE, Oberalp, Ortovox ed Asport's hanno confermato anche per il 2001 l'acquisto di pagine pubblicitarie.

Il numero degli abbonati per l'anno 2001 è rimasto invariato rispetto al 2000, come il numero di copie diffuse che risulta essere di 4500 unità.

3. I contatti Internazionali

a) Il 7-8 giugno A.I.Ne.Va. ha organizzato a Trento l'XI edizione del Gruppo di lavoro internazionale dei Servizi valanghe europei. Durante i due giorni di lavori, ai quali hanno partecipato i rappresentanti di tutti i Servizi valanghe europei, sono stati approfonditi i seguenti temi:

- Scala europea del pericolo di valanghe: criteri interpretativi per alpinisti, sci alpinisti e sciatori fuori pista.
- Modifica alla rappresentazione grafica della scala europea del pericolo di valanghe.
- Definizioni e matrici per la scelta del

grado di pericolo.

- Ulteriori proposte di modifica della scala.
- Elaborazione dei dati e verifica della previsione valanghe a scala regionale.
- Metodi utilizzati operativamente per la verifica della previsione valanghe a scala regionale.
- Alps - Un nuovo centro di gestione del pericolo naturale.
- Sviluppo di un nuovo data base per i servizi di previsione valanghe.
- Presentazione della campagna SUVA - Video "Danger side".
- La previsione valanghe regionale: diversi prodotti e gradimento da parte del pubblico.
- Sito internet comune: risultati conseguiti e proposte di miglioramento.
- Nuove tecnologie nella diffusione dei prodotti: presentazione delle esperienze.
- Discussione: decisioni in merito alla possibilità di armonizzare i vari prodotti.

b) Un rappresentante A.I.Ne.Va. ha partecipato alla periodica riunione della CISA IKAR, che nel 2001 è stata tenuta a Makarska in Croazia.

4. Le attività di ricerca ed indirizzo metodologico.

a) Nel marzo 2001, l'Assemblea A.I.Ne.Va., ha approvato le "Linee di indirizzo per la gestione del pericolo di valanghe nella pianificazione territoriale", contenenti principi generali per la trattazione dei fenomeni valanghivi negli strumenti urbanistici.

b) Sempre nel 2001 per dare sviluppo ai contenuti delle citate Linee di Indirizzo si è sottoscritta una convenzione con il Dipartimento di Ingegneria Idraulica dell'Università di Pavia, finalizzata all'approfondimento degli aspetti tecnico scientifici connessi alla gestione urbanistica delle aree valanghive. Nell'ambito di tale iniziativa si sono svolti numerosi incontri nel contesto di un Gruppo di lavoro formato da ricercatori dell'Università di Pavia e tecnici A.I.Ne.Va. e sono stati prodotti alcuni documenti tecnici in fase di esame da parte del Comitato Tecnico Direttivo.

5. Le attività di divulgazione:

In questo campo di attività A.I.Ne.Va., avvalendosi del lavoro del Gruppo Previsori e del Comitato di Redazione ha seguito numerose iniziative tra le quali:

- la revisione e ristampa dell'opuscolo la "Neve";

- la realizzazione e pubblicazione dell'opuscolo "Le valanghe";
- La revisione della Guida all'utilizzo del bollettino nivometeorologico" in vista della ristampa prevista per il 2002;
- La revisione e la stampa delle nuove tessere informative sui Bollettini e sulla Scala europea di pericolo valanghe in conformità a quanto concordato dal Gruppo di lavoro internazionale dei Servizi valanghe europei;
- La partecipazione al 38° Salone della Montagna di Torino.
- La completa revisione del sito Internet dell'Associazione e l'introduzione di nuovi prodotti informativi.

Nel dicembre è stato sottoscritto un contratto tra A.I.Ne.Va. e la sede RAI di Trento finalizzato alla produzione congiunta di un documentario sulle valanghe nell'Arco Alpino Italiano. Tale documentario con finalità prevalentemente didattiche, sarà realizzato presumibilmente entro la fine del 2002.

6. Attività del Gruppo Previsori

Con il coordinamento della dott.ssa Maria Cristina Prola il Gruppo Previsori ha proseguito con efficacia la propria attività anche nel 2001. In aggiunta alle normali iniziative finalizzate al confronto tecnico tra i diversi Servizi Valanghe, Il Gruppo di Lavoro ha sviluppato numerosi temi; tra essi i più significativi sono costituiti da:

- l'analisi dei metodi per la valutazione del pericolo valanghe proposti da Munter e da Bolognesi;
- l'approfondimento e lo sviluppo di nuove metodologie per la validazione dei bollettini valanghe, con valutazione dell'influenza dello strato limite sulla classificazione dei profili;
- la creazione di un repertorio fotografico sui cristalli di neve in fase di predisposizione con la collaborazione dell'Università di Milano;
- la ridefinizione ed il collaudo del nuovo sito Internet dell'Associazione comprensivo della elaborazione delle caratteristiche tecniche del programma informatico di aggiornamento del "Bollettone A.I.Ne.Va." pubblicato nel corso della stagione 2001-2002;
- lo studio statistico sugli incidenti da valanga e la pubblicazione dei risultati sul sito Internet;
- la ridefinizione dei parametri di utilizzo della sonda leggera.

Arch. Giorgio Tecilla

IL COORDINATORE DI A.I.NE.VA



MORTE BIANCA

McKay Jenkins
Edizioni Piemme
Casale Monferrato (AL) 2001
352 pp, con foto b.n.
Euro 19.63

Titolo originale dell'opera: The White Death - 2000 by McKay Jenkins

Segnaliamo, seppur dopo un anno dalla sua uscita in Italia, questo libro che racconta in modo appassionato e coinvolgente un fatto realmente accaduto: il tentativo, nel dicembre del 1969, di cinque giovani alpinisti di scalare l'imponente parete nord del Mont Cleveland nello stato del Montana in USA, finito poi tragicamente.

Il Mont Cleveland si trova in una zona isolata e la parete nord non era mai stata scalata, quantomeno in inverno quando essa è carica di ghiaccio e neve e soggetta a continue scariche di valanghe.

Passata una settimana i ragazzi non hanno ancora fatto ritorno e scattano così i soccorsi.

Dopo parecchi giorni sulla montagna, una squadra di soccorso trova uno zaino, poi una macchina fotografica ed infine una giacca a vento.

Viene anche notata, come segno di cupa premonizione, la linea di distacco di una grande valanga precipitata a valle.

La triste ipotesi che i cinque alpinisti siano stati travolti da una enorme massa di neve si fa concreta.

Le condizioni del tempo peggiorano e continue precipitazioni nevose e forti venti perdurano in zona, così solo a primavera sarà possibile riprendere le ricerche.

Verso la fine di giugno, i soccorritori messi a dura prova dopo molti sforzi e pericoli rinvergono così le salme dei cinque giovani scalatori.

Si conclude così uno degli eventi più vividi e tragici nella storia dell'alpinismo americano. Il libro, oltre al racconto di questa triste vicenda, fa un po' di storia delle valanghe e introduce in modo semplice e chiaro alla scienza nivometeorologica. Fa tante disquisizioni sulla dinamica delle valanghe e sulla natura misteriosa della neve. Inoltre parla delle tecniche di soccorso in valanga, fino ad addentrarsi nei perché l'uomo cerca l'avventura nei pericoli delle montagne.

"Le montagne sono il covo dei draghi, capaci di ispirare gesta eroiche o grande terrore. Impossibili da conquistare, impasibili, ci ricordano la nostra vulnerabilità come la civiltà non sa fare. E ci offrono ancora un bel modo di morire.

C'è bellezza, mistero, in tutto questo, qualcosa che va oltre la nostra limitatezza. Il pericolo offre la rara possibilità di confrontare i limiti della nostra forza fisica. La montagna offre la possibilità di incontrare l'immanenza, la presenza del divino; la possibilità di riavvicinarsi al mondo non umano, un mondo che non si interessa delle storie delle imprese dell'uomo.

Come i popoli primitivi, come i popoli della mitologia, saliamo le montagne consapevoli dei pericoli, sapendo che l'onore può esistere solo se è accompagnato da un grande rispetto. Come tutto ciò che esiste e si sviluppa al di là del controllo dell'uomo, le montagne e le valanghe sono lo specchio in cui possiamo esaminare i nostri concetti di eroismo e follia. Indipendentemente da come abbiamo impostato il nostro rapporto con le montagne, le valanghe hanno sempre, e fatalmente, frustrato i nostri tentativi di attraversarle, abitarle, scarlarle. Indipendentemente dalla tecnologia, indipendentemente dai profitti, indipendentemente dalla celebrità, le valanghe hanno sempre trovato una strada per discendere un pendio e si sono sempre rifiutate di assecondare i capricci e le voglie dell'uomo. Le valanghe, insomma, ci hanno costretti a raccontare una storia diversa su noi stessi e sull'incantevole natura che ci circonda.

Una storia che non parla di eroismo.

Una storia di umiltà."

Al termine della lettura di questo libro si rimane per un attimo stupiti ed incantati.

Il mondo della montagna, della neve, delle valanghe ancora una volta ci dà degli insegnamenti diretti ed indiretti molto semplici. Sapremo noi cogliere queste esperienze e queste indicazioni?

Se sì, torneremo sulle montagne con più umiltà, con più passioni e conoscenze

e allora tante rinunce non saranno più amare e il lento passare del tempo che ci porta avanti, sarà più consapevole e migliore.

Eraldo Meraldi

Centro Nivo-Meteorologico di Bormio



ABS SYSTEM

(avalanche airbag system)

Da ormai numerosi anni sul mercato gli zaini ABS (Risoluzione 22 - 25 settembre 1999 Sonthofen - Germania), hanno ricevuto un favorevole riconoscimento dalla COMMISSIONE INTERNAZIONALE PER IL SOCCORSO ALPINO (CISA IKAR) quale più efficiente attrezzatura di emergenza in caso di travolgimento in valanga.

Dalle analisi degli incidenti in valanga emerge come le maggiori probabilità di sopravvivenza si abbiano qualora la persona travolta rimane sulla superficie della neve. Il fine primo del sistema ABS è quello di aumentarne questa possibilità. In caso di pericolo, tirando con decisione una maniglia posta su uno spallaccio dello zaino si attiva il sistema.

In soli due secondi dalle tasche laterali si gonfiano così due grossi palloni da 75 litri ciascuno. Il principio dell'effetto del sistema ABS si può spiegare associando al movimento di una valanga radente ad un flusso granulare formato da parti di dimensioni diverse.

In questo flusso per la spinta idrostatica, le particelle più grandi rimangono in superficie e quelle più piccole stanno nelle parti inferiori. Ecco che, il volume offerto dai palloni ABS più ovviamente quello della persona stessa rendono il travolto una "grande particella" che tende così a "galleggiare" sulla massa di neve in movimento.

Anche in caso di un parziale seppellimento del travolto, si è riscontrato come i palloni, di un vivace colore arancione, risultino molto ben visibili anche da lontano agevolando un rapido soccorso senza tempi di ricerca. Rimane comunque un rischio residuo sia di seppellimento totale (in conche ed avvallamenti, per valanghe secondarie ecc.), sia di morte per gravi traumi dovuti alle enormi forze delle masse in movimento, urti ecc.. Il sistema è alloggiato in zaini di tre dimensioni, rispettivamente di 15, 30 e 50 litri per

soddisfare le esigenze delle varie categorie di utenti.

La cartuccia di gas compresso che forza il gonfiaggio dei palloni è sostituibile e ricaricabile cosicché tutto il sistema è facilmente ed anche immediatamente riutilizzabile. Gli zaini ABS sono distribuiti dalla ditta Dynafit, nota azienda del campo dello sci alpinismo.

Per informazioni:

SOCREP S.R.L.

Loc. Roncadizza, 39046 ORTISEI (BZ)

Tel. 0471 797022, fax 0471 797030

info@socrep.it - www.socrep.it



IPOTERMIA ACCIDENTALE SEVERA: FISIOPATOLOGIA, TRATTAMENTO EXTRA ED INTRAOSPEDALIERO

E' questo l'argomento di un interessante lavoro svolto dal dott. Matteo Zucco e discusso come tesi di specialità presso la scuola di specializzazione in anestesia e rianimazione dell'Università di Verona, con la collaborazione del dott. Andrea Busetti, medico rianimatore presso l'unità operativa di anestesia e rianimazione, diretta dal prof. Mario Passerelli dell'Ospedale S. Chiara di Trento.

Un tema che affronta il grosso problema delle patologie da freddo tipiche del travolto da valanga ma anche di molte altre attività professionali e sportive dell'ambiente montano, sia invernale che estivo.

Il lavoro è arricchito dall'analisi di recenti casi trattati a Trento ed in altri centri e, come sottolinea l'autore stesso, nasce dalla necessità di formulare alcuni algoritmi di intervento per una patologia sempre più diffusa.

"Tali algoritmi sono stati elaborati partendo da un'attenta analisi della vasta e talvolta discordante letteratura internazionale, ponendosi come obiettivo una chiara e rapida consultazione sia per i primi soccorritori (soccorso alpino), sia per i primi medici che vengono elitrasmportati sul luogo dell'incidente.

Un'altra serie di algoritmi è stata redatta per i medici che accolgono per primi in ambiente protetto l'infortunato; fino ad ora non vi erano protocolli ben definiti sul modo di trattamento e sui fattori prognostici di tale patologia e con questo lavoro

si è cercato di razionalizzare nel miglior modo possibile gli interventi da attuare in caso di tali emergenze, senza spreco di risorse umane ed economiche.

Dal punto di vista medico, si è giunti alle conclusioni analizzando la fisiologia e la fisiopatologia di un paziente in ipotermia accidentale severa.

Si sottolinea il fatto che nessuno dei numerosi autori che trattano quest'argomento siano unanimemente d'accordo sui protocolli da adottare in tali casi.

Le conclusioni a cui si è giunti col presente lavoro sono tratte anche dall'esperienza pluriennale del servizio elisoccorso del Trentino.

Purtroppo si è visto che la percentuale di sopravvivenza, soprattutto fra i pazienti travolti da valanga, è assai scarsa, mentre è importante notare come i tempi di intervento sul luogo dell'incidente siano di fondamentale importanza per la conclusione favorevole dell'evento".

Vista l'importanza e l'attualità dei temi trattati, una significativa sintesi del lavoro verrà trattata direttamente dall'autore nel prossimo numero di Neve e Valanghe.

Gianluca Tognoni

Ufficio Neve Valanghe
e Meteorologia

Prov. Autonoma di Trento



25° ANNIVERSARIO DI FONDAZIONE DELLA DITTA CAE

La CAE - Azienda Leader nel settore del Monitoraggio Ambientale - ha organizzato per il 10 e 11 ottobre 2002, presso l'Hotel Centro Congressi "MONTE DEL RE" di Dozza (Bologna) un Convegno Nazionale sul tema: **"INSIEME, COSTRUIENDO IDEE PER IL FUTURO - L'evoluzione prossima del monitoraggio idrogeologico"**.

Più che mai attuale - per le condizioni di maltempo e forte variabilità che hanno compromesso l'estate della nostra penisola - l'esperienza di CAE e dei Suoi quattro soci fondatori che verrà presentata sarà, altresì, occasione per discutere dell'importanza di una conoscenza continua, esatta, precisa ed in tempo reale dei fenomeni ambientali.

Tramite, infatti, il confronto diretto con le competenze dei più illustri Rappresentanti di organizzazioni italiane specializzate



nel monitoraggio meteorologico ed idrologico si ricercheranno risposte nuove e sempre più affidabili volte - soprattutto - alla prevenzione dei rischi legati ad agenti naturali, dunque alla sicurezza del territorio e delle popolazioni che lo abitano, nonché alla salvaguardia dell'equilibrio ecologico. Prevenzione e - conseguente - gestione del rischio implicano un elevato livello di attenzione, flessibilità e tempestività... lo stesso che da 25 anni si propone il sistema di monitoraggio CAE.

Tecnicamente evoluto e compatibile alle attrezzature esistenti, è in grado di rilevare le specificità reali dell'ambiente, grazie all'installazione di stazioni periferiche dotate di sofisticati sensori e la trasmissione rapida e completa, garantita dall'utilizzo di ponti radio, linee telefoniche o apparati satellitari, alle centrali operative.

Soluzioni personalizzate, dunque, e di qualità, tendenti all'eccellenza tecnica ma anche all'efficienza, in particolare dei servizi di assistenza, manutenzione e tele manutenzione... per realizzare la massima soddisfazione del Cliente:

- Uffici del Ministero dei Lavori Pubblici,
- Uffici della Presidenza del Consiglio dei Ministri,

- Uffici del Consiglio Nazionale delle Ricerche,
- Enti Regionali e Provinciali,
- Università,
- Consorzi di Bonifica ed altri...

Forte delle proprie realizzazioni che spaziano in aree di tipologia differente: dalla METEOROLOGIA all'AGROMETEOROLOGIA, dall'IDROLOGIA all'IDROGEOLOGIA e all'INQUINAMENTO DELL'ARIA E DELLE ACQUE, si prepara ad entrare nel mercato internazionale senza ri-discutere le posizioni (di leadership) acquisite entro i confini nostrani.

L'apertura dei lavori è prevista per il pomeriggio e la sera di giovedì 10, presso il medesimo complesso di "MONTE DEL RE", per la CENA di festeggiamento del 25° anniversario della CAE rimandando alla giornata successiva i veri momenti di studio ed approfondimento affiancati da un WORKSHOP interattivo per la presentazione - in esclusiva - delle attività, dei programmi e dei progetti futuri.

Selena Venturoli

Ufficio Stampa - CAE srl

TEN GUNS FOR ONE REBIRTH?

Massimo Pegani, Enrico Filaferro,
Cristiana Gregoris

Extreme nivometeorological events and in particular the large catastrophic avalanches that in the last years have hit Italy, France, Switzerland and Austria, have placed serious reasons of reflection. They have involved the valley line too and have been the cause of many disasters on anthropized areas (residential areas, skiing resorts) and major communication lines, causing deaths, injured and huge material damages, as they were not seen in many decades. Without mentioning the remarkable economic damage, due to the drastic decrease of tourists influx and to the blockade of the circulation (in some cases paralysis have been total for several days), not to mention the tens of hectares of forest destroyed by avalanches.

Moreover, if we consider the number of deaths caused by avalanche incidents, that occurred in the countries members of the CISA-IKAR, the figures are impressive: it has been equal to 209, clearly an higher number if compared to the previous years. However, the reason is rather simple, it is related to the mortal incidents that involved many residential areas and skiing resorts during winter 1998-1999, resulted as the second more tragic since 1975.

A new method based on the statistic analysis of historical data.

STOP DISTANCE AND RETURN TIME OF AVALANCHES

An application of case study of the Val Nigolaia (Val di Rabbi, Trento) avalanche site.

Massimiliano Barbolini,
Federica Cappabianca

Avalanche risk prevention may be done either by controlling the phenomenon, for instance by way of defence structural works, or by controlling the exposure of goods and people to the phenomenon. In particular, the control of presence may be properly done by estimating the different degree of hazard over the avalanche-prone areas and applying proper land-use restriction (the so called "avalanche zoning"). For avalanche hazard mapping purposes the definition of the avalanche "magnitude-frequency" relationship is a

crucial point (where the avalanche magnitude may be simply associated to the run out distance); in fact, the avalanche hazard in a given areas may be considered to be proportional to the frequency of avalanche occurrence in that areas. The "magnitude-frequency" relationship may be defined, at least in principle, by way of two distinct approaches: (a) statistical analysis of historical avalanche data; (b) use of avalanche dynamics model.

In the present paper the attention is focused on the first approach, and a new method of analysis of historical avalanche data is proposed (based on the Peak Over Threshold flood frequency-type of analysis). The proposed methodology is then applied to some avalanche paths of "Val di Rabbi", a tributary valley of "Val di Sole" located in the Autonomous Province of Trento.

WEB CAM: A NEW "SENSOR" FOR ARABBA AVALANCHE CENTRE

Mauro Valt

The use of sophisticated web cams mounted on the existing nivo-meteorological observing stations managed by Avalanche Centre of Arabba has determined the acquirement of data useful for the weather and avalanches forecast. This technology has allowed to recover information missing with the use of traditional detectors. Development and application of a mathematical and numerical model for the simulation of avalanche phenomena in Trento province.

AVALANCHES IN VAL DEI SPINI

Paolo Scotton
Mauro Barberi
Mauro Gaddo

The present work illustrates the activity carried out in the study field of avalanche site in Val dei Spini, in Pejo area, Trentino. The employed methods, and the observations made during the several visits to the site, that were carried out in winter and in summer 1998 and 1999, are described. The study has been completed through the development of a mathematical and numerical model for the simulation of avalanche phenomena (used in its mono-dimensional version), validated in the Hydraulic laboratory of Trento University.

RESPONSABILITIES OF ALPINE GUIDE

Marco Del Zotto
Nicoletta Zardini

It is a well known fact that mountains have turned into a "sports center" that demands responsible behaviours at all levels. On the wave of the topicality of these problems, here is the presentation of the figure of the Alpine Guide pointing out the calibre and the professional role of the category. Further than the specific intervention, it is intended to offer to all mountain operators a cue of reflection: whether to approach itself to a general legal vision, or to deepen the knowledge in the specifics fields.

GLACIERS SATELLITE MONITORING

2001 GLIMS Campaign

Roberto Ranzi, Stefan Taschner,
Anselmo Cagnati, Mauro Valt,
Renato Zasso

In December 1995 the U.S. Geological Survey (USGS) announced an international research project finalised to the construction of a uniform database covering most of the world glaciers of the world using homogeneous monitoring and classification methods, mainly based on satellite data.

The project, with the acronym GLIMS (Global Land Ice Monitoring from Space), is primarily based on the data from the ASTER instrument aboard the TERRA spacecraft for the detection of the glacier's boundaries, surface cover and dynamic.

The field activities for the Italian glaciers begun in summer 2001, when field surveys were conducted over three target glaciers to measure properties of their surface cover (debris, ice, firn, snow) in coordination of the scheduled image acquisition by the ASTER-TERRA spectral scanner.

The meteorological conditions enabled the acquisition of data about the debris cover of the Belvedere glacier, that were useful for the recognition of its thermal properties, through the processing of the 24.08.2001 image. Data about the snow cover over the Marmolada and Adamello glaciers were also collected and linked to the data of two high-altitude meteorological stations.

