

Evoluzione della superficie innevata in Emilia-Romagna tramite dati MODIS L1B

Analisi delle risorse idriche

Il monitoraggio del ghiaccio sul manto stradale



Indirizzi e numeri telefonici dei Servizi Valanghe AINEVA dell'Arco Alpino Italiano

REGIONE PIEMONTE
ARPA Piemonte
Area Previsione e Monitoraggio Ambientale
Via Pio VII 9
10135 TORINO
Tel 011 196801340 - fax 011 19681341
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 011 3185555
http://www.arpa.piemonte.it
Televideo RAI 3 pagina 517
e-mail: sc05@arpa.piemonte.it

REGIONE AUTONOMA
VALLE D'AOSTA
Assessorato Territorio Ambiente e Opere Pubbliche
Dipartimento Territorio, Ambiente e Risorse Idriche
Direzione Tutela del Territorio
Loc. Amèrique 33/A - 11020 QUART (AO)
Tel. 0165 776600/1- fax 0165 776804
Bollettino Nivometeorologico
Tel. 0165 776300
http://www.regione.vda.it
e-mail: u-valanghe@regione.vda.it

REGIONE LOMBARDIA
ARPA-Lombardia Centro Nivometeorologico
Via Monte Confinale 9 - 23032 Bormio SO
Tel. 0342 914400 - Fax 0342 905133
Bollettino Nivometeorologico - 8 linee Tel. 8488 37077 anche self fax
http://www.arpalombardia.it/meteo/bollettini/bolniv.htm
Televideo RAI 3 pagina 520
e-mail: g.peretti@arpalombardia.it

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO Dipartimento Protezione Civile Ufficio Previsioni e Organizzazione Via Vannetti 41 - 38100 Trento Tel. 0461 494877 - Fax 0461 238309 Bollettino Nivometeorologico Tel. 0461 238939 Self-fax 0461 237089 http://www.meteotrentino.it e-mail: ufficio.previsioni@provincia.tn.it

PROVINCIA AUTONOMA DI BOLZANO Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe e Servizio Meteorologico Via Mendola 33 - 39100 Bolzano Tel. 0.471 414740 - Fax 0.471 414779 Bollettino Nivometeorologico Tel.0471 270555 Tel.0471 271177 anche self fax http://www.provincia.bz.it/valanghe Televideo RAI 3 pagine 429 e 529 e-mail: Hydro@provincia.bz.it

REGIONE DEL VENETO
ARPA-Veneto Centro Valanghe di Arabba
Via Pradat 5 - 32020 Arabba BL
Tel. 0436 755711 - Fax 0436 79319
Bollettino Nivometeorologica
Tel 0436 780007
Self fax 0436 780008 - 79221
Fax polling 0436 780009
http://www.arpa.veneto.it/csvdi
e-mail: cva@arpa.veneto.it

REGIONE AUTONOMA
FRIULI VENEZIA GIULIA
Servizio Territorio Montano e Manutenzioni
Ufficio valanghe
Via Sabbadini 31 - 33100 UDINE
Tel. 0432 555877 - Fax 0432 485782
Bollettino Nivometeorologico
NUMERO VERDE 800860377 (in voce e self fax)
http://www.regione.fvg.it/asp/newvalanghe/e-mail: neve.valanghe@regione.fvg.it

Sede AINEVA 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

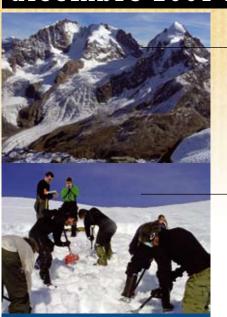
Gli utenti di ''NEVE E VALANGHE'':

- Sindaci dei Comuni Montani
- Comunità Montane
- •Commissioni Locali Valanghe
- •Prefetture montane
- •Amministrazioni Province Mon-
- tane
- •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.



Meteorologia alpina, Glaciologia, Prevenzione e Sicurezza in montagna

Sommario 62 dicembre 2007 numero 62



CISA IKAR 2007

Rivista dell'AINEVA - ISSN 1120 - 0642
Aut. Trib. di Rovereto (TN)
N° 195/94NC
del 28/09/1994
Sped in abb. postale Gr. IV - 50%
Abbonamento annuo 2008: Euro 18,00
da versare sul c/c postale n. 14595383
o su c/c bancario 052 848578360
presso Banca Bovio Calderari Sede di
Trento, ABI 03064 CAB 01800
intestato a: AINEVA
vicolo dell'Adige, 18 - 38100 Trento

Direttore Responsabile

Giovanni PERETTI

Coordinatore di redazione

Alfredo PRAOLINI ARPA Lombardia

Comitato di redazione:

Enrico FILAFERRO, Fabio GHESER, Mauro GADDO, Elena TURRONI, Mauro VALT, Elena BARBERA, Michele FREPPAZ

Comitato scientifico editoriale

Massimo PASQUALOTTO, Alberto TRENTI, Stefano BOVO, Francesco SOMMAVILLA, Paolo STEFANELLI, Giovanni PERETTI, Michela MUNARI

Segreteria di Redazione:

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

Videoimpaginazione e grafica:

MOTTARELLA STUDIO GRAFICO www.mottarella.com Cosio Valtellino (SO)

Stampa:

ALCIONE sri

Referenze fotografiche:

Foto di copertina: Eraldo Meraldi Lodovico Mottarella: 2, 43 Alfredo Praolini: 23, 25, 26, 31, 33, 56 Stefano Pivot: 4, 5, 7, 8, 9 Genswein/Eide: 15, 16, 18, 19, 20, 21 ARPA Piemonte: 51, 53, 54

Hanno collaborato a questo numero:

Serena Mottarella, Stefania Del Barba, Giorgio Tecilla, Nadia Preghenella, Monica Rossi, Fabio Gheser, Elena Turroni.

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 (D.Lgs.30.06.2003 n.196).



M. Genswein, R. Eide



D. Bocchiola, M. Medagliani

EVOLUZIONE DELLA SUPERFICIE INNEVATA IN EMILIA-ROMAGNA TRAMITE DATI MODIS L1B

A. Spisni , P. Mezzasalma, F. Tomei, Servizio Idrometeorologico Arpa Emilia-Romagna



D. Rabuffetti, A. Salandin









EDITORIALE

Anche questo numero di Neve e Valanghe presenta articoli eterogenei, com'è ormai nello stile della nostra Rivista..

Apre il numero la relazione di *Stefano Pivot* dell'Ufficio Valanghe della Valle d'Aosta che per conto di AINEVA ha partecipato all'annuale **Convegno 2007 della CISA-IKAR**, la Commissione Internazionale di Soccorso Alpino alla quale l'AINEVA partecipa di diritto nella Sottocommissione Valanghe da ormai circa un ventennio: quest'ultima edizione sì è tenuta in Svizzera, nella bellissima Engadina. Chi scrive ha già avuto modo di sottolineare che ha fatto parte per oltre dieci anni, in rappresentanza di AINEVA, di detto gruppo di lavoro e vi può assicurare che – oltre che essere appassionante – è molto istruttivo e positivo, anche per il fatto di essere in contatto, intensamente e per più giorni, con molti ricercatori e tecnici di diversa estrazione e di diverse realtà internazionali.

Segue un articolo curato dal collega *Fabio Gheser* della Provincia Autonoma di Bolzano e scritto con *M. Genswein* e *R. Eide* che propone **La tecnica di scavo a "v"**, un interessante metodo di scavo, nell'ambito dell'Autosoccorso da Valanga, che apre una strada ancora poco percorsa, cercando l'ottimizzazione di questa delicata fase e la massima efficienza in relazione al tempo.

Daniele Bocchiola e Michele Medagliani, del Politecnico di Milano, ci propongono uno studio preliminare condotto allo scopo di valutare alcune proprietà geometriche caratteristiche delle valanghe, tramite l'analisi di dati relativi ad eventi osservati in un'area dell'alta Valtellina, fornendo delle equazioni da utilizzare nella pratica progettuale per la definizione delle geometrie di distacco e per una prima valutazione delle distanze di arresto.

S'intitola semplicemente Caratteri morfologici delle valanghe, ma si rivela molto approfondito.

Molto interessante è anche l'articolo di *Andrea Spisni, Paolo Mezzasalma* e *Fausto Tomei* **Evoluzione della superficie innevata in Emilia-Romagna tramite dati Modis L1B** che descrive l'attività svolta dal Laboratorio di telerilevamento di Arpa Emilia-Romagna nel monitoraggio dell'estensione del manto nevoso tramite analisi di dati telerilevati dal sensore Modis (MOD02 - L1B) montato sui satelliti Terra e Aqua, con un intervento di Dario Bellingeri di ARPA Lombardia che illustra le elaborazioni di immagini Modis per la classificazione del manto nevoso.

I colleghi Davide Rabuffetti e Alessio Salandin, di ARPA Piemonte, ci parlano di "**Analisi delle risorse idriche immagazzinate nel manto nevoso nei bacini alpini**". Dopo il fenomeno del lago Effimero sul ghiacciaio del Belvedere nel comune di Macugnaga, ARPA Piemonte ha approfondito le proprie competenze in materia di gestione della risorsa idrica, che è diventata un tema centrale come pure quello degli impatti socio-economici ed ambientali legati al fenomeno della siccità.

Da ultimo Salvatore Martorina ci illustra le proprie ricerche in merito ad un argomento che sta assumendo interesse: la "**previsione e monitoraggio del ghiaccio sul manto stradale**". L'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale di Arpa Piemonte si è infatti dotata di un insieme di prodotti per il monitoraggio e la previsione della formazione del ghiaccio sulle principali strade statali e provinciali piemontesi e sui tratti autostradali regionali che collegano Torino a Milano e a Piacenza. Ne esce un inedito quadro che potrà risultare di futuro interesse anche per altre amministrazioni.

Buona lettura ed al prossimo numero.

Il Direttore Responsabile Dott. Geol. Giovanni Peretti



Stefano Pivot Ufficio Neve e Valanghe Direzione Tutela del Territorio Regione Autonoma Valle d'Aosta

CISA IKAR 2007



Pontresina, paese montano dell'Engadina nel cuore della Svizzera, è stato la sede dell'annuale congresso della commissione internazionale del soccorso alpino CISA-IKAR.

La CISA-IKAR, con le sue commissioni medica, terrestre, aerea e valanghe, è una piattaforma di lavoro internazionale che favorisce l'incontro ad alto livello tra tecnici e produttori, al fine di migliorare le conoscenze e divulgare le innovazioni nel campo del soccorso. In merito agli argomenti riguardanti l'AINEVA, Clair Israelson (Canada) ha esposto i risultati parziali dell'indagine statistica "2007 Avalanche Prevention 'Best Practices' survey", compilata da vari rappresentanti di 11 nazioni.

Tra le notizie curiose, si può segnalare che i bollettini nivometeorologici vengono diffusi attraverso siti internet dal 93% delle nazioni rispondenti, tramite posta elettronica, radio e stampa dal 80% delle nazioni, tramite telefono dal 73% e tramite fax e TV dal 67%.

La maggior parte dei paesi rispondenti pubblica il bollettino nivometeorologico quotidianamente e rispettivamente, in ordine crescente di casi, 3 e 4 volte alla settimana.



INCIDENTI DA VALANGA

Il presidente della commissione valanghe Hans-Jurg Etter (Svizzera) ha esposto i dati relativi agli incidenti da valanga nella stagione 2006-2007.

Ricordo che la statistica CISA IKAR degli incidenti da valanga (vedi tabella di Fig. 1), diversamente dai dati raccolti dall'AINEVA, è relativa solo agli incidenti che hanno visto coinvolte le squadre del soccorso alpino, dettagliando unicamente gli incidenti mortali.

In linea con il trend italiano, nella zona dell'arco alpino c'è stata una sensibile diminuzione degli incidenti dovuta, presumibilmente, all'omogenea diminuzione della

Fig. 1

quantità di neve caduta nella passata stagione 2006 - 2007.

Nel campo degli ARVA, in seguito alle ultime evoluzioni tecnologiche che hanno portato ad avere delle migliorie negli apparecchi, ma contestualmente hanno messo in luce nuovi problemi, alcuni produttori hanno sollecitato un dialogo tra gli stessi per ovviare insieme ai nuovi inconvenienti (a titolo d'esempio Patrick Giraudon - Francia - segnalava che, in particolari casi, gli ARVA digitali non "cercano" l'ARVA più vicino, ma quello con il segnale più forte), in particolare proponendo:

1. al fine di evitare le sovrapposizioni del segnale ARVA nei casi di seppellimento multiplo, si potrebbe ridurre il tempo in cui il segnale è emesso;

2. verifica che tutti gli apparecchi ARVA utilizzati dal pubblico, anche quelli più vecchi, siano nel previsto range 457Khz ±80 Hz e, possibilmente, cambiare la norma, inserendo un limite di tolleranza più stretto per i nuovi ARVA di (457 Khz) ±10Hz;

3. revisionare in toto la normativa sulle caratteristiche degli ARVA che, a detta di alcuni produttori, contiene dei vincoli che potevano essere validi 5 anni fa, ma attualmente sono sorpassati dalle innovazioni tecnologiche.

Sempre in materia d'ARVA, Thomas Lund (Stati Uniti) ha presentato uno studio(l) sui problemi legati alla sovrapposizione del segnale da parte di più ARVA.

	CISA - IKAR Stagione invernale 2006 - 2007													
Paesi	Numero d'incidenti da valanga in cui sono intervenute	Numero di soccorsi su valanghe	Persone travolte dalla	Persone salavate dalle squadre di	Persone ritrovate dalle squadre di	Scialpinisti (o snow-	Fuoripista	Sci in	Alpinisti (senza sci/	one morte Su vie di comuni-	In edifici	Moto-	Altri	Totale
	squadre di soccorso	3	valanga	soccorso (vive)	soccorso (morte)	boarder)	(Freeride)	pista	snowbo- ard)	cazione	iii cairici	slitta	7 (1011	Totale
Andorra														
Bulgaria													2	2
Canada	-	-	-	-	-	3	0	0	1	0	0	0	3	7
Germania	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Spagna														
Francia	80	53	102	82	20	12	5	0	3	0	0	0	0	20
Gran Bretagna	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Irlanda														
Italia	29	21	58	52	6	5	0	0		0	0	0	1	6
Croazia	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Liechtenstein	1	1	1		1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Norvegia	19	8	6	3	3	1	0	0	0	0	0	2	0	3
Austria	-	42	198	181	17	-	-	-	-	-	-	-	-	17
Polonia						0	0	0	0	0	0	0	0	0
Romania														
Svizzera					21	7	7	0	7	0	0	0	0	21
Slovacchia					1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Slovenia	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Svezia	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rep. Ceca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
USA	-	-	-	-	-	7	3	0	2	0	0	9	1	22
totale	131	128	366	318	78	-		-	- <u>-</u>	-	-	-	-	100
					totale	37	15	0	13	0	0	11	7	83
	percentuale					44,6	18,1	0,0	15,7	0,0	0,0	13,3	8,4	100,0

Al fine di migliorare la ricerca ARVA nei seppellimenti multipli, alcuni apparecchi più recenti hanno introdotto la funzione "marking", ovvero un microprocessore analizza i vari impulsi che riceve e riesce ad identificare ciascun ARVA trasmittente grazie al suo periodo d'impulso e quindi isolare via via i vari ARVA trovati; purtroppo l'eventuale sovrapposizione del segnale da parte di più ARVA mette in crisi questa funzione per tutta la durata del periodo in cui si verifica, causando diverse disfunzioni.

Analizzando il problema, Lung ha sviluppato un software di simulazione ed un modello matematico che prevedeva le caratteristiche delle sovrapposizioni del segnale per le molteplici combinazioni di tipi di ARVA (per gruppi di 2, 3 e 4 apparecchi), ottenendo diversi risultati pratici.

Alcune considerazioni: con le possibili combinazioni di 3 ARVA, c'è un 12% di probabilità di una sovrapposizione del segnale per almeno 10"; un 3% di probabilità di una sovrapposizione del segnale per oltre l' e un 2% di probabilità di una sovrapposizione per almeno 2'. La probabilità di avere dei lunghi periodi di sovrapposizione del segnale cresce con l'aumento del numero di ARVA trasmittenti: per esempio, la probabilità di avere una sovrapposizione di almeno un minuto passa dal 3% con 2 ARVA al 6% con 4 ARVA.

In conclusione, Lung suggerisce di voler considerare la funzione "marking" come una possibilità da utilizzare in condizioni ideali (anche i produttori suggeriscono di utilizzare una tecnica di riserva in caso di seppellimento multiplo con più di 3 sepolti), ma non bisogna affidarsi totalmente ad essa; è necessario quindi apprendere delle tecniche alternative, quale il Metodo dei

tre cerchi, utilizzando l'ARVA in modalità analogica.

Bisogna considerare che questi casi particolari di ricerca multipla (che non può essere risolta come tante ricerche singole) non sono così frequenti, inoltre, nel soccorso su valanga, la parte che necessita di più tempo è lo scavo e non la ricerca con ARVA; in conclusione, è molto più importante insistere nell'apprendimento della ricerca di un singolo ARVA e di un'efficiente tecnica di scavo per il disseppellimento.

E proprio su questo tema – lo scavo – hanno relazionato Dale Atkins (Stati Uniti) e Manuel Genswein (Svizzera), dopo aver svolto diverse prove pratiche con gruppi di volontari.

Dapprima alcune cifre indicative: con una persona sepolta sotto un metro è necessario rimuovere 3 m³ di neve, ovvero da 900 kg a 1-1,5 t; nel 45% dei casi la vittima è prona (a faccia in giù) e quindi è necessaria una buca più grande, rispetto alle cifre precedenti, per poterla girare e liberare le vie aeree.

Atkins ha ricordato che nello scavo le qualità più importanti sono la forma fisica e la motivazione; la tecnica è un elemento accessorio, ma non per questo trascurabile. Ecco quindi alcune



indicazioni: tenere la schiena dritta, mantenere la pala al disotto della vita, partire con il movimento dalle anche e ruotare il torso, cercare di spostare la neve solo una volta.

Per un'ottimale strategia di scavo bisogna iniziare a scavare a valle della sonda ad 1,5 volte la misura della profondità di seppellimento; nel caso di due spalatori, bisogna procedere fianco a fianco e non in linea.

Genswein ha analizzato la strategia da utilizzare nello scavo con più soccorritori: una formazione a V,con il vertice in direzione del sepolto, ed un sistema di rotazione in senso orario all'incirca ogni 4 secondi. Nessuno spalatore deve stare sulla stessa linea, con uno spazio di circa 80 cm tra i soccorritori.

NOVITÀ ATTREZZATURE

Snowpulse Life Bag (2)

In seguito alla presentazione dello scorso anno (vedi Neve&Valanghe n. 59), la società Snowpulse ha ulteriormente elaborato il suo sistema di airbag da valanga, che dovrebbe essere venduto da questa stagione invernale 2007-2008.

Il Life Bag, simile nel funzionamento al conosciuto ABS-ava-



Snowpulse Life Bag



Avalanche Dog System .



lanche airbag, presenta alcune caratteristiche peculiari, di seguito esaminate.

Al fine di diminuire il rischio di asfissia, è stato creato un sistema che, al pari dei giubbotti salvagente, favorisce una posizione sul dorso con la testa ed il viso verso l'alto. Inoltre, questo sistema svolge una funzione attiva, durante il travolgimento, nella protezione dai traumi della testa e del torace.

Il sistema viene azionato tirando una maniglia, ma a differenza dell'ABS, non c'è un meccanismo pirotecnico, bensì un azionamento meccanico (che prende ispirazione dal paracadute di soccorso del parapendio), con una forza di trazione richiesta intorno ai 10 kg.

Il gonfiaggio dell'airbag, con un volume di circa 150 l, avviene in 3 secondi, grazie ad una bomboletta d'aria compressa dotata di manometro, che permette di controllare facilmente la sua pressione, e della già conosciuta valvola venturi. Una volta utiliz-

zato, l'airbag può essere ripiegato direttamente dall'utente e la bomboletta d'aria compressa può essere ricaricata autonomamente o presso qualsiasi negozio di ricarica bombole per sub; è quindi possibile allenarsi e prendere confidenza col sistema.

Alcuni parametri: il peso del sistema è di 1,2 kg, bomboletta compresa (che sale a circa 3 kg integrato in uno zaino da 30 l); il volume occupato è di circa 3 l, ripartiti in alto e su un lato dello zaino.

ADS – Avalanche Dog System

Per migliorare il soccorso organizzato con unità cinofile, è stato presentato il prototipo di un nuovo strumento di ricerca ARVA per mezzo di un cane da valanga: sfruttando la maggiore velocità ed agilità del cane, quest'ultimo viene equipaggiato con un apparecchio composto da:

- un ricevitore per segnali ARVA emessi da sepolti in un raggio di circa 25 m dal cane da valanga;
- un trasmettitore radio che invia i segnali ARVA al conduttore (fino ad 1 km di distanza);
- un ricevitore radio, dotato di altoparlante, per i comandi impartiti dal conduttore al cane. Grazie ad un apparecchio radio portatile, il conduttore può sentire i segnali emessi dall'ARVA del sepolto che si trova nelle immediate vicinanze del cane. In caso di necessità, il conduttore può impartire via radio al suo cane i comandi più appropriati.

Sistema RECCO

E stato presentato un prototipo di apparecchio ricevente: più compatto e leggero e con un ricevitore per segnale ARVA integrato.

ARVA S1

La ditta Ortovox ha ripresentato l'ARVA S1 (vedi Neve&Valanghe n. 59) a cui ha apportato delle piccole modifiche tecniche.

Sonda i-probe

La ditta Pieps ha presentato un nuovo tipo di sonda che, grazie ad un'antenna incorporata, emette un segnale acustico quando si avvicina ad un ARVA trasmittente.

Note

(1): il documento completo, dal titolo "Signal Strength Versus Signal Timing: Achieving reliability in multiple burial searches by Dr. Thomas Lung" può essere visionato sul sito www.backcountryaccess.com nella sezione "research".

(2) sito internet: www.snowpulse.ch





Nuovo ricevitore RECCO.

Particolare della sonda i-probe.

INCIDENTI DA VALANGA NELL'ARCO ALPINO ITALIANO STAGIONE 2006/2007

INTRODUZIONE

L'AINEVA, grazie agli uffici regionali ben radicati nel territorio alpino, gioca un ruolo fondamentale nella raccolta dei dati relativi agli incidenti da valanga. E' evidente l'importanza di questa raccolta dati che purtroppo va di pari passo con la difficoltà di reperimento; mentre è abbastanza semplice raccogliere le notizie relative agli incidenti più gravi, vi sono un numero non ben precisato di incidenti dalle consequenze lievi – a volte solo un gran spavento - che sfuggono alla raccolta dati, ma che potenzialmente contengono notizie molto utili.

La presenza degli uffici provinciali e regionali aderenti all'AI-NEVA, favorisce una raccolta di questi dati lungo tutto l'arco alpino a discapito dei dati sugli incidenti nella zona appenninica. Quest'analisi degli incidenti da valanga della stagione passata vuole anche essere uno sprone nei confronti di tutti gli scialpinisti, in special modo per i frequentatori degli appennini, a voler riportare le notizie, qualsiasi notizia di incidente da valanga di cui si venga a conoscenza, contattando gli uffici provinciali e regionali di competenza o, per la zona appenninica, direttamente l'AINEVA (www.aineva.it).

FONTE DEI DATI

I dati relativi alla stagione 2006/2007 sono stati raccolti dagli uffici provinciali e regionali aderenti all'AINEVA. I dati qui raccolti (vedi tabella di Fig.2) non sono immediatamente confrontabili con quelli raccolti da CISA IKAR, in quanto questi ultimi costituiscono un sottoinsieme della banca dati AINEVA.

Al fine di poter confrontare i dati degli incidenti da valanga a livello mondiale, CISA IKAR si prefigge di raccogliere i dati certi, e quindi tutti quegli incidenti in cui è intervenuto il soccorso alpino, dettagliando unicamente

gli incidenti mortali a seconda della categoria di utenti.

AINEVA punta invece ad una conoscenza più ampia, che abbraccia non soltanto gli aspetti del soccorso, ma anche gli aspetti nivologici; pertanto sono raccolti tutti gli incidenti di cui si riesca ad avere una documentazione adequata.

DEFINIZIONI

Al fine di poter capire meglio la banca dati AINEVA con i suoi pregi ed i difetti, è necessario capire le definizioni che stanno alla base della raccolta dati:

Incidente da valanga: si intende qualsiasi situazione generata da un evento valanghivo che abbia prodotto il coinvolgimento di per-



	ARCO ALPINO ITALIANO Stagione invernale 2006 - 2007									
					grado di			di cui:		
N	data	località	prov.	categoria	pericolo	presenti	travolti	illesi	feriti	morti
1	10-12-2006	Cervinia (Teodulo)	AO	3	-	1	1	1	0	0
2	3-01-2007	Val S. Nicolò	TN	2	2	1	1	0	0	1
3	3-01-2007	Livigno	SO	3	2	2	2	2	0	0
4	4-01-2007	Gressoney L.T-Zitten	AO	3	2	3	2	2	0	0
5	6-01-2007	Alagna	VC	3	3	6	4	3	1	0
6	6-01-2007	Val Alpisella	SO	1	2	9	3	3	0	0
7	6-01-2007	Val Passiria/ Plan	BZ	5	2	1	1	0	0	1
8	6-01-2007	Val Senales	BZ	8	2	1	1	1	0	0
9	7-01-2007	GSBernardo-Col Serena	AO	1	3	8	5	5	0	0
10	26-01-2007	Cogne - Rif. Sella	AO	2	2	2	1	0	1	0
11	27-01-2007	M.Pedena - Albaredo	SO	1	3	7	5	4	0	1
12	27-01-2007	Passo Fedaia	BL	3	3	4	1	0	1	0
13	28-01-2007	Monte Spico	BZ	3	3	3	3	1	2	0
14	9-02-2007	M.Bianco-C.Gigante	AO	3	2	3	1	0	0	1
15	15-02-2007	M.Bianco - Toula	AO	3	3	4	4	4	0	0
16	15-02-2007	Val Caronella	SO	1	2	3	1	0	1	0
17	2-03-2007	Valle Stura	CN	2	1	7	7	7	0	0
18	4-03-2007	Alagna	VC	3	3	7	7	7	0	0
19	4-03-2007	Valle Aurina	BZ	1	3	4	4	4	0	0
20	5-03-2007	Vedretta Cristallo	SO	2	2	2	1	1	0	0
21	10-03-2007	M.Pedena - Albaredo	SO	1	2	12	2	1	1	0
22	11-03-2007	Forcella Camin	BL	1	3	2	2	0	0	2
23	11-03-2007	Val di Rhemes-Entrelor	AO	2	3	15	3	3	0	0
24	11-03-2007	M. Pelmo F.lla Rossa	BL	1	3	25	10	7	3	0
25	11-03-2007	S. Candido	BZ	1	3	4	4	3	1	0
26	12-03-2007	Cima Solda	SO	2	2	6	1	0	1	0
27	21-03-2007	Bressanone Plose	BZ	3	3	6	1	1	0	0
28	25-03-2007	P.ta Beltovo di fuori	BZ	3	3	1	1	0	1	0
29	26-03-2007	Bionaz-Becca Rayette	AO	1	2	6	6	6	0	0
30	1-04-2007	Perca Val Pusteria	BZ	2	3	1	1	0	1	0
31	6-04-2007	Valsavarenche RChabod	AO	1	3	22	4	4	0	0
32	6-04-2007	Pila-Punta Valletta	AO	3	3	3	1	1	0	0
33	8-04-2007	Valgrisenche-Giasson	AO	2	3	8	1	0	1	0
34	14-04-2007	M.Foscagno - Livigno	SO	2	3	12	1	1	0	0
35	6-05-2007	M.Bianco-C.le Toula	AO	3	3	6	4	3	1	0
					totale	207	97	75	16	6

Fig. 2

Legenda categorie:

1 - Sci alpinista in salita

7 - Persona in abitazione 8 - Altre situazioni

3 - Sciatore fuori pista 4 - Sciatore in pista 5 - Alpinista 6 - Persona su via di comunicazione Fig. 4

INCIDENTI PER REGIONE/PROVINCIA E PER MESE - STAGIONE 2006-2007

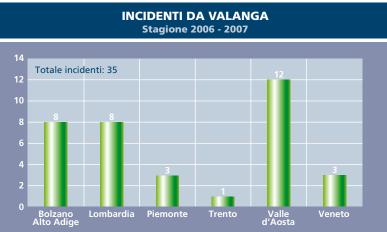
Mesi	Bolzano Alto Adige	Lombardia	Piemonte	Trento	Valle d'Aosta	Veneto
dicembre					1	
gennaio	3	3	1	1	3	1
febbraio		1			2	
marzo	4	3	2		2	2
aprile	1	1			3	
maggio					1	
totale	8	8	3	1	12	3

sone, anche qualora l'evento non abbia causato danni di rilievo.

Persone presenti: è il numero accertato delle persone presenti sul luogo dell'incidente. E' un dato di difficile reperimento e pertanto è indicativo e, sovente, sottostimato.

Persona travolta: quando il soggetto subisce un'azione non

Persona sepolta: persona travolta, con la testa sotto la neve.







STAGIONE 2006/2007

Nella scorsa stagione vi è stata una netta diminuzione degli incidenti in tutte le regioni, italiane ed estere, dell'arco alpino, principalmente a causa (vedi Neve & Valanghe n. 61 – "Neve sulle alpi italiane") delle scarse precipitazioni nevose e delle temperature miti.

Seguono una serie di grafici, con un'analisi delle principali caratteristiche degli incidenti registrati (Fig. 3 e 4).

Analizzando le date degli incidenti, si può notare che la maggior parte di essi sono concentrati in 23 giornate durante le quali si sono verificati il 74% degli incidenti (26 su 35 totali) come risulta dalle Figg. 5 e 6.

Andando nel particolare e quindi analizzando alcuni giorni significativi, si nota che, com'era logico attendersi, la maggior parte degli incidenti si sono verificati coi gradi di pericolo pari a 2-mo-

derato e 3-marcato.

I valori assoluti e le relative percentuali sono rappresentati nelle Figg. 7 e 8.

Gli scialpinisti sono stati coinvolti nel 57% degli incidenti della stagione, per un totale di 63 travolti, mentre gli sciatori/snowboarder fuoripista sono stati coinvolti nel 37% degli incidenti per un totale di 32 travolti (Figg. 9 e 10).

Analizzando in particolare le persone travolte (Fig. 11), ed in relazione al numero di travolti nello stesso incidente (Fig. 12) si può notare che nel 54% degli incidenti ci sono state più persone travolte contemporaneamente, anche se solo nel 14% degli incidenti ci sono state due o più persone sepolte contemporaneamente (Fig. 13).

Analizzando in particolare i travolti illesi e feriti per tipologia e modalità di ritrovamento (Fig. 14) si nota che circa i due terzi sono stati trovati in superficie e

PERIODI SIGNIFICATIVI STAGIONE 2006-2007						
	numero incidenti	% sul totale				
dal 3 al 7 gennaio	8	23%				
dal 26 al 28 gennaio	4	11%				
da 2 al 5 marzo	4	11%				
dal 10 al 12 marzo	6	17%				
dal 1 al 8 aprile	4	11%				
Totale incidenti nella stagione	35	100%				

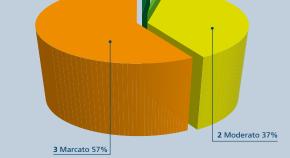
PERIODI SIGNIFICATIVI STAGIONE 2006-2007

Fig. 5

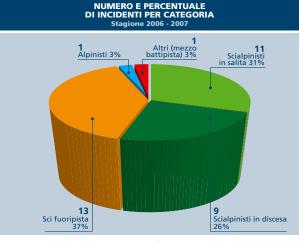
Fig. 6

	numero incidenti	% sul totale
3 gennaio	2	
6 gennaio	4	
27 gennaio	2	
15 febbraio	2	
4 marzo	2	
11 marzo	4	
6 aprile	2	
Totale giorni: 7	18	51%
Totale incidenti	35	100%









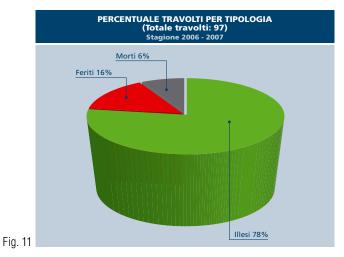
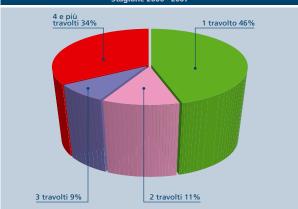


Fig. 12 PERCENTUALE DI INCIDENTI PER NUMERO DI TRAVOLTI (Totale incidenti: 35)
Stagione 2006 - 2007



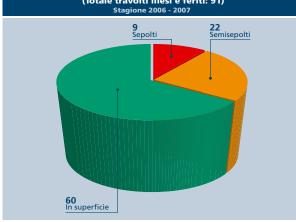
PERCENTUALE DI INCIDENTI PER NUMERO
DI SEPOLTI + SEMISEPOLTI (Totale incidenti: 35)
Stagione 2006 - 2007

2 o più sepolti 14%

Nessun sepolto 43%

Fig. 14 TRAVOLTI: ILLESI E FERITI PER TIPOLOGIA DI RITROVAMENTO (Totale travolti illesi e feriti: 91)
Stagione 2006 - 2007

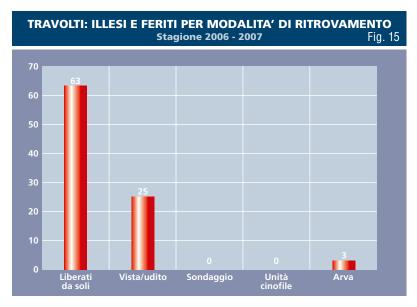
Fig. 13

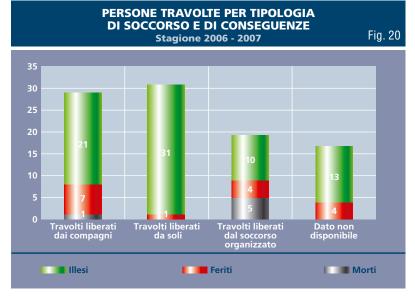


che gli stessi si sono liberati da soli (Fig. 15).

Alcune caratteristiche fisiche delle valanghe provocate nella scorsa stagione sono riprodotte nella Fig.16. le esposizioni nella Fig. 17 e gli incidenti per quote di distacco, raggruppate in alcune fasce altitudinali, nella Fig 18. Infine, i grafici delle Fig. 19, 20 e 21 sono relativi alla tipologia di soccorso.

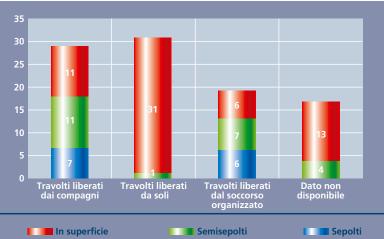




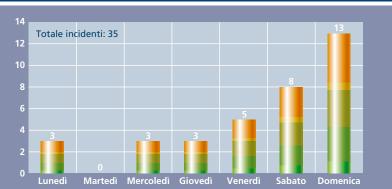


E per concludere, un dato curioso dal risultato scontato (vedi Figg. 21, 22 e 23): ovvero la maggior parte delle persone sono coinvolte in incidenti da valanga nel fine settimana, verosimilmente perché vi è un maggior numero di frequentatori; ma ciò non vuol dire che andando a sciare il martedì si possa essere al riparo dagli incidenti valanghivi!

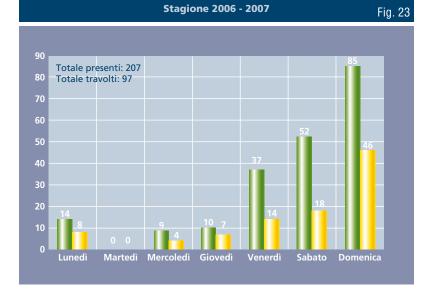


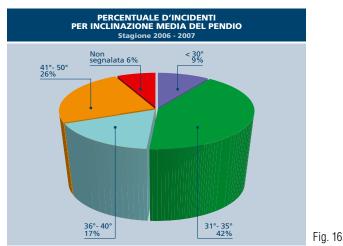




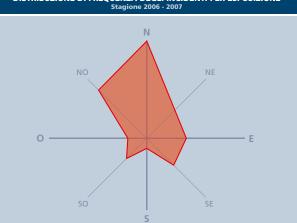


NUEMERO PRESENTI E TRAVOLTI NEGLI INCIDENTI DA VALANGA PER GIORNO DELLA SETTIMANA











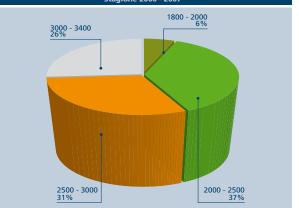
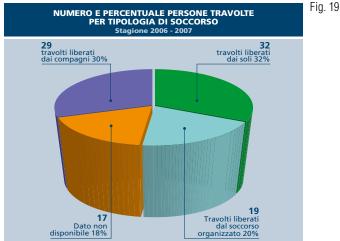


Fig. 18

Fig. 17



Manuel Genswein Svizzera

> Ragnhild Eide Norvegia

Da alcuni anni le case costruttrici di apparecchi per la ricerca travolti in valanga (ARVA), hanno portato un gradito quanto atteso movimento innovativo nell'ambito del soccorso in valanga, producendo sofisticati strumenti di ricerca digitali, generalmente molto efficaci. Nel malaugurato caso di un incidente in valanga l'elettronica aiuta quindi tantissimo nella fase di ricerca e ormai, per localizzare uno o più sepolti, anche una persona non particolarmente abile nell'uso dell'arva, impiega solitamente poco tempo. Lo scavo per il disseppellimento del/i travolto/i invece, rimane un'operazione necessariamente manuale e faticosa che, in funzione della sua/loro profondità necessita anche di molto tempo. Il metodo di scavo proposto dagli autori di quest'articolo apre una strada ancora poco percorsa, cercando l'ottimizzazione di questa fase dell'autosoccorso e la massima efficienza in relazione al tempo, che inesorabile trascorre e riduce drasticamente le possibilità di sopravvivenza del travolto.

Traduzione di: **Daniela Spanu**

Fabio Gheser



Pagina precedente: Spalare in maniera coordinata. Canale centrale di sgombero.

Spalare in maniera coordinata. Il lavoro della squadra frontale dopo l'apparizione della prima porzione del travolto.



Spalare in maniera coordinata. I soccorritori hanno deciso di sgomberare momentaneamente la neve verso un lato (micromanagement).



Nell'ambito delle operazioni di soccorso a seguito di un evento valanghivo, lo scavo e il raggiungimento di un travolto rappresenta senza dubbio il fattore tempo più determinante. Considerando tutto il processo, dalla ricerca del segnale fino all'evacuazione del sepolto in valanga, la fase tra l'individuazione del travolto tramite sonda e le operazioni in relazione alla presenza o meno di una cavità aerea è lacunosa rispetto alle raccomandazioni operative, oggi per il resto chiaramente strutturate e sistematizzate. Lo sviluppo della tecnica di scavo a "V" è partito nel 2004 e l'adequatezza del metodo è stata testata quantitativamente nella primavera del 2007 nell'ambito di un test sul campo condotto su larga scala, nel corso del quale si è anche operato un raffronto quantitativo con uno scavo non coordinato.

ZONA DI EFFETTUAZIONE DEI TEST

I test quantitativi sul campo sono stati condotti nella primavera del 2007 nella Norvegia occidentale, presso la Stazione dell'Istituto Geotecnico Norvegese. Un manto nevoso primaverile a elevata densità e compattezza simulava una situazione realistica di accumulo di neve di valanga. Come "sepolti in valanga" si sono utilizzati ogni volta due sacchi riempiti di paglia. In particolare, si trattava dei sacchi usualmente impiegati per la legna da ardere e che aderiscono alla neve in maniera del tutto simile al tessuto, per cui ai soccorritori sarebbe riuscito impossibile spostare i "travolti" in superficie prima di averli completamente liberati dalla neve. Per cercare di evitare che attorno ai sacchi di paglia la neve risultasse smossa, li si è

sepolti effettuando scavi molto stretti.

La neve asportata è stata lasciata in superficie per una notte affinché ghiacciasse, e il giorno successivo i sacchi sono stati coperti da strati di neve compressa. Dopo ulteriori 24 ore, cioè dopo complessivi tre giorni di consolidamento, risultavano pronti per il test di scavo.

Il test è stato condotto considerando tre diverse profondità (1m, 2m e 3m) con due diversi angoli di inclinazione dell'accumulo (piano = 0/5 gradi, ripido = 20/25 gradi).

SCELTA DELLE PERSONE PER CONDURRE I TEST

Per condurre i test si è scelto appositamente uno scenario tipico di un "autosoccorso fatto dai compagni di escursione".

Con un'età tra i 19 e i 39 anni, i partecipanti rientravano così nella fascia che vede la maggior parte di vittime di incidenti da valanga. Si è voluto che il gruppo fosse composto da uomini e donne di tre diverse nazionalità, in modo che la lingua straniera simulasse in un certo qual modo i problemi di comprensione che possono verificarsi anche tra soccorritori della stessa lingua nella situazione di stress dovuta all'emergenza. Il titolo del corso era: "Corso gratuito di soccorso valanga di 4 giorni, vitto compreso, di cui 2 giorni di partecipazione attiva a test di disseppellimento".

PROGRAMMA DEL TEST

I test di scavo sono stati ripartiti uniformemente sui quattro giorni di corso in modo da evitare che l'eccessiva stanchezza potesse essere una potenziale causa di errori. Dopo una breve fase di faticoso lavoro di scavo, ai partecipanti veniva infatti proposto un blocco formativo fisicamente meno impegnativo, prima di riprendere le esercitazioni con la pala.

PRIMA RACCOLTA DATI

Ogni 30 secondi si procedeva a misurare la progressione della profondità di scavo e, alla fine, si rilevavano le dimensioni esatte dello scavo e il volume scavato. Si annotava inoltre l'apparizione della prima porzione del travolto, il momento in cui veniva liberato il capo, poi il corpo intero, la rimozione del travolto e la sua sistemazione fuori dalla buca.

Ai fini della documentazione ogni minuto si è scattata una foto ad alta risoluzione e si è prodotta una documentazione video in tempo reale, da cui si è ricavato anche un video didattico.

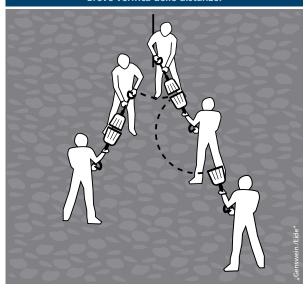
CONDIZIONI PER UNO SCAVO EFFICIENTE E ATTENTO

Nelle operazioni di autosoccorso si utilizza in genere un'unica sonda per localizzare il sepolto, la cui esatta posizione non è quindi possibile individuare con precisione.

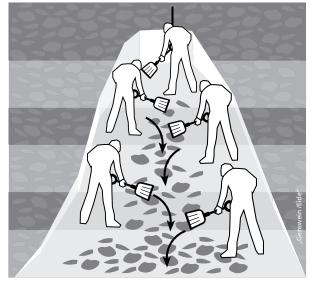
Da un lato i tempi di scavo per raggiungere il capo del travolto debbono essere possibilmente rapidi, mentre dall'altro è necessario che per asportare in maniera efficiente le masse di neve lo scavo presenti una determinata dimensione minima. Sarebbe anche opportuno, con un corretto posizionamento dei soccorritori, ridurre al minimo la possibilità che la squadra di soccorso che sta intervenendo gravi con il proprio peso sul sepolto o distrugga una eventuale cavità aerea presente.

La formazione a "V" per lo sgombero della neve risponde a tutti questi requisiti.

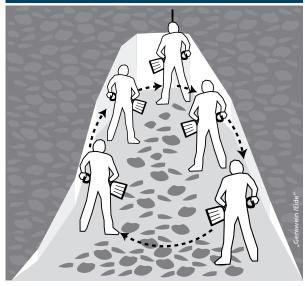
DISPOSIZIONE DEI SOCCORRITORI Breve verifica delle distanze.



SI LAVORA PER SETTORI LUNGO IL CANALE CENTRALE DI SGOMBERO DELLA NEVE La neve viene rimossa con movimenti a pagaia.



ROTAZIONE IN SENSO ORARIO SU COMANDO DELLA PERSONA AL VERTICE DELLA V
Il metodo del "job rotation" mantiene alta la motivazione ed evita un precoce affaticamento.







Spalare in maniera coordinata. Dopo la completa rimozione della neve 4 soccorritori hanno spazio sufficiente per sollevare il travolto al vertice della V.

Spalare in maniera coordinata. La sonda penetra a 2,4 m di profondità, accumulo inclinato, i tre soccorritori necessari si mettono in posizione.

OPERARE IN MANIERA EFFICIENTE PER TEMPI LUNGHI

Un presupposto importante è la capacità di mantenere costante l'efficienza operativa dei soccorritori per tempi lunghi. A tale riguardo ci si è, infatti, posti la questione del perché, in caso di scavo non coordinato, l'esaurimento delle forze degli spalatori subentrava rapidamen-

te, rendendo necessario fare delle lunghe pause e causando un'indesiderata riduzione delle risorse attive. Il fattore primario individuato è stato il troppo rapido affaticamento dovuto ad un'attività prolungata nella stessa postura e nella stessa posizione non ergonomica. La contromisura adottata nella "tecnica a V" è una rotazione della squadra di soccorso in senso orario ogni 4 minuti circa. Si applica quindi il concetto classico della "job rotation", già da tempo ampiamente diffuso nella pratica della produzione industriale.

Un altro fattore importante ai fini dell'efficienza operativa è il metodo di sgombero della neve. Particolarmente poco efficiente si è rivelato il sollevamento della massa nevosa in senso verticale. dove nonostante un notevolissimo impiego di forza, la neve non viene tolta definitivamente dalla buca. Quanto più grande è il volume sollevato, tanto maggiore è inoltre la parte del carico che tende a ricadere. I movimenti a pagaia che sfruttano l'azione di tutto il corpo e non costringono a sostenere tutto il lavoro attraverso la sola muscolatura delle braccia, consentono invece di risparmiare le forze e di realizzare la massima efficienza nello

sgombero della neve (calcolato in litri / soccorritore / minuti). Per la stessa ragione, si tende a sconsigliare, sia lo sgombero effettuato a gradini che una postura in ginocchio o seduta.

DIMENSIONI DELLA "V" E NUMERO DI SOCCORRITORI NECESSARI

Le dimensioni della V possono essere ricavate semplicemente dalla profondità di seppellimento (sonda). Se la zona d'accumulo è pianeggiante (da 0 ma 5 gradi), la lunghezza della V deve corrispondere al doppio della profondità di seppellimento, mentre se è ripida (da 20 a 25 gradi), la lunghezza della V corrisponde alla profondità di seppellimento.

I valori intermedi possono essere opportunamente stimati.

La larghezza della V corrisponderà invece sempre alla profondità di seppellimento. Come regola di base, ogni soccorritore può gestire di volta in volta 80 cm lungo la V. Con una profondità di seppellimento di 2 m su superficie pianeggiante sarebbe quindi ideale la presenza di $2 \times 2 \text{ m} = 4 \text{ m} / 80 \text{ cm} = 5 \text{ soccorritori}.$

Spetta al soccorritore decidere dove posizionarsi lungo il proprio segmento della V; soprattutto durante l'autosoccorso dei propri compagni si è evidenziata una certa difficoltà a spalare con la stessa efficienza con la destra e con la sinistra.

A seconda della posizione operativa all'interno della V, della posizione di scavo ottimale e delle preferenze personali è quindi possibile per ciascuno assumere la posizione di lavoro migliore.

Il corretto utilizzo della pala

A tutti i partecipanti è stato insegnato il corretto utilizzo della pala (p.es. come incidere un blocco).

CONSIDERAZIONI CIRCA I TEST DI SCAVO NON COORDINATI

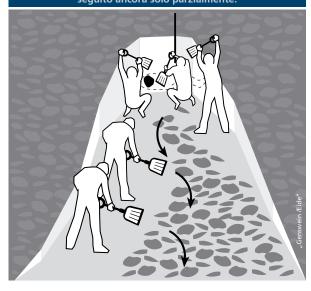
I dati numerici e le riprese video mostrano chiaramente come i soccorritori abbiano introdotto ulteriori forze compressive con il proprio peso sulla coltre nevosa che ricopre il travolto e si siano ostacolati reciprocamente, il che ne ha ridotto l'efficienza di scavo. L'esaurimento delle forze si è verificato più velocemente e la sostituzione del soccorritore ha provocato spesso un'interruzione del lavoro per tutta la squadra. In presenza di una profondità di seppellimento maggiore, spesso non è possibile impiegare tutti i soccorritori.

LA TECNICA DI SCAVO A "V" IN PRATICA

I soccorritori si dispongono a forma di V: le due persone più a monte distano tra loro di uno spazio corrispondente alla lunghezza di una pala, tutti gli altri soccorritori di due. Questa disposizione può essere assunta in brevissimo tempo e consente di lavorare senza disturbarsi a vicenda e con uno sfruttamento ottimale di una lunghezza ergo-

nomicamente corretta della via di asportazione della neve per ogni soccorritore, il cui compito primario consiste nello spostare verso valle la massa nevosa movimentata del "suo" segmento della V. Nel momento in cui non è più presente neve da asportare, il soccorritore scava dei blocchi per guadagnare in profondità. La persona che si trova al vertice della V, ovvero direttamente a ridosso della sonda inserita, non ha neve da trasportare, e continua quindi ad allargare lo scavo. Il soccorritore al secondo posto ha già della neve da sgomberare, ma ha ancora sufficiente tempo per scavare a sua volta in profondità. Quanto più la collocazione lontana dal vertice della "V", tanto maggiore risulta quindi essere il lavoro di sgombero della neve e tanto minore l'avanzamento in profondità. Questa metodologia operativa a "V" fa automaticamente sì che il piano inclinato della V si "affondi" più velocemente in direzione del sepolto. Osservando la regola enunciata circa la lunghezza della V si ha la certezza che questa disposizione per lo sgombero della neve non superi l'angolo critico di rampa di circa 25-26 gradi, necessario per impedire che inclinazioni maggiori possano provocare una

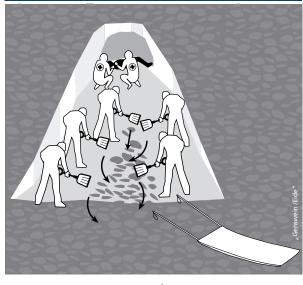
PRIMA APPARIZIONE DI UNA PORZIONE DEL SEPOLTO In corrispondenza del vertice a monte sono necessari più soccorritori, il canale di sgombero della neve deve venire seguito ancora solo parzialmente.



Si procede con cautela in corrispondenza del sepolto, mentre le pareti laterali vengono incise rapidamente. Il vertice della V viene adeguato all'effettivo orientamento del travolto.



COLLABORAZIONE CON IL SOCCORSO ORGANIZZATO
Si crea ulteriore spazio solamente dopo che è stata
assicurata la medicalizzazione.







ricaduta della neve incoerente. peraltro non di rado osservato. La rotazione dei soccorritori avviene su indicazione precisa della persona in corrispondenza del vertice. Un ciclo di rotazione di ca. 4 minuti si è rivelato ideale per conciliare la necessità di prendere confidenza con la nuova posizione evitando un rapido manifestarsi di affaticamento ed esaurimento delle forze. A tale riguardo, nei primi due minuti della rotazione è stato osservato un più rapido procedere della profondità di scavo rispetto agli ultimi due minuti.

L'effetto psicologico di un'imminente rotazione gioca inoltre decisamente a favore di una maggiore motivazione. Non è ovviamente necessario cronometrare i quattro minuti, ma è sufficiente che il comando "ruotare" venga impartito quando si manifestano i primi segni di esaurimento delle forze.

Il lavoro di scavo viene proseguito in questa modalità fino a che non appare il sepolto. A questo punto si eseque un'ultima rotazione, e al vertice della V si collocano due soccorritori. Questi opereranno ora direttamente sul travolto, e la prosecuzione dello scavo dovrà venire condotta con la massima cautela, per cui la quantità di neve movimentata nel canale di trasporto venutosi a creare si riduce sensibilmente. Questo aspetto (sfruttamento subottimale della capacità di sgombero) viene compensato dalla persona immediatamente a valle che incide con maggiore decisione le pareti laterali adequando il vertice della V all'effettiva giacitura del travolto nella neve. In questa fase si osserva la creazione di una forma simile a una cavità. Si tratta di una cosa normale, che non influisce negativamente sul prosequimento delle operazioni, e si evita di

asportare la neve su tutta l'altezza del muro. La ragione per cui la rotazione si interrompe nel momento in cui compare una porzione del corpo del travolto è riconducibile al fatto che la percezione circa l'effettiva postura del sepolto acquisita dall'equipe frontale non può venire adeguatamente comunicata rispettando un ciclo di avvicendamento di 4 minuti.

In caso di sepolti ancora completamente o parzialmente coscienti sarebbe inoltre psicologicamente insostenibile vedere cambiare continuamente la principale persona di riferimento.

In questa fase, al vertice della V si impiegano più soccorritori, e si può anche sospendere un'ulteriore continuazione della tecnica a "V". In genere si rivela sufficiente continuare a sgomberare un solo lato della V, utilizzando l'ulteriore spazio come deposito.

INTERFACCIA CON IL SOCCORSO ORGANIZZATO

Il soccorso organizzato gradisce spesso ulteriore spazio per la medicalizzazione e il trasporto della vittima.

Se tale esigenza è giustificata, la sua soddisfazione non deve tuttavia indurre a prolungare i tempi di accesso al capo del travolto, riducendone le possibilità di sopravvivenza. Di consequenza, l'impiego della tecnica di scavo a "V" è uguale per tutti i gruppi impiegati, fino al momento in cui vengono messi in atto gli interventi di primo soccorso alla vittima. A questo punto la squadra che ha condotto lo scavo può spostarsi di uno o due metri all'indietro, creando ulteriore spazio nell'iniziale disposizione a "V", qualora le risorse non debbano venire impiegate per espletare altri compiti di natura urgente.

METODO BASE: ULTERIORE OTTIMIZZAZIONE TRAMITE MICROMANAGEMENT NELLA "V"

La tecnica di scavo a "V" rappresenta una metodologia di base per il disseppellimento del travolto da valanga decisamente rapido, efficiente e rispettoso delle condizioni creatisi. I soccorritori esperti possono inoltre adeguare tale metodo base alle caratteristiche specifiche di ogni incidente con un micro management all'interno della "V".

LA PALA DA VALANGA

Il test non era inteso come test sistematico delle pale impiegate, ma si possono comunque fare alcune considerazioni circa l'esperienza del loro impiego. Tutti i partecipanti sono stati istruiti nel particolare circa il corretto impiego della pala da valanga. Nessuna pala è risultata inservibile in seguito a un errato impiego.

Le pale in materiale plastico soddisfano solamente lo scopo di "averne una a portata di mano", ma in genere risultano danneggiate già prima di essere riusciti a scavare il primo metro di profondità. Le pale in metallo leggero debbono essere assolutamente temprate. Dopo un periodo di impiego non particolarmente lungo, la maggior parte delle pale di metallo in lega leggera di noti produttori risultava infatti deformata fino a essere inutilizzabile. Il bordo anteriore della lama della pala non deve terminare a triangolo con un'unica punta, perché questa non è in grado di sostenere la sollecitazione costante come primo punto di contatto. I manici telescopici rappresentano un evidente vantaggio, ma la sovrapposizione dei vari elementi



deve essere sufficiente. Realizzando un secondo foro l'utilizzatore può comunque aumentare senza difficoltà la solidità della sovrapposizione.

L'estremità dell'impugnatura a forma di D, dove l'elemento diritto della D è quello che viene afferrato dalla mano completa, risulta decisamente migliore rispetto a quella a forma di T.

La pala Voilé Exterme si è rivelata uno strumento di lavoro estrema-

mente stabile e maneggevole.

Ringraziamenti

La mia co-autrice Ragnhild Eide ed io vorremmo ringraziare sentitamente tutti i partecipanti ai test sul campo per il loro straordinario impegno. Un grazie anche a Krister Kristensen di NGI che ci ha messo a disposizione la modernissima stazione, un eccellente campo di prova per l'esecuzione di nostri test, praticandoci un prezzo molto interessante.

La sezione quantitativa dello studio verrà presentata a Whistler, in Canada, in occasione di ISSW 2008.

CARATTERI MORFOLOGICI VALANGHE

Studio nell'area del Bormiese

Daniele Bocchiola

Ricercatore in Idrologia e Costruzioni Idrauliche, Politecnico di Milano, Dip. IIAR., Sez. CIMI, Tel. 022399 6223 daniele.bocchiola@polimi.it

Michele Medagliani

Ingegnere Ambiente e Territorio, Politecnico di Milano, Dip. IIAR., Sez. CIMI, m.medagliani@diiar-idra.polimi.it Si presenta uno studio preliminare condotto allo scopo di valutare alcune proprietà geometriche caratteristiche delle valanghe, tramite lo studio di dati relativi ad eventi osservati. Lo studio riguarda l'area del Bormiese, dove si considerano sei siti valanga di particolare rilievo. Tramite una raccolta di dati derivanti dagli archivi AINEVA e del Corpo Forestale dello Stato (CFS), si sono individuati per l'area in esame circa settanta eventi di valanga documentati in maniera discontinua e risalenti fino al 1886. Per gli eventi inclusi in tale base di dati ragionevolmente ben documentati, si è condotto uno studio quantitativo atto a definire alcune grandezze geometriche di interesse. Si analizzano le principali cause di innesco e le principali tipologie di valanga osservate. Si mostra poi uno studio atto a definire il pericolo (i.e. la probabilità) di distacco in funzione della precipitazione nivale cumulata nei giorni precedenti. Si forniscono delle equazioni da utilizzare nella pratica progettuale per la definizione delle geometrie di distacco e per una prima valutazione delle distanze di arresto. Si conducono poi delle simulazioni dinamiche tramite il metodo di Voellmy Salm (VS), che consentono di definire una calibrazione a priori a scopo di zonazione del rischio.



INTRODUZIONE

La conoscenza dei caratteri morfologici delle valanghe risulta di fondamentale importanza per l'attività di zonazione e gestione del rischio. L'utilizzo dei modelli di dinamica delle valanghe, atti a valutare le distanze di arresto e le sollecitazioni meccaniche in termini di pressioni di impatto, richiede infatti la definizione accurata delle geometrie in gioco. ovverosia di altezze e superfici del distacco e dei valori dei parametri, tipicamente dei coefficienti di attrito, con cui condurre le simulazioni. In questa memoria si presenta uno studio preliminare condotto allo scopo di valutare alcune proprietà geometriche caratteristiche delle valanghe. tramite l'elaborazione di dati relativi ad eventi osservati. Lo studio riguarda l'area del Bormiese, dove si considerano sei siti valanga di particolare rilievo. Dopo una raccolta di dati derivanti dagli archivi AINEVA (Mod. 7) e del Corpo Forestale dello Stato (CFS) si sono individuati, per l'area in esame, circa settanta eventi di valanga documentati in maniera discontinua e risalenti fino al 1886. Per gli eventi inclusi in tale base, ragionevolmente ben documentati, si è condotto uno studio quantitativo atto a descrivere alcune grandezze geometriche ed un'analisi qualitativa delle variabili di maggiore interesse. Si illustra per prima un'analisi statistica atta a caratterizzare le cause di maggior impatto sull'innesco, sia di carattere naturale. come le condizioni meteo nei 3 giorni precedenti l'evento (p.es. Iomelli et al., 2007), sia di carattere antropico come il passaggio di sciatori (p.es. Jamieson e Geldsetzer. 2004). Tale conoscenza fornisce un importante strumento di base per la valutazione di misure atte alla mitigazione del rischio stesso. Si conduce poi un'analisi

statistica della morfologia delle valanghe nelle tre zone chiave per la descrizione e classificazione dell'evento (distacco, scorrimento, deposito, p.es. Maggioni e Gruber, 2003; Smith, 1995; McClung, 2001). La conoscenza statistica dei caratteri peculiari del dissesto (p.es. Gruber, 2003) risulta necessaria in quei siti in cui le informazioni storiche sugli eventi siano scarse o del tutto assenti. Si mostra poi uno studio di tipo regressivo atto a legare tra di loro alcune caratteristiche morfometriche delle valanghe. Tale studio fornisce delle equazioni da utilizzare nella pratica progettuale per la definizione delle geometrie di distacco e per una prima valutazione delle distanze di arresto, quando non sia possibile ricorrere ad una modellazione complessa. Tale studio fornisce informazioni di interesse anche per valanghe di piccole dimensioni, ossia frequenti, solitamente trascurate nella modellazione dinamica (p.es. Ancey et al., 2004). Viene quindi proposto uno studio atto a definire in maniera quantitativa il pericolo (i.e. la probabilità) di distacco in funzione della precipitazione nivale cumulata nei tre giorni precedenti (p.es. Ancey et al., 2003; Ancey et al., 1999). In seguito, per gli eventi avvenuti in assenza di disturbo lungo il percorso valanga (p.es. presenza di cunei o muri paravalanghe). si conducono delle simulazioni dinamiche tramite il metodo di Voellmy Salm (VS). Tale metodo è correntemente utilizzato nel calcolo dinamico delle valanghe ed in particolare nella definizione delle zone di pericolo, in quanto permette un rapido calcolo analitico delle distanze di arresto e delle pressioni di impatto. Gli opportuni coefficienti di attrito del modello vengono valutati per ogni evento imponendo le

distanze di arresto osservate. Si propone poi un semplice approccio regressivo atto a determinare a priori i coefficienti di attrito in funzione dell'altezza al distacco. Poiché quest'ultima rappresenta in pratica il principale parametro progettuale per la definizione delle zone di pericolo, l'approccio proposto consente l'appropriato utilizzo del modello VS a scopi di zonazione per l'area di studio.

AREA DI STUDIO

L'area di studio ricade nella zona del Bormiese. Tale area può, in prima approssimazione, essere considerata omogenea da un punto di vista della morfologia dei percorsi e del contesto nivometeorologico (Riboni et al., 2005; Bocchiola et al. 2006; Bocchiola e Rosso, 2007). La scelta di tali siti è stata dettata anche dall'esigenza di avere a disposizione un database di informazioni il più possibile completo, sia per quanto riquarda il livello di dettaglio, sia per la copertura temporale delle osservazioni. L'analisi di 6 aree valanghive permette un'analisi esplorativa da approfondire in futuro con una maggiore base di dati. I siti di studio sono:

- 1. Canalone del Vallecetta
- 2. Val Cerena
- 3. Val Novalena
- 4. Vallone del Rastello
- 5. Vallaccia
- 6. Val Gandolina

Una mappa dei siti è riportata in Figura 1, mentre una breve descrizione dei singoli casi di studio è riportata di seguito.

Canalone del Vallecetta (Valdisotto)

La zona di distacco è situata tra il Monte Vallecetta (3150 m slm) e la Cima Bianca (3015 m slm) e si sviluppa per una lunghezza di circa 1500 m con una larghezza massima del fronte di distacco di 1300 m ed una esposizione ad Ovest/NordOvest. La zona di scorrimento è fortemente canalizzata e percorre tutto il corso del Rio Vallecetta fino a raggiungere, nella zona di arresto, l'abitato di Piazza a 1150 m slm. ed il fiume Adda (p.es. nell'evento catastrofico del maggio 1983, Riboni et al., 2005).

Val Novalena (Valdisotto)

La zona di distacco si trova in prossimità del Monte Monteni (3040 m slm) e si sviluppa per un fronte che ha raggiunto la larghezza di 1000 m nell'evento del maggio 1983. L'esposizione dominante è ad Ovest. La zona di scorrimento è fortemente canalizzata e percorre l'impluvio della Val Novalena fino alla Statale dello Stelvio in prossimità dell'abitato di Tola (1130 mslm).

Vallaccia (Valdisotto)

La zona di distacco si trova alle pendici del Monte Rinalpi (3015 m slm) tra il Corno di San Colombano (3020 m slm) ed il Monte Grava (2880 m slm). I punti di distacco osservati si localizzano a quote inferiori, intorno ai 2500 metri in una zona in cui l'inclinazione locale del terreno ed in generale le condizioni topografiche consentono forti accumuli nivali e successivi fenomeni di innesco. L'esposizione dominante del versante è ad Est.

Vallone del Rastello (Bormio)

Il distacco avviene mediamente intorno ai 2700 m slm con una larghezza che ha raggiunto il suo massimo di 700 metri nell'evento del 1992 interessando la totalità del versante. La valanga si sviluppa lungo tutto l'impluvio del vallone del Rastello con una esposizione a Nord/Nord Ovest ed ha raggiunto in tre occasioni il fondovalle (1660 m slm); in un caso, nell'episodio del 21 Maggio 1978, ha ostruito la SS 38. La zona di arresto presenta comunque pendenze molto elevate, sempre

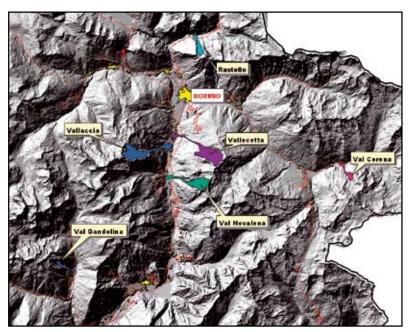


Fig. 1 - Siti investigati. Si riporta l'estensione dei massimi eventi osservati dedotta dalla cartografia del Catasto Valanghe CFS. In rosso le strade ed in giallo i centri abitati.

maggiori di 15°; per questo motivo gli eventi valanghivi raggiungono con facilità il fondovalle.

Val Gandolina (Grosio)

La valanga trae origine intorno ai 2000 mslm, sul versante esposto ad Est del Monte Saline (2621 m slm). La zona di scorrimento è fortemente canalizzata all'interno della Val Gandolina e sbocca in prossimità dell'abitato di Predasc (1300 m slm) in Val Grosina. In 4 casi (1976, 1977, 1988, 1994) la valanga ha ostruito la strada della Val Grosina.

Val Cerena (Valfurva)

La zona di distacco è localizzata ad una quota di 2600 mlsm a valle della Vedretta di Cerena. La zona di scorrimento è prevalentemente esposta a Nord ed è fortemente canalizzata. L'arresto ha interessato frequentemente il fondovalle ed ha sbarrato il corso del torrente Frodolfo in 5 occasioni nei pressi dell'abitato di Cerena.

MATERIALI E METODI DI ANALISI

Si sono qui analizzate alcune grandezze e caratteristiche, descritte qui nel dettaglio:

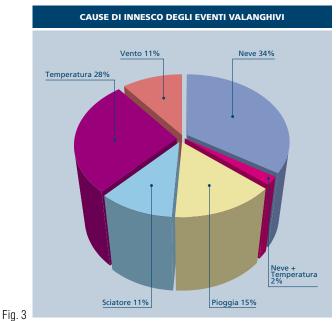
· le modalità di distacco:

- puntuale (l'innesco avviene in un singolo punto, la valanga

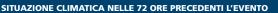


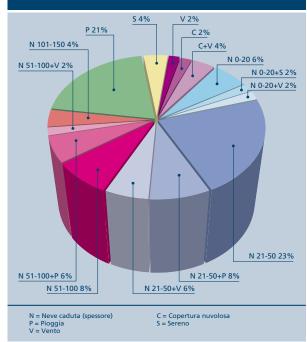
va ampliandosi in larghezza ed assumendo una forma allargata; normalmente le valanghe generatesi in questo modo sono a debole coesione);

- punti diversi (l'area di distacco risulta irregolare o comunque frastagliata ed interessa anche un fronte molto vasto, generando quindi fenomeni anche di notevole entità);
- lineare (il fronte di distacco è compatto e ben identificabile in una frattura netta del manto, normalmente questo tipo di distacco è legato ad una valanga a lastroni);
- misto (sono presenti entrambe le forme puntuale e lineare);



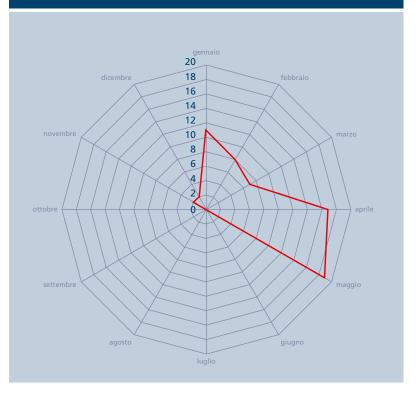








DISTRIBUZIONE TEMPORALE DEGLI EVENTI VALANGHIVI Si riporta il numero di eventi per mese



- le condizioni atmosferiche che hanno caratterizzato il sito nelle 72 ore precedenti l'evento:
- Neve (N), viene registrato il quantitativo di neve caduta suddividendolo in 4 classi a seconda dello spessore accumulatosi in 72 ore;
- Pioggia (P);
- Vento (V);
- Copertura nuvolosa (C);
- Sereno (S);
- la presunta causa dell'innesco:
- temperatura (*TEMP*), ossia si riportano elevati incrementi di temperatura, tipico dei fenomeni primaverili;
- *VENTO*, condizioni di sovraccarico da vento;
- *NEVE*, sovraccarico da neve conseguente a fenomeni di precipitazione intensi;
- PIOGGIA, precipitazioni piovose che generano metamorfismo di fusione con percolazione di acqua liquida nel manto nevoso fino a raggiungere il terreno o strati interni impermeabili.
- SCIATORE, valanga causata dal

passaggio di uno o più sciatori.

- le caratteristiche morfologiche nella zona di deposito: ripiano, canalone, versante, fondovalle;
- i dislivelli percorsi (ΔA): calcolato in metri come differenza tra la massima quota di distacco osservata e la minima quota di arresto:
- l'altezza della frattura al distacco (h_0): spessore medio stimato della frattura generatrice dell'evento (in metri);
- l'altezza del manto nevoso nella zona di distacco (hs);
- il volume al distacco (V₀): è calcolato (in m³) stimando la superficie interessata dal distacco e moltiplicandola per l'altezza media al distacco;
- il volume all'arrivo (V_R): è un dato osservato (in m³), riportato nella documentazione relativa agli eventi;
- •la larghezza del fronte al distacco (W_0): larghezza massima(in metri) osservata nella zona di distacco, è una delle variabili più

influenti per la caratterizzazione

degli eventi significativi (Faillettaz *et al.*, 2002);

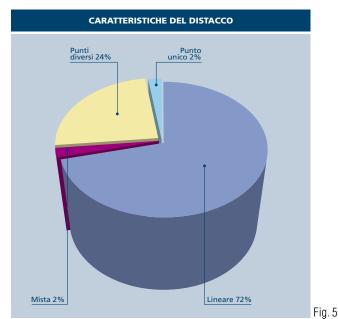
• la lunghezza del distacco (B_0): dimensione dell'area di distacco nella direzione di massima pendenza in metri.

RISULTATI

Distribuzione temporale, tipologia e cause

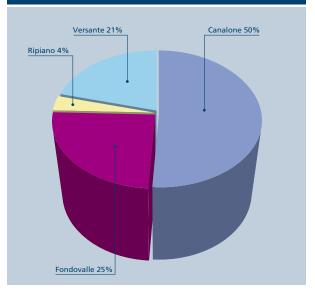
I siti in esame sono interessati da eventi valanghivi specialmente nel periodo primaverile e tardo invernale (Figura 2), con un massimo nel mese di maggio, quando gli accumuli di neve sono ancora significativi e si possono innescare fenomeni di rilevante escursione termica nell'arco delle giornate. Si nota (Figura 3) come la presenza di alte temperature e piogge sia la causa di eventi valanghivi in circa il 43% dei casi. I fenomeni che si innescano in questo modo sono principalmente le valanghe a lastroni di neve bagnata primaverile ed in questa classe rientrano quasi la totalità degli eventi più catastrofici registrati (16 Aprile 1926, 5 Maggio 1977, l e 16 Maggio 1983 nel Canalone Vallecetta, 23 Aprile 1986 in Val Gandolina, 16 Maggio 1983 in Val Novalena, 26 Aprile 1986 alla Vallaccia). Il sovraccarico da neve è la causa del distacco nel 34% dei casi, con valanghe tipicamente a lastroni di neve soffice. Allo stesso modo agisce il vento che, nell'11% delle situazioni esaminate, agisce trasportando la neve e, accumulandola in siti di potenziale innesco, genera instabilità del manto (tipicamente valanghe da lastroni di neve compatta). Nel 2% dei casi forti precipitazioni e basse temperature, tipiche della piena stagione invernale, possono generare valanghe a debole coesione di neve asciutta. La scarsità di registrazioni di fenomeni rientranti in questa tipologia può essere causata dalla spesso limitata entità degli stessi e quindi dalla loro scarsa significatività. Solo nell'11% dei casi esaminati la valanga è stata causata dall'uomo.

La circostanza che nell'89% dei casi esaminati le valanghe sono state generate per cause naturali mostra come uno studio delle principali condizioni atmosferiche che precedono l'evento risulta utile ai fini della previsione del rischio. Appare evidente (Figura 4) come un fattore essenziale nell'innesco sia l'apporto di neve nella zona di distacco (67% dei casi). L'entità di tale apporto non è però direttamente proporzionale al numero di eventi: è facile notare come solo nel 20% dei casi le precipitazioni abbiano superato i 50 cm nei 3 giorni precedenti, mentre la condizione più gravosa appare una precipitazione intermedia tra i 21 ed i 50 cm. Entro tali valori, tutto sommato frequenti, la precipitazione nivale, associata a sovraccarichi da vento e temperature elevate, è in grado di mettere in crisi la stabilità del manto. Da rilevare anche che nel 21% dei casi è la pioggia la condizione dominante e probabilmente anche la causa stessa dell'innesco. La natura e le caratteristiche climatiche dei siti esaminati portano ad una prevalenza di valanghe a lastroni (82% e più precisamente 46% di fondo e 36% di superficie) caratterizzate essenzialmente (Figura 5) da un distacco di tipo lineare (72%). Il distacco da un singolo punto è stato osservato solamente nel 2% dei casi, a conferma della rarità degli eventi valanghivi di neve a debole coesione (18% non mostrato qui). Nel restante 26% dei casi, costituito da eventi con distacco puntiforme multiplo e misto, le valanghe a lastroni sono quelle più frequenti (83% non mostrato qui). Proseguendo



MORFOLOGIA DELLA ZONA DI DEPOSITO

Fig 6



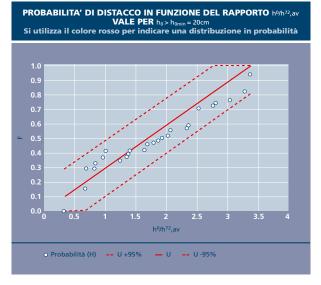
nell'analisi fino alla zona di arresto (Figura 6), è utile osservare come nel 25% dei casi la valanga, pur traendo origine da quote considerevoli (mediamente > 2500 m slm), riesca a raggiungere (mediamente al di sotto dei 1500 m slm) il fondovalle abitato o comunque antropizzato (vedi strade e centri abitati in Figura 1), con evidenti consequenze.

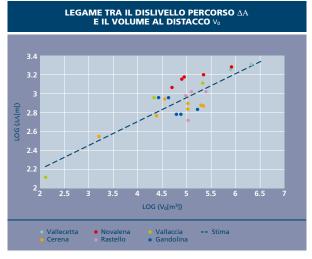
Probabilità di distacco

In primo luogo si è cercato di definire una relazione che potesse descrivere la probabilità di distacco in relazione allo spessore della copertura nivale. Tale informazione risulta di grande interesse, in particolare quando

si voglia riprodurre il processo di precipitazione nivale e consequente instabilizzazione del manto a scopi di mappatura del rischio su base statistica (p.es. Ancey et al., 2004). Si è valutata per prima la frequenza con cui si osserva una data altezza al distacco maggiore di h_0 , F_{d0} . Si è ipotizzato poi che lo spessore

al distacco h_0 coincidesse con la Fig. 7





nei tre giorni (72 ore) precedenti, h_{72} (c_{3d} , p.es. Ancey e Meunier, 1999; Barbolini et al., 2002), $h_0 \approx h_{72}$. Utilizzando poi la distribuzione regionale dei massimi di h_{72} valida per l'Alta Valtellina recentemente valutata dagli autori (Bocchiola et al., 2006), si è stimata la frequenza di non superamento $F_{0,h72}$ del valore di altezza al distacco osservato $h_0 \approx h_{72}$. Dividendo poi il valore di F_{d0} con quello di $F_{0,h72}$ si è valutata la probabilità di distacco per una altezza pari ad h_0 , $F=F_{d0}/F_{0,h72}$. Si è notato come questa curva sia ben approssimata da una distribuzione uniforme (Figura 7, si veda per confronto p.es. Ancey et al., 2004). Il grafico di Figura 7 può essere utilizzato per valutare la probabilità di distacco di una valanga noto il valore di h_{72} nel sito di interesse. I dati a disposizione degli autori mostrano come non si siano osservate valanghe con spessori al distacco inferiori a $h_{0min} = 20$ cm. Per valori di $h_{72} >$ h_{0min} , è possibile valutare il fattore di crescita, dato dal rapporto $h_0/h_{72,av}$, dove si pone $h_{72} = h_0$ ed $h_{72,av}$ coincide con il valore indice, o media locale, utilizzato nel metodo regionale di valutazione di h_{72} . Tale valore può essere valutato tramite media campionaria nelle sezioni strumentate (Bocchiola et al., 2006) oppure tramite regressione sull'altitudi-

massima altezza di neve caduta

ne per siti non strumentati (p.es. Barbolini et al., 2002). Entrando nel grafico di Figura 7, è possibile valutare la probabilità che si verifichi una valanga, nell'ipotesi approssimata che il distacco avvenga per la profondità h_{72} . Poiché la maggior parte dei metodi di simulazione valanghe a scopi di zonazione del rischio si basa sull'utilizzo di h_{72} (p.es. Salm et al., 1990; Barbolini et al., 2004), tale approccio sembra di sicuro interesse.

Parametri geometrici

Poiché il volume di neve al distacco è una delle variabili più importanti nello studio delle valanghe, appare utile studiare qui la sua influenza sullo sviluppo delle stesse. Inoltre, sembra di interesse studiare singolarmente le grandezze che determinano l'entità dei volumi (larghezza W_0 , lunghezza B_0 , spessore h_0), sia a scopi conoscitivi sia progettuali. In primo luogo, si può osservare (Figura 8) la relazione tra i valori di volume al distacco (V_0) e di distanza percorsa dalla valanga, espressa in termini di dislivello (ΔA). Il volume V_0 è stato stimato tramite valutazione dell'estensione della zona di distacco condotta tramite incrocio dell'informazione fornita dal Mod. 7 con la cartografia GIS della zona, moltiplicata poi per la profondità media del distacco h_0 . Esprimendo le grandezze in termini logaritmici si nota una evidente correlazione lineare sia per quanto riguarda la globalità degli eventi a disposizione, sia per i singoli siti. La relazione risultante, riportata nella tabella a lato, può essere utilizzate in prima istanza per la valutazione progettuale dei dislivelli attesi in funzione del volume al distacco.

Anche la larghezza del fronte di distacco W_0 sembra essere assai influente nello sviluppo

Fig. 8 Regressioni lineari tra le variabili

geometriche e dinamiche							
X	у	pendenza	intercetta	p-value	R		
$Log(V_0)$	Log(∆A)	0.25	1.70	1.03·10 ⁻⁷	0.83		
Log(W ₀)	Log(∆A)	0.44	1.80	4.41.10-8	0.70		
W ₀	B ₀	0.59	151.46	1.50·10 ⁻³	0.62		
h _s	h _o	0.68	0.12	2.47·10 ⁻⁸	0.70		
h ₀ /h _{72,av}	μ /μ _{aν}	0.07	0.88	4.44·10 ⁻⁶	0.80		
A_{av}	μ_{av}	-1.12·10 ⁻⁴	0.56	2.10.10-2	0.93		

p-value < 1% indicano significatività della regressione R è il coefficiente di determinazione

della valanga. Si nota come il legame lineare tra il logaritmo della larghezza ed il dislivello percorso, espresso anch'esso in scala logaritmica, sia notevole e pressoché omogeneo nei vari siti (Figura 9). Dai dati in possesso si può poi osservare come la seconda dimensione planimetrica caratteristica dell'area di distacco, ossia la lunghezza B_0 , sia notevolmente correlata alla larghezza W_0 (Figura 10). Tale dato porta a concludere che persiste, per i siti in esame, una omogeneità per quanto riquarda la forma del distacco.

E' comunque da notare come per il sito della Val Cerena il grafico di B_0 vs h_0 mostri un comportamento peculiare. Al crescere della larghezza del fronte, la lunghezza del distacco, nella direzione del pendio, non aumenta con la stessa velocità caratteristica degli altri siti. Ciò potrebbe derivare dalla conformazione topografica della zona di distacco, contraddistinta da pendenze elevate del versante già nelle vicinanze della sommità. Tale configurazione non permette accumuli significativi lungo tutta l'area in quota, ma rende idonea al distacco solamente una fascia ristretta che si estende maggiormente nella direzione ortogonale al pendio e limita il suo sviluppo lungo il versante. Per quanto riquarda la terza dimensione della massa al distacco, da un confronto dello spessore medio dello strato distaccatosi h_0 con quello neve al suolo h_s al momento del distacco (Figura 11), sembra evidente l'esistenza di un legame tra le due grandezze. Risulta di particolare rilevanza il fatto che la frazione di neve distaccatasi appare costante, i.e. h_0 è direttamente proporzionale ad h_s . In Figura 12 si riportano i valori di volume di neve cumulati nella zona di deposizione V_r confrontati con i valori al distacco V_0 . Tali dati sono di grande interesse, poiché come noto i fenomeni di scambio di massa durante il percorso rappresentano processi fondamentali per la modellazione dinamica delle valanghe (p.es. Sovilla et al., 2007). Si riporta anche il rapporto di intrappolamento, E_r (dalla dizione anglofona entrainment ratio) definito come $E_r = V_r / V_0$. Sebbene E_r raggiunga in alcuni casi valori elevati, fino ad un massimo di $E_{r,max}$ = 4.33, per il Rastello, il valore medio si attesta su $E_{r,av}$ = 0.93, ad indicare in media una sostanziale equivalenza tra il volume di partenza e quello di arrivo, con una lieve tendenza al deposito lungo il percorso. I risultati di ricerche simili condotte, ad esempio, sul territorio svizzero, per valanghe rare (p.es. Sovilla, 2004) mostrano mediamente valori di E_r notevolmente superiori all'unità. Si osservi che i valori qui ottenuti possono risentire di imprecisioni, in particolare in relazione alla valutazione delle geometrie al distacco, di difficile esecuzione in virtù delle quote spesso elevate. Inoltre, la natura degli eventi, in molti casi tardo primaverili, fa sì che alle quote inferiori al distacco non vi sia manto nevoso di considerevole entità. In tale circostanza, la quantità di materiale erodibile risulta trascurabile. I risultati qui illustrati sembrano in generale mostrare la necessità di valutazioni affidabili dei volumi al distacco ed all'arrivo allo scopo di calibrare e validare modelli dinamici con scambio di massa. Nella tabella sopracitata si riporta un sunto delle analisi di regressione qui condotte, per alcune delle variabili analizzate.

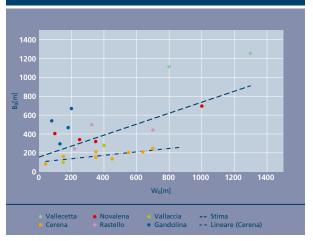
Simulazioni dinamiche tramite il metodo Voellmy-

Si conducono qui delle simulazio-

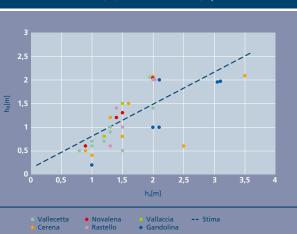


Fig. 9 Fig. 10

LEGAME TRA LA LUNGHEZZA AL DISTACCO B_0 E LA LARGHEZZA AL DISTACCO W_0



LEGAME TRA L'ALTEZZA DISTACCO h₀ E PROFONDITA' DEL MANTO h_s

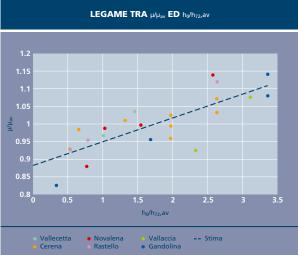


Fia. 11

ni dinamiche tramite il metodo di Voellmy Salm (VS). Tale metodo come noto viene correntemente utilizzato nella definizione delle zone di pericolo e permette un rapido calcolo analitico delle distanze di arresto e delle pressioni di impatto. Gli opportuni coefficienti di attrito del modello



Fig. 12 Fig. 13



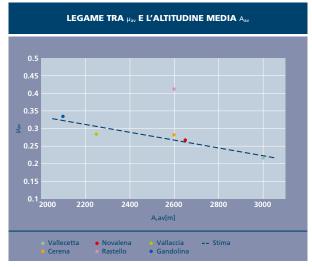


Fig. 14 vengono valutati per ogni evento imponendo le caratteristiche geometriche al distacco (h_0 , B_0 , W_0) e le distanze, o in maniera equivalente, i dislivelli osservati, ΔA . Si valutano i coefficienti del modello ξ , attrito turbolento e μ , attrito Coulombiano. Il primo parametro è in sostanza control-

lato dalla topografia ed ha meno influenza sul risultato in termini di distanze di arresto ed è stato qui posto in pratica pari ad un valore dedotto dalle tabelle di letteratura. Il valore di μ risulta invece assai più influente sulla distanza di arresto ed è stato calibrato imponendo l'arresto nella simulazione alla quota osservata. Si sono considerati solo gli eventi avvenuti in assenza di disturbo lungo il percorso (p.es. presenza di cunei o muri paravalanghe), allo scopo di valutare la solo influenza delle proprietà del manto nivale su μ . Si è poi condotto uno studio regressivo atto a correlare coefficienti di attrito con l'altezza al distacco h_0 (p.es. Barbolini e Cappabianca, 2003, modello VARA). Poiché quest'ultima rappresenta, in pratica, il principale parametro progettuale per la definizione delle zone di pericolo, l'approccio proposto consente l'appropriato utilizzo del modello VS a scopi di zonazione, quando il parametro µ non sia noto e non possa essere determinato tramite analisi di eventi storici. Si è quindi valutato il coefficiente di attrito u in ogni sito, e lo si è poi reso adimensionale, dividendolo per la media dei suoi valori locali nei diversi eventi (μ_{av}). I valori così ottenuti si sono poi posti in relazione alle differenti altezze al distacco h_0 che hanno generato la valanga, ancora rese adimensionali tramite $h_{72.av}$. Il legame tra le due grandezze così ottenute (Figura 13) appare evidente, con una tendenza dell'attrito Coulombiano a crescere con il crescere dello spessore della frattura (si veda p.es. Barbolini e Cappabianca, 2003 in cui la calibrazione del modello VARA sembra mostrare un trend opposto del parametro di attrito Coulombiano). Mentre in valore di $h_{72,av}$ è di rapida valutazione (p.es. Barbolini et

al., 2004), il valore medio μ_{av} è di più difficile stima per quei siti in cui non sia presente una registrazione sistematica degli eventi valanghivi. Un approccio per risolvere il problema è qui fornito tramite la stima indiretta di μ_{av} come variabile dipendente da caratteri topografici del sito. Per i siti in esame è risultato particolarmente evidente (Figura 14) il legame di μ_{av} con la quota media del distacco, Aav. Nel calcolo della regressione non è stato considerato il dato proveniente dalle simulazioni nel Vallone del Rastello. Utilizzando infatti il modello di VS in fase di taratura è risultato ivi un valore di $\mu_{av} = 0.42$, in effetti assai elevato se confrontato con i limiti proposti in letteratura ($\mu > 0.3$, Salm et al., 1990). Tale circostanza anomala sembra derivare dalla morfologia del Vallone stesso. che presenta pendenze elevate anche al deposito, imponendo in sostanza un elevato coefficiente di attrito μ_{av} . Ciò sembra suggerire di non utilizzare l'informazione in quel sito per lo scopo di valutare la dipendenza di μ_{av} dalla quota. Si osservi invece il buon adattamento degli altri siti.

CONCLUSIONI

I risultati preliminari qui forniti sembrano apportare un interessante contributo conoscitivo allo studio dei fenomeni valanghivi. Si sono mostrate le cause principali dell'innesco dei casi di valanga investigati e ci si è soffermati su quelle naturali, prevalentemente di carattere meteorologico. Si è poi mostrato quali siano le tipologie di valanghe più frequenti analizzando i caratteri peculiari nelle zone di distacco ed arresto. Attraverso analisi regressive si è mostrato come le variabili geometriche che definiscono le masse al distacco siano tra di loro interconnesse e come tali variabili influenzino lo sviluppo della valanga. Tale evidenza fornisce utili relazioni per la stima indiretta di alcune variabili essenziali nella pratica progettuale. La taratura dei parametri del modello di VS ha reso possibile poi identificare il legame tra i valori medi di attrito Coulombiano μ e la quota media di distacco. Tale informazione, unita alla relazione lineare che si è mostrato esistere tra il valore adimensionale di μ e l'altezza adimensionale di neve al distacco, permette l'utilizzo del modello di VS per la stima delle aree a rischio senza la necessità della fase di taratura, spesso difficoltosa in assenza di memorie storiche degli eventi. In conclusione si sono forniti qui strumenti di supporto alla valutazione speditiva della dinamica dei fenomeni valanghivi, da condurre preliminarmente all'utilizzo di modelli complessi ed a conforto dei risultati forniti dai modelli stessi. Ulteriori studi verteranno sull'acquisizione di una base di dati più cospicua e sulla valutazione della dinamica tramite modelli più complessi, ad esempio modelli idraulici 1D e 2D, anche con scambio di

massa, allo scopo di definire in maniera più accurata lo sviluppo dei fenomeni di valanga e la loro simulazione ai fini di mappatura del rischio.

Ringraziamenti

Gli autori desiderano qui ringraziare il personale ARPA (Centro Nivo-Meteorologico di Bormio, AINEVA) e del Corpo Forestale dello Stato, Comando Regionale Lombardia, per aver messo a disposizione il materiale relativo agli eventi valanghivi. Si ringraziano inoltre gli Ingegneri Alice Pagani e Giovanni Sala per l'aiuto fornito durante lo svolgimento della loro tesi di Laurea.

Bibliografia

- Ancey, C., Gervasoni, C., Meunier, M., 2004. Computing estreme avalanches. Cold Reg. Sci. Technol. 39, 161–180.
- Ancey, C., Meunier, M., 1999. Utilizzo di tecniche statistiche per la determinazione di scenari di valanghe di riferimento e aiuto alla decisione. Proc. of TRACE 99 (Table Ronde Avalanche Control in Europe), Breuil Cervinia, Italy, 19–20 April 1999, pp. 47–58 (in Italian).
- Ancey, C., Meunier, M., Richard, D., 2003. Inverse problem in avalanche dynamics models. Water Resour. Res. 39 (4), 1099, doi:10.1029/2002WR001749.
- Barbolini, M., Natale, L., Savi, F., 2002. Effect of release conditions uncertainty on avalanche hazard mapping, Nat. Hazards, 25, 225-244.
- Barbolini, M., e Cappabianca, F., 2003. Calcolo della pericolosità e analisi di rischio. Neve e valanghe n.50.
- Barbolini M., Natale L., Cordola M., Tecilla, G., 2004. Linee Guida metodologiche per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo di valanghe. Neve e Valanghe, 53, 6-13.
- Bocchiola, D., Medagliani, M., Rosso, R., 2006. Regional snow depth frequency curves for avalanches hazard mapping in central Italian Alps. Cold Regions Science and Technology 46, 204–221.
- Bocchiola, D., Rosso, R., 2007. On the distribution of the daily snow water equivalent in central Italian Alps. Adv. Wat. Res., 30, 135–147.
- Faillettaz, J., Louchet, F., Grasso, J. R., Daudon, D., Dendievel, R., 2002. Scale invariance of snow avalanche triggering mechanisms, International Snow Science Workshop (Penticton, B.C.)
- Gruber Schmid, U., Sardemann, S., 2003. High-frequency avalanches: release area characteristics and run-out distances. Cold Regions Science and Technology 37 439–451

- Jamieson B., Geldsetzer, T., 2004. Trends and Patterns in Avalanche Accidents Avalanche Accidents in Canada Volume 4: 1984 - 1996. Supplemented September 2003 with data from the Canadian Avalanche Association.
- Jomelli, V., Delval, C., Grancher, D., Escande, S., Brunstein, D., Hetu, B., Filion, L., Pech P., 2007. Probabilistic analysis of recent snow avalanche activity and weatherin the French Alps. Cold Regions Science and Technology 47 180–192
- Maggioni, M., Gruber, U., 2003. The influence of topographic parameters on avalanche release dimension and frequency. Cold Regions Science and Technology 37, 407–419.
- McClung D. M., 2001. Characteristics of terrain, snow supply and forest cover for avalanche initiation caused by logging. Annals of Glaciology, 32, 223-229.
- Riboni, A., Sovilla, B., Bocchiola, D., Rosso, R., 2005. Altezza al distacco delle valanghe: un approccio regionale. Neve Valanghe 55, 22–39.
- Salm, B., Burkard, A., Gubler, H., 1990. Berechnung von Fliesslawinen: eine Anleitung für Praktiker mit Beispielen [Avalanche calculations: a practical method with examples]. Eidg. Inst. Schneeund Lawinenforsch. Mitt., vol. 47. 41 pp. (in German).
- Smith, M., J., 1995. Frequency and terrain factors for high-frequency snow avalanche paths, a thesis submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of master of science. University of British Columbia.
- Sovilla, B., 2004. Field experiments and numerical modelling of mass entrainment and deposition processes in snow avalanches. Ph.D Thesis, Diss. ETH N°. 15462. ETH Zurich, Switzerland.
- Sovilla, B., Margreth, S., Bartelt, P., 2007. On snow entrainment in avalanche dynamics calculations, Cold Regions Science and Technology, 47, 69–79.



SUPERFICIE INVATA IN EMILIA-ROMAGNA TRAMITE DATI

L'attività svolta durante gli inverni 2005-2006 e 2006-2007

Andrea Spisni

Laboratorio di Telerilevamento Area Agrometeorologia e Territorio aspisni@arpa.emr.it

Paolo Mezzasalma

Sala operativa meteorologica Area Sala Operativa Meteorologia e Climatologia

Fausto Tomei

Ricerca e sviluppo Area Agrometeorologia e Territorio

Servizio Idrometeorologico Arpa Emilia-Romagna

http://www.arpa.emr.it/sim V.le Silvani 6, Bologna 40122, tel 0516497561, fax 0516497501 Il presente articolo descrive l'attività svolta dal Laboratorio di telerilevamento (Arpa Emilia-Romagna) nel monitoraggio dell'estensione del manto nevoso tramite analisi di dati telerilevati dal sensore Modis (MOD02 - L1B) montato sui satelliti Terra e Aqua. L'individuazione si basa sul calcolo dell'indice Ndsi (Normalized difference snow index) e sulla applicazione di due alberi decisionali che discriminano sia la neve che le nubi. Le date dei bollettini sono scelte in base alla vicinanza temporale con eventi nevosi e alle condizioni meteo migliori. I bollettini prodotti vengono caricati in internet sotto la pagina del telerilevamento del sito di Arpa. Dal sito è possibile scaricare il bollettino in formato pdf e l'immagine Modis corrispondente a falsi colori in formato jpg con relativo file di georeferenziazione per caricamento in ambiente Gis.

La neve, se presente, appare in colore rosso-arancio, colore che può talvolta interessare anche formazioni nuvolose multistrato, caratterizzate da temperature molto basse o ombreggiamento. Il servizio è risultato un sistema affidabile di stima dell'estensione della neve in quanto ben discriminata dalla presenza di bande spettrali ottimali e un utile supporto per la stesura dei bollettini del rischio frane elaborati dal centro funzionale della Protezione Civile della Regione Emilia-Romagna. In generale, se pur non siano stati compiuti rilievi per stimare la percentuale di errore, si può sostenere che l'algoritmo tende in parte a sottostimare l'estensione dell'innevamento in caso di neve bagnata, di ombreggiamenti e in aree forestali chiuse. Sulle aree di pianura invece la percentuale di sottostima viene drasticamente ridotta, soprattutto quando la neve è fresca o compatta.



ELABORAZIONI DI IMMAGINI MODIS PER LA CLASSIFICAZIONE DEL MANTO NEVOSO

Bellingheri ARPA Lombardia

Il monitoraggio della superficie innevata può essere compiuto grazie al sensore multispettrale MODIS montato sui satelliti polari NASA Terra (orbita discendente) e Aqua (orbita ascendente), operativi dall'anno 2000. I due satelliti passano tutti i giorni sia alla mattina (Terra) che nel primo pomeriggio (Aqua). Questi frequenti passaggi si presentano ottimali per lo studio della distribuzione della neve sul territorio, anche se sono influenzati dalla presenza di nubi. Infatti, dopo un evento nevoso bisogna attendere una giornata serena per poter analizzare lo stato di innevamento della superficie terrestre. Il sensore acquisisce in diverse bande spettrali (tabella sotto riportata) con differente risoluzione spaziale; i canali più utili al fine dell'individuazione della neve (e, ad esempio, per ridurre il rischio di confusione con le nubi) hanno risoluzione a terra di 500 m, quindi ogni pixel copre circa un'area di 25 ettari.

Esistono naturalmente altre tipologie di satelliti e sensori potenzialmente utili per applicazioni nivologiche, ma il sensore MODIS rappresenta attualmente il migliore compromesso fra risoluzione geometrica, disponibilità e frequenza dei dati e ampiezza delle scene riprese, in particolare per applicazioni a scala regionale.

Le immagini da elaborare sono distribuite dalla NASA tramite servizi di ricerca web e download tramite ftp. Per elaborare le immagini possono essere utilizzati i dati MOD02 (L1B) e MOD09 (L2G). La differenza sostanziale tra i due dati consiste nel fatto che il livello di processamento dei dati L1B riporta i valori di riflettanza al sensore, mentre al livello L2G viene applicata la correzione atmosferica BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function) che restituisce i valori stimati di riflettanza alla superficie proiettati nelle coordinate sinusoidali. Siccome i dati L2G derivano dagli L1B, i primi vengono distribuiti qualche giorno dopo rispetto agli L1B.

Differenti tecniche di classificazione possono essere applicate ai dati di ingresso, basate su alberi decisionali o su classificazioni automatiche. Tali classificazioni consentono di ottenere mappe multitemporali di innevamento a scala regionale, utili per una serie di applicazioni sia territorale che ambientale e utilizzabili anche come indicatore meteoclimatico.

	arte dei 36 canali acquis itoraggio della neve a 2	50 e 500 m di risoluzion	e geometrica.
Bande	Lunghezza d'onda cen-	Larghezza della banda	Risoluzione spa

Bande	Lunghezza d'onda cen- trale (μm)	Larghezza della banda (μm)	Risoluzione spaziale (m)
1	0.645	0.620 - 0.670	250
2	0.8585	0.841 - 0.876	250
3	0.469	0.459 - 0.479	500
4	0.555	0.545 - 0.565	500
5	1.240	1.230 - 1.250	500
6	1.640	1.628 - 1.652	500
7	2.130	2.105 - 2.155	500

INTRODUZIONE

Dall'inverno 2005-2006 il Laboratorio di telerilevamento, con sede al Servizio Idrometeorologico di ARPA Emilia-Romagna, ha reso operativo il servizio di individuazione dell'estensione del manto nevoso tramite analisi di dati telerilevati dal sensore Modis. Le date per l'analisi sono scelte in base alla vicinanza temporale con eventi nevosi e alle condizioni meteo migliori. Il sito gestito dal Jrc di Ispra (1) rappresenta un buon strumento per la scelta delle acquisizioni L1B con condizioni meteo ottimali, mentre le immagini L1B sono direttamente scaricate tramite ftp su server della Nasa in tempo quasi reale (2). I bollettini prodotti sono disponibili sul sito dell'Arpa (3). Dal sito è possibile scaricare il bollettino in formato .pdf e l'immagine Modis a falsi colori utilizzata per la classificazione in formato .jpg con relativo file di georeferenziazione per caricamento in ambiente Gis. Nella combinazione delle bande 1-6-7, la neve, se presente, appare in colore rosso-arancio, colore che può talvolta interessare anche formazioni nuvolose multistrato, caratterizzate da temperature molto basse o ombreggiamento.

DATI UTILIZZATI

Il lavoro presentato segue lo studio preliminare compiuto per la valutazione dei dati MOD10A1 (livello di elaborazione L3) e MOD02 (livello di elaborazione L1B) (Spisni e Marletto 2005), i quali rappresentano il primo i dati già elaborati sull'estensione della neve e ghiaccio ed il secondo i dati di riflettanza al sensore.

La metodologia è basata sugli studi compiuti dalla Nasa per la definizione dell'algoritmo di individuazione della neve da dati Modis (Hall K. D. et al., 2001) e derivato dall'esperienza maturata sui dati Landsat (Riggs G.A. et al., 2004). I dati MOD02 misurano la riflettanza all'exoatmosfera e sono espressi in percentuale. In media è possibile ottenere le scene da elaborare in 12-48 ore dall'acquisizione, contro le 168 ore dei MOD10A1. Quindi i MOD02, anche se richiedono trasformazioni preliminari, rappresentano uno strumento di monitoraggio in tempo quasi reale, soprattutto in caso di giornate molto fredde in cui non si registrano forti scioglimenti.

L'individuazione della neve deve essere preceduta dalla correzione geometrica e proiezione delle immagini in coordinate UTM, datum WGS 1984, fuso 32, fila T, con risoluzione spaziale di 500 m (25 ha a pixel) e 7 bande. Questa prima fase permette di esequire anche la correzione dell'effetto cravattino (bow-tie) a cui sono soggette le aree di bordo della ripresa. Questa distorsione è visibile come il non allineamento delle linee di acquisizione, che può essere corretta tramite la costruzione della geometria dell'immagine. A questo punto l'immagine, di circa 1200 x 1200 km, viene tagliata sull'area dell'Emilia-Romagna per le successive elaborazioni.

ELABORAZIONI DEI DATI

A livello spettrale la neve è facilmente individuabile grazie alle caratteristiche di bassa riflettanza nella banda del medio infrarosso, a 1,6 µm. La procedura per identificare il manto nevoso consiste in due fasi:

- Calcolo dell'indice Normalized Difference Snow Index [Ndsi = (b4-b6)/(b4+b6)];
- **2.** Applicazione di albero decisionale basato su NDSI e sulle bande 2 e 4.

L'indice NDSI è particolarmente sensibile alla presenza di neve, poiché sfrutta i valori di bassa riflettanza della banda 6 rispetto alla banda 4.

Siccome le soglie da applicare all'albero decisionale riportate in bibliografia, ed indicate nella tabella di Fig. 1 come v000, sono definite a scala globale e tendono a sottostimare la copertura nevosa alle latitudini e quote emilia-romagnole, si è cercato di modificarle in relazione alla realtà locale in funzione delle condizioni del manto nevoso. Da questo sono state individuate le soglie v001, efficaci in condizioni di basse temperature, e le soglie v002 in grado di classificare la neve anche in parziale scioglimento. Le v002 presentano però una percentuale più elevata di false classificazioni nelle zone di pianura interessate da suoli nudi particolarmente umidi. Queste false assegnazioni devono essere successivamente corrette manualmente in quanto non è

possibile porre dei sistemi di controllo automatici.

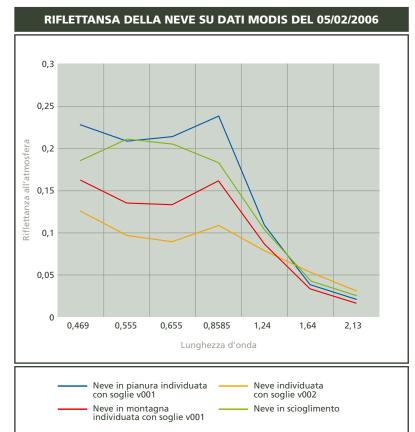
Nel grafico di Fig. 2 si mostrano le firme spettrali di differenti tipi di neve raccolte in data 05-02-2006. La linea blu rappresenta la firma spettrale di neve ben compatta in pianura, mentre la linea rossa rappresenta lo stesso tipo di neve in montagna. La curva rossa è più

Soglie utilizzate negli alberi decisionali per la classificazione della neve

Neve	Soglia (≥)						
v000							
NDSI	0.4						
B2	0.1						
B4	0.1						
v001							
NDSI	0.4						
B2	0.05						
B4	0.05						
v002							
NDSI	0.2						
B2	0.05						
B4	0.05						

Fig. 1

Fig. 2



Soglie utilizzate negli alberi decisionali per la classificazione delle nubi

Neve	Soglia (≥)		
B1	0.4		
B2	0.1		
В3	0.1		
B4	B4		
B5	0		
В6	0.05		

Fig. 3

Fig. 4

Servizio

Idro

bassa perché influenzata da zone d'ombra dovute alla morfologia. Questi due risultati sono stati ottenuti applicando le soglie della versione v001. La linea magenta, calcolata con le soglie v002, rappresenta neve in condizioni più bagnate rispetto alle precedenti, mentre la linea verde, calcolata come differenza tra v002 e v001, rappresenta una potenziale firma spettrale della neve a maggiore scioglimento.

Allo stesso tempo vengono individuate le nubi utilizzando un albero decisionale basato sui valori di riflettanza delle bande 1. 2, 3, 4, 5 e 6. Viste le notevoli difficoltà presenti nell'individuazione delle nubi, si è provveduto anche in questo caso a calcolare delle soglie locali (tabella di Fig. 3). I pixel che soddisfano i criteri sopra riportati sono così stati classificati come neve e nubi. I dati elaborati di neve e nubi vengono successivamente caricati in ambiente GIS ed estratti per fasce altimetriche provin-

ciali, in base al modello digitale

del terreno a 100 m di risoluzione

• (-10)-150 mslm;

geometrica:

- 150-300 mslm;
- 300-600 mslm;
- 600-1000 mslm;
- >1000 mslm.

A questo punto vengono calcolate le superfici a neve e nubi per le varie zone in km² e successivamente si procede alla conversione dei dati sopra citati in percentuale di copertura nevosa al netto delle nubi, sottraendo ad ogni area altimetrica la copertura nevosa e calcolando la percentuale di neve sulle aree libere da nubi. Il dato così espresso permette di confrontare le varie date in termini relativi.

A cura del Laboratorio di telerilevamento (Lt / ARPA-SIM / RER) http://www.arpa.emr.it/sim/pagine/agrometeo/innevamento/

AGENZIA REGIONALE PREVENZIONE E AMBIENTE DELL'EMILIA-ROMAGN

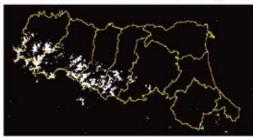
Bollettino dell'innevamento in

Emilia-Romagna 01/03/2006 10:15 UTC

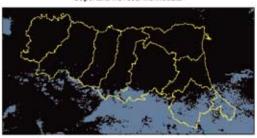


Immagine TERRA - MODIS [R(0.8585);G(1.6400);B(2.1300)], la neve, se presente, appare rossa-arancio. Colore simile può talvolta interessare anche formazioni nuvolose multistrato, caratterizzate da sovraraffreddamento o ombreggiamento.

PROVINCE	QUOTA	AREA (kmg)	NEVE (king)	NUST (long)	Kreticke
80-1	(-10)-150	2,018	0	. 0	0.00
80-2	150-300	495	0		0.00
BO-3	300-600	695	2	157	0.00
80-4	600-1000	413	42	230	0.23
80-5	>1000	79	1	65	0.05
FC-1	(-10)-150	743	0	213	0.00
FC/2	150-300	410	100	217	0.00
FC-0	300-600	674	1	446	0.00
FC-4	600-1000	463	2	433	0.07
FC-8	>1000	84	1	80	0.31
FE-1	(-10)-150	2,630	0	0	0.00
MO-1	(-10)-150	1,387	0	0	0.00
MO-2	150-300	141	0	.0	0.00
MO-3	300-600	389	9	3.	0.02
MO-4	600-1000	463	166	49	0.40
MO-S	≥1000	309	119	105	0.58
PC-1	(-10)-150	1,013	0	0	0.00
PC-2	150-300	314	0	0	0.00
PC-3	300-600	532	8	0	0.02
PC-4	600-1000	504	188	0	0.31
PC-5	>1000	221	156	1	0.71
PR-1	(-10)-150	1,115	0	.0	0.00
PR-2	150-300	355	0	.0	0.00
P96-3	330-600	742		2	0.03
PR-4	600-1000	854	239	21	0.29
PR-5	≥1000	563	206	28	0.58
RA-1	(-10)-150	1,610	0	98	0.00
RA-2	150-300	99	0	1	0.00
RA-3	300-600	130	0		0.00
RA4	600-1000	22	0	1	0.00
RE-1	(-10)-150	1,137	0	0	0.00
RE-2	150-300	109	0	0	0.00
RE-3	300-600	428	10	3	0.02
RE-4	800-1000		103	5	0.30
RE-5	>1000	217	129	40	0.73
RN-1	(-10)-150	406	1	366	0.01
RN-2	150-300	102	0	93	0.00
RN-3	300-600	23	0	21	0.11
FOTALE	(-10)-2165	22,107	1.372	2,591	0.07



Copertura nevosa individuata



Distribuzione per province del manto nevoso Copertura nuvolosa individuata

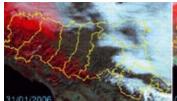
ANALISI DEI DATI

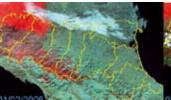
Inverno 2005-2006

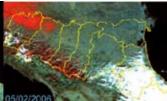
Nella stagione sono stati prodotti un totale di 33 bollettini (un esempio è riportato in Fig. 4), che coprono il periodo da fine novembre 2005 a inizio giugno 2006. Tra i mesi di febbraio e marzo il servizio ftp ha presentato delle difficoltà dovute a problemi ai server della Nasa che gestiscono la distribuzione, successivamente la situazione si è normalizzata.

Le nevicate della stagione sono state classificate in 14 fenomeni nevosi, intesi come una o più giornate in cui si ha avuto caduta di neve. L'individuazione di questi gruppi è stata fatta incrociando le nevicate registrate dalla sala operativa delle previsioni meteo del Servizio e le immagini Modis classificate.

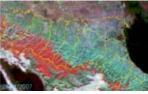
Il primo episodio si è avuto durante la terza decade di novembre, quando un intenso afflusso d'aria fredda provoca nevicate estese tra il 22 ed il 23 sull'Appennino, in particolare sul settore romagnolo, e localmente sulla pianura sottostante tra Forlì e Faenza. Un sequente afflusso di aria umida e temperata, scorrendo sul cuscino freddo, provoca precipitazioni nevose anche sulla pianura emiliana, mentre l'aria calda in quota determina la trasformazione in pioggia delle precipitazioni sull'Appennino romagnolo, dove si avrà un repentino scioglimento della neve al suolo. Sull'Appennino emiliano si ha una caduta consistente di pioggia che gela o "gelicidio". Successivamente la neve si ripresenterà in maniera diffusa fino alla quota della bassa collina nella notte tra i giorni 8 e 9, e tra il 27 ed il 28 dicembre quando, in quest'ultimo caso, arriva anche in pianura, sebbene con accumuli modesti. Degno di nota l'evento esteso di gelicidio sulla pianura durante la notte del 31 dicembre. Il mese di gennaio 2006 è stato dominato dalla persistenza di correnti settentrionali che hanno provocato temperature costantemente molto inferiori alla media. In questo modo si crearono le condizioni adatte per un'intensa nevicata, solo che si fossero aggiunti altri ingredienti indispensabili. Tali condizioni furono verificate il 25 e 26 gennaio, allorché una profonda saccatura di bassa pressione determinò un'intensa risposta di aria calda e umida sciroccale











che, scorrendo sull'aria più fredda al suolo, provocò una delle nevicate più intense degli ultimi decenni sulle regioni nord occidentali dell'Italia. In questo modo le provincie di Piacenza e Parma sono state le più interessate dalle precipitazioni nevose, dove si sono raggiunti finanche i 50 cm di neve fresca al suolo sulle zone di pianura. La quantità di neve caduta sulla parte restante del territorio regionale diminuiva velocemente precedendo verso levante tanto che, ad esempio, la città di Bologna non ha visto nessun accumulo significativo se non nel suo quartiere più occidentale di Borgo Panigale. Nel mese di febbraio hanno prevalso nuovamente correnti fredde e secche, salvo poi proprio alla fine, quando il 28 nevica in Romagna anche in pianura, dove gli accumuli sono intorno ai 3 cm. Altre deboli nevicate si hanno sull'Appennino nei giorni sequenti fino a quota collinare; si giunge, così, arrivare alla nevicata del 12 marzo quando si registrano accumuli consistenti sui rilievi, in particolare sul settore centrale, e scarsi o nulli in pianura.

Dal confronto delle analisi compiute sui dati Modis si registra che la neve caduta a fine novembre ha iniziato subito a sciogliersi e nel periodo natalizio è rimasta solo sulle fasce montane, specialmente modenesi. Successivamente le nevicate del 27-28/12 hanno fatto registrare un forte aumento della copertura relativa, arrivata al 44%, con copertura nuvolosa consistente sul settore sud orientale, presumibilmente interessato da neve solo sull'area

delle foreste casentinesi. Nel periodo successivo la neve tende a rimanere stabile grazie alle basse temperature fino al 10/01. Da questo momento inizia una serie di giornate serene, caratterizzate da temperature più calde, che portano ad un nuovo scioglimento (10% di copertura relativa). La nevicata del 26/01 porta neve sul settore occidentale. Il bollettino del 31/01 individua come innevata tutta la provincia di Piacenza e 2/3 di quella di Parma, mentre nella giornata successiva, la neve si presenta drasticamente ridotta del 40% su Piacenza e di 1/3 su Parma. con una riduzione netta di circa 2.000 km² (Immagine di Fig. 5). Questi due bollettini sono molto interessanti poiché mostrano come in meno di 24 h, in periodo invernale, si possa assistere a forte scioglimento su vaste superfici. I bollettini successivi mostrano come la neve tenda a sciogliersi sulla fascia collinare regionale, mentre rimanga più stabile sulla pianura piacentina e crinale tosco-emiliano.

Guardando le portate del Po a Ponte Lagoscuro, si nota come nello stesso periodo temporale si assiste ad un picco di portata intorno al 05/02, presumibilmente dovuto allo scioglimento della neve.

Nelle date a seguire non viene più registrata neve in pianura e sulla parte montana lo scioglimento inizia da oriente. In data

Fig. 5 (in alto) - Innevamento sul periodo 31/01-05/02/2006.

Fig. 6 - Giornate del 27-28/01 a seguito della nevicata intensa del 26/01/2007. Si può notare come la neve sulla parte di pianura in una giornata si sia completamente sciolta.

DISTRIBUZIONE DELLA COPERTURA NEVOSA SULLE AREE LIBERE DA NUBI DELLA PROVINCIA DI MODENA

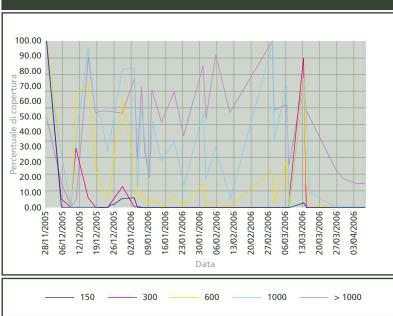
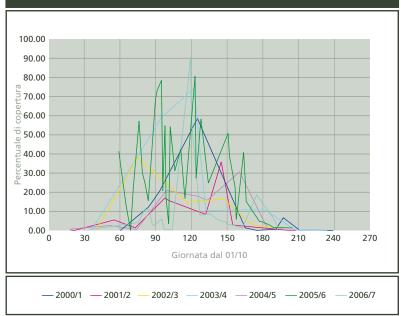


Fig. 7

Fig. 8





12/03 una forte nevicata interessa la zona del modenese e reggiano, registrata nel bollettino del 13/03. Quest'ultima nevicata si mantiene fino al 15/03, quando ormai a occidente la neve non è più presente e a oriente rimane sulle fasce altimetriche più elevate. Dal 26/03 al 23/04 la neve rimane solo sulla zona di crinale nelle province Parma, Reggio Emilia e Modena.

Si sottolinea che durante il monitoraggio dell'annata considerata, i dati della provincia di Ferrara tendono ad essere sovrastimati a causa di false classificazioni di aree d'acqua dolce. Queste classificazioni errate sono più marcate con l'applicazione delle soglie v002 rispetto a v001.

Il fenomeno è maggiormente evidente a fine stagione, quando si ha neve in fase di scioglimento. Questa sovrastima tende invece a scomparire nel momento che vengono applicate le soglie globali di identificazione (v000).

Questo andamento è giustificato dal fatto che in condizioni umide la neve assume una risposta spettrale più prossima all'acqua (grafico di Fig 2) e le soglie definite in v000 mirano a separare in modo più marcato la neve dall'acqua.

Inverno 2006-2007

Visto che l'annata è stata caratterizzata da poche nevicate localizzate principalmente sui rilievi tra Parma e Bologna e temperature elevate, per la discriminazione sono state utilizzate le soglie definite come v002 e successivamente si è proceduto ad una correzione a video delle false classificazioni presenti nelle aree costiere e umide di pianura.

Dall'incrocio tra segnalazioni della sala operativa meteorologica del Servizio e dalle immagini Modis sono state individuati 9 fenomeni nevosi, intesi come una o più giornate in cui si è avuto caduta di neve e cielo nuvoloso, distribuiti tra novembre e marzo, con maggior frequenza tra metà gennaio e fine marzo.

Dal punto di vista meteorologico la stagione fredda 2006-07 è stata fortemente anomala. In particolare sull'Italia settentrionale la situazione è stata dominata dalla stabilità atmosferica che ha portato precipitazioni nel complesso scarse. Durante i periodi umidi le correnti prevalenti che provenivano dai quadranti occidentali erano, dunque, temperate tanto da mantenere i valori delle temperature su livelli molto superiori a quelli attesi nel periodo. Per questo motivo la quota del livello dello zero termico si è presentata in media ad altezze superiori alle cime dell'Appennino settentrionale.

Ad inizio novembre si ha un'intensa irruzione di aria fredda, senza precipitazioni, subito sostituita da tempo stabile e caldo che si protrarrà fino al 21 dicembre, quando una goccia fredda porta la neve sui rilievi; gli accumuli maggiori si avranno sul settore romagnolo. Gli ultimi giorni dell'anno saranno più freddi del normale. Gennaio 2007, nella sua costante stabilità anticiclonica, rappresenta una delle anomalie più significative della storia recente: secco e caldo fino ad oltre il 20. Tra il 23 ed il 26 l'aria umida torna sulla penisola, questa volta con temperature più basse, provocando nevicate abbondanti sull'Appennino emiliano e, molto più scarse, su di una limitata zona di pianura pedemontana tra le provincie di Parma e Reggio. A febbraio la regione è interessata da un regime atlantico che favorisce le precipitazioni lungo il crinale appenninico ma, date le alte temperature, anche l'assenza di neve alle alte quote. Un intenso afflusso di aria fredda tra il 19 e 20 marzo porta un po' di neve sulla pianura emiliana, con leggeri accumuli ancora una volta tra Parma e Reggio. Le precipitazioni frequenti nei giorni successivi si traducono in nevicate abbondanti sui rilievi emiliani. La neve di fine marzo è rimasta presente sul crinale fino alla terza decade di aprile. Il 26/01 e 20/03 sono stati gli unici giorni in cui ha nevicato in pianura. Nell'immagine di Fig. 6 si mostrano le due acquisizioni Modis del 27-28/01 a seguito della nevicata più consistente dell'anno (26/01) e si nota come a causa delle temperature, la copertura nevosa di pianura è perdurata per solo una giornata.

Nel grafico di Fig. 7 è riportata la distribuzione del manto nevoso sulla fascia montana occidentale (quote > 600 mslm) delle province di Piacenza, Parma, Reggio-Emilia e Modena. La serie temporale copre gli anni 2000-2007 per un totale di 103 date.

In generale, questa zona è quel-

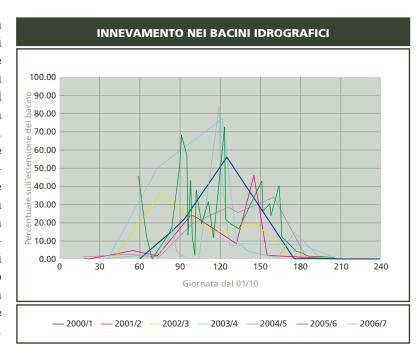


Fig. 9

Fig. 10





la più interessata dagli eventi nevosi, sia come frequenza che intensità e persistenza. L'ultima annata è stata la meno innevata soprattutto fino a fine 2006. La copertura nevosa più consistente si è registrata a fine gennaio, raggiungendo il 25% della superficie totale, mentre durante natale si sono registrate coperture del 10% e a fine marzo del 18%. Sulla fascia montana orientale ha nevicato poco, come l'anno precedente. Sempre sulla stessa zona, le nevicate nel periodo natalizio sono state più persistenti

che ad occidente.

Per l'annata in oggetto sono stati eseguiti due approfondimenti: sui bacini idrografici di pertinenza dei bacini idrici produttivi e sulle piste da sci.

Sperimentazione del monitoraggio dell'innevamento dei bacini idrografici di pertinenza dei bacini idrici produttivi

Per l'individuazione dei bacini idrografici che alimentano i bacini idrici produttivi a fini energetici e di potabilizzazione si sono utilizzati i dati dell'uso del



suolo regionale (Regione Emilia-Romagna, 2006) e specificamente la classe 5122.

Con questo strato vettoriale è stato successivamente possibile selezionare i confini idrografici e utilizzarli per l'estrazione dei dati sulla presenza di neve durante le giornate analizzate. La superficie complessiva dell'area di analisi è di circa 850 km². Un affinamento dei risultati potrebbe essere compiuto attraverso la migliore definizione dei confini di bacino realmente afferenti agli invasi artificiali.

Nel grafico di Fig. 8 si mostrano i dati di riferimento per le stagioni invernali 2000/1-2006/7, per un totale di 99 date analizzate.

Si può notare come la neve sia stata meno presente durante l'ultimo anno. Soprattutto il periodo fine dicembre e inizio gennaio e tra febbraio e marzo hanno fatto registrare scarsa copertura nevosa rispetto alle annate precedenti. Allo stesso tempo si è registrato un picco di copertura nevosa a inizio febbraio, che risulta essere il più elevato della serie attualmente disponibili.

Evidentemente la riduzione della presenza di neve può avere effetti sulla destinazione produttiva dei bacini artificiali ed ulteriori approfondimenti sarebbero da compiere a livello idrologico.

Sperimentazione del monitoraggio dell'innevamento delle piste da sci regionali

Le piste da sci sono state estratte dai dati di uso del suolo regionale (Regione Emilia-Romagna, 2006). Questo tipo di uso del suolo rientra nella classe 1422 che rappresenta tutte le aree verdi a finalità sportiva. Per questo è stato necessario provvedere alla eliminazione dei poligoni non necessari, basandosi su dati altimetrici e di pendenza. Successivamente è stata applicata una soglia per eliminare le superfici minori di 0.25 km², corrispondenti alla superficie di un singolo pixel acquisito da Modis. In totale si sono ottenuti circa 7 km² distribuiti sui rilievi occidentali, nelle province di Parma, Reggio Emilia, Modena e Bologna.

Nel grafico di Fig. 9 si mostrano i dati di riferimento per la stagione invernale 2005-2006 e 2006-2007. Dal confronto, i periodi di gennaio e marzo sono stati quelli che hanno fatto registrare la media più bassa, mentre a febbraio e aprile si sono registrate buone coperture. Al contrario durante i mesi di novembre e dicembre si sono individuate coperture maggiori rispetto all'annata precedente.

Nell'analisi si è rilevato il forte limite dovuto alla risoluzione geometrica delle immagini rispetto alle dimensioni delle piste che risultano troppo piccole ed in alcuni casi in zone ombreggiate. Questi due aspetti rendono difficilmente applicabile la metodologia di monitoraggio alla realtà locale.

Modello per il calcolo dell'accumulo e scioglimento della neve Visto la carenza di dati nivologici, all'interno del software in uso presso la sala operativa agrometeorologia di Arpa è stato implementato un modello di calcolo dell'accumulo e scioglimento della neve (snow accumulation and melt: Sam) sviluppato da E. Brooks e J. Boll (2007).

Il modello utilizza dati meteorologici orari spazializzati di temperatura dell'aria, precipitazione, umidità relativa, vento e radiazione solare. Le prime quattro grandezze sono misurate dalla rete ARPA-SIM con una adeguata rappresentatività spaziale, e vengono interpolate mediante algoritmi geostatistici classici modificati da G. Antolini e F. Tomei (2006) per migliorarne il rapporto con l'orografia del territorio.

Al contrario il numero di stazioni in grado di misurare l'irradianza globale è assai limitato, pertanto si è provveduto a sviluppare anche un modello di stima di radiazione potenziale e reale (globale, diretta e diffusa) mediante gli algoritmi del modulo r.sun del software GIS Grass. Il calcolo della trasmissività atmosferica e della radiazione reale è basato sul modello di Bristow e Campbell (1985).

Lo scioglimento nevoso è simulato attraverso un bilancio energetico superficiale applicato ad un singolo strato di manto nevoso, e produce valori orari di equivalente in acqua della neve (snow water equivalent: Swe) e temperatura superficiale del manto nevoso. Il modello è carente per quanto riguarda il calcolo dell'accumulo della neve per effetto del vento (snowdrift), che si ritiene necessario aggiungere prossimamente. Un problema che si è evidenziato è la presenza di numerose stazioni di rilevamento con pluviometri non riscaldati che forniscono quindi dati non correttamente allineati nel tempo.

Malgrado i difetti evidenziati sopra, i primi risultati di validazione del modello sul territorio dell'Emilia-Romagna sono soddisfacenti e fanno ritenere che i dati di Swe così calcolati potranno essere inseriti nel bollettino dell'innevamento. Nel grafico di Fig. 10 si mostra la validazione eseguita sulla stazione di Fiumalbo durante l'inverno 2005/6.

CONCLUSIONI

Il sensore Modis si dimostra un ottimo strumento per il monitoraggio regionale giornaliero del manto nevoso, in quanto dispone di bande di acquisizione ben calibrate per applicazioni ambientali. Il limite principale è riscontrabile in caso di forte presenza nuvolosa che impedisce la discriminazione del suolo, fenomeno che può essere frequente durante la stagione invernale alle latitudini emiliano-romagnole. In questo lavoro sono state utiliz-

zate scene Modis già calibrate radiometricamente scaricabili via ftp dai server della Nasa, distribuite in tempo quasi reale e che richiedono elaborazioni successive ben implementate in alcuni software di analisi.

Se pur non siano stati compiuti rilievi per stimare la percentuale di errore di individuazione, si può sostenere che l'algoritmo tende in parte a sottostimare l'estensione della neve in zone montane quando sussistono condizioni di neve bagnata, ombreggiamento e presenza di aree forestali chiuse. Sulle aree di pianura e di crinale, quando la neve è fresca o compatta, la percentuale di sottostima appare drasticamente ridotta, mentre per le aree di crinale, grazie alle temperature più basse, la neve mantiene per periodi più lunghi uno stato compattato che facilita la discriminazione anche a distanza di vari giorni dall'evento nevoso.

Come considerazione generale, supportata anche dalle analisi preliminari compiute per gli anni 2000-2005 sui dati di neve elaborati da Nsidc (Spisni e Marletto, 2005), la neve tende a sciogliersi in tempi relativamente brevi, soprattutto in presenza di venti caldi. Questo comportamento è visibile nel grafico di Fig. 11, in cui le fluttuazioni nel periodo gennaio-febbraio 2006, non sono dovute a nubi, ma a nevicate seguite da rapido scioglimento e successiva nevicata. Questa tendenza ha come seguito implicazioni idrogeologiche di grande rilievo in quanto si possono registrare delle correlazioni tra scioglimento, ondate di piena e rischio di frane. Per ulteriori dettagli sulla distribuzione della neve nelle varie province si rimanda alla pubblicazione disponibile su internet (Spisni e Marletto, 2006).

Il bollettino della neve prodotto da Arpa rappresenta una importante fonte di dati elaborata da satellite, con costi molto contenuti di gestione in una regione non alpina, caratterizzata da un manto nevoso poco stabile e soggetto a rapidi scioglimenti, che non dispone su larga scala del personale e dei servizi di monitoraggio e rilevazione delle caratteristiche fisiche della neve.

Attualmente si stanno dedi-

cando risorse all'ampliamento dell'archivio storico sul periodo 2000-attuale, in modo da disporre almeno di 1-2 acquisizioni a mese in ottime condizioni di cielo sereno, durante l'arco temporale di ottobre-aprile. Per ora sono disponibili 103 date già elaborate su un totale di 151 individuate come acquisizioni ottimali.

La possibilità di integrare il calcolo dell'equivalente in acqua della neve permetterà di fornire una informazione di estremo interesse per il monitoraggio dell'acqua in regione.

Bibliografia

- Antolini G., Tomei F., 2006. PRAGA programma per l'analisi e gestione di dati agrometeorologici. Atti convegno AIAM, Torino.
- Bristow K.L., Campbell G.S., 1985. An equation for separating daily solar irradiation into direct and diffuse components. Agricultural and Forest Meteorology, 35, 123-131.
- Brooks E., Boll J., Mc Daniel P. A., 2007, Distributed and integrated response of a geographic information system-based hydrologic model in the eastern Palouse region, Idaho, Hydrological processes, 21, 110-122.
- Hall K. D. et al., 2001, Algorithm Theoretical Basis Document (Atbd) for the Modis Snow and Sea Ice-Mapping Algorithms, http://Modis-snow-ice.gsfc.nasa.gov/atbd.html
- Regione Emilia-Romagna, 2006, Uso del suolo 2003 versione 11/2005, http://www.regione.emilia-romagna.it/wcm/ERMES/Canali/territorio/cartografia_regionale/uso_copertura_suolo.htm
- Riggs G.A. et al., 2004, Snow and Cloud Discrimination Factors in the Modis Snow Algorithm, Proceedings of the Igrass, Anchorage, Alaska,
- Spisni A., 2007, Evoluzione della superficie innevata in Emilia-Romagna durante l'inverno 2006-2007 tramite dati Modis L1B, Rapporto interno, http://www.Arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=811&idlivello=64
- Spisni A., Marletto V., 2005, Telerilevamento della copertura nevosa negli inverni 2000-2005 tramite Modis-Terra, Rapporto interno, http://www.Arpa.emr.it/dettaglio_documento.asp?id=519&idlivello=64
- Spisni A., Marletto V., 2006, Andamento della copertura nevosa e Ndvi per la stagione invernale 2005-2006, Rapporto interno, http://www.Arpa.emr.it/dettaglio_documento. asp?id=523&idlivello=64

Riferimenti Internet

- 1. Modis Rapid Response System: http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?AERONET_Ispra/2006001&altdates
- 2. Nasa: http://ladsweb.nascom.nasa.gov/data/search.html
- **3.** Bollettino Arpa-Sim: http://www.Arpa.emr.it/sim/?telerilevamento/innevamento

RISORSE IDRICHE

Immagazzinate nel manto nevoso nei bacini alpini

Rabuffetti Davide Salandin Alessio ARPA Piemonte In questi ultimi anni la gestione della risorsa idrica è diventata un tema centrale dell'amministrazione e pianificazione del territorio. In particolare si è evidenziato come gli impatti socio-economici ed ambientali legati al fenomeno della siccità non siano più associabili soltanto ad aree geografiche costantemente afflitte da carenza idriche ma anche a porzioni di territorio storicamente caratterizzate da abbondanza di tali risorse.

A partire dall'eccezionale prolungarsi del periodo di siccità registrato nel 2003, Arpa Piemonte ha approfondito le proprie competenze in materia. In particolare, dall'analisi dei dati rilevati dal monitoraggio speciale per l'emergenza del lago Effimero sul ghiacciaio del Belvedere nel comune di Macugnaga [Salandin et al. 2004], si è analizzato il ruolo decisivo della fusione nivale per i bacini alpini.

La successione di situazioni di scarsità della risorsa idrica ha messo in evidenza la necessità di disporre di un quadro di riferimento dello stato idrologico su tutto il territorio regionale, al fine di consentire all'amministrazione Regionale una miglior gestione delle situazioni di emergenza. Il Bollettino Idrologico Regionale è uno dei prodotti forniti dall'Agenzia per venire incontro a questa nuova esigenza; i dati in esso contenuti derivano dall'utilizzo su vasta scala dello stesso approccio modellistico confortato dai buoni risultati ottenuti in alcuni casi studio.

Le ultime attività di studio proseguono con l'intento di perfezionare la calibrazione della modellistica idrologica del manto nevoso applicando la metodologia sviluppata alla scala di piccoli bacini alpini. Le misure di portata desunte dalle misure degli invasi idroelettrici verranno utilizzate per il controllo e la taratura del modello stesso tramite il confronto tra il deflusso generato dalla fusione nivale e quello misurato.



INTRODUZIONE

L'amministrazione e la pianificazione della risorsa idrica a fini agricoli, industriali e domestici, è da sempre materia di interesse e di criticità per tutti i soggetti deputati alla sua gestione. In questi ultimi anni inoltre, gli scenari evocati in tale ambito dai cambiamenti climatici in corso ed eventi fortemente anomali come l'eccezionale prolungarsi del periodo di magra del Po registrato nel 2003, hanno evidenziato che gli impatti socio-economici ed ambientali legati al fenomeno

della siccità non sono più associa-Fig. 1

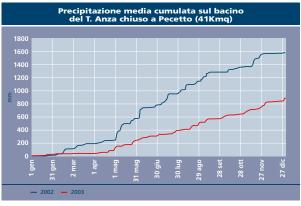




Fig. 2

Fig. 3 Volumi cumulati del T. Anza (mc) alla sezione di Pecetto



bili soltanto ad aree geografiche costantemente afflitte da carenze idriche ma anche a porzioni di territorio storicamente caratterizzate da abbondanza di tali risorse.

All'interno di questi scenari, Arpa Piemonte, tramite l'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale, ha approfondito le proprie competenze in materia tramite la partecipazione a progetti cooperativi di cui si è fatta promotrice la Comunità Europea quali SEDEMED I e II – Interreg IIIB-MedOcc, incentrati specificatamente sulle tematiche legate alla siccità, identificando in sinergia con altri partner istituzionali europei una serie di metodologie adequate al monitoraggio e previsione della siccità.

Grazie a queste esperienze, Arpa Piemonte ha quindi fornito alla Direzione Pianificazione delle Risorse Idriche della Regione Piemonte il proprio contributo per la realizzazione dei rapporti sulla "situazione" idrica in termini di analisi del fenomeno dal punto di vista meteorologico, idrologico e nivologico, prodotti a partire dall'estate del 2003.

In particolare, il monitoraggio speciale e la modellistica numerica predisposti per l'emergenza riguardante il lago Effimero del ghiacciaio del Belvedere a Macugnaga ha permesso di avere una notevole mole di dati utili per lo studio del ruolo della fusione nivale nell'andamento dei deflussi del Torrente Anza. In questo modo, l'importanza della quantificazione della risorsa idrica immagazzinata nel manto nevoso è risultata evidente ed ha permesso di migliorare l'analisi della siccità estiva del 2003 registrata in tutta la regione Piemonte ed in particolare nell'arco alpino.

Il sussequirsi di situazioni di deficit idrico ha messo in evidenza la necessità di disporre di un quadro di riferimento dello stato idrologico sempre più preciso da fornire all'amministrazione Regionale per la gestione delle situazioni di emergenza. In questo quadro l'esperienza modellistica per il bacino dell'Anza è stata estesa a tutto il territorio piemontese. Il modello idrologico del manto nevoso è stato applicato e verificato sull'intero arco Alpino utilizzando le immagini satellitari MODIS disponibili per l'inverno 2004/2005.

Per questo scopo è stato studiato un Bollettino Idrologico Regionale mensile che fornisce, in termini confrontabili con la climatologia locale, lo stato aggiornato delle riserve idriche a scala di bacino fluviale tra cui una stima della risorsa nivale fondamentale per la gestione dei bacini alpini. I dati del monitoraggio idrometrico pluviometrico e nivometrico, integrati con i risultati della modellistica numerica e statistica sono quindi utilizzati per la produzione del Bollettino, emesso all'inizio di ogni mese dall'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale e disponibile sul sito Internet dell'Agenzia.

Attualmente le attività di studio proseguono con l'intento di perfezionare la calibrazione della modellistica idrologica del manto nevoso sfruttando l'importante base dati della gestione degli invasi artificiali che consentono una stima molto accurata delle portate idriche nei bacini sottesi. Si stanno effettuando quindi delle analisi alla scala di piccoli bacini alpini al fine di verificare le prestazioni del modello di accumulo e fusione del manto nevoso. I bacini campione, rappresentativi delle varie realtà regionali, sono stati scelti tra bacini chiusi in sezioni di controllo di cui si dispone di misure di portata desunte dalle misure degli

invasi idroelettrici. Questi dati verranno utilizzati per il controllo e la taratura del modello stesso tramite il confronto tra il deflusso generato dalla fusione nivale e quello misurato.

IL MODELLO IDROLOGICO

Per l'analisi del manto nevoso si è utilizzato lo strumento modellistico numerico di tipo idrologico FEST [Mancini et al. 1990], un modello fisicamente basato e spazialmente distribuito, utilizzato in numerose applicazioni sia per la simulazione e la previsione delle piene fluviali, sia per le analisi di bilancio idrologico su medio e lungo periodo.

In particolare, il modello idrologico della componente nivale simula la dinamica del manto nevoso al fine di poter stimare i volumi idrici effettivamente immagazzinati sottoforma di neve. Viene considerato l'accumulo della neve al suolo, la fase di fusione e la propagazione dell'acqua generata all'interno del manto nevoso. Le grandezze modellate sono l'equivalente idrico (SWE) immagazzinato nel bacino sotto forma di manto nevoso e le portate di acqua di fusione generate dallo scioglimento della neve.

CASO STUDIO LAGO EFFIMERO DI MACUGNAGA-VALLE ANZASCA 2003

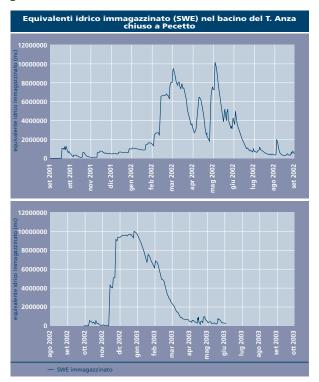
I dati raccolti durante l'emergenza del Lago Effimero del 2003 [Salandin et al. 2004], oltre alla comprensione delle dinamiche di riempimento dell'invaso, hanno consentito di effettuare un'analisi dettagliata del bacino del Torrente Anza a Pecetto nel comune di Macugnaga (VB) e del sottobacino che alimenta il lago epiglaciale formatosi nell'estate del 2001 ai piedi del

Monte Rosa.

Ovviamente la prima analisi effettuata riguarda l'afflusso meteorico; dalla Figura 1 si evince chiaramente come la carenza di precipitazioni sia estremamente elevata sia rispetto allo stesso periodo dell'anno precedente (2002) sia rispetto alla media climatologica di circa 1300-1500 mm relativa al periodo primavera-estate.

L'analisi del volume idrico defluito nel T. Anza alla sezione di Pecetto mostra invece un quadro completamente differente (Figura 2 e Figura 3). Nel periodo estivo 2003 infatti le portate registrate nell'Anza non hanno subito significative variazioni rispetto al medesimo periodo nel 2002.

Questo comportamento è senza dubbio spiegato considerando sia il contributo fornito dalla fusione del manto nevoso invernale sia il contributo del deflusso dal qhiacciaio del Belvedere. La di-



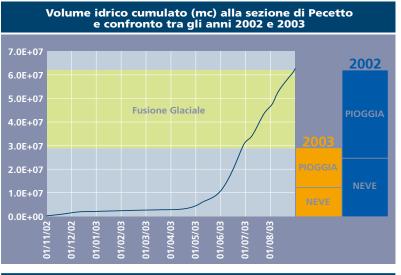
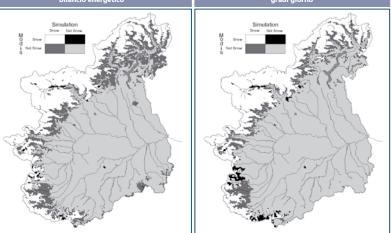


Fig. 5 Fig. 6

Fig. 4

Confronto tra immagini satellitari e copertura nevosa simulata per il periodo 25/01/2005 – 1/02/2005 con entrambe i modelli matematici bilancio energetico gradi giorno



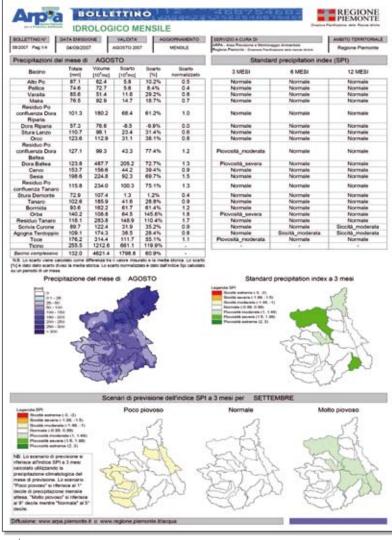
namica del manto nevoso è stata quindi oggetto di simulazione al fine di poter stimare i volumi idrici effettivamente immagazzinati sottoforma di neve nel bacino e valutare quindi l'effettivo ruolo della fusione della neve nella formazione del deflusso a Pecetto distinguendolo dal contributo del deflusso dal Ghiacciaio.

La risoluzione di calcolo è 100 m. Il confronto con i risultati ottenuti dalle simulazioni con la

SWE immagazzinato sul bacino del Po chiuso a Ponte Becca

3500
2500
1500
500
set ott nov dic gen feb mar apr mag giu lug ago

Fig. 7 Fig. 8a



risoluzione di 10 m disponibili per il solo sottobacino del lago Effimero non hanno presentato significative differenze. Il primo risultato ottenuto dalla simulazione è l'andamento del volume idrico immagazzinato sottoforma di neve nel bacino. In Figura 4 si nota come l'andamento temporale di questo sia molto differente tra il 2002 e il 2003. Mentre per il 2002 la copertura nevosa si mantiene consistente fino alla fine di Giugno, nel 2003 la scarsità di precipitazione porta ad una fusione della neve pressoché completa già ad Aprile.

Come sintesi dei dati disponibili e dei risultati ottenuti dalle simulazioni numeriche è possibile ottenere una stima del contributo della fusione dei ghiacciai al volume idrico defluito nel T. Anza nella sezione di Pecetto.

Il grafico in Figura 5 evidenzia, per le annate in studio (2001/2002 e 2002/03), la differenza tra i contributi legati alle piogge e quelli legati alla fusione della neve.

Il confronto con il volume cumulato defluito a Pecetto che invece, come già mostrato, non manifesta differenze apprezzabili, porta a stimare il sostanziale contributo della fusione dei ghiacci avuta nel 2003.

La siccità estiva del 2003 in Valle Anzasca è prodotta quindi da un notevole deficit pluviometrico primaverile ed estivo unito ad un ridotto innevamento invernale. Tuttavia, in termini di deflussi al T. Anza, lo scarso afflusso meteorico non produce effetti significativi. Lo studio del bilancio idrologico del bacino ha evidenziato la fondamentale importanza nei bacini Alpini del contributo della fusione della neve e dei ghiacciai. L'interazione di più variabili meteo-idrologiche quali pioggia, temperatura, neve, radiazione solare e la loro distribuzione spazio-temporale evidenzia l'importanza di uno strumento modellistico distribuito.

VERIFICA A SCALA REGIONALE

Sulla scorta dei risultati ottenuti per il bacino del T. Anza, è stata effettuata una verifica del modello su vasta scala ovvero sul bacino del fiume Po chiuso alla sezione di Ponte Becca (superficie di circa 38000 Km²).

Il modello numerico utilizzato è il medesimo ma, vista l'estensione del dominio di calcolo, si è dovuta adottare una risoluzione spaziale più grossolana pari a lkm. La simulazione ha coperto il periodo che va dall'inverno 2004 alla primavera 2005 e la validazione del modello è ottenuta con le verifiche puntuali (confronto qualitativo fra l'altezza nevosa di misura e SWE modellato) e il confronto tra la copertura mo-

dellata del manto nevoso e quella ottenuta da immagini satellitari MODIS [Rabuffetti et al. 2006].

Una caratteristica importante di questa verifica è legata alla scala spaziale di interesse. Il bacino del fiume Po caratterizzato dalle alte Alpi che circondano la pianura di Padana rappresenta un caso significativo per il modello idrologico della fusione nivale. L'applicazione del modello idrologico di fusione nivale ha fornito risultati soddisfacenti (esempio in Figura 6) in termini di corrispondenza tra superficie del manto nevoso rilevato da satellite e modellato. L'uso di immagini satellitari della copertura del manto nevoso ha offerto un importante metodologia per la conoscenza del comportamento del modello.

Successivamente a questa ve-

rifica, l'analisi è stata estesa all'intero periodo 2000-2004 e ha permesso di evidenziare l'andamento delle annate invernali in termini di SWE sull'intero territorio regionale (vedi Fig.7). Si sono quindi confrontati i volumi di SWE immagazzinati nel bacino per le diverse stagioni invernali producendo una prima caratterizzazione dei valori di SWE di riferimento.

Le differenze fra l'andamento climatico registrato nei diversi anni vengono sicuramente evidenziate. Dal punto di vista quantitativo si nota la grande importanza dell'immagazzinamento nivale alpino soprattutto se si tiene presente che mediamente il volume cumulato dei deflussi idrici per il fiume Po a Isola S. Antonio nel periodo maggio-luglio è circa 4000 Mmc.

REGIONE PIEMONTE IDROLOGICO MENSILE 0.0 0.0 112 4.9 5.6 0 ¢ 0 0.0 7.6 29.0 0 0 0 0.2 0.2 0.0 0.0 0 0 0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0 0 Alto Po 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0 0 0.0 0.0 0 0 ¢ 0 0 0 oli al 31-08-2007 Lago Maggiore (m) 5.00 4.50 4.00 3.50 3.00 2 3 5 8 R 54.4 7.8 86.4 18.5 Diffusione: www.arpa.pierrorite.if io www.regione.pierrorite.il/acquis

ANALISI DEL BOLLETTINO IDROLOGICO REGIONALE

Il Bollettino Idrologico Regionale è nato per fornire una indicazione quantitativa dello stato dei bacini idrologici principali del bacino del fiume Po con l'obiettivo di evidenziare il possibile instaurasi di condizioni siccitose e di scarsa disponibilità idrica. Per questo scopo è risultato particolarmente efficace l'utilizzo di indici climatici e idrologici.

I volumi di pioggia rappresentano la forzante del sistema e sono senza dubbio il principale indicatore dello stato del sistema idrologico nel breve medio termine. Tuttavia la copertura nivale consente di tenere conto del fatto che nei bacini alpini, con regime idrologico nivale o pluvio-nivale, l'accumulo idrico nei mesi invernali è spesso così consistente da influenzare la disponibilità idrica nei periodi primaverili ed estivi. In particolare, al fine di stimare correttamente il contenuto idrico del manto nevoso e l'incidenza della fusione dello stesso sulle portate, i risultati ottenuti nelle esperienze descritte in precedenza, hanno suggerito di utilizzare il modello idrologico che ne simula la dinamica in quanto sufficientemente affidabile.

Per la realizzazione (Fig. 8a, b, c) si utilizzano le rilevazioni effettuate dalle reti in telemisura disponibili nel bacino del Po e i dati misurati da stazioni meccaniche e manuali della rete storica dell'Ufficio Idrografico e Mareografico Nazionale.

In particolare vengono presi in considerazione:

- le precipitazioni
- le temperature
- la radiazione ad onde corte
- altezza manto nevoso
- le portate dei corsi d'acqua L'analisi degli afflussi meteo-

Fig. 8b

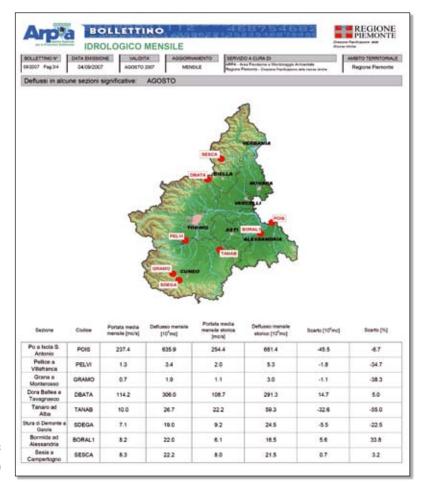
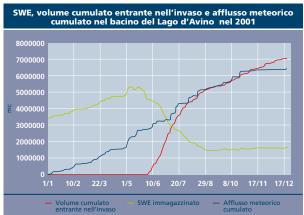


Fig. 8c Fig. 9



rici viene effettuata a scala di bacino idrografico in termini di precipitazioni ragguagliate. Sulla base di tutte le osservazioni disponibili è possibile costruire il campo di precipitazione e quindi calcolare il valor medio su ciascun bacino di interesse. L'indice SPI (Standardized Precipitation Index), calcolato sulla serie storica di pioggia ragguagliata disponibile, permette la valutazione del deficit di precipitazioni su di una serie di dati pluviometrici in corrispondenza a svariati regimi climatici ed è, quindi, applicabile a regioni geografiche diverse. Si basa su scale temporali, che in media hanno cadenza di 3, 6, 12, 24 mesi e permette l'individuazione di una tendenza climatologica mensile. Queste scale temporali riflettono l'impatto della siccità sulla disponibilità dei vari tipi di risorse idriche. L'indice si presenta in forma standardizzata, così da poter confrontare lo stato di siccità per aree diverse, indipendentemente dalla locazione del sito di misura.

Parallelamente si considerano i dati nivometrici ed il confronto con le osservazioni storiche disponibili in alcuni punti rappresentativi del territorio regionale.

La quantificazione del volume idrico immagazzinato nel manto nevoso (SWE - Snow Water Equivalent) è effettuata sulla base dei risultati delle simulazioni del modello idrologico del manto nevoso descritto.

IL CASO DEI BACINI SOTTESI DAGLI INVASI ARTIFICIALI

Le metodologie utilizzate fin ora ed in particolare il modello di accumulo e fusione del manto nevoso, presentano ancora un significativo grado di incertezza e richiedono una verifica quantitativa, come quella effettuata per il T. Anza, estesa il più possibile a tutto l'arco alpino piemontese. Una delle possibilità più concrete per una tale analisi sarebbe quella di utilizzare la grande mole di dati reperibili presso i gestori degli invasi artificiali, sia per la loro numerosità sia per l'accuratezza ottenibile nelle stime degli afflussi idrici al lago. I risultati ottenuti ovvero i volumi di neve accumulati sul bacino durante le stagioni invernali e successivamente le portate generate che entrano nella diga possono essere confrontati con i dati degli invasi idroelettrici permettendo così la valutazione delle performance del modello. A titolo di esempio si mostrano i risultati di alcune simulazioni preliminari (vedi Fig. 9). In particolare si mostra l'SWE immagazzinato nel bacino del lago Avino (VB) di estensione pari a 5,3Kmq, il volume cumulato entrante nell'invaso e l'afflusso meteorico cumulato. Si nota lo sfasamento temporale tra l'afflusso meteorico e l'afflusso al lago spiegato dall'accumulo e fusione del manto nevoso.

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

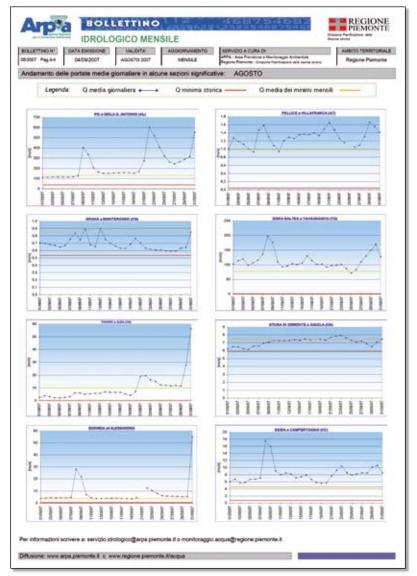
La quantificazione della risorsa idrica immagazzinata nel manto nevoso è di fondamentale importanza per la corretta definizione dei processi di formazione delle portate idriche nei corsi d'acqua di origine alpina. Inoltre l'acqua proveniente dalla fusione della neve è una delle più importanti

fonti di approvvigionamento idrico, non solo in ambiente montano; il cambiamento climatico in atto rende la disponibilità di risorsa idrica molto fragile e incostante, come recenti episodi hanno dimostrato. Le applicazioni esposte mostrano le potenzialità dell'approccio modellistico idrologico alla simulazione della dinamica del manto nevoso. Sebbene il trascurare le modificazione meccaniche del manto e quella degli effetti del vento comporti forti semplificazioni, queste non pregiudicano la qualità dei risultati alle scale temporali lunghe utilizzate nel lavoro.

Le verifiche sono state effettuate sia su piccola scala in termini quantitativi, nel caso del T. Anza chiuso a Pecetto, sia su grande scala in termini qualitativi, considerando l'intero bacino del Po chiuso a La Becca.

In ambito operativo e previsionale l'approccio adottato può permettere, una volta effettuata la stima dell'SWE immagazzinato durante la stagione invernale, di prevedere la fusione del manto nevoso associato ad un predefinito scenario climatico offrendo un importante strumento di gestione della risorsa nel periodo primaverile-estivo. In questo contesto si inserisce la pubblicazione, da parte di ARPA e Regione Piemonte, del bollettino idrologico mensile finalizzato alla gestione delle risorse idriche in periodi siccitosi.

La necessità di migliorare le stime e le simulazioni dei processi è tuttavia ancora presente. Attualmente, le attività di verifica sono in corso attraverso l'applicazione su alcuni bacini alpini di piccola-media scala; i dati che possono essere forniti dai gestori degli invasi alpini offrono infatti l'opportunità di verificare direttamente le stime effettuate tramite il modello in quanto dan-



no la possibilità di ricostruire con estrema precisione l'andamento dei deflussi idrici al lago. I risultati ottenibili a la corretta stima della disponibilità idrica sotto

forma di neve nei piccoli bacini montani a monte di invasi regolati possono anche offrire un valido aiuto per una corretta gestione della risorsa.

Bibliografia

- Mancini, M., Montaldo, N. & Rosso, R., "La modellazione distribuita nella valutazione degli effetti di laminazione di un sistema d'invasi artificiali nel bacino del fiume Toce", L'acqua, Vol. 4, pp. 31-42, 2000.
- Rabuffetti, D., Salandin A., Cremonini R., "Hydrological modelling of snow cover in the large upper Po river basin: winter 2004 results and validation with snow cover estimation from satellite", Geo-Environment and Landscape Evolution II, pp. 293-302, 2006.
- Ronchi C., Rabuffetti D., Salandin A., Vargiu A., Barbero S., Pelosini R., "Development of the piedmont region hydrological bulletin as a support to water resources monitoring and management", Methods and Tools for Drought Analysis and Management, Vol. 62, pp. 49-65, 2007.
- Salandin A., Rabuffetti D., Barbero S., Cordola M., Volontè G., Mancini M., "Il lago Effimero sul ghiacciaio del Belvedere", Neve e Valanghe, Vol. 51, pp. 58-66, 2004.

ILMONITORAGGIO SULMANTO STRADALE

Il Sistema di Monitoraggio, le Previsioni, il Servizio di Assistenza Meteorologica in Piemonte

Salvatore Martorina ARPA Piemonte Area Previsione e Monitoraggio Ambientale s.martorina@arpa.piemonte.it

L'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale di Arpa Piemonte si è dotata di un insieme di prodotti per il monitoraggio e la previsione della formazione del ghiaccio sulle principali strade statali e provinciali della Val Susa, Val Chisone e Val Pellice e sui tratti autostradali regionali che collegano Torino a Milano e a Piacenza. Il primo passo in questa direzione è stato compiuto attraverso una Mappatura Termica dei principali tratti stradali prima menzionati. Attraverso la Mappatura Termica, che rileva le variazioni delle temperature minime della superficie stradale, è possibile individuare, a parità di condizioni meteorologiche, quali sono le sezioni relativamente più calde e più fredde rispetto alla media e quindi quelle sezioni che sono più o meno rappresentative di quel particolare tratto stradale o dominio climatico. Ciò permette di ottimizzare il numero e l'ubicazione in alcuni punti strategici delle stazioni di monitoraggio e di estrapolare la temperatura della superficie stradale lungo tutta la rete. Per completare nel migliore dei modi il servizio viene fornito un prodotto previsionale numerico (associato ad un bollettino testuale rivolto agli operatori e gestori della rete stradale) della temperatura e dello stato della superficie stradale per le 24 ore successive.

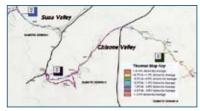
Il Servizio di monitoraggio e di previsione della temperatura e dello stato della superficie stradale si rivela di grande importanza per una buona ed accurata gestione delle condizioni del manto stradale durante il periodo invernale. Inoltre, individuando e localizzando le aree dove è necessario pianificare lo spargimento di sostante chimiche antighiaccio, vengono limitati i danni alle opere civili ed all'ambiente dovuti all'eccessiva ed indiscriminata applicazione di decongelanti e sale.





Fig. 1 - mappa dell'area olimpica in cui vengono evidenziate le principali strade che collegano Torino alle Valli di Susa, Chisone e Pellice.

Fig. 2 - domini climatici delle Valli Olimpiche ottenuti attraverso la mappatura termica.



INTRODUZIONE

Sistemi integrati per l'individuazione di condizioni di ghiaccio, neve e scarsa visibilità sulle strade costituiscono un'applicazione all'avanguardia nel campo della previsione meteorologica che trova una importante applicazione soprattutto durante la stagione invernale. In questo ambito, a partire dal 2003, l'Area Previsione e Monitoraggio Ambientale di Arpa Piemonte ha deciso di dotarsi di un insieme di prodotti per il monitoraggio e la previsione della formazione del ghiaccio sulle principali strade statali e provinciali della Val Susa, Val Chisone e Val Pellice e sui tratti autostradali regionali che collegano Torino a Milano e a Piacenza. La mappa a seguire (figura 1) evidenzia le strade principali che collegano Torino alle Valli alpine, che sono state sede dei XX Giochi Olimpici Invernali di Torino 2006.

LA MAPPATURA TERMICA

Il primo passo in questa direzione è stato compiuto attraverso una mappatura termica, eseguita nel corso dei mesi di febbraio e marzo 2003, di circa 100 km

dei principali tratti stradali delle valli alpine prima menzionate, suddivise in tre Zone Climatiche omogenee.

Le caratteristiche termiche di

ciascuna sezione stradale sono uniche e possono differire, a parità di condizioni meteorologiche, in maniera marcata a seconda dell'area: queste dipendono principalmente da alcuni fattori quali il tipo di pavimentazione stradale, il volume ed il flusso di traffico, l'altitudine, il fattore di esposizione al cielo, l'effetto dell'isola di calore urbana, la presenza di ponti, di tratti sopraelevati, di fiumi o di grossi bacini d'acqua. Queste differenze possono essere rilevate, quantificate e classificate. La mappatura termica è un processo attraverso il quale la variazione spaziale delle temperature minime notturne della superficie stradale sono misurate utilizzando un termometro ad infrarossi ad alta risoluzione. Il termometro è installato su un veicolo opportunamente equipaggiato e collegato ad un data logger. I dati raccolti attraverso la mappatura termica sono stati collezionati sotto determinate condizioni atmosferiche notturne che possono essere riassunte in tre categorie: Condizioni Estreme (calma di vento e cielo sereno), Condizioni Intermedie (nuvoloso con calma di vento oppure sereno e ventoso), Condizioni Umide (nuvoloso e ventoso).

Attraverso la mappatura termica, che rileva le variazioni delle temperature minime della superficie stradale, e le mappe termiche che da questa derivano, è stato possibile individuare, fissate le condizioni meteorologiche (Estreme, Intermedie o Umide), quali sono le sezioni relativamente più calde e più fredde rispetto alla media e quindi quelle sezioni che sono più o meno rappresentative di

quel particolare tratto stradale o dominio climatico. Ciò ha permesso da un lato di ottimizzare il numero e l'ubicazione in alcuni punti strategici delle stazioni di monitoraggio, dall'altro di estrapolare la temperatura della superficie stradale lungo tutta la rete e, di consequenza, attraverso la successiva integrazione con il sistema di previsione, di estendere la previsione puntuale della temperatura e delle condizioni della superficie stradale a tutto il tratto stradale che è stato oggetto di mappatura termica.

Il risultato della mappatura termica è rappresentato in figura 2 in cui sono identificati i tre domini climatici e localizzati i siti, rappresentativi di ciascuna area, adequati all'installazione delle stazioni di monitoraggio. La superficie stradale è caratterizzata da colori differenti all'interno di ciascun dominio climatico. Ogni colore indica una temperatura della superficie stradale al di sopra o al di sotto della media: per esempio la temperatura della superficie stradale è prevalentemente al di sopra della media (tratti stradali in rosso e giallo) nel fondo valle della Val Chisone all'interno del terzo dominio climatico.

Il dominio climatico I è situato nella parte nordoccidentale della rete oggetto di mappatura ed è limitato da una parte dai rilievi di confine tra Bardonecchia e Claviere, mentre ad Est confina con il Dominio Climatico II. Questo Dominio include la SS335 e la SP216.

Il dominio climatico II incorpora le montagne più alte di tutta l'area oggetto di mappatura termica con alcune vette oltre i 3000 m. Questo Dominio include la SP215 e la SR23 tra Cesana Torinese e Pourrieres.

Il Dominio Climatico III comprende i pendii più ad Est e si estende fino alle zone di pianura vicino Torino. Questo è il più vasto dei tre Domini e non include solo la SR23 ma anche, a Sudest, i tratti stradali della SP157 e della SP161 tra Bibiana e Torre Pellice.

LE STAZIONI DI MONITORAGGIO

La mappatura termica, come sottolineato in precedenza, ha anche consentito di definire in maniera ottimale il numero e la localizzazione delle stazioni meteo. Arpa Piemonte ha provveduto ad installare in questi anni due stazioni di monitoraggio, una in prossimità del Comune di Roure in Val Chisone, ed una nel Comune di Cesana, in frazione San Sicario, in Val Susa (Figura 3). Oltre ai dati misurati da queste due stazioni, nell'ambito del Servizio di assistenza meteorologica ai centri operativi delle autostrade Torino-Milano e Torino-Piacenza, si ricevono anche i dati delle otto stazioni di monitoraggio installate lungo le due autostrade, per un totale di dieci stazioni di monitoraggio e, di consequenza, come vedremo in seguito, dieci siti per i quali vengono fornite previsioni puntuali.

LE PREVISIONI NUMERICHE

Il prodotto previsionale numerico a 24 ore è relativo a ciascun sito su cui è installata una stazione di monitoraggio delle condizioni della superficie stradale e consiste in previsioni, a scadenza trioraria, sia prettamente meteorologiche (temperatura dell'aria, punto di rugiada, copertura nuvolosa, velocità del vento e precipitazioni), sia della temperatura e dello stato della superficie stradale. Per fornire tali previsioni viene utilizzato un modello deterministico che si basa essenzialmente sulla







Fig. 3 - stazioni di monitoraggio installate rispettivamente in Val Chisone ed in Val Susa. Le due stazioni, oltre a sensori meteorologici standard (temperatura ed umidità relativa dell'aria, velocità e direzione del vento, sensore di tempo presente). comprendono anche un sensore, come è possibile vedere dall'ultima immagine, installato nel manto stradale. che fornisce misure di temperatura e stato della superficie stradale (asciutto, umido, bagnato. ghiacciato, trattato con agenti antigelo ecc.).



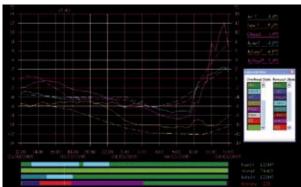


Fig. 4 - Un'accurata previsione meteorologica a 24 ore è determinante per la prevenzione della formazione del ghiaccio sul manto stradale.

Fig. 5 - Bollettino meteorologico a 48 ore inviato giornalmente ai gestori delle autostrade.

semplice formula del bilancio termico (temperatura= energia ricevuta-energia riemessa): questo modello ha come input i dati osservati da ciascuna stazione di monitoraggio; necessita quindi di previsioni a scadenza trioraria della temperatura dell'aria, della temperatura di rugiada, dell'umidità relativa, della copertura nuvolosa, dell'altezza delle nubi, della velocità e dell'intensità del vento e del tipo di precipitazioni, ed infine elabora una previsione per ciascun sito (che viene poi estesa, come detto precedentemente, all'intera rete stradale grazie ai risultati della mappatura termica), tenendo conto delle caratteristiche specifiche del sito.

La figura 4 mostra come un'accurata previsione (linee tratteggiate) possa risultare determinante al fine di prevenire la formazione

Autostrade

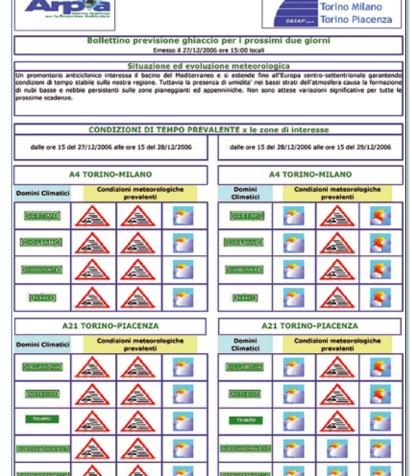
di ghiaccio.

La corretta previsione di deboli nevicate nel corso del pomeriggio (fcRnSt indica la previsione di precipitazioni, RainSt indica le precipitazioni osservate) ha portato da parte degli operatori addetti alla manutenzione delle strade ad un uso preventivo di sale (Statel TRACE sta ad indicare appunto che il manto stradale è stato trattato con sale o agenti antighiaccio) e, di conseguenza, ad un aumento del punto di congelamento del manto stradale, evitando così la formazione di ghiaccio.

IL SERVIZIO DI ASSISTENZA METEOROLOGICA RIVOLTO AI GESTORI DELLE AUTOSTRADE REGIONALI E DELLE STRADE DELLE VALLI ALPINE

Il Servizio di assistenza meteorologica che Arpa Piemonte fornisce o ha fornito ai Centri Operativi delle autostrade Torino-Milano e Torino-Piacenza, nei tratti di pertinenza regionale, ed al Servizio Gestione Viabilità della Provincia di Torino per quanto concerne le strade principali della Val Susa e della Val Chisone, si compone, oltre che delle previsioni numeriche, anche di altri prodotti rivolti sia agli operatori ed ai gestori della rete stradale, per una migliore e più immediata comprensione delle previsioni numeriche, sia agli utenti delle due autostrade.

Per quanto riguarda il Servizio di assistenza meteorologica ai Centri Operativi della Torino-Milano e della Torino-Piacenza giornalmente viene emesso un bollettino di previsione (Fig. 5): il bollettino, oltre ad una breve descrizione testuale delle condizioni meteorologiche previste per i due giorni successivi (le



informazioni previsionali sono riferite a due intervalli temporali: dalle ore 15:00 del giorno di emissione del bollettino, alle ore 15:00 del giorno successivo e dalle ore 15:00 del giorno successivo fino alle ore 15:00 del secondo giorno successivo alla data di emissione), pone particolare attenzione ad eventi critici, quali precipitazioni, venti forti, nebbia, possibilità di formazione di ghiaccio sul manto stradale, che possono verificarsi sui singoli Domini Climatici in cui sono stati suddivisi i due tratti autostradali regionali. In generale le informazioni relative alle previsioni meteorologiche su ciascun Dominio Climatico vengono evidenziate attraverso delle icone, rappresentative del tipo di tempo prevalente o del fenomeno meteorologico più rilevante.

Il Servizio prevede anche l'alimentazione del sito web della Satap (www.satapweb.it) con previsioni a 36 ore dedicate agli utenti. Le informazioni previsionali sono suddivise in tre sotto intervalli di 12 ore. Le previsioni così fornite vengono rese disponibili al link dedicato al meteo, attraverso una mappa (figura 6) in cui a ciascun dominio climatico, in cui sono stati suddivisi i tratti autostradali, vengono assegnati un tipo di tempo prevalente, nell'intervallo di 12 ore considerato, sotto forma di icone di semplice lettura, ed i valori di temperatura massima e minima previsti.

Arpa Piemonte ha fornito al Servizio di Protezione Civile della Provincia di Torino durante il periodo invernale 2005-2006 un bollettino testuale (figura 7) contenente le previsioni a 24 ore. Il bollettino, oltre ad una breve descrizione testuale della situazione e della evoluzione a scala sinottica delle condizioni meteorologiche e delle condizio-

ni previste per lo stato del manto stradale, contiene, per ciascun Dominio Climatico rappresentato da 3 stazioni di riferimento lungo la S.P.23 (Roure, Sestriere e San Sicario), le temperature minime e massime previste ed il tipo di tempo prevalente per ciascuno dei 2 intervalli temporali di 12 ore in cui sono state suddivise le 24 ore di previsione.

Conclusioni

Il Servizio di monitoraggio e di previsione della temperatura e dello stato della superficie stradale così definito si rivela di grande importanza per una buona ed accurata gestione delle condizioni del manto stradale in particolar modo durante il periodo invernale in quanto consente di minimizzare i disagi ed i costi

sia di materiale che di personale addetto alla sicurezza ed alla operatività stradale.

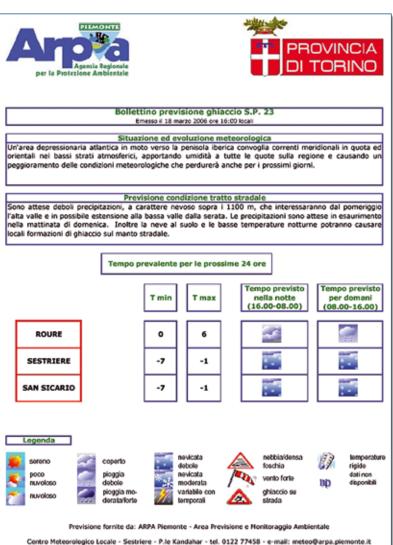
Inoltre, individuando e localizzando le aree dove è necessario pianificare lo spargimento di sostante chimiche antighiaccio, vengono limitati i danni alle opere civili ed all'ambiente dovuti all'eccessiva ed indiscriminata applicazione di decongelanti e sale.

Bibliografia

VAISALA per ARPA PIEMONTE, Thermal Mapping Report (2003).



Fig. 6 - previsioni meteo a 36 ore disponibili sul sito della Satap.



Flg. 7 - bollettino di previsione testuale inviato giornalmente al Servizio Protezione Civile della Provincia di Torino.



LA REGIONE VALLE D'AO-STA OSPITA UN CONVE-GNO SULLA NEVE E LE VA-LANGHE

Il prossimo 28 marzo si terrà ad Aosta un convegno che - organizzato da AINEVA e Regione Valle d'Aosta - si pone l'obiettivo di offrire una panoramica sulle iniziative che in questi ultimi anni si sono caratterizzate per i loro contenuti innovativi in diversi settori di interesse uniti dal tema comune della neve e delle valanghe.

Scopo del convegno è infatti quello di mettere a confronto alcune esperienze che in ambito scientifico, tecnico - gestionale e normativo sono valutate particolarmente significative del grado di sviluppo raggiunto dalle strutture regionali e dello Stato e dagli istituti di ricerca impegnati a diverso titolo nei campi della nivologia e della prevenzione del pericolo di valanghe. Oltre agli interventi degli Uffici valanghe delle Regioni e Province autonome aderenti all'AINEVA, sono infatti previste relazioni da parte di rappresentanti del Dipartimento Nazionale della Protezione Civile e del Servizio Meteomont, di Istituti universitari e di ricerca e di alcune realtà locali distintesi particolarmente per la loro attività in campo nivologico.

Il Programma dettagliato dell'iniziativa verrà pubblicato a partire dal primo marzo sul sito Internet di AINEVA all'indirizzo www.aineva.it.



IL QUESTIONARIO DI GRA-DIMENTO DEL BOLLET-TINO NIVOMETEOROLO-GICO

Il Bollettino Nivometeorologico è indubbiamente uno strumento d'informazione molto utile per la gestione del pericolo valanghe e rappresenta il fiore all'occhiello dell'AINEVA, associazione interregionale che riunisce tutte le regioni e province autonome dell'arco alpino.

Con lo scopo finale di migliorare ulteriormente questo prodotto, a distanza di un decennio, AINEVA ripropone un questionario in merito al Bollettino Nivometeorologico, per poter conoscere l'utilizzo e la diffusione dello stesso presso gli utenti finali. Ovviamente la tecnologia si è evoluta, abbandonando il vecchio modulo statistico, a favore di un questionario "on line", compilabile direttamente sul sito internet www.aineva.it in pochi minuti e con pochi semplici "click" col mouse. Vi chiediamo quindi di volerci dedicare questi pochi minuti del vostro tempo per compilare il questionario, disponibile in quattro lingue: italiano, inglese, francese e tedesco.

Vi chiediamo inoltre di volerne diffondere l'esistenza presso i vostri amici, conoscenti e, in generale, presso tutti gli utenti e frequentatori della montagna.

Trovate il questionario nella sezione "BOL-LETTINI" del sito www.aineva.it, alla "Pagina 5 - Questionario di gradimento del Bollettino Nivometeorologico".



NUOVO MODULO FORMATI-VO "2PC AINEVA".

Lo scorso ottobre si è tenuta ad Ala di Stura, sulle Alpi piemontesi, la prima edizione del nuovo modulo formativo "2pc -Gestione delle problematiche valanghive di protezione civile", recentemente istituito dall'AINEVA per dare una risposta alle esigenze di formazione espresse dal mondo della Protezione Civile ed in particolare dalle Commissioni locali valanghe, che sempre più vanno diffondendosi nel Paese. Questa nuova tipologia di corsi è indirizzata a soddisfare le esigenze formative caratteristiche di chi fa parte di strutture pubbliche di prevenzione del rischio valanghivo per scopi di protezione civile ed è rivolta agli operatori della sicurezza da valanga in possesso della qualifica di "Osservatore nivologico - modulo 2a Al-NEVA". Il modulo "2pc" fornisce le conoscenze utili a garantire la gestione delle procedure e dei piani di difesa dal pericolo di valanghe in contesti territoriali di esposizione al rischio di infrastrutture di interesse pubblico e di centri abitati. Come tradizione dei corsi AINEVA, si articola in lezioni in aula e uscite didattiche sul terreno.

L'iniziativa di Ala di Stura è frutto della collaborazione tra l'AINEVA e la Comunità Montana Valli di Lanzo ed è stata patrocinata dalla Regione Piemonte - Assessorato Sviluppo della montagna e foreste, opere pubbliche, difesa del suolo.

Al corso, apertosi con l'intervento di Mauro Marucco, Presidente delle Comunità Montana Valli di Lanzo, hanno partecipato numerosi rappresentanti delle Commissioni valanghe piemontesi.



Corsi AINEVA-CAI moduli 2c e 2d edizione 2007

I corsi 2c e 2d previsti per l'anno 2007 si sono svolti in novembre a Bormio, presso la sede del Centro Nivometeorologico dell'ARPA Lombardia. Per esaurire la parte inerente l'uscita sul terreno, compromessa durante il corso dalle condizioni meteorologiche avverse, nella giornata antecedente l'esame (17 dicembre) è stato organizzato il sopralluogo presso gli impianti di risalita del Mottolino nel comprensorio di Livigno-SO, allo scopo di visionare, con gli operatori in loco, le procedure di monitoraggio e di distacco artificiale (GAZ-EX) a protezione di impianti e piste sottostanti interessati da valanghe. Questa zona era già stata ampiamente esaminata anche a tavolino, durante la fase di studio di un possibile ampliamento del comprensorio, ipotizzando vari scenari di interventi preventivi e gestionali per la messa in sicurezza in concomitanza di un episodio nivometeorologico particolarmente significativo.

Una mattinata è stata dedicata anche alla visita di diverse tipologie di opere attive e passive presenti sul monte Vallecetta a protezione di piste ed impianti, oltre che dell'abitato e strada statale posti nel fondovalle della Valdisotto.

Interessanti e costruttive le numerose esperienze di piani di gestione della sicurezza, PIDAV e PISTE, presentate da parte di professionisti che da oltre un decennio si occupano di comprensori sciistici in Regione Lombardia.

L'eterogeneità degli iscritti, dovuta alla presenza di alcuni operatori già molto qualificati nella gestione di comprensori sciistici (Sestriere, Aprica, Carona ecc.) e di altri con grandi capacità ed esperienze professionali e funzioni anche di coordinamento e gestione del personale. ha reso molto vivace ed interessante lo svolgimento delle lezioni in aula con approfondimento di problematiche reali complesse, in particolare dal punto di vista giuridico. In quest'ambito i corsisti, provenienti da varie Regioni d'Italia, hanno sottolineato la mancanza di omogeneità di normative e di procedure adottate nelle diverse realtà, sollecitando l'AINEVA a farsi carico di una incisiva funzione di coordinamento nell'affrontare tale esigenza con la promozione di una legge quadro a livello nazionale

ABSTRACT

CISA IKAR 2007

S. Pivot

Pontresina, a mountain village of Engadin, in the heart of Switzerland, was host to the annual meeting of the International Commission for Alpine Rescue CISA-IKAR.

With its medical, terrestrial, air and avalanche commissions, CISA-IKAR is an international work platform that promotes high level meetings between technicians and suppliers, in order to improve knowledge and spread innovation in the rescue area.

As far as Aineva is concerned, Clair Israelson (Canada) illustrated the partial results of the survey "2007 Avalanche Prevention 'Best Practices' survey", which was drawn up by several representatives from 11 countries. Among the most curious news, it is worth underlining that snow and weather bulletins are diffused through websites by 93% of the countries participating in the survey, via e-mail, radio and press by 80% of countries, by phone by 73% and via fax and TV by 67%. Most of the countries issue the snow and weather bulletin daily and, in ascending order of cases, 3 and 4 times a week, respectively.

THE "V" DIGGING TECH-NIQUE

M. Genswein, R. Eide

In the last few years, the firms supplying avalanche rescue devices have started to introduce several much appreciated innovations in the avalanche rescue area by



offering sophisticated digital instruments that are generally highly efficient. In the event of an avalanche accident, electronics therefore offers precious help in the search phase, and now even a single person who is not particularly skilled in the use of rescue and safety devices usually takes a little time to locate one or several buried people. Digging for finding buried people instead remains a manual and tiring operation that can even take a lot of time, depending on the depth of burial. The digging procedure proposed by the authors of this article virtually paves a new way, its aim being the optimisation of this selfrescue phase with maximum efficiency with regard to time, which passes quickly and thus drastically reduces possibilities of survival of buried people.

MORPHOLOGICAL CHARACTERISTICS OF AVALANCHES

A study in the Bormio area

D. Bocchiola, M. Medagliani

The article presents a preliminary study carried out in order to evaluate some typical geometrical properties of avalanches, through the study of data related to some events observed. The research focuses on the Bormio area, where six important avalanches sites have been considered. Using a database taken from Aineva and Corpo Forestale dello Stato (CFS, the national forest ranger service) archives, some seventy avalanche events docu-



mented in a discontinuous manner and dating back to 1886 have been found for the area under exam. For the events included in such reasonably well documented database, a quantitative study has been carried out with the aim of defining some geometrical quantities of particular interest. The main avalanche release causes and the main avalanche types observed have been analysed. A study has been then illustrated with the aim of defining the danger (i.e. probability) of release as a function of the snowfalls accumulated in the previous days. The article also provides equations to be used in the design practice to define release geometries and to carry out a first evaluation of avalanche run out distances. Several dynamic simulations have been then carried out using the Voellmy Salm (VS) method, in order to define an a priori calculation for risk zoning.

EVOLUTION OF THE SNOW COVERED SURFACE IN EMI-LIA ROMAGNA THROUGH MODIS L1B DATA

The activity carried out during 2005-2006 and 2006-2007 winters

A. Spisni, P. Mezzasalma, F. Tomei
This article describes the activity carrie

This article describes the activity carried out by the remote monitoring laboratory (Arpa Emilia Romagna) in monitoring the size of the snow cover through the analysis of data remotely collected by the Modis (MOD02-L1B) sensor mounted on the Terra and Aqua satellites. Detection is based on the calculation of the Ndsi index (normalized difference snow index) and on the implementation of two decision trees that discriminate both the sun and clouds. The dates on the bulletins are chosen based on the temporal nearness with snowfalls and the best weather conditions. The bulletins produced are then uploaded in the Internet under the remote monitoring page of the Arpa website. From the website it is then possible to download the bulletin in PDF format and the corresponding Modis image in false colours in JPG format with the related georeferencing file to be uploaded in the GIS environment. The snow, if present, is shown in red-orange colour, a colour that sometimes is also that of multilayer clouds, which are characterised by very low temperatures or shading. The service turned out to be a reliable system for estimating the size of the snow cover, as

this is effectively discriminated by the presence of optimal spectral bands, as well as a useful instrument for the drawing up of the landslide risk bulletins processed by the functional centre of the civil defence service of Regione Emilia Romagna. As a rule, though no calculations to estimate the error percentage have been made, the algorithm can be said to partially tend to underestimate the size of the snow cover in case of wet snow, shady areas or in closed forest areas. The underestimate percentage is instead drastically reduced in the plain areas, mainly with fresh or compact snow.

ANALYSIS OF THE WATER RESOURCES STORED IN THE SNOW COVER IN AL-PINE BASINS

Study of Alpine basins in a regional framework

D. Rabuffetti, A. Salandin

In the last years, the management of the water resources became an important theme for the administration and planning of territory. In particular, it has been highlighted that the environmental and economic impacts due to the drought hit not only geographic areas traditionally prone to water deficiency but also part of territory characterized by abundance of such resources. From the exceptional drought period recorded in 2003, ARPA Piemonte has deepened its own knowledge in this theme. In particular, the analysis of the data collected from the special monitoring for the emergency of the Effimero lake on Belvedere glacier in Macugnaga [Salandin et al. 2004], underlined the decisive role of the snowmelt for the alpine river basins

The succession of droughts evidenced the necessity to get available a complete set of hydrological information about water resource on the whole regional territory, to help Regional administration in the management of the emergency situations. The Regional Hydrological Bulletin is one of the products supplied by the Agency in order to meet this new demand: the data contained in the bulletin derive from the use of the same hydrological model already developed. In fact, some case study gave satisfactory results even at regional scale. Latest activities are carried on in order to improve the calibration of the hydrological model of the snow mantle; in particular this

methodology is applied to small alpine river basins. The measures of capacity derived from the hydroelectric basin management, will be used for the calibration of the hydrological model through the comparison between the outflow generated from the snowmelt dynamics simulation and the measured one.

FORECASTING AND MO-NITORING OF ICE ON THE ROAD

The Monitoring System, Forecasts, the Meteorological Department of ARPA Piemonte for roads and motorways

S. Martorina

The Meteorological Department of Arpa Piemonte has been provided with a set of products for the monitoring and the forecast of ice formation over the main roads of the Susa Valley, Chisone Valley and Pellice Valley and over the stretches of regional motorways that join Turin to Milan and Turin to Piacenza. The first step to reach this goal was a Thermal Mapping of the principal stretches of the roads of the above-mentioned Alpine Valleys. Through the Thermal Mapping, that points out minimum temperatures variations of road surface, it is possible to identify, under the same meteorological conditions, which sections are relatively warmer and colder compared to the average, and therefore those representative of that particular stretch of road or climatic domain. This work allows the optimisation of the number and the location of the monitoring stations in some strategic points together with the extrapolation of the road surface temperature along all the road network. Another step, to complete an efficient ice forecast service, has been to provide a numerical forecast product of temperature and road surface conditions for the following 24 hours (associated with a textual bulletin addressed to the road maintenance operators).

This monitoring and forecast of temperature and road surface conditions constitutes a Service that reveals itself to be of great importance for a good and careful management of road surface conditions during the winter period. Moreover, the damages to the civil works and to the environment, due to the excessive and indiscriminate use of salt and de-icing agent, are minimised through the identification and the localisation of the de-icing che-



Raccogliere dati dal territorio in modo costante e preciso. Trasmetterli in tempo reale. Elaborarli con potenti software. Archiviarli con efficacia e sicurezza. È questo che fa un sistema di monitoraggio efficiente, necessario per la sicurezza di tutti. È questo che fanno i sistemi CAE, anche nelle condizioni più critiche.



SISTEMI E SOLUZIONI PER IL MONITORAGGIO IDROMETEOROLOGICO