

e Neve Valanghe

n° 67 - agosto 2009

*Meteorologia alpina,
Glaciologia, Prevenzione
Sicurezza in montagna*



SPECIALE INNEVAMENTO IN ITALIA

Lo straordinario inverno 2008-2009

Neve in Pianura Padana

Neve e sabbia sull'Appennino Centrale

Piogge e nevicate intense del
14-17 dicembre 2008 in Piemonte

Carico della neve sulle costruzioni

Inverno 2008-2009: caratteristiche,
valanghe e monitoraggio sismico

DAISY BELL



**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 19681340 - 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. Amérique 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 494870 - 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. 0471 414740 - Fax 0471 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

Direzione centrale risorse agricole, naturali e forestali
Servizio gestione territorio rurale e irrigazione
Settore neve e 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

Numero telefonico per
l'ascolto di tutti i Bollettini
Nivometeorologici degli Uffici
Valanghe AINEVA

Tel. 0461/230030

Gli utenti di "NEVE E VALANGHE":

- Sindaci dei Comuni Montani
- Comunità Montane
- Commissioni Locali Valanghe
- Prefetture montane
- Amministrazioni Province Montane
- Genii Civili
- Servizi Provinciali Agricoltura e Foreste
- Assessorati Reg./Provinciali Turismo
- APT delle località montane
- Sedi Regionali U.S.T.I.F.
- Sedi Provinciali A.N.A.S.
- Ministero della Protezione Civile
- Direzioni dei Parchi Nazionali
- Stazioni Sciistiche
- Scuole di Sci
- Club Alpino Italiano
- Scuole di Sci alpinismo 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.

Periodico associato all'USPI

 Unione Stampa Periodica Italiana

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,
Elena TURRONI,
Mauro VALT, Elena BARBERA

Comitato scientifico editoriale:

Valerio SEGOR,
Alberto TRENTI, Stefano BOVO,
Francesco SOMMAVILLA,
Luciano DAVANZO, 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 srl
Trento

Referenze fotografiche:

Foto di copertina: Elaborazione di P. Cianfarra,
Laboratorio di Geodinamica Quantitativa e Te-
lerilevamento, Università degli Studi Roma Tre

Lodovico Mottarella: II, 2, 17, 39
Mauro Valt: 15, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 51, 53,
54, 55, 57
Alfredo Praolini: 5, 70
Massimo Pecci: 21, 24, 25, 26, 27
Marco Pifferetti: 16, 18, 19
Obiettivo Neve: 61, 62, 63, 64, 65, 66

Hanno collaborato a questo numero:

Serena Mottarella, Stefania Del Barba,
Nadia Preghenella, Monica Rossi,
Igor Chiambretti.

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

I dati forniti dagli abbonati e dagli inserzionisti ven-
gono utilizzati esclusivamente per l'invio della pre-
sente pubblicazione (D.Lgs. 30.06.2003 n.196).



4



16



20



28



38



48



60

4 LO STRAORDINARIO INVERNO DEL 2008-2009

■ M. Valt, P. Cianfarra

16 NEVE IN PIANURA PADANA

■ M. Pifferetti

20 NEVE E SABBIA SULL'APPENNINO CENTRALE

■ M. Pecci

28 PIOGGE E NEVicate INTENSE DEL 14-17 DICEMBRE 2008 IN PIEMONTE

■ M. Cordola, E. Turrone, M.C. Prola, A. Berdea,
M. Zaccagnino, M. Turco, S. Martorina

38 CARICO DELLA NEVE SULLE COSTRUZIONI

■ M. Valt

48 STAGIONE INVERNALE 2008-2009: CARATTERISTICHE, VALANGHE E MONITORAGGIO SISMICO

■ M. Valt, D. Pesaresi

60 DAISY BELL

■ P. B. Rambaud, L. Noel, B. Farizy, J. M. Neuville,
S. constant, P. Roux, E. Bassetti



Parlando di valanghe (ma non solo), ed in particolare di episodi nivometeorologici e valanghivi importanti (anche eccezionali o catastrofici) è curioso notare come la memoria dell'uomo tenda a ricordare gli episodi avvenuti negli anni più recenti, enfatizzando alcuni particolari soprattutto basandosi sulla propria esperienza, sui propri ricordi... "quando ero bambino cadevano metri e metri di neve...", "non ci sono più gli inverni di una volta, le stagioni sono proprio cambiate..."...quindi, addirittura, non alla scala della vita umana, ma ancora di meno.

Forse sarebbe meglio basarsi sui dati, visto che ci sono. L'inverno 2008-2009 è stato infatti uno dei più nevosi dal 1930 ad oggi su tutto l'arco alpino meridionale, con lunghi periodi perturbati ed una intensa attività valanghiva che ha creato notevoli disagi alle popolazioni alpine.

Questo numero di Neve e Valanghe, con l'importante apporto del Gruppo Previsori dell'AINEVA ed in particolare del suo Coordinatore in carica Mauro Valt del Centro Valanghe veneto di Arabba, è soprattutto dedicato ad esso. Come ci illustra il primo articolo, dedicato appunto allo straordinario inverno passato, in quasi tutte le località dell'arco alpino la neve ha superato i valori medi di riferimento (1976-2005) e in molti casi ha raggiunto gli spessori osservati nella stagione del 1951, storicamente la più nevosa dal 1930.

Soprattutto nel mese di dicembre 2008, l'attività valanghiva è stata molto intensa e importante. In particolare in Piemonte, come ci ricorda l'articolo dei colleghi di Torino che fa un'analisi meteo-climatica e nivologica dell'evento del 14-17 dicembre, che ha visto abbondanti piogge e soprattutto intense nevicate in montagna.

I piani di evacuazione attuati sono stati molti, così come i paesi isolati per lunghi periodi.

In singoli casi, le valanghe hanno travolto abitazioni, per fortuna precedentemente evacuate.

Più volte, nei Bollettini Nivometeorologici emessi dai vari Servizi Valanghe aderenti all'AINEVA, è stato raggiunto il grado di pericolo valanghe 5- molto forte.

Numerose grandi valanghe sono state osservate, da dicembre alla fine di aprile, sul versante meridionale delle Alpi in ben venticinque giornate (fonte scheda Mod. 1 AINEVA).

Ma anche sulla pianura padana la neve non ha scherzato: è comparsa una decina di volte, determinando in alcuni casi notevoli disagi alla circolazione urbana e extraurbana. L'intensità maggiore delle nevicate si è avuta in Piemonte ma anche in Lombardia; per esempio, particolarmente intensa è stata la nevicata dell'Epifania a Milano, con un accumulo di quasi 40 cm di neve fresca, quinto valore negli ultimi 70 anni dopo il febbraio 1947 (82 cm), il gennaio 1985 (75 cm), il gennaio 1954 (63 cm) e il gennaio 2006 (40 cm).

Insomma, per non farla lunga, l'inverno passato la macchina della previsione e della prevenzione ha avuto molto da fare.

Sicuramente, rispetto anche solo a venti-venticinque anni fa, in questi campi si è significativamente andati avanti, le esperienze si sono consolidate.

Ma non bisogna demordere, si può e si deve fare di più.

E per il raggiungimento di questo intento si devono concretamente impegnare tutti, tecnici e soprattutto politici.

Occorrono sforzi, di volontà, di cranio e, in particolare, economici.

D'altra parte non si è sempre detto che è meglio prevenire che curare?

... questo passato inverno ce lo ha confermato.

Dott. Geol. Giovanni Peretti

Il Direttore Responsabile

LO STRAORDINARIO INVERNO del 2008-2009

Mauro Valt

ARPA Veneto - DRST Centro Valanghe
di Arabba, Arabba (Italy)

Paola Cianfarra

Università degli Studi Roma Tre,
Dipartimento di Scienze Geologiche,
Roma (Italy)

Nel presente lavoro viene analizzata la stagione invernale, con particolare riguardo ai suoi caratteri nivologici salienti quali le precipitazioni, lo spessore della neve al suolo e la durata della neve, con alcune analisi storiche. Vengono inoltre fatte alcune considerazioni sull'attività valanghiva spontanea, sul grado di pericolo di valanghe e sugli incidenti da valanga avvenuti nel corso della stagione.

In particolare l'inverno 2008-2009 è stato uno dei più nevosi dal 1930 ad oggi su tutto l'arco alpino meridionale con lunghi periodi perturbati e una intensa attività valanghiva che ha creato notevoli disagi alle popolazioni alpine.

La stagione è stata infatti caratterizzata da una decina di episodi nevosi, dal quadro sinottico molto simile con frequenti saccature atlantiche in approfondimento dalle Isole Britanniche o sul vicino Atlantico con comparsa della neve anche in pianura Padana.

In quasi tutte le località dell'arco alpino la neve ha superato i valori medi di riferimento (1976-2005) e in molti casi ha raggiunto gli spessori osservati nella stagione del 1951, storicamente la più nevosa dal 1930.

Le abbondanti precipitazioni di fine novembre e del mese di dicembre hanno determinato la formazione di un manto nevoso consistente e che poi ha continuato ad incrementarsi nel corso dell'inverno in molte aree delle Alpi. La parte centrale dell'inverno è stata variabilmente nevosa mentre, la mancanza di precipitazioni significative nel mese di aprile, eccetto per l'episodio della seconda decade, e il clima mite della prima metà del mese e poi di maggio, hanno favorito una accelerata ablazione della neve che era presente ancora con spessori importanti su tutto l'arco alpino. Questa fusione è stata più rapida di molti altri inverni nevosi. L'attività valanghiva dell'inverno è stata molto intensa e importante soprattutto nel mese di dicembre. Diversi sono stati i piani di evacuazione attuati, molti anche i paesi isolati per lunghi periodi e, in singole casi, le valanghe hanno travolto abitazioni, per fortuna precedentemente evacuate.

Da dicembre alla fine di aprile sono state ben 25 le giornate in cui, in almeno una stazione delle 225 stazioni di osservazione giornaliera (Mod 1 AINEVA) sul versante meridionale delle Alpi, Alto Adige escluso, sono state osservate numerose grandi valanghe e per più volte è stato raggiunto il grado di pericolo valanghe 5- molto forte.



INTRODUZIONE

La stagione invernale 2008-2009 è stata una delle più nevose dal 1930 ad oggi su tutto l'arco alpino meridionale con lunghi periodi perturbati e una intensa attività valanghiva che ha creato notevoli disagi alle popolazioni alpine.

Nel presente lavoro viene tracciato un bilancio della stagione attraverso i dati di innevamento, con confronti con stagioni del passato e con alcune considerazioni generali sul pericolo di valanghe e sull'attività valanghiva avvenuta.

FONTE DEI DATI ED ELABORAZIONI

Come in altri lavori recenti sullo stato dell'innevamento in Italia (Valt et al., 2005, 2007, 2008), sono state utilizzate le banche dati delle reti nivometriche di monitoraggio dei Servizi Valanghe AINEVA e delle stazioni di rilevamento presso le di-

ghe delle diverse Compagnie di gestione delle acque superficiali dell'arco alpino. I dati della precipitazione nevosa stagionale utilizzati derivano dai singoli valori giornalieri cumulati di neve fresca misurati presso le stazioni nivometriche tradizionali (Cagnati, 2003- Cap. II.1) e rilevati di norma alle ore 8.00 di ciascun giorno. Per quanto riguarda i dati relativi all'attività valanghiva (Cagnati, 2003- Cap. II.4) sono state prese in considerazione le osservazioni effettuate presso le stazioni tradizionali gestite dai servizi valanghe. Per i raffronti storici sono state utilizzate 6 stazioni dell'arco alpino centrale e orientale. I dati relativi alla valanghe sono codificati secondo delle specifiche unificate (MOD 1 AINEVA). Tuttavia il codice di osservazione è stato aggiornato nel 1995 creando, per molti parametri, una disomogeneità con le osservazioni degli anni precedenti.

Nel presente lavoro sono stati presi in considerazione i dati relativi al numero e alle dimensioni delle valanghe osservate secondo la tabella di conversione riportata in Fig. 1.

Le elaborazioni riguardanti il grado di pericolo da valanghe nelle diverse aree sono state effettuate utilizzando la banca dati di AINEVA alimentata dal bollettino unico per le Alpi Italiane (www.aineva.it/bollett).

Le analisi sugli incidenti da valanghe sono state effettuate utilizzando la banca dati storici di AINEVA (Valt et al., 2009b) e online (www.aineva.it).

In tutti i grafici e le tabelle del presente lavoro l'anno di riferimento è l'anno idrologico (ad esempio l'anno 2009 inizia il 1 ottobre 2008 e termina il 30 settembre 2009).

Per i raffronti, sono state considerate le sole precipitazioni nevose relative alla stagione invernale comprese fra il mese di ottobre e il mese di maggio.

Per alcune stazioni, i valori mensili e stagionali erano riassunti già in tabelle nelle pubblicazioni consultate, per altre sono state effettuate le varie sommatorie partendo dai valori giornalieri.

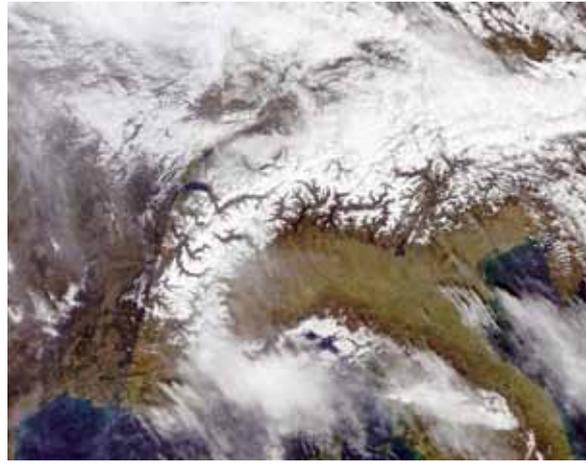
Per evidenziare l'andamento a livello regionale mediante un'unica serie, è stato utilizzato l'indice adimensionale SAI (Standardized Anomaly Index) (Giuffrida e Conte, 1989) che esprime le anomalie della grandezza studiata, attraverso il contributo dei valori medi annuali o stagionali delle singole stazioni.

Un indice annuale di anomalia pari a 0 indica un anno in linea con la media di riferimento, un valore di anomalia positivo o negativo indica rispettivamente un eccesso o un deficit più o meno elevati rispetto al valore normale (Mercalli et al., 2003, 2006).

Disponendo di numerose serie storiche nell'ultimo quarantennio, le elaborazioni sono state effettuate sulla base del periodo di riferimento 1976-2005 e in alcuni casi 1961-1990.

Fig. 1
Confronto fra i codici di osservazione delle valanghe utilizzati fino al 1994 e quelli in uso.

1980 - 1994		1995 - 2010	
GRUPPO	L4	GRUPPO	L1
Codice		Codice	
0	Nessuna valanga	0	Nessuna valanga
1	Singole valanghe di piccola mole, senza danni	1	Piccole valanghe spontanee (scaricamenti)
2	Singole valanghe di grande mole, senza danni	2	Valanghe spontanee di media grandezza
3	Singole valanghe di grande mole, con danni alle cose	3	Molte valanghe spontanee di media grandezza
4	Parecchie piccole valanghe, senza danni	4	Singole grandi valanghe spontanee
5	Parecchie piccole valanghe con danni alle cose	5	Numerose grandi valanghe spontanee
6	Parecchie valanghe di grande mole, senza danni		
7	Parecchie valanghe di grande mole, con danni alle cose		
GRUPPO	L1	GRUPPO	L2
Codice		Codice	
0	Nessuna valanga	0	Nessuna valanga
1	Valanga a lastroni di neve di superficie	1	Valanga a lastroni di neve di superficie
2	Valanga di lastroni di neve di fondo	2	Valanga di lastroni di neve di fondo
3	Valanghe di neve a debole coesione di superficie	3	Valanghe di neve a debole coesione di superficie
4	Valanghe di neve a debole coesione di fondo	4	Valanghe di neve a debole coesione di fondo
5	I due tipi di valanghe di neve di superficie	5	I due tipi di valanghe di neve di superficie
6	I due tipi di valanghe di neve di fondo	6	I due tipi di valanghe di neve di fondo
7			
GRUPPO L4 1980 - 1994		Corrispondente codice 1995 - 2010 del gruppo L1	
	Nessuna valanga	=	0
	Singole valanghe di piccola mole, senza danni	=	1
	Singole valanghe di grande mole, senza danni	=	4
	Singole valanghe di grande mole, con danni alle cose	=	4
	Parecchie piccole valanghe, senza danni	=	1
	Parecchie piccole valanghe con danni alle cose	=	1
	Parecchie valanghe di grande mole, senza danni	=	5
	Parecchie valanghe di grande mole, con danni alle cose	=	5
<i>Le valanghe di medie dimensioni (Codici 2 e 3) non trovano nessuna corrispondenza con il codice in uso prima del 1994</i>			
GRUPPO L1 1980 - 1994		=	GRUPPO L2 1995 - 2010



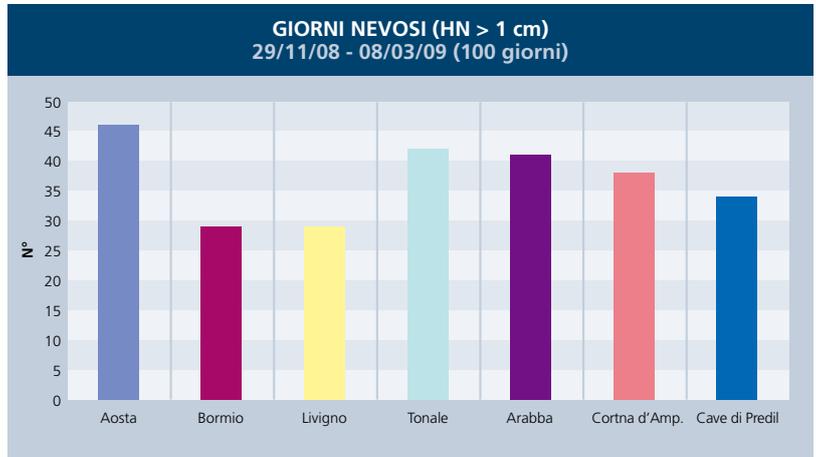
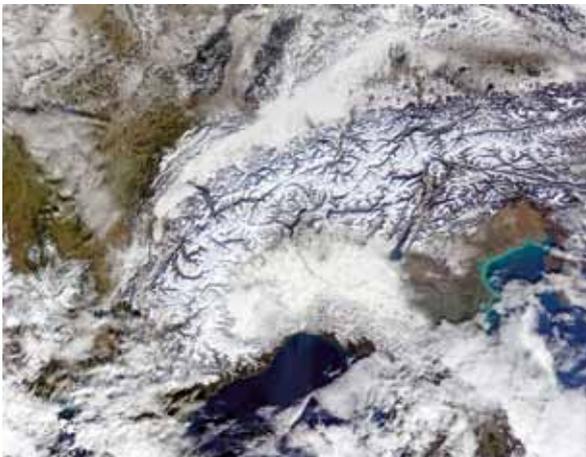
A sinistra, fig. 2
Immagine Modis
del 5 dicembre 2008,
dopo il primo episodio
nevoso (da [http://
rapidfire.sci.gsfc.nasa.
gov/subsets/?subset
=AERONET_Ispra](http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov/subsets/?subset=AERONET_Ispra)).

A destra, fig. 3
Immagine Modis
del 13 marzo 2009. Dopo
le nevicate di inizio mese,
inizia la prima fase di
ablazione della neve alle
basse quote.



A sinistra, fig. 4
Immagine Modis
del 7 Aprile 2009.
E' ben visibile la neve
della nevicata di fine
marzo.

A destra, fig. 5
Immagine Modis
del 26 dicembre 2008.
E' ben visibile la nevicata
nella pianura veneta.



Inoltre, per definire gli eventi eccezionali (estremi o rari), è stato determinato il 0.10 e il 0.90 percentile rispetto al periodo di riferimento. Gli scarti medi che si collocano oltre tali soglie sono stati considerati eventi rari (IPCC, 2001). Sono stati considerati come valori rientranti nella variabilità media quelli situati fra il 1° e il 3° quartile (25% e 75%). Gli scarti medi che si collocano all'interno del 1° quartile e del 3° quartile, fino al 0.10 e 0.90 percentile, sono stati definiti eventi al di fuori della norma. Tale metodologia

è stata utilizzata per la sua semplicità e per omogeneità con i lavori precedenti (Valt et al., 2005, 2008, 2009a).

BREVE ANDAMENTO METEOROLOGICO

La stagione invernale è stata caratterizzata da una decina di episodi nevosi, dal quadro sinottico molto simile con frequenti saccature atlantiche in approfondimento dalle Isole Britanniche o sul vicino Atlantico. Gli eventi nevosi più importanti della stagione invernale sono stati:

- dal 3 al 7 novembre
- dal 12 al 13 novembre
- dal 28 novembre al 3 dicembre (Fig. 2)
- dal 10 al 17 di dicembre
- dal 19 al 22 gennaio
- dal 31 gennaio al 3 febbraio
- dal 6 al 10 febbraio
- dal 4 al 6 di marzo (Fig. 3)
- dal 28 al 29 marzo (Fig. 4)
- dal 16 al 17 aprile
- dal 28 al 29 aprile.

Alcuni episodi hanno determinato la com-

Sopra a sinistra, fig. 6
Immagine Modis
del 29 gennaio 2009 con
la pianura padana ancora
ben innevata fino oltre
Milano.

Sopra a destra, fig. 7
Giorni di precipitazione
nevosa nel periodo
29 novembre 2008 -
8 marzo 2009 in alcune
località delle Alpi.

parza della neve anche a bassa quota. (Pifferetti, 2009) (Fig. 5 e 6): ad esempio a Milano, il 6 di gennaio 2009 sono caduti 40 cm di neve, la quinta nevicata dal 1940 ad oggi dopo gli 82 cm del febbraio 1947, i 75 di gennaio 1985, i 63 del gennaio 1954 e i 40 cm del gennaio 2006.

NEVOSITÀ

Caratteri generali

La stagione invernale 2009 è stata, su tutto il versante meridionale delle Alpi, ad eccezione della cresta di confine verso il Brennero, una delle più nevose dal 1930

ad oggi. In quasi tutte le località dell'arco alpino la neve ha superato i valori medi di riferimento (1976-2005) e in molti casi ha raggiunto gli spessori osservati nella stagione del 1951, storicamente la più nevosa dal 1930.

Neve fresca

Il periodo 29 novembre 2008 - 8 marzo 2009 (100 giorni) è stato caratterizzato da un continuo incremento degli spessori del manto nevoso, rallentato solo da un assestamento nella seconda metà del mese di febbraio.

In questo periodo le giornate caratterizzate da precipitazioni nevose sono state molte, soprattutto nei settori occidentali (oltre 45 ad Aosta) e orientali (oltre 40 ad Arabba), come si può vedere nella figura 7.

La stagione invernale è stata proprio contraddistinta dalle abbondanti precipitazioni fino alla prima decade del mese di marzo e poi da una diminuzione generale delle precipitazioni.

I valori cumulati raggruppati per mese e suddivisi in Alpi occidentali, centrali e orientali, evidenziano ancor più tale andamento, specie nel settore centro orientale del versante meridionale delle Alpi (Fig. 8).

Il mese di novembre è stato abbondantemente nevoso in tutti e tre i settori, come, ancor più il mese di dicembre.

Le maggiori precipitazioni nevose in Piemonte e Valle d'Aosta del 14-17 dicembre 2009, rispetto alla Lombardia e al resto delle Alpi, sono evidenziate dai quantitativi finali del mese rispetto alle altre 2 aree. Nelle Alpi occidentali, il mese di dicembre è stato 3 volte più nevoso della

Fig. 8
Andamento della precipitazione nevosa mensile rispetto ai valori medi nelle Alpi meridionali.

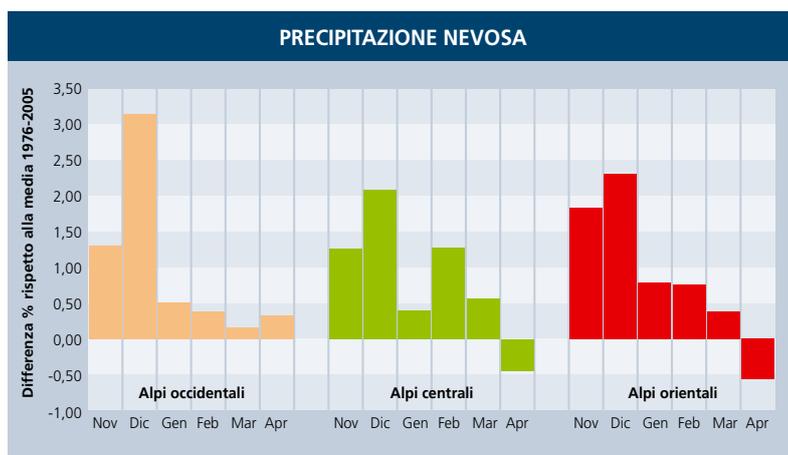
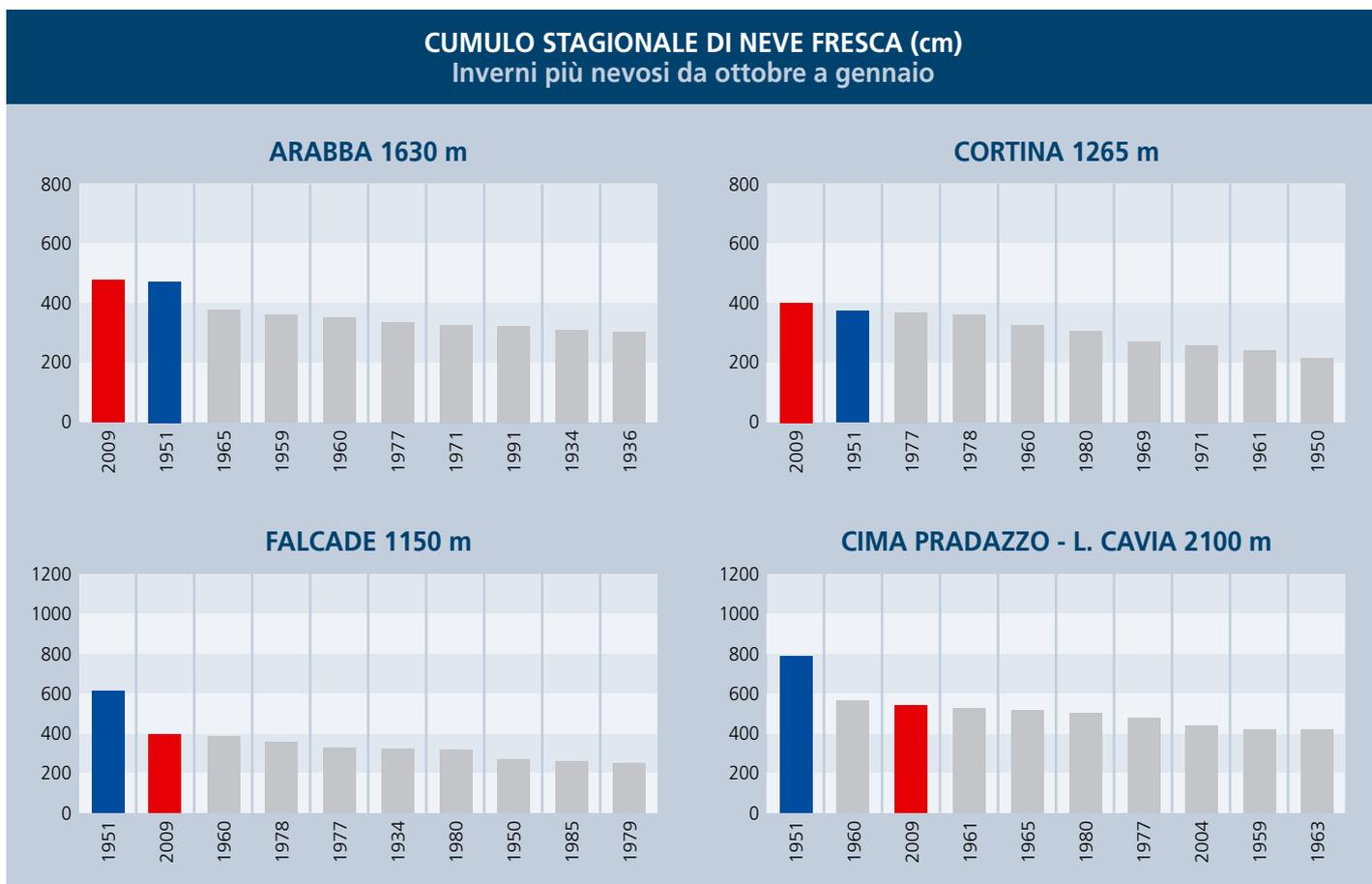
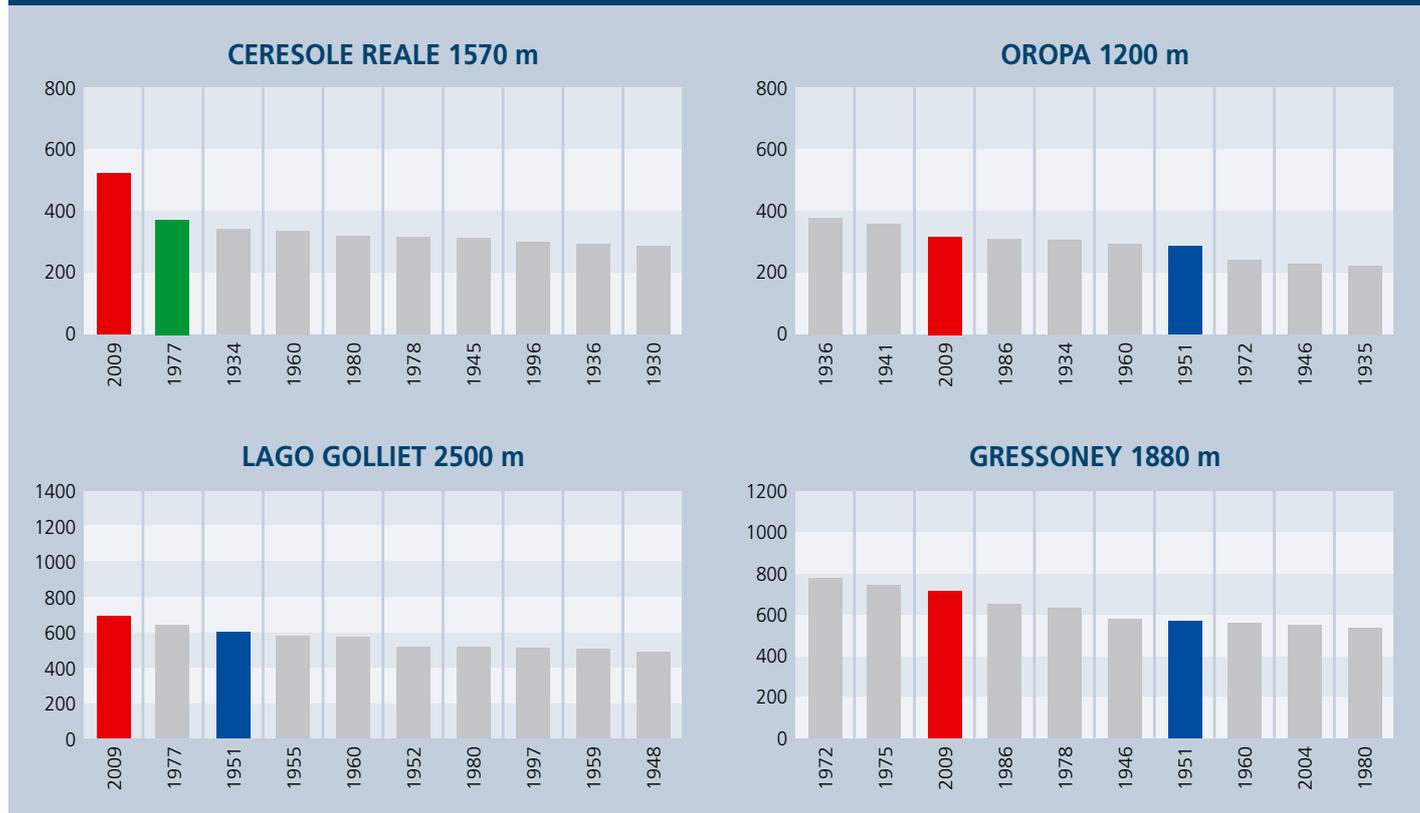


Fig. 9
Cumulo della precipitazione nevosa nel periodo ottobre - gennaio per alcune stazioni delle Dolomiti (Alpi orientali) e confronto con gli inverni più nevosi dal 1930 ad oggi (Lago di Cavia dal 1949).



CUMULO STAGIONALE DI NEVE FRESCA (cm) Inverni più nevosi da ottobre a gennaio



media, rispetto alle 2 volte e poco più degli altri 2 settori. Nelle Alpi occidentali, il resto dell'inverno è trascorso con apporti nevosi leggermente superiori alla media. Nelle Alpi centrali spicca la nevosità del mese di febbraio e la scarsità di neve dei mesi aprile, mentre nelle settore orientale, i mesi di gennaio e febbraio si equivalgono e aprile, come nel settore centrale, ha degli apporti di neve fresca della metà rispetto alla media.

Nel settore orientale delle Alpi e più precisamente nelle Dolomiti, alla fine della stagione invernale, il cumulo stagionale di neve fresca è stato secondo in molte stazioni al solo inverno del 1951, seguito dal 1960 e dagli inverni della seconda metà degli anni '70 (Fig. 9).

Nel settore occidentale, Canavese e Valle d'Aosta, l'inverno 2008 - 2009 è in molte stazioni fra i 5 inverni più nevosi dal 1930 (Fig. 10). Nel settore occidentale, non spicca come nelle Alpi orientali un inverno sugli altri come 1951: l'inverno del 1972, del 1936, del 1951 e della seconda metà degli anni '70 sono diversamente nevosi a seconda della zona.

Altezza neve al suolo

Le abbondanti precipitazioni di fine novembre e del mese di dicembre hanno determinato la formazione di un manto nevoso consistente e che poi ha continuato ad incrementarsi nel corso dell'inverno in molte aree delle Alpi.

I valori medi mensili della neve al suolo evidenziano nel settore occidentale degli spessori, di molto superiori alla media del trentennio 1961- 90 (Fig. 11), ma molto simili a quelle dell'inverno del 1951. Nel settore orientale delle Alpi gli spessori medi mensili sono invece notevolmente superiori in molti casi anche al 1951 (Fig. 11 e 12). L'andamento della neve nella parte centrale dell'inverno è stato variabile, come sono state anche le precipitazioni nevose, mentre appare evidente in tutte le stazioni una rapida ablazione primaverile. La mancanza di precipitazioni significative nel mese di aprile, eccetto per l'episodio della seconda decade e il clima mite della prima metà del mese e poi di maggio, hanno favorito una accelerata ablazione della neve che era presente ancora con spessori importanti su tutto

l'arco alpino. Questa fusione è stata più rapida di molti altri inverni nevosi.

RISORSA IDRICA NIVALE

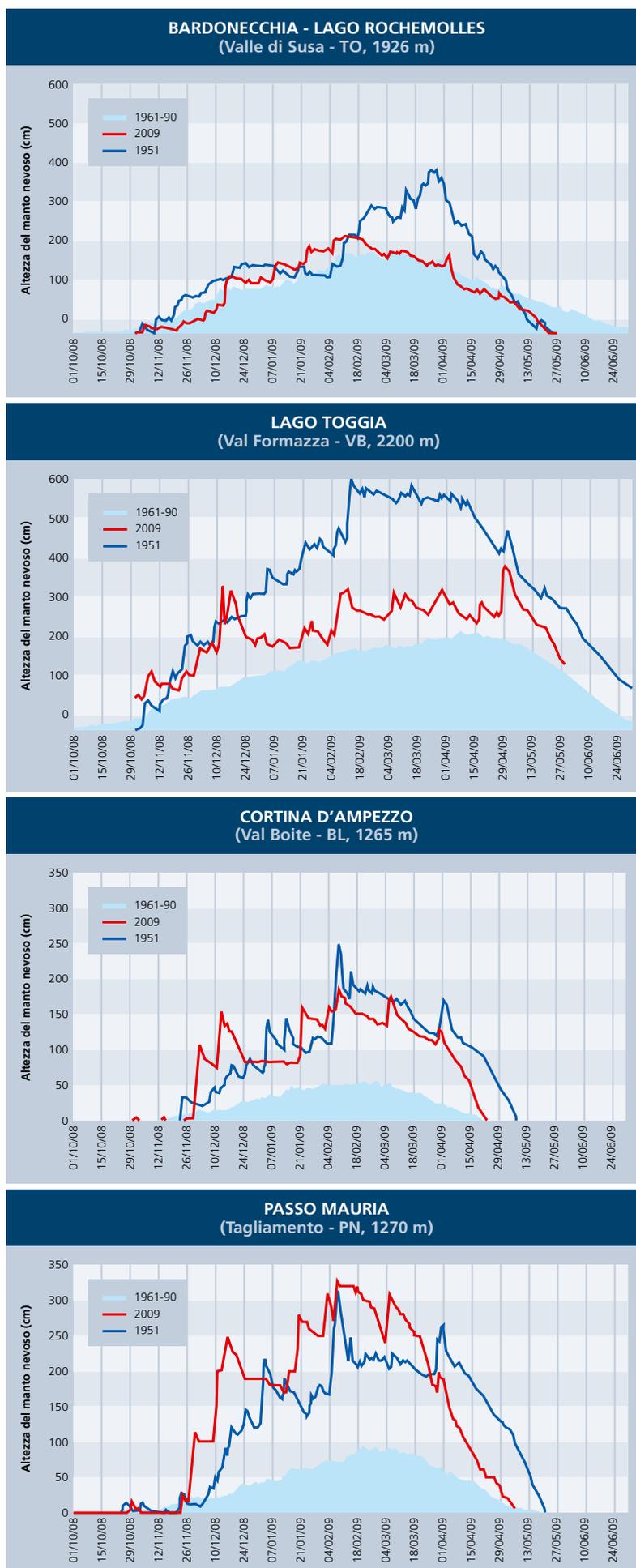
Su tutto l'arco alpino i notevoli spessori di neve sono stati, nella primavera - estate 2009, una eccezionale risorsa idrica nivale.

L'ablazione primaverile è stata però molto accelerata se confrontata con altri inverni recenti, quali ad esempio il 2006 e il 2004. Nelle stazioni prese come campione i valori medi di fusione giornaliera del manto nevoso, nei mesi di aprile e maggio, sono di norma di 2-5 cm al giorno. In questa stagione il manto nevoso ha evidenziato per molti giorni una ablazione di 5-8 cm e, rispetto alla stagione 2006 considerata nella norma e alla nevosa 2004, più giorni con una ablazione superiore agli 8 cm e anche di 15 cm giornalieri (Fig. 13).

Questa rapida fusione è stata favorita, dalle miti temperature di aprile e maggio e dalla ridotta precipitazione nevosa (Fig. 8).

Fig. 10
Cumulo della precipitazione nevosa nel periodo ottobre - gennaio per alcune stazioni del Canavese (Alpi occidentali) e confronto con gli inverni più nevosi dal 1930 ad oggi.

Fig. 11
 Altezza neve in 4 stazioni
 significative dell'arco
 alpino meridionale.
 Nei grafici è riportato
 il valore giornaliero
 dell'inverno del 1951
 e del 2009 e il valore
 medio del periodo
 1961-90.



Di conseguenza, specie lungo i pendii al sole e a tutte le quote, l'estensione della copertura nevosa è andata rapidamente riducendosi. Solo lungo i pendii in ombra e nelle zone di deposito della neve delle valanghe, la neve è rimasta più a lungo e anche durante l'estate.

Nel bellunese, ad esempio, alla fine di luglio erano ancora presenti relitti nevosi di valanghe a 600 m di quota.

Questa situazione è ben visibile con le immagini fornite dai satelliti di ultima generazione. Infatti confrontando le immagini del satellite MODIS, riprese nell'ultima decade del mese di maggio 2009 con quelle del 2004, si può osservare come su tutto l'arco alpino la copertura nevosa del 2009 sia notevolmente ridotta rispetto a quella del 2004 (Fig. 14).

SAI INDEX DELLA STAGIONE INVERNALE PER L'ARCO ALPINO MERIDIONALE

Per descrivere in maniera oggettiva l'andamento della stagione è stato utilizzato l'Indice di Anomalia Standardizzato (SAI Index) che permette di confrontare dati di stazioni ubicate a quote diverse e anche con serie storiche diversamente lunghe. Il parametro nivologico considerato per tale elaborazione è stato il cumulo stagionale di neve fresca e sono state utilizzate 70 e più stazioni distribuite in modo omogeneo, arealmente e per quota, sull'arco alpino. Il valore ricavato per la stagione 2009 è il secondo valore dal 1930 ad oggi dopo il 1951 (Fig.15). Come per il 1951 e il 1960, il picco di nevosità appare come singolo evento e non all'interno di una sequenza di inverni nevosi come negli anni '70 per gli inverni 1977 e 1978 o negli anni '80 per l'inverno del 1986. Proprio il 1986, è stato l'ultimo inverno recente a superare la soglia del 90 percentile e quindi di evento estremo o raro per nevosità, mentre dal 2000 ad oggi, sono stati ben 3 gli inverni estremamente avari di neve (2002, 2003 e 2007) e precedentemente occorre andar indietro nel tempo fino al 1949.

Il SAI Index elaborato per i 3 settori delle Alpi, evidenzia che la scorsa stagione invernale è stata la più nevosa dal 1930 nel settore occidentale (Fig. 16), superiore anche al 1951; nel settore centrale (Fig.17), dove sono però disponibili meno serie storiche, la stagione invernale 2009 viene subito dopo il 1936 e il 1951 nell'ordine e precedete il 1977; nel settore orientale l'indice (Fig.18) è uguale a quello del 1978 e viene dopo il 1951. Nelle Alpi orientali il 1951 ha l'indice più elevato rispetto agli altri settori e il 1936 non risulta così anomalo rispetto alle Alpi occidentali e centrali, pur essendo un evento raro.

VALANGHE OSSERVATE

L'attività valanghiva dell'inverno è stata molto intensa e importante soprattutto nel mese di dicembre. Era dall'inverno 1987 che non venivano così diffusamente minacciati dal pericolo di valanghe centri abitati o singole case come ad esempio a Ceresole Reale (TO) nelle Alpi occidentali, a Lizzola (BG) in quelle centrali o a Voltago Agordino (BL) in quelle orientali. Sono stati diversi i piani di evacuazione attuati, molti anche i paesi isolati per lunghi periodi e, in singole casi, le valanghe hanno travolto abitazioni, per fortuna precedentemente evacuate. Le vie di comunicazione, non solo quelle in quota, sono state pesantemente interessate dalla attività valanghiva condizionando non poco sull'economia montana. Da dicembre alla fine di aprile sono state ben 25 le giornate in cui, in almeno una stazione delle 225 stazioni di osservazione giornaliera (Mod 1 AINEVA) sul versante meridionale delle Alpi, Alto Adige escluso, sono state osservate numerose grandi valanghe. Il periodo più critico è stato durante e subito dopo le intense nevicate di dicembre, dall'11 al 19 di dicembre, quando quasi in tutti i giorni, sono state osservate numerose grandi valanghe su tutto l'arco alpino. Considerando tutte le stazioni, le segnalazioni di grandi valanghe, sono state nell'ultima stagione invernale il 5% del totale contro l'1-2% delle 3 stagioni invernali precedenti (Fig 19).

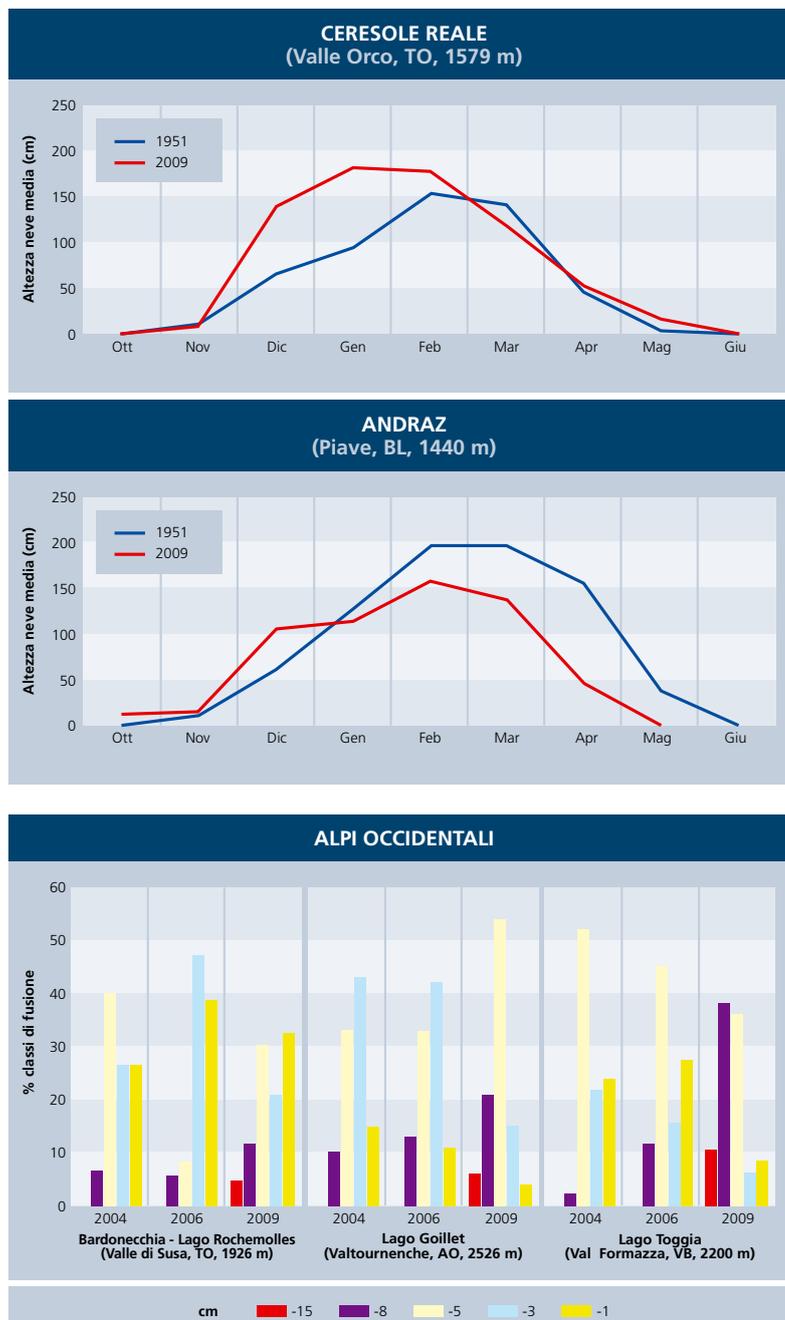


Fig. 12
Altezza media mensile di 2 stazioni significative delle Alpi ubicate intorno ai 1500 m di quota. In queste 2 stazioni lo spessore medio della neve al suolo del mese di dicembre è maggiore nella stagione 2009 che in quella del 1951.

Fig. 13
Ablazione del manto nevoso calcolato nel periodo aprile - maggio per 3 stazioni dell'arco alpino occidentale. Sono raffigurati i risultati di 3 stagioni invernali: la 2004 estremamente nevosa, la 2006 normale e la stagione 2009.

Per quanto riguarda tutta l'attività valanghiva, negli inverni 2006, 2007, 2008, le giornate con segnalazioni di valanghe sono state rispettivamente l'11%, il 7% e 11% del totale, mentre nell'ultima stagione invernale sono state il 22% del totale.

Analizzando i dati relativi all'attività valanghiva osservata in 6 stazioni rappresentative delle Alpi centro-orientali e precisamente Passo Tonale, Paneveggio, Arabba, Piancavallo, Forni di Sopra e, Cave del Predil nel periodo 1980 - 2009, risalta nettamente l'intensità dell'attività valanghiva naturale della stagione passata (Fig. 20).

Nel grafico di figura 20, dove le osservazioni sono rappresentate come scarto percentuale dal valore medio delle 6 stazioni, si nota che l'attività valanghiva va di pari passo con la nevosità della stagione invernale.

Infatti in figura 20 è riportato in alto il valore dell'indice SAI tratto dalla figura 15 e alcune osservazioni dell'attività valanghiva: le giornate con valanghe e le valanghe di superficie hanno lo stesso andamento del SAI, mentre invece le valanghe a debole coesione e quelle di fondo sembrano seguire regole leggermente diverse; differente invece è l'andamento

Fig. 14
Confronto tra immagine MODIS del 24/05/2004 e 24/05/2009. Si noti come l'estensione della copertura nevosa sia notevolmente ridotta nel 2009. La composizione falsi colori selezionata (RGB=267) evidenzia le aree coperte da neve con i toni rossi.

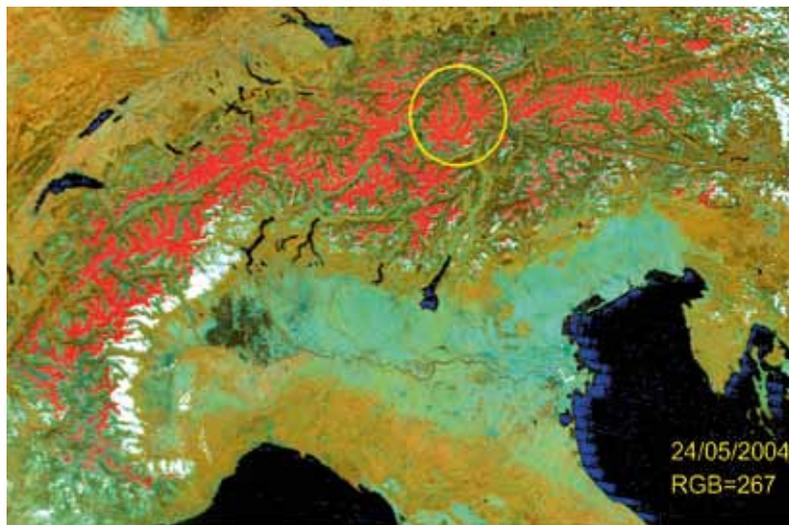
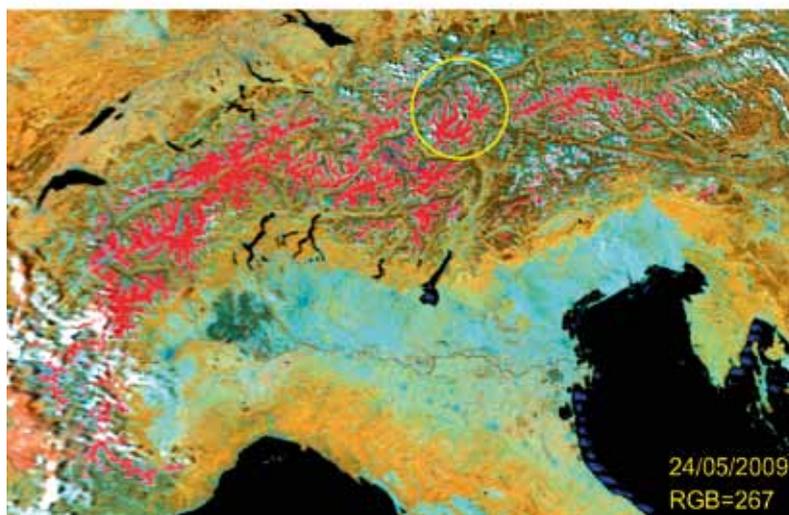


Fig. 15
SAI Index del cumulo stagionale di neve fresca determinato per tutte le Alpi meridionali. Le stazioni elaborate sono oltre 80 delle quali 72 dell'ultima stagione.

Fig. 16
SAI Index del cumulo stagionale di neve fresca determinato per le Alpi occidentali. Le stazioni elaborate sono oltre 30.

Fig. 17
SAI Index del cumulo stagionale di neve fresca determinato per le Alpi centrali. Le stazioni elaborate sono oltre 25.

Fig. 18
SAI Index del cumulo stagionale di neve fresca determinato per le Alpi orientali. Le stazioni elaborate sono oltre 30.



per le valanghe a lastroni, le quali non sembrano seguire l'andamento delle precipitazioni ma piuttosto altri fattori come, molto probabilmente, la frequenza di episodi ventosi durante l'inverno.

L'inverno 2009 ha avuto molte giornate con valanghe, più del 2001 e del 2004 i quali però sono stati inversamente nevosi fra loro.

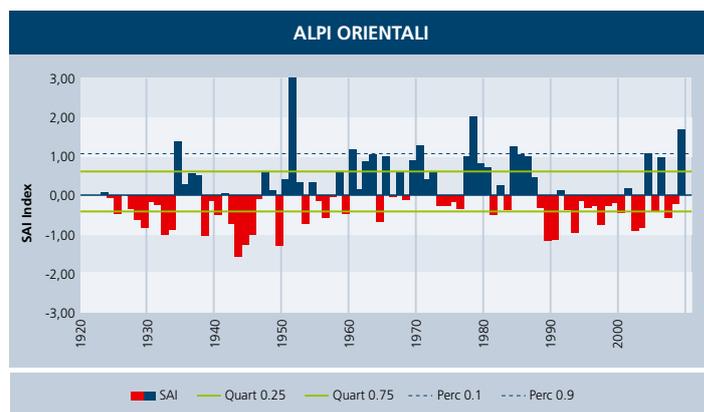
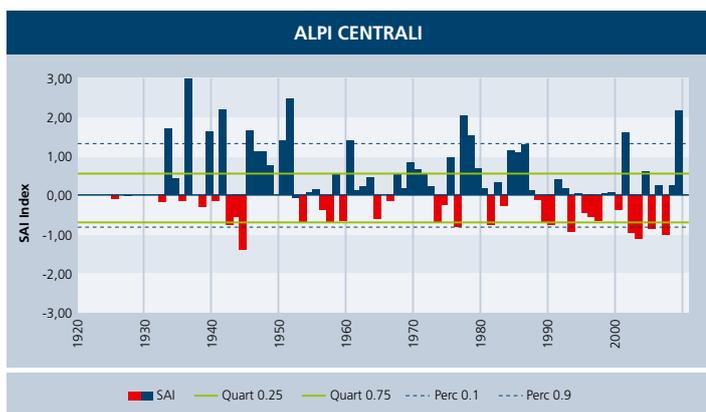
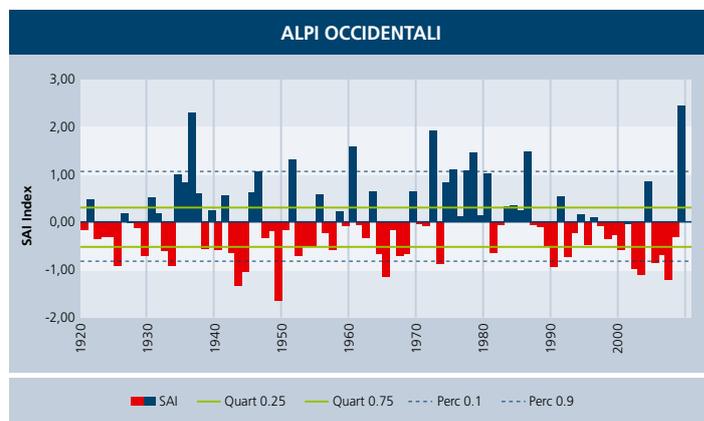
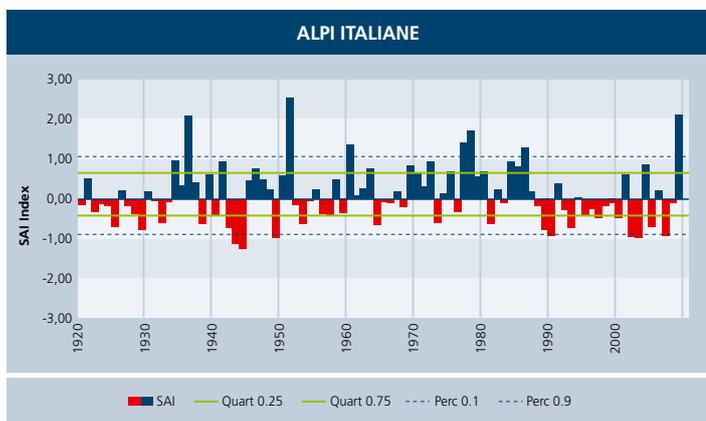
Le valanghe di superficie osservate rispetto alla media, sono state molte come negli inverni 2001 e 2004 mentre le valanghe di fondo, caratteristiche soprattutto all'inizio dell'inverno, sono state spiccatamente più numerose del 2001 del 2004.

Altri inverni con numerose valanghe di fondo sono stati il 1992 e il 1998, inverni caratterizzati da una nevosità nella norma (Fig. 15).

Infine la stagione è stata caratterizzata da molte valanghe a lastroni come il 1992 e con un andamento, negli ultimi 10 anni, paragonabile alle valanghe di fondo.

INCIDENTI DA VALANGA

Sebbene la stagione invernale sia stata caratterizzata da un eccezionale inneva-



mento, non ci sono stati in proporzione tanti incidenti da valanga.

Ad esempio, come si può osservare in Fig. 21, nelle nevose stagioni invernali 1977 e 1978 ci furono molte vittime da valanga, ma non proporzionalmente altrettante come negli inverni nevosi del 1986 o del 2009.

In antitesi, negli inverni poco nevosi del 1988 e 1991, o recentemente del 2003, le vittime sono state più della media (Fig. 21).

Tuttavia, in inverni nevosi sussiste una correlazione abbastanza buona con gli incidenti lungo le vie di comunicazione (Fig. 22), sia su strade aperte che su strade chiuse per pericolo di valanghe (in questo caso sono stati interessati gli addetti allo sgombero della neve).

Gli incidenti sulle strade, nella stagione 2009, sono stati una decina, concentrati soprattutto nei mesi di dicembre e gennaio (Fig. 23).

Per quanto riguarda le attività sportive al di fuori delle aree controllate, sono avvenuti i soliti incidenti da valanga.

E' da rilevare come nei mesi caratterizzati da frequenti episodi nevosi, dicembre e gennaio, gli incidenti sono stati relativamente pochi, concentrati soprattutto nei periodi di bel tempo e nei fine settimana. Nel mese di febbraio, caratterizzato da tempo discreto, gli incidenti da valanga sono aumentati e diventati più frequenti e hanno interessato tutte le categorie degli escursionisti.

Nel mese di aprile, caratterizzato da un importante assestamento e ablazione della neve, gli incidenti sono stati minori mentre le nevicate di fine aprile hanno innescato i tragici incidenti di inizio maggio.

Pertanto si può affermare con una ragionevole conferma dai dati, che non sempre ad una stagione molto nevosa corrisponde una stagione intensa come incidenti da valanga, anche perché gli starti deboli molto spesso rimangono profondi e non vengono sollecitati dal sovraccarico degli sciatori.

Nei periodi maggiormente nevosi e per-

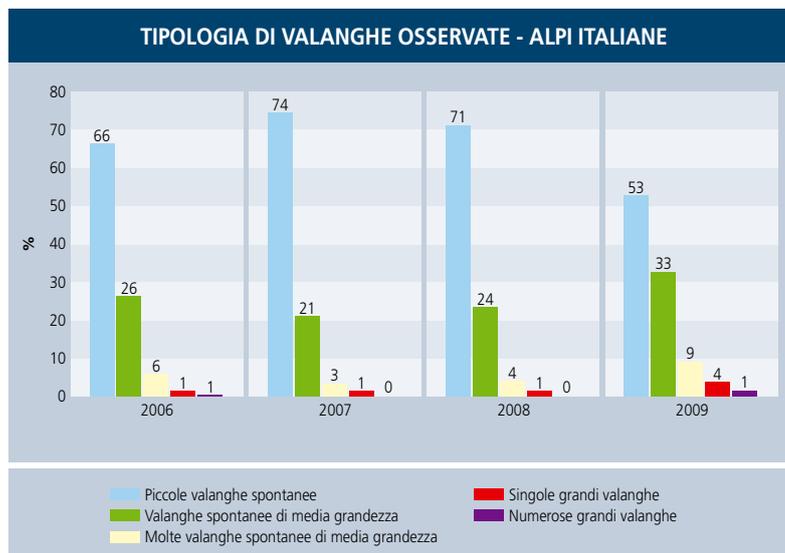


Fig. 19
Tipologia di valanghe osservate espresse come % del totale nelle ultime 4 stagioni invernali in Italia. Le stazioni nivometeorologiche tradizionali sono oltre 250.

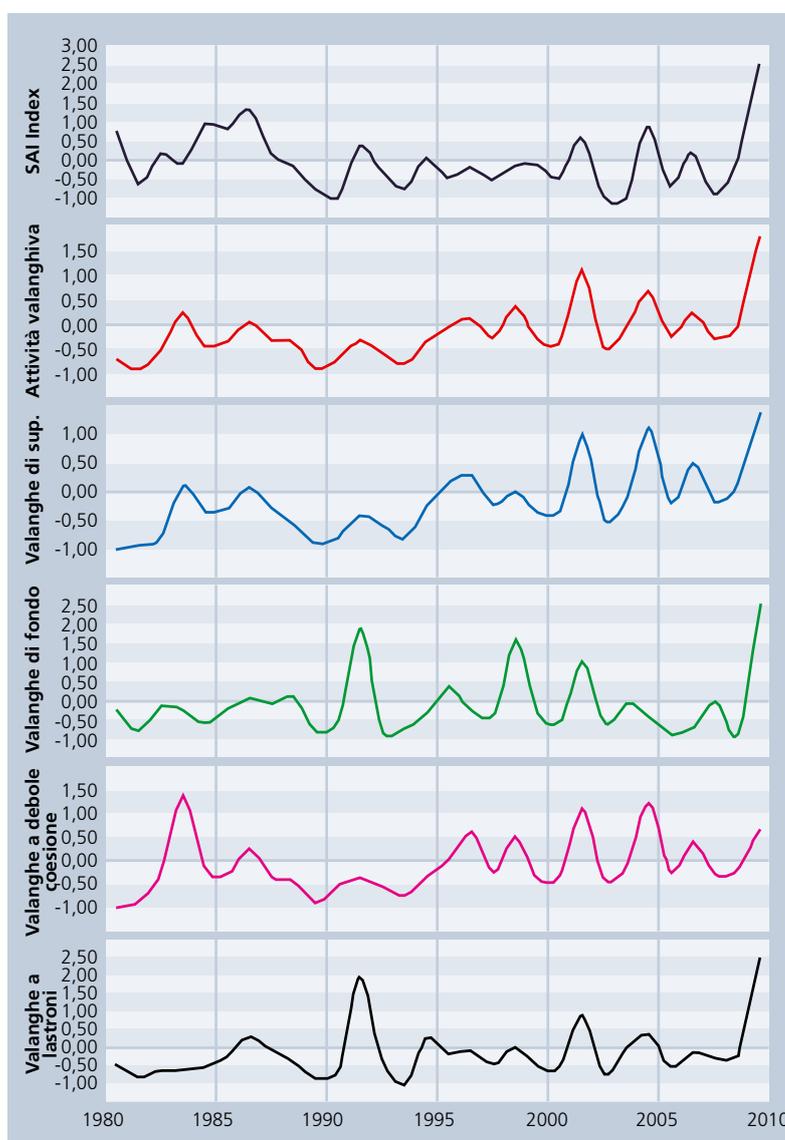


Fig. 20
Analisi dei dati di osservazione dell'attività valanghiva nelle Alpi orientali. In alto il valore del SAI Index estrapolato dalla figura 17. Le varie osservazioni sono espresse come scarto dal valore medio calcolato sulle 6 stazioni rappresentative.

turbati il pericolo viene maggiormente captato dagli escursionisti per evidenza degli eventi meteorologici oppure, come capitato in questo inverno, le vie di accesso agli impianti sono chiuse.

GRADO DI PERICOLO VALANGHE

La stagione invernale è stata caratterizzata da 7 giornate con grado di pericolo 5 - molto forte in almeno delle 47 micro-

Fig. 21
Andamento della
nevosità espressa come
SAI Index del cumulo
stagionale di neve fresca
e del numero di vittime
da valanga.

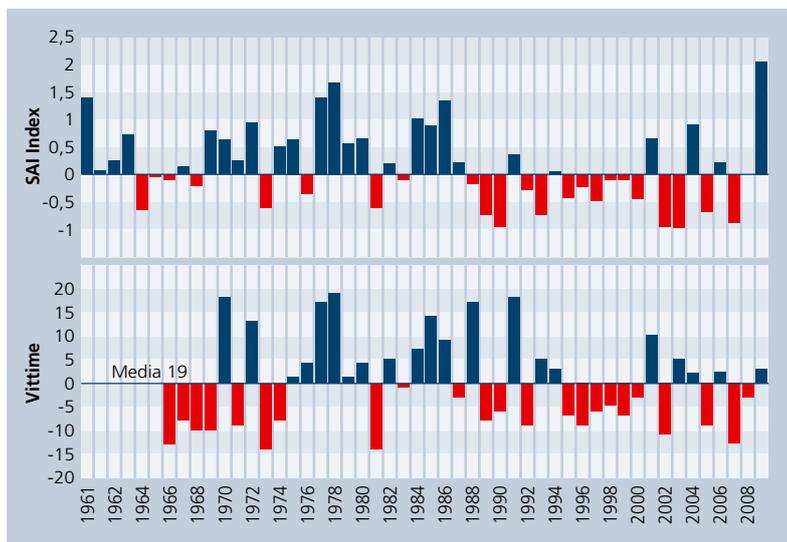


Fig. 22
Incidenti da valanga
lungo le vie di
comunicazione e
nevosità invernale
espresso come SAI
index.



Fig. 23
Incidenti da valanga
nella stagione
invernale 2009. Sono
raffigurati gli incidenti
da valanga lungo le
vie di comunicazione
tutte le altre categorie
raggruppate assieme.

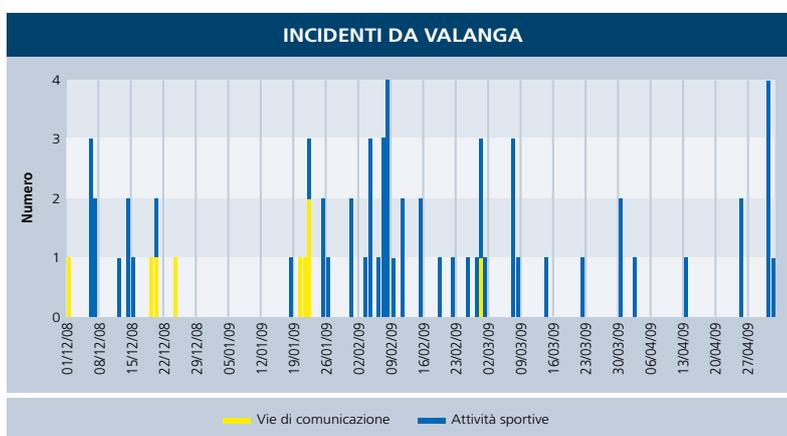
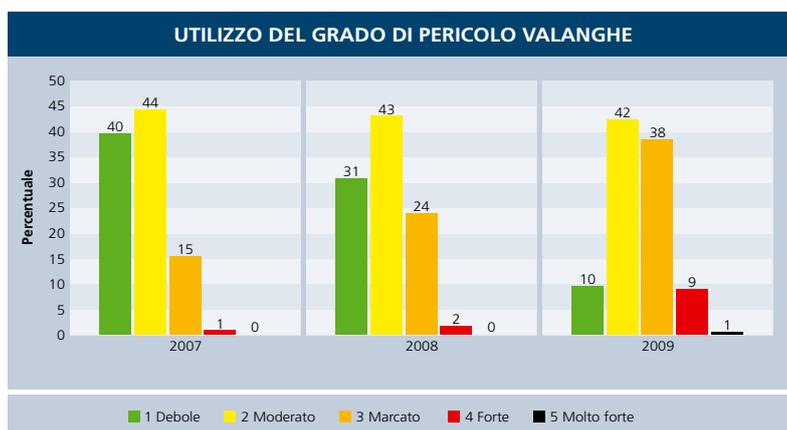


Fig. 24
Percentuale di utilizzo
del grado di pericolo sul
versante sud delle Alpi
nelle ultime 3 stagioni
invernali.
Il valore percentuale è
calcolato raggruppando
le 47 microaree alpine e
prealpine.



aree climatiche delle Alpi e precisamente:

- a) il 1 di dicembre 2008 nel Gruppo dell'Ortles (BZ) ;
- b) il 15 e il 16 dicembre 2008 nelle Alpi Graie Settentrionali (AO), Alpi Pennine Occidentali (AO), Valle d'Aosta Centrale (AO) e in Piemonte nelle Alpi Cozie, Alpi Graie, Alpi Lepontine (solo il giorno 16), Liguri, Alpi Marittime (16), Alpi Pennine
- c) il 18 dicembre 2008 in Piemonte nelle Alpi Cozie, Alpi Lepontine, Alpi Liguri, Alpi Marittime, Alpi Pennine;
- d) il 19 dicembre 2008: Alpi Graie, Alpi Lepontine, Alpi Liguri, Alpi Marittime, Alpi Pennine;
- e) e il 24 - 25 gennaio 2009 nelle Alpi Graie Settentrionali (AO).

Nella stagione invernale 2009 le giornate con grado di pericolo 5 - molto forte sono state in totale poco meno dell'1%, con grado di pericolo 4 - forte il 9%, con grado 3 - marcato il 38%, con grado 2 moderato il 42% e solo il 10% con grado di pericolo debole (Fig. 24).

In Figura 27 è riassunto l'uso percentuale del grado di pericolo per ogni regione nella stagione 2009 dalla quale si evince che nelle Alpi occidentali è stato maggiormente utilizzato il grado 3- marcato, nelle Alpi centrali c'è una equivalenza per i gradi 2 e 3 mentre nelle Alpi orientali è stato utilizzato, malgrado l'abbondante innevamento, prevalentemente il grado 2- moderato (Fig. 25).

Questo andamento geografico rispecchia anche l'andamento regionale del SAI index, come rappresentato il figura 15, dove la maggior nevosità è espressa per le Alpi di occidente.

Sempre con riferimento al SAI Index della stagione invernale (Fig. 15), le ultime 3 stagioni invernali sono state rispettivamente avere di neve (2007), nella media (2008) e estremamente nevosa (2009). Anche l'uso del grado di pericolo nei bollettini evidenzia questo andamento degli inverni, con l'88% delle giornate con grado 1 e 2 nel 2007, il 74% nel 2008 e nel 2009, e una percentuale alta pari all' 83% delle giornate ma con grado di pericolo 2 e 3 (Fig.26).

CONCLUSIONI

Lo straordinario inverno del 2009 ha messo a dura prova le popolazioni alpine per la sua eccezionale nevosità che lo pone al secondo posto dopo lo storico 1951.

L'inverno è stato più nevoso nelle Alpi occidentali, rispetto a quelli centrali e orientali, dove è stato raggiunto più volte il grado di pericolo 5 molto forte.

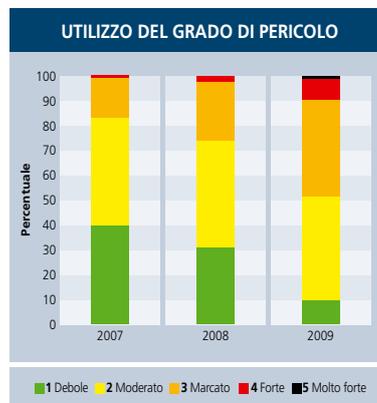
Le abbondanti precipitazioni di dicembre

hanno determinato la formazione di un importante manto nevoso, con spessori medi al suolo in molte zone superiori a quelli misurati nel 1951 causando, specie nelle Alpi orientali, criticità di carico sulle costruzioni (Valt, 2009c).

Nei periodi delle nevicate ci sono stati più incidenti da valanghe lungo le vie di comunicazione rispetto alle attività del tempo libero che hanno avuto la loro criticità nei

periodi di tempo stabile come febbraio e marzo. Infine in primavera l'ablazione del manto nevoso è stata molto rapida come è stato possibile verificare anche con le immagini da satellite.

PERCENTUALE DI UTILIZZO							
	TO	AO	MI	TN	BZ	VE	UD
1 DEBOLE	5	0	4	10	9	24	16
2 MODERATO	33	28	44	47	47	42	51
3 MARCATO	49	63	44	33	38	26	24
4 FORTE	12	7	8	10	6	9	9
5 MOLTO FORTE	2	1	0	0	0	0	0



A sinistra, fig. 25 Stagione invernale 2009. Utilizzo del grado di pericolo valanghe nelle diverse regioni aderenti all'AINEVA. Il valore è espresso come percentuale di utilizzo raggruppando, per ogni regione, tutte le microaree climatiche.

A destra, fig. 26 Percentuale di utilizzo del grado di pericolo sul versante sud delle Alpi nelle ultime 3 stagioni invernali. Il valore percentuale è calcolato raggruppando le 47 microaree alpine e prealpine.

Bibliografia

- Cagnati A. (2003). Sistemi di Misura e metodi di osservazione nivometeorologici. AINEVA, Trento, 186 pp.
- Cianfarra P., Salvini F., Valt M. (2009). Monitoring the spatio-temporal evolution of the snow cover in the eastern Alps from MODIS data. Geophysical Research Abstracts, Vol. 11, EGU2009-8703, 2009 EGU General Assembly 2009
- Giuffrida A. e M.Conte. (1989). Variations climatiques en Italie: tendencies des temperatures et des precipitations. Publ. Ass. Int. Climatologie, 2. 209-216.
- Mercalli L., D.Cat Berro, S.Montuschi, C.Castellano, M.Ratti, G. Di Napoli, G.Mortara e N.Guindani. (2003) Atlante climatico della Valle d'Aosta. Regione Autonoma Valle d'Aosta. Aosta, 405 pp.
- Mercalli L., Cat Berro D. (2006) - Climi, acque e ghiacciai tra Gran Paradiso e Canavese. SMS, Bussoleno. 756 + XII pp.
- Pifferetti (2009). Neve in val padana. Neve e Valanghe, 67, in press
- Valt M., Cagnati A., Crepez A. e Marigo G. (2005). Neve sulle Alpi Neve e Valanghe, 56, 24-31
- Valt M., Cagnati A., Crepez A. e Cat Berro D. (2008). Variazioni recenti del manto nevoso sul versante meridionale delle Alpi. Neve e Valanghe, 63, 46-57
- Valt M., Cianfarra P., Moro D., Zasso R. (2009a). Recent snow cover variations and avalanche activities in the Southern Alps. ISSW 2009. In press
- Valt M., Chiambretti I., Zasso R. (2009b). 1985 - 2009 twenty-five years of avalanche accidents in Italy. ISSW 2009. In press
- Valt M. (2009c). Carichi della neve sulle costruzioni. Neve e Valanghe, 67, 38-47

Si ringrazia per la collaborazione:

- C.V.A. S.p.A. Compagnia Valdostana delle Acque, Direzione Dighe, Bacini, Traverse, Condotte - Linea Sicurezza Opere Idrauliche Via Stazione, 30 - 11024 Châtillon (AO).
- Enel S.p.A. - Divisione Generazione e Energy Management -Area Energie Rinnovabili - Ingegneria Civile Idraulica. Unità di Idrologia .Via Torino 14 - 30172 Mestre Venezia
- Regione Autonoma Valle d'Aosta. Direzione assetto idrogeologico dei bacini montani. Ufficio neve e valanghe. Aosta
- Marco Cordola, ARPA Piemonte, Area, Previsione e Monitoraggio Ambientale. C.so Unione Sovietica, 216, 10134 Torino
- Regione Autonoma Valle d'Aosta, Assessorato Territorio, Ambiente e Opere Pubbliche, Direzione Tutela del Territorio - Ufficio Neve e Valanghe, Località Amérique, 33/a, 11020 Quart (AO)
- Alfredo Praolini, Flavio Berbenni, ARPA Lombardia, Centro Nivometeorologico, Via Monte Confinale, 9, 23032 Bormio (SO)
- Nicola Paoli, Provincia Autonoma di Trento, Dipartimento Protezione Civile, Ufficio Previsioni e Organizzazione, Via Vannetti, 41, 38100 Trento
- Fabio Gheser, Provincia Autonoma di Bolzano, Ufficio Idrografico, Servizio Prevenzione Valanghe e Servizio Meteorologico, Via Mendola, 33, 39100 Bolzano
- Daniele Moro, Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia, D.C.R.A.N.F.M Servizio Territorio Rurale e Irrigazione , 33100 Udine
- Giuseppe Crepez, Renato Zasso, Anselmo Cagnati, Bruno Renon, Andrea Crepez, Gianni Marigo, ARPA Veneto, DRST Centro Valanghe di Arabba, Via Arabba - Pradat, 5, 32020 Livinallongo del Col di Lana (BL)
- Gianmarco Eggiatti. Veneto, DRST- U.O. Rete Idrografica Regionale. Mestre (VE)
- Marco Pifferetti, Albinea, Reggio Emilia
- Daniele Cat Berro, Società Meteorologica Italiana, Castello Borello,10053 Bussoleno (TO)



NEVE in PIANURA PADANA

Marco Pifferetti
Albinea, Reggio Emilia
marcopiff@libero.it

La stagione invernale 2008- 2009 è stata particolarmente nevosa sia sull'arco Alpino (Valt e Cianfarra, 2009) che sull'Appennino (Pecci, 2009).

Nella pianura padana, la neve è comparsa una decina di volte, determinando in alcuni casi notevoli disagi alla circolazione urbana e extraurbana. Gli accumuli maggiori di neve sono stati misurati nella parte nord occidentale della pianura Padana, nella regione del Piemonte. Di particolare intensità è stata ad esempio la nevicata dell'Epifania a Milano con un accumulo di circa 40 cm di neve fresca, quinto valore negli ultimi 70 anni dopo il febbraio 1947 (82 cm), il gennaio 1985 (75 cm), il gennaio 1954 (63 cm) e il gennaio 2006 (40 cm). Nel presente lavoro, viene tracciato un breve riassunto degli episodi nevosi che hanno interessato la pianura padana nell'inverno 2008 – 2009.





LA NEVE IN PIANURA PADANA NELL'INVERNO 2008 - 2009

Diversi episodi si sono succeduti nel corso della stagione fredda tra il 24 novembre 2008 e il 13 febbraio 2009.

Il 24 novembre 2008 la prima neve cade

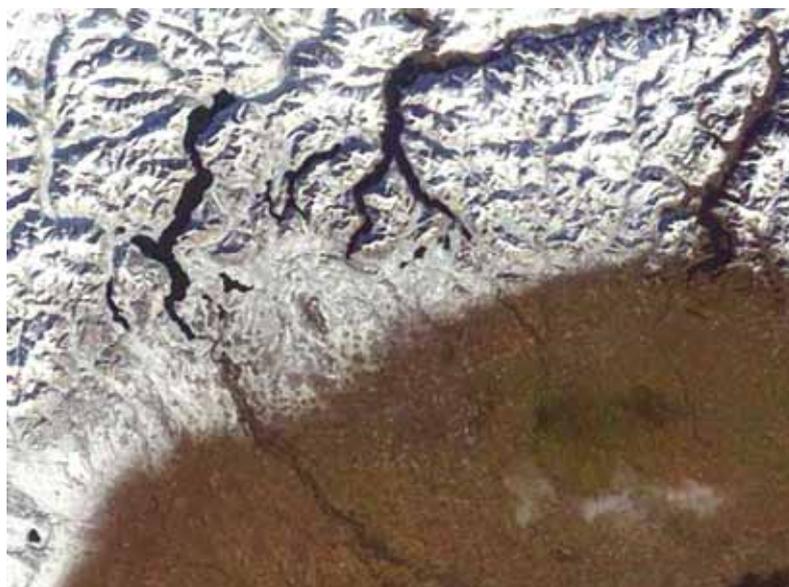
sulla pianura padana nord occidentale e in Emilia, portando i massimi accumuli intorno ai 20 cm sulla pianura pedemontana della provincia di Parma e 12 cm a Parma città. Replica già il 28 novembre con nevicate estese su buona parte dell'area padana veneta, con massimi accumuli su basso alessandrino e artigiano con spessori massimi di oltre 60 cm in prossimità di Ovada (AL), e 30 cm a Tortona, 25 ad Asti e 20 a Piacenza per fare alcuni esempi. In occasione dell'episodio perturbato a cavallo dei mesi di novembre e dicembre il primo dicembre deboli nevicate interessano la parte più settentrionale della pianura lombarda.

Il 10 dicembre 2008 una intensa perturbazione riesce a riportare la neve in pianura, nonostante l'assenza di aria fredda al suolo, e non è solo la pianura padana nord occidentale a vedere la nuova abbondante nevicata, ma anche il fondovalle dell'Adige dove si registrano accumuli di neve fresca intorno ai 40 cm sia a Trento che a Bolzano.

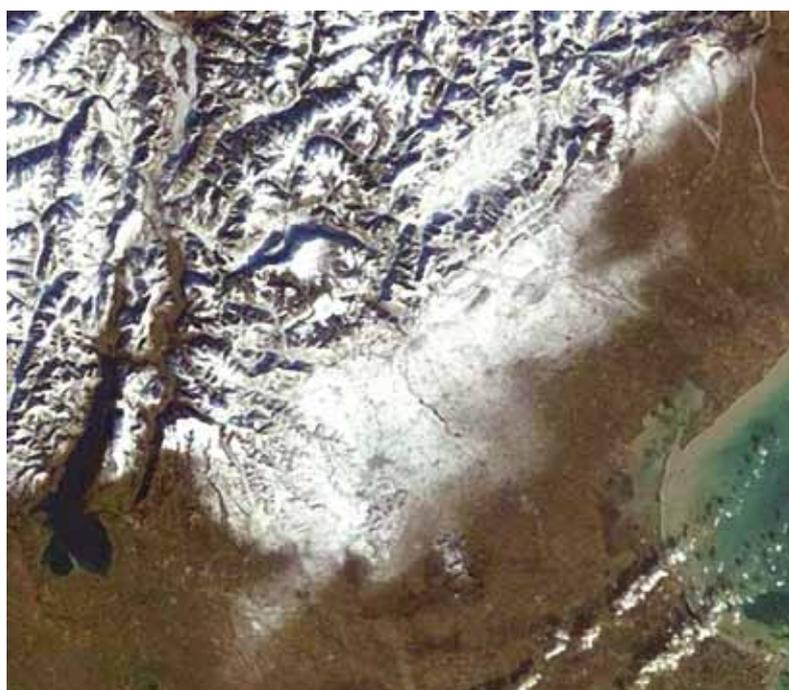
Il quinto episodio di precipitazione fino in pianura è del 25-26 dicembre 2008 e interessa ancora Piemonte e Lombardia, ma limitatamente alla fascia pedemontana; nevicata anche nel vicentino e nel veneziano con accumuli di rilievo sulla pedemontana, 10 cm a Schio (Fig 1 e 2). La nevicata di Capodanno, 31 dicembre - 1 gennaio, interessa particolarmente la bassa bresciana con accumuli intorno ai 15 cm e il Veneto dove imbianca fino alla costa: circa 10 cm a Treviso e Mestre, 4 cm di neve anche nella poco nevosa Verona. Le neve torna in modo massiccio per l'Epifania con abbondanti precipitazioni tra il 6 e il 7 gennaio, nella parte nord occidentale della pianura Padana ma anche nella zona centrale dove si misurano, 40 cm a Milano, oltre 50 nel Pavase, 35 cm ad Alessandria (Fig. 3 e 4).

L'ottavo episodio è del 24 gennaio 2009 quando un evento localizzato interessa la pianura pedemontana tra Modena e Parma con accumuli superiori a 10 cm nel reggiano, mentre appena più a nord della Via Emilia, piove abbondantemente. L'evento fra il giorno 1 e il 2 febbraio 2009

*Fig. 1
Particolare
dell'immagine MODIS
del 26 dicembre
2008. Si può notare
l'innevamento fino
a bassa quota nella
zona di laghi delle Alpi
centrali.*



*Fig. 2
Particolare
dell'immagine MODIS
del 26 dicembre
2008. Si può notare
l'innevamento fino
a bassa quota nella
pedemontana veneta.*



apporta oltre 20 cm di neve fresca nel basso alessandrino e nel varesotto. Il decimo e ultimo episodio nevoso è della notte tra il 12 e il 13 febbraio e interessa in modo localizzato la Romagna, con alcuni cm di neve tra l'Appennino, Faenza, Forlì e la costa cervese.

ALCUNI DATI RIASSUNTIVI

I periodi perturbati determinano degli accumuli stagionali di neve fresca importanti per la pianura Padana.

In generale gli apporti sono stati di:

- oltre 250 cm tra Cuneo e Mondovì
- tra 150 e 250 cm nel basso Alessandrino
- oltre 150 cm nelle Valli Varesine
- oltre 100 cm dall'Astigiano alla pedemontana piacentina
- oltre 100 cm sul fondovalle dell'Adige tra Trento e Bolzano

Il quadro completo è riassunto in Fig. 5 dove è rappresentata la carta degli accumuli in pianura Padana realizzata sulla base di circa 250 stazioni di rilevamento ufficiali e amatoriali.

CONCLUSIONI

Decisamente sotto media gli eventi nevosi sull'Emilia orientale e la Romagna, particolarmente sulla fascia costiera, dove si sono avute solo fugaci apparizioni.

Il fatto che spesso le cadute di neve siano avvenute con temperature al limite fra pioggia/neve, risulta evidente dai minori accumuli occorsi lungo le sponde dei laghi prealpini dove è bastato un piccolo scarto termico per trasformare, spesso, la neve in pioggia o per determinare comunque minori accumuli al suolo.

Eccezionali accumuli nevosi si sono riscontrati invece su tutto l'Appennino settentrionale dove si sono manifestati numerosi fenomeni valanghivi a fine stagione e dove a inizio luglio permanevano ancora tracce di neve.

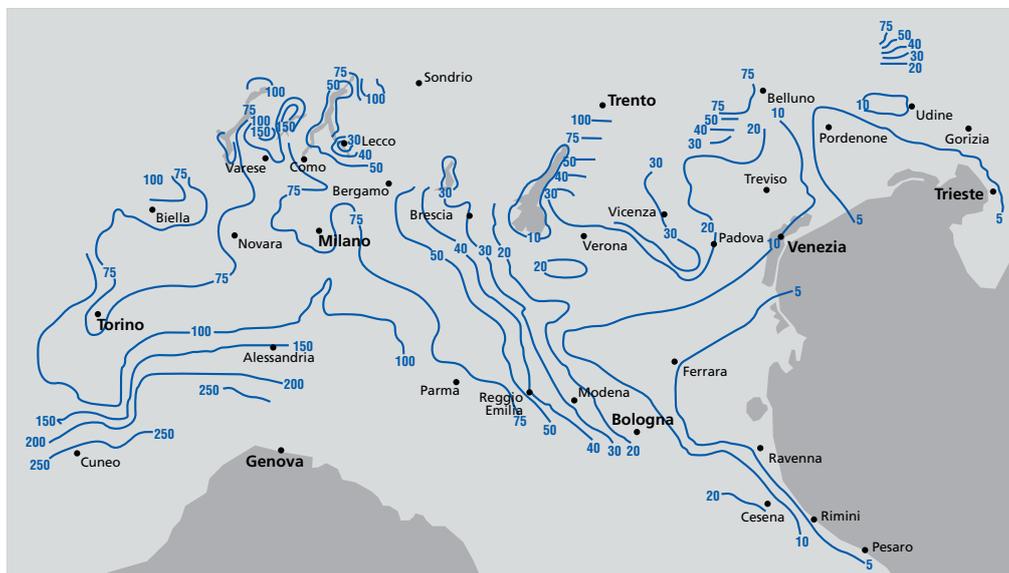
La stazione meteorologica di Castelnovo Monti (RE) a quota 770 m ha rilevato un accumulo di 143 cm, il Passo del Cerreto (RE) m 1261 ha visto un accumulo stagionale di 301 cm.



Fig. 3 e 4
Immagine MODIS del 9 gennaio 2009. Innevamento della pianura Padana. Si possono nettamente distinguere le principali città.



Fig. 5
Carta di innnevamento della pianura Padana relativa all'inverno 2008-2009



Bibliografia

- Valt M. e Cianfarra P. (2009). Lo straordinario inverno del 2008-2009. Neve e Valanghe, 67, 4-15
- Pecci M. (2009). Neve e sabbia sull'Appennino centrale. Neve e Valanghe, 67, 20-27



NEVE e SABBIA in APPENNINO CENTRALE

**Quadro nivo-meteorologico generale
e risposta del manto nevoso,
caratterizzato dall'alternanza di neviccate
e sciroccate nell'inverno 2008-2009**

Massimo Pecci
EIM (Ente Italiano della Montagna)
massimo.pecci@eim.gov.it

La stagione invernale 2008–2009 potrà essere ricordata come “normale” per gli Appennini, dopo numerosi inverni caratterizzati da anomalie di quantità e di distribuzione di precipitazioni sul versante tirrenico ed adriatico, in quanto, a fronte di temperature nella norma se non addirittura di poco più elevate delle medie stagionali, ha comportato, invece, numerosi ed abbondanti eventi di precipitazione in entrambi i versanti e a tutte le latitudini, con un'equilibrata suddivisione nello scacchiere centro-mediterraneo tra risalite sciroccali dai quadranti meridionali e incursioni fredde da Nord e da Est.

La stagione sciistica si sarebbe potuta concludere nel migliore dei modi, con una “Pasqua sugli sci”, se il sisma che ha interessato l'Aquilano la notte del 6 aprile 2009, non avesse funestato i centri abitati e sciistici più rinomati ed attivi della zona.



INTRODUZIONE

Il panorama meteorologico è stato caratterizzato già dalla fine della stagione autunnale (in particolare a partire dall'ultima decade di novembre), dall'azione di due attori principali, che nella loro dinamica a scala sinottica hanno condizionato in maniera significativa l'intera stagione invernale, caratterizzata, sin dall'inizio, da copiose precipitazioni.

Si è trattato, in particolare, della prevalenza di una ciclo-genesi tirrenica, legata ad una circolazione atlantica con frequenti inversioni bariche alle alte latitudini, dove la depressione dell'Islanda ha più volte lasciato il campo ad aree di alta pressione. Nella tabella di Fig. 1 è riportato un quadro dell'evoluzione meteorologica invernale nell'area dell'Appennino Centrale, con indicati i giorni di osservazione, la situazione generale, nonché le condizioni per i settori orientali e occidentali anche in termini di spessore del manto nevoso al suolo (su base settimanale), utilizzando, in questo caso, i valori minimi e massimi per stazioni a 1500 m slm di quota, ottenuti integrando i dati pubblicati su Internet dal Servizio Meteomont (<http://www.sian.it/infoMeteo/>), da www.aineva.it, da www.skinfo.it e da www.appennino.it.

I valori in colore blu evidenziano condizioni termiche favorevoli al metamorfismo da gradiente elevato (costruttivo), mentre quelli in colore rosso evidenziano condizioni di isoterma, favorevoli al metamorfismo da basso gradiente (distruttivo) in presenza di temperature negative, oppure favorevoli al metamorfismo da fusione e rigelo in presenza di alternanze cicliche di temperature positive e negative, che si sono evidenziate sia alla scala temporale giornaliera, sia pluri-giornaliera, in quanto legate alla presenza della circolazione a grande scala. La tabella è, infine, corredata da un campo di note dove sono segnalate le informazioni più interessanti, compresi i distacchi più significativi e dove sono stati riportati, anche, i dati di neve relativi alla stazione di Prati di Tivo, scelta perché in posizione centrale dal punto di vista geografico e perché dotata di una webcam (oltre ad essere un'area di

studi di dettaglio da oltre un quinquennio da parte dell'EIM), e pubblicati sul sito www.pratiditivo.it.

Più che negli anni precedenti, il motivo dominante della passata stagione invernale in Appennino centrale è stato il succedersi di scioccate e incursioni fredde che, sistematicamente, hanno creato all'interno del manto nevoso l'alternanza di strati in condizioni di metamorfismo da gradiente intermedio, separati da croste da fusione e rigelo, che sono evoluti verso una crescita cinetica, soprattutto sui versanti settentrionali, o verso condizioni di isoterma, soprattutto su quelli meridionali, a seconda della persistenza dei due tipi di circolazione che li hanno generati. Ne è derivata una generale dinamicità nell'evoluzione del manto nevoso, che ha comportato il frequente distacco di valanghe di fondo, anche nelle prime fasi della stagione invernale (legate principalmente al sovraccarico dei versanti operato dalle ingenti precipitazioni causate dalle avvezioni fredde nord-orientali, seguite da repentini rialzi termici, come si può apprezzare dalle precoci valanghe a lastroni di fondo nel comprensorio di Prati di Tivo, in concomitanza dell'inizio dell'anno nuovo a fronte di spessori complessivi del manto di circa 2 m).

Nel corso dell'inverno non sono stati fatti rilievi settimanali sistematici e rappresentativi per l'area centro-appenninica, come è avvenuto nel corso dei precedenti inverni nel già ricordato comprensorio di Prati di Tivo (D'Aquila & Pecci, 2006; Pecci et alii, 2006; Pecci et alii, 2008); sono, però, stati effettuati numerosi rilievi "spot" nel corso della stagione invernale e in diverse località dell'Appennino Centrale, con lo scopo di caratterizzare, anche dal punto di vista ambientale, l'evoluzione del manto nevoso stagionale.

Dal punto di vista applicativo e della prevenzione, i risultati dei rilievi, insieme alle informazioni sintetiche sull'evoluzione nivo-meteorologica riportate in tabella 1, hanno permesso, anche, di valutare "a tavolino" la sicurezza delle uscite pratiche del corso di sci-alpinismo, tenuto nel

corso dell'inverno dalla scuola "Franco Alletto" del CAI di Roma.

L'EVOLUZIONE DELLA NEVE AL SUOLO

L'autunno 2008 ha portato, almeno nella prima parte e fino alla fine di novembre, poche precipitazioni nevose, in un regime che, sin dalle fasi più precoci, ha messo in evidenza una forte impronta ed influenza atlantica.

La prima forte nevicata si è verificata a cavallo di novembre e dicembre, in coincidenza del primo forte richiamo di correnti meridionali, ed ha apportato uno spessore variabile tra una decina di cm e 1 m circa a quote superiori ai 1500 m su entrambi i versanti.

Una circolazione come quella appena descritta si è replicata in maniera significativa almeno 4 volte nel corso della prima parte dell'inverno, sino alla fine di gennaio 2009, vale a dire in quello che dovrebbe esserne il periodo più freddo. Hanno fatto eccezione una depressione di provenienza orientale, con fredde correnti di "Burian" nei giorni a cavallo di Natale e una ciclogenesi nord tirrenica nei giorni a cavallo dell'Epifania.

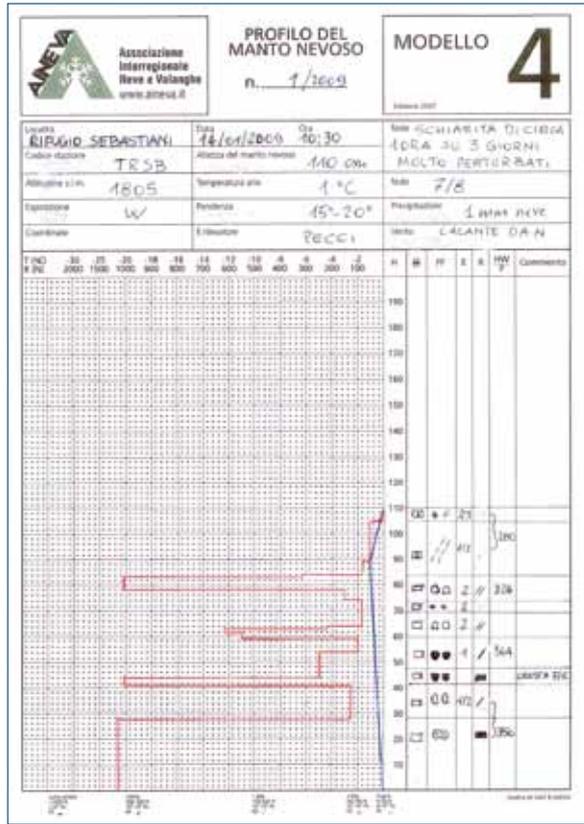
La condizione del manto nevoso è ben rappresentata dal profilo del manto nevoso e dalla relativa foto (Figg 2 e 3), realizzati il 14 gennaio nel comprensorio del Monte Terminillo (massima elevazione dei Monti Reatini, sul versante occidentale dell'Appennino Centrale, in provincia di Rieti) presso il Rifugio "Angelo Sebastiani" del CAI di Rieti, che evidenzia gli strati relativi ad almeno 4 precipitazioni precedenti a quella in atto, caratterizzate da fenomeni di fusione e rigelo e conseguente formazione di croste, strato di fondo compreso.

Il contesto nivo-meteorologico descritto è confermato, anche, dalle condizioni di isoterma prossime a 0°C (molto rare per la quota e la stagione), dalla mancanza di cristalli da crescita cinetica e dalla deposizione di numerose sahariane (Fig. 4). Lo strato più superficiale ha generato numerose valanghe di neve asciutta a debo-

GIORNI/MESE	SITUAZIONE GENERALE	APPENNINO CENTRO-OCCIDENTALE	ALTEZZA NEVE (cm)	APPENNINO CENTRO-ORIENTALE	ALTEZZA NEVE (cm)	NOTE (in particolare a Prati di Tivo - VE)
Novembre 2008	alternanza di alta pressione e depressioni atlantiche	assenza di neve	0-10	poca neve oltre i 2500 m	0-10	-
27-1 Dicembre	circolazione atlantica con richiamo di scirocco	abbondanti nevicate sopra i 1300 m (anche di 1 m in quota)	10-100	abbondanti nevicate sopra i 1200 m	10 - 80	-
1-3 Dicembre	transizione al centro nord e mal tempo al sud	variabile	-	variabile	-	-
4-6 Dicembre	perturbazione atlantica con richiamo di scirocco	copiose nevicate su tutti i settori dell'Appennino (neve umida) rischio valanghe relativo	5 - 150	copiose nevicate su tutti i settori dell'Appennino (neve umida) rischio valanghe relativo	10 - 200	rischio valanghe in aumento
7-9 Dicembre	alta pressione sul centro nord	Variabile, sul bello	-	Variabile, sul bello	-	-
10-12 Dicembre	circolazione depressionaria sul mar Tirreno con scirocco e bora	forti nevicate oltre i 1300 m	-	forti nevicate oltre i 1500 m	-	(onda di piena a Roma il 12 nella notte)
13-14 Dicembre	transizione al centro nord e mal tempo al sud	variabile	-	Variabile, migliore	-	-
15-17 Dicembre	circolazione depressionaria sul mar Tirreno con scirocco e bora	nevicate sopra i 1300 m con pericolo valanghe	00 -200	nevicate sopra i 1500 m con pericolo valanghe	0-150	-
18-20 Dicembre	colmamento depressione	-	5 - 200	-	0-130	-
21-24 Dicembre	alta pressione sull'Italia	-	-	-	-	-
25-27 Dicembre	depressione da NE (Burian) in transito sull'Italia	nevicate e metamorfismo da gradiente con attività eolica	30-200	nevicate e metamorfismo da gradiente con attività elica (grado 2-3)	40-150	rischio moderato (2)
28-31 Dicembre	alta pressione temporanea	-	-	-	-	70-120 - 6°
1-2 Gennaio 2009	bassa depressione con richiamo di scirocco	pioggia fino a 1500 m	20-200	neve oltre 1200 m	50-150	-
3 e 4 Gennaio	alta pressione	-	20-200	-	60-160	-
5-8 Gennaio	depressione con richiamo di aria continentale fredda e bassa su golfo di Genova	precipitazioni nevose	80-240	-	80 - 160	2 valanghe a lastroni di fondo a Prati di Tivo
9-12 Gennaio	tregua, con pressione livellata	-	-	-	-	-
13-15 Gennaio	nuova fase perturbata con perturbazioni da Europa centrale e Mediterraneo sud (circolazione africana)	piogge fino a 1800 m e neve umida al di sopra	80 - 240	neve al di sopra dei 1500 m (umida) - grado 2	80-160	rischio moderato; marcato al Terminillo e a Filetino per distacchi di neve a debole coesione
16-18 Gennaio	tregua, con pressione livellata	-	-	-	-	-
19-22 Gennaio	flusso di correnti instabili meridionali	piogge a bassa quota e neve umida	80-180	stazionario	80-160	rischio moderato; marcato al Terminillo-G. Sasso e Simbruini- Ernici, valanga alla Portella
23-28 Gennaio	flusso di correnti atlantiche con abbassamento di temperatura e successiva ciclogenesi (alto m. Tirreno)	precipitazioni deboli (pioggia a bassa quota)	-	precipitazioni deboli (pioggia a bassa quota)	-	-
29-31 Gennaio	alta pressione con temperature miti	-	80-180	-	80-180	valanga a lastroni di fondo a Prati di Tivo con Hneve 60-140
1 - 3 Febbraio	scorrimento di aria fredda in quota su correnti temperate occidentali e poi sciroccali al suolo	precipitazioni intense (neve e poi pioggia a bassa quota)	-	precipitazioni deboli (pioggia a bassa quota)	-	valanga a lastroni fondo a Prati di Tivo con Hneve 60-140
4 - 5 Febbraio	tregua meteorologica	-	-	-	-	nuova valanga a lastroni fondo a Prati di Tivo con Hneve 60-140
6 - 8 Febbraio	fronte atlantico con richiamo di forti venti meridionali; da domenica avvezione fredda	precipitazioni forti (pioggia a media e bassa quota)	80-180	precipitazioni deboli (pioggia a bassa quota)	80-180	grandi valanghe e vittime sulle Alpi
9 Febbraio	tregua meteorologica	-	-	-	-	-
10 - 15 Febbraio	IRRUZIONE GELIDA da nord con neve sui versanti adriatici e al sud Italia	deboli precipitazioni nevose forti venti	80-180	abbondanti nevicate a tutte le quote (120 max in App. marchigiano)	80 250	-
16 - 17 Febbraio	intervallo con aria fredda	-	-	-	-	-
18 - 20 Febbraio	nucleo di aria gelida artica con copiose precipitazioni sui settori centro orientali, minori sugli occidentali	nevicate	80-350	deboli e frequenti nevicate	90-260	-
21 - 23 Febbraio	fase perturbata fredda con precipitazioni deboli sui rilievi appenninici	-	-	-	-	-
24 - 28 Febbraio	rimonta anticiclonica con precipitazioni residue e aria fredda	-	-	-	-	-
1 - 2 Marzo	correnti occidentali con fronti atlantici e richiamo iniziale di scirocco	-	35-145	-	130 (1300 m)	comincia la riduzione del manto nevoso a prati di Tivo per fusione e rigelo
3 - 7 Marzo	fronti atlantici con forti venti freschi (perturbazione sul centro Italia)	deboli nevicate, dopo pioggia	60 - 190	deboli nevicate, dopo pioggia	80 - 180	Hneve a Prati di Tivo: 80-100
8 - 10 Marzo	Tregua, con pressione in risalita	-	-	-	-	-
10 - 11 Marzo	passaggio di un veloce fronte	debolissime nevicate	-	deboli nevicate	-	-
12 - 15 Marzo	pressione in rialzo, livellata	-	80 - 215	-	110-250	Prati di Tivo: 70 - 100
15 - 18 Marzo	pressione livellata con impulsi freschi da nord est	-	-	-	-	-
19 - 21 Marzo	fronte freddo balcanico (da NE)	nevicate e vento	70 - 200	forti nevicate e vento	110-250	allarme valanghe in Appennino centrale (grado 3)
22 - 25 Marzo	tempo in miglioramento, ma variabile	-	-	-	-	Valanga a M. Pratello (31/3); a Prati di Tivo: 85-120
26 - 27 Marzo	tempo buono	rialzo termico con rischio valanghe	70-500	rialzo termico con rischio valanghe	110-250	Hneve a Prati di Tivo: 100-150
28 - 30 Marzo	perturbazione atlantica con richiamo di scirocco	piogge fino a oltre 2000 m e neve umida al di sopra	-	piogge fino a oltre 2000 m e neve umida al di sopra	-	tra il 29 e 30 valanghe di fondo a Prati di Tivo
31 - 5 Aprile	profonda circolazione depressionaria sul mediterraneo con fronti atlantici e richiamo di scirocco	piogge fino a 1700-2000 m	90-650	piogge fino a 1700-2000 m	110-250	2-3 aprile: esteso colamento di neve a Prati di Tivo e valanghe in tutti i settori dell'App.Centr. Prati di Tivo: 60-120
6 - 11 Aprile	correnti occidentali con instabilità marcata, soprattutto pomeridiana, ma tempo discreto	tempo variabile	70-650	tempo variabile	110-250	dopo il terremoto frana-valanga sulla parete E del C. Piccolo e ai Prati di tivo (con Hneve 0-70)

A sinistra, fig. 2

A destra, fig. 3



le coesione, anche di grandi proporzioni e su tutti i versanti.

La prevalenza di correnti e fronti occidentali temperati e talora caldi è continuata per tutto il resto della stagione invernale ed ha avuto due pause significative quando la prima vera avvezione di aria gelida artica si è protratta nel periodo dal 10 al 20 febbraio, apportando forti precipitazioni, soprattutto sul versante adriatico, e forti venti, con conseguente formazione di lastroni da vento e cornici sulle creste e nella settimana immediatamente precedente l'inizio della primavera, durante la quale è prevalsa una circolazione orientale, ancora una volta accompagnata da forte attività eolica in alta montagna.

Le condizioni del manto nevoso della fase finale dell'inverno sono ben rappresentate dal profilo del manto nevoso (Fig. 5) rilevato il 15 febbraio 2009 sul versante meridionale di Pizzo Deta (massima elevazione dei Monti Ernici con una quota di 2041 m s.l.m., sul versante occidentale dell'Appennino Centrale, in provincia di Frosinone), che dopo molti anni ha visto la presenza di un manto nevoso persistente per diversi giorni anche alle quote più basse.

Il manto nevoso, come ben si apprezza dalla relativa foto (Fig. 6), si presenta in condizioni molto favorevoli alla stabilità, con strati addensati da processi intensi e profondi di fusione e rigelo e separati dalle croste di ghiaccio più evidenti; solo lo strato più superficiale e relativo ad una nevicata del giorno precedente è in condizioni di stabilità precaria, che ha provocato distacchi superficiali di neve a debole coesione bagnata, come quello evidenziato nella foto (Fig. 7). Chiusa, meteorologicamente parlando, la stagione invernale, alcuni impulsi più freschi sono stati in grado di provocare altre isolate precipitazioni nevose a inizio e fine aprile, fino anche all'inizio di maggio. In figura è rappresentato il profilo del manto nevoso (Fig. 8) rilevato il 4 maggio 2009 nel comprensorio di Prati di Tivo, ai piedi del versante settentrionale (adriatico) del Gran Sasso d'Italia (in provincia di Teramo), che, insieme alla panoramica del comprensorio (Fig. 9), evidenzia le condizioni di isotermità e di fusione incipiente sullo strato più superficiale e relativo ad una precipitazione della notte precedente, nonché sulla parte residuale del manto.

L'ATTIVITÀ VALANGHIVA

Così come l'evoluzione del manto nevoso ha risentito fortemente dell'alternanza di correnti fresco-umide (apportati di precipitazioni) e sciroccali (tese ad innescare processi di fusione e rigelo, anche con precipitazioni liquide fino a 1800-2000 m), anche la stabilità ne è stata fortemente condizionata, con la prevalenza di distacchi superficiali e di fondo per neve umida, sia a debole coesione sia a lastroni, in corrispondenza dei principali rialzi termici. I processi di crescita cinetica sono rimasti confinati ai versanti settentrionali, che, in alcuni periodi sono stati, anche essi, interessati da parziali fenomeni di precoce metamorfismo da isotermità. Condizioni di freddo e di rischio più elevato (che in Appennino centrale, però, sono state al massimo di grado 3 - "marcato" alle alte quote in presenza di grandi accumuli e significative cornici, se si escludono condizioni locali di accumulo molto forte, dove è salito al grado 4 - "forte", come si è potuto rilevare dai bollettini di previsione neve e valanghe del servizio Meteomont per i settori "Appennino Marchigiano" e "Grandi massicci

*Deposito di sahariana
sul Gran Sasso d'Italia.*



A sinistra, fig. 5

A destra, fig. 6



Appenninici e Appennino Abruzzese”) si sono registrate solo in corrispondenza dei già richiamati impulsi freddi di metà-fine febbraio 2009. Detto ciò, non si deve pensare che l’inverno in Appennino sia stato completamente “tranquillo” e senza problemi, in quanto ci sono state continue e, anche, estese valanghe che hanno interessato soprattutto i comprensori sciistici (causando anche danni economici e di “immagine”) ma, anche, i versanti naturali; diversamente da quanto successo sulle Alpi non hanno provocato vittime ad esse direttamente legate, in quanto le uniche vittime si sono registrate all’inizio della stagione invernale: due sulle Alpi Apuane per fatali scivolate durante il ponte dell’Immacolata 2008 e una il 20 gennaio 2009 alla sella di Monte Aquila al Gran Sasso d’Italia per ipotermia a seguito di una notte all’addiaccio con repentino cambiamento del tempo.

Questi ultimi incidenti, avvenuti a carico di alpinisti ed escursionisti, hanno scatenato, anche, numerose polemiche

sull’istituzione del “numero chiuso” o della patente per chi frequenta la montagna. Sicuramente da segnalare il caso del comprensorio dei Prati di Tivo, che a partire dall’Epifania 2009 ha visto ripetersi più volte (almeno 2 volte a Gennaio: il 18-19 e il 30; un volta dal 3 al 6 febbraio; 2 volte a marzo dal 2-3 al 28-30 e ad aprile in concomitanza con il terremoto) il distacco di valanghe a lastroni di fondo, anche di notevoli spessori, come quella riportata in foto (Fig. 10), relativa all’Epifania, e presente nella fotogallery del sito www.pratiditivo.it.

Il 3 febbraio 2009 è da segnalare nell’Appennino Tosco-emiliano una valanga con un fronte di 250 m che è stata artificialmente provocata a monte della pista “Valcava”, a Le Polle di Riolunato, nel comprensorio del Monte Cimone, con finalità preventive.

Il distacco, però, ha travolto in pieno la cabina di comando dell’impianto provocando un notevole danno economico.

Nel comprensorio sciistico dell’Alto Sangro il 22 marzo 2009 una valanga è stata distaccata da tre sciatori con un fronte di circa 100 metri intorno alle 13 sul “Cucchiaio” del Monte Pratello: fortunatamente l’unico travolto è stato tratto subito in salvo, ma le operazioni di soccorso sono state prolungate a tutta la giornata per il timore che altri sciatori fossero stati travolti. Infine, ma non per questo meno importanti, sono da segnalare molte valanghe con un probabile innesco sismico, che si sono distaccate a seguito dello sciame sismico, culminato con la scossa delle ore 1,32 del 6 Aprile 2006 nella piana dell’Aquila.

Tra queste valanghe “sismo-indotte”, di cui sono state raccolte testimonianze, sono da citare quelle dei primi di aprile nel comprensorio dei Prati di Tivo, la frana-valanga della Parete est del Corno Piccolo, subito a ridosso della scossa principale; nonché le valanghe di fine aprile al Monte Portella e le numerose nel gruppo della Majella.

PIOGGE **Analisi meteo-climatica e nivologica dell'evento** e NEVICATE INTENSE del 14-17 DICEMBRE 2008 in **PIEMONTE**

**Marco Cordola, Elena Turroni,
Maria Cristina Prola, Andrea Berteà,
Milena Zaccagnino, Marco Turco e
Salvatore Martorina**

ARPA Piemonte
Area Previsione e Monitoraggio Ambientale
Via Pio VII, 9 - 10135 Torino

Dopo una settimana di tempo perturbato con ingenti precipitazioni nevose, a partire dalla notte di sabato 13 dicembre fino alla serata di mercoledì 17, precipitazioni intense e diffuse hanno investito il Piemonte, determinando condizioni di criticità sia per fenomeni legati alle copiose nevicate nelle vallate alpine, sia per fenomeni di dissesto idrogeologico nelle pianure.

Nevicate eccezionali hanno apportato complessivamente nel corso dell'evento a 2.000 metri di quota 80-100 cm di neve fresca sulle Alpi Lepontine, 160-180 cm sulle Alpi Pennine, 180-200 cm sulle Alpi Graie, 120-140 cm sulle Alpi Cozie Nord, Liguri e Marittime, 140-160 cm sulle A. Cozie Sud. La persistenza delle precipitazioni con notevole intensità per tre giorni ha determinato su tutti i settori alpini piemontesi un pericolo valanghe elevatissimo, corrispondente al grado 5 - molto forte, il massimo previsto dalla scala europea.

Nel corso delle nevicate e nei giorni successivi numerose valanghe spontanee di neve a debole coesione e a lastroni, frequentemente di grandi dimensioni, hanno interrotto la viabilità principale e secondaria di fondovalle, in particolare nelle vallate alpine comprese tra le Alpi Pennine e le Alpi Marittime. In alcuni casi le valanghe hanno interessato anche centri abitati: in Valle Anzasca a Macugnaga, in Valle Orco a Ceresole Reale, in Val Chisone a Pragelato, in Val Germanasca a Prali, in Val Varaita a Pontechianale e a Bellino. Gli effetti delle valanghe hanno determinato danni alle strutture, fortunatamente senza provocare vittime.



INTRODUZIONE

Nelle giornate del 14-17 dicembre 2008 precipitazioni intense e diffuse hanno investito il Piemonte coinvolgendo tutta la fascia alpina e prealpina della regione, le pianure occidentali ed i rilievi collinari a Sud del Po, determinando condizioni di elevata criticità sui versanti e sulla rete idrografica.

La netta distinzione tra la precipitazione nevosa e quella sotto forma di pioggia ha determinato differenti scenari di criticità in funzione dell'altimetria del territorio: al di sopra degli 800-1000 metri la situazione di criticità si è determinata per l'eccezionale incremento del manto

nevoso, con conseguenti situazioni di isolamento delle valli e imponenti distacchi di valanghe; al di sotto di tale quota le precipitazioni hanno determinato un generalizzato superamento delle soglie pluviometriche di moderata criticità, generando l'innescio di fenomeni franosi sui versanti e l'innalzamento dei livelli idrometrici dei corsi d'acqua.

Nella giornata di mercoledì 17 dicembre il Capo del Dipartimento della Protezione Civile, al progredire dello stato di criticità determinato dall'intensa precipitazione nevosa, in accordo con le Istituzioni locali, ha istituito presso la Sala operativa della Protezione Civile Piemontese una

Commissione preposta all'analisi e alla valutazione degli scenari di rischio valanghivo sul territorio regionale.

ARPA Piemonte ha contribuito assolvendo il ruolo di funzione tecnica ed assicurando da una parte il supporto di previsione e monitoraggio meteorologico, dall'altra il coordinamento del sistema di monitoraggio nivologico locale operato attraverso le Commissioni Locali Valanghe (CLV), istituite ai sensi della legge regionale 2 luglio 1999 n° 16 "Testo unico delle leggi sulla montagna".

Presso gli uffici centrali e periferici sono state contemporaneamente gestite le operazioni di raccordo e prima rielaborazione dei dati raccolti e di comunicazione ai tecnici presenti sul territorio delle segnalazioni e delle richieste di sopralluogo nelle aree colpite.

ANALISI METEOROLOGICA

Per comprendere l'origine dell'evento e le sue caratteristiche è importante osservare la situazione di sabato 13 dicembre: lo scenario europeo vede il permanere di una saccatura sull'Atlantico settentrionale, bloccata dalla presenza di un forte anticiclone di blocco esteso dal medio oriente alla penisola scandinava (Fig. 1). L'immagine satellitare del MSG nel canale dell'infrarosso mostra ben evidente il sistema frontale sulle coste atlantiche europee in occlusione nel suo moto verso i quadranti orientali (Fig. 2).

Nella giornata di sabato la saccatura atlantica si sposta a latitudini più meridionali e nella giornata di domenica 14 si localizza sul bacino del Mediterraneo occidentale.

Dalla giornata di domenica il Piemonte viene così interessato da correnti umide ed instabili meridionali che determinano condizioni di cielo generalmente molto nuvoloso e precipitazioni molto intense dal pomeriggio.

La quota neve si attesta al suolo sul cu-neese e a 600 m altrove.

Nella giornata di lunedì si crea un minimo depressionario centrato sul meridiano 0° che interessa tutta l'area mediterranea

Fig. 1
Analisi dell'altezza di geopotenziale a 500 hPa di ECMWF relativa al 13 Dicembre 2008 ore 12 UTC.

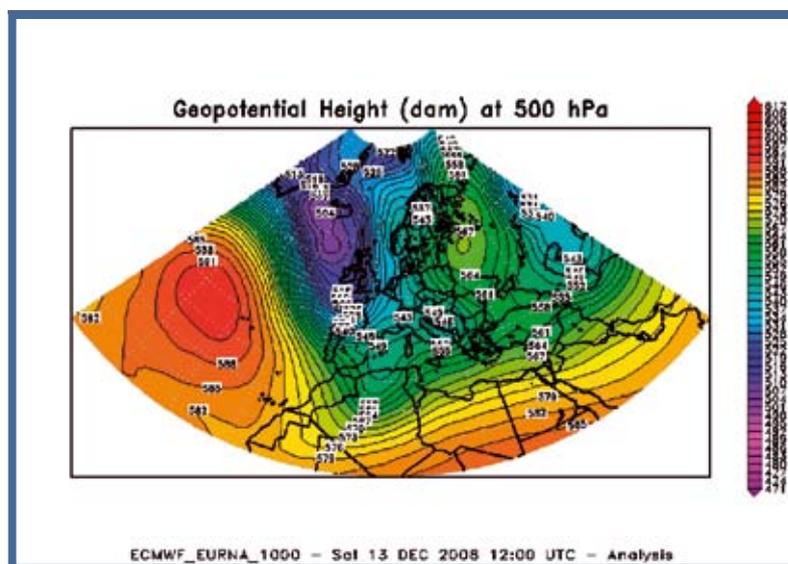


Fig. 2
Immagine MSG nel canale infrarosso relativa al 13 Dicembre 2008 alle 12:00 UTC.

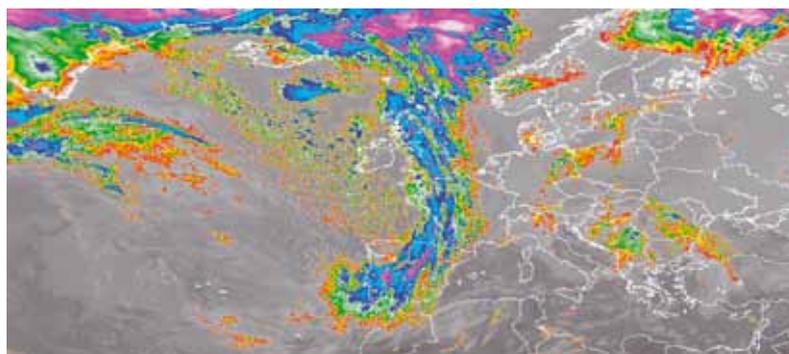


Fig. 3
Immagine MSG nel canale infrarosso relativa al 16 Dicembre 2008 alle 00:00 UTC.



centro-occidentale e richiama sulla nostra regione aria debolmente calda ma molto umida dai quadranti sudoccidentali.

Tale situazione determina condizioni di tempo molto perturbato con precipitazioni diffuse molto intense, nevose oltre i 400 m al primo mattino con quota neve in aumento nel corso della giornata fino a 1000 m.

Anche nel corso della giornata di martedì 16 dicembre la circolazione depressionaria rimane stabilmente localizzata sul bacino occidentale del Mediterraneo, con il suo minimo tra la Sardegna e le isole Baleari, determinando precipitazioni diffuse e persistenti, forti o localmente molto forti sulle zone alpine occidentali e sulle zone pedemontane adiacenti del Torinese e del Cuneese (Fig. 3).

La quota delle nevicate è intorno ai 1000-1100 m sul Cuneese, in graduale aumento fino ai 1300 m a metà giornata sulle zone alpine comprese tra Alpi Graie e Leponzine (Fig.4).

Dal tardo pomeriggio, e poi più sensibilmente nel corso della serata, l'attenuazione delle correnti umide orientali, convogliate sulla nostra regione dal minimo depressionario, favorisce una generale attenuazione delle precipitazioni, che proseguono in serata con intensità mediamente debole e a carattere nevoso al di sopra dei 1000-1100 m.

ANALISI PLUVIOMETRICA E IDROMETRICA

Le intense precipitazioni hanno interessato quasi tutto il territorio piemontese con valori localmente molto alti, ad esclusione della zona dello Scrivia dove si sono registrati al massimo 100 mm durante tutto l'evento.

La stazione che ha registrato in assoluto il valore più alto è stata Piano Audi nel Comune di Corio con circa 400 mm di pioggia in 3 giorni.

Le precipitazioni più intense durante tutto l'evento sono state registrate dai pluviometri di Rassa con 272 mm, di Viù con 317 mm, di Paesana Erasca nel Comune di Paesana con 256 mm, Diga del Chiotas



Fig. 4
Vista aerea del
significativo innevamento
nella pianura cuneese
(foto di Antonio Pagliero).

con 227 mm, Ponte di Nava Tanaro nel Comune di Ormea con 252 mm, Piverone con 170 mm, San Martino Chisone nel Comune di Pinerolo con 228 mm e infine Cuneo Camera di Commercio con 234 mm. Il 15 dicembre 2008 è stata la giornata più piovosa del mese di dicembre, dal 1951 ad oggi, per la città di Torino, dove sono stati misurati circa 75 mm di pioggia.

Sempre a Torino sono stati superati i 1100 mm di pioggia cumulata nell'anno, valore che fa del 2008 l'8° anno più piovoso.

Anche in termini medi sul bacino idrografico piemontese dal 1951, il dicembre 2008, con 165 mm, è il 2° più piovoso e l'anno 2008, con 1305 mm, è all'8° posto. Le precipitazioni hanno determinato un generale aumento dei livelli dei corsi d'acqua su tutto il Piemonte meridionale e sui tratti di pianura.

Incrementi significativi dei livelli sono stati misurati su tutta la rete idrografica minore delle pianure del torinese, dell'astigiano e dell'alessandrino, con locali fenomeni di esondazioni, in particolare del torrente Banna nelle campagne di Poirino. I livelli dei corsi d'acqua principali sono stati in generale crescita, in particolare il Po ai Murazzi a Torino, il Tanaro a Montecastello e la Bormida a Cassine hanno raggiunto soglie di moderata criticità.

ANALISI NIVOMETRICA

Le eccezionali nevicate che hanno interessato l'intera regione a partire da domenica 14 dicembre e protrattesi fino alla serata di mercoledì 17, determinando una situazione di elevata criticità per pericolo valanghe su tutti i settori dell'arco alpino piemontese, si sono imposte su un territorio alpino già decisamente innevato in rapporto alla stagione.

Un significativo peggioramento del tempo si è instaurato a partire dalla serata del 9 dicembre con nevicate che nel giorno 10 hanno interessato la pianura (10 cm sulle pianure del centro-nord Piemonte, 15 cm in quelle del Cuneese, 35-40 cm sull'Appennino a 700 m di quota), per poi innalzarsi progressivamente nei giorni successivi fino ai 1000 metri di quota. Dal 9 al 12 dicembre le nevicate hanno apportato a 2000 m da 80 a 100 cm di neve fresca sui settori settentrionali piemontesi, da 70 a 80 cm su quelli meridionali, da 20 a 50 cm sui restanti settori. Tale situazione ha determinato un forte pericolo valanghe sui settori Nord e Sud della regione (grado 4 della scala europea su A. Pennine, Leponzine, Liguri e Marittime), già a partire dal giorno 11, ed un marcato pericolo sui restanti settori (grado 3).

Fig. 5
Dati nivometrici di neve al suolo (Hs in cm) e di sommatoria di neve fresca (Hn in cm) rilevati durante l'evento del 14-17 dicembre da una selezione di stazioni automatiche e manuali delle rete di monitoraggio di Arpa Piemonte.

FASCIA ALTIMETRICA m s.l.m.	STAZIONE	QUOTA STAZIONE m s.l.m.	Hs il 17/12/2008	SOMMA Hn
ALPI LEPONTINE				
1000-1500	Formazza Ponte	1300	150	113
1500-2000	Alpe Devero	1634	201	58
	Alpe Veglia	1740	252	90
>2000	Formazza Vannino	2180	431	122
	Formazza Sabbione	2480	380	59
ALPI PENNINE				
1000-1500	Alagna capoluogo	1200	113	136
	Macugnaga capoluogo	1300	135	150
	Antrona Alpe Cavalli	1500	135	118
>2000	Macugnaga Rifugio Zamboni	2075	394	170
	Bocchetta delle Pisse	2410	314	143
ALPI GRAIE				
1000-1500	Ceresole capoluogo	1573	250	175
1500-2000	Malciaussia	1815	301	248
	Locana Telessio	1917	270	195
>2000	Ceresole Lago Serrù	2296	380	180
	Lago di Valsoera	2365	334	223
ALPI COZIE NORD				
1000-1500	Prerichard	1353	103	77
	Praly	1410	157	118
1500-2000	Pragelato Traverses	1600	160	154
	Chateau Beaulard	1800	125	76
	Sestriere	2020	174	118
>2000	Clot della Soma	2150	247	165
	Colle Barant	2294	222	174
ALPI COZIE SUD				
1000-1500	Crissolo Borgata Serre	1318	150	133
	Acceglio Saretto	1540	240	180
1500-2000	Pontechianale	1575	180	142
	Acceglio	1610	183	137
>2000	Pian delle Baracche	2125	225	151
	Colle dell'Agnello	2685	223	149
ALPI MARITTIME				
1000-1500	Vinadio Rio Freddo	1206	220	205
	Valdieri	1390	231	144
1500-2000	Argentera	1680	215	139
	Entracque Chiotas	2010	250	190
>2000	Colle Lombarda	2278	221	112
ALPI LIGURI				
1000-1500	Roburent Prà	1014	190	171
	Limone Limonetto	1300	330	245
1500-2000	Rifugio Mondovi'	1760	225	136
	Limone Pancani	1875	242	140

Gli eventi perturbati sono proseguiti per tutta la settimana, in particolare sui settori settentrionali, dopodiché una nuova ondata di maltempo è sopraggiunta nella notte tra sabato 13 e domenica 14 dando inizio ad un evento di nevicate di eccezionale intensità.

Nel pomeriggio di domenica le precipitazioni si sono intensificate e la neve è caduta mediamente intorno ai 600-800 m sui settori centro-settentrionali, in pianura su quelli meridionali.

Le precipitazioni sono state di intensità da moderata a forte, localmente molto forte, su tutta la regione, per le prime 24 ore, con apporti di 100-150 cm sul Nord Piemonte, 100-130 cm su Canavese e Valli di Lanzo, 70-100 cm su Alpi Cozie, 60-80 cm su Alpi Marittime, 80-100 cm su Alpi Liguri (tabella di Fig. 5).

La persistenza delle precipitazioni con notevole intensità anche nelle due giornate successive ha determinato su tutti i settori alpini un pericolo valanghe elevatissimo corrispondente al grado 5 - molto forte, il massimo previsto dalla scala europea (Figg. 6,7,8,9).

Come riportato in tabella di Fig 10 complessivamente da domenica 14 a mercoledì 17 sono caduti a 2.000 metri di quota 80-100 cm di neve fresca sulle Alpi Lepontine, 160-180 cm sulle Alpi Pennine, 180-200 cm sulle Alpi Graie, 120-140 cm sulle Alpi Cozie Nord, Liguri e Marittime, 140-160 cm sulle Alpi Cozie Sud.

Lo zero termico e la quota neve sono progressivamente aumentati nella giornata di martedì 16, passando a 1000 m nei settori meridionali e 1400-1600 m in quelli centro-settentrionali.

I venti, intensificatisi nella giornata di domenica 14, si sono mantenuti da moderati a forti con punte massime nella giornata di martedì 16, determinando una distribuzione molto irregolare della nevicata e degli strati più superficiali del manto nevoso.

Il pericolo di valanghe si è mantenuto pertanto al grado 5 (molto forte) della scala di pericolo europea su tutto l'arco alpino piemontese fino al giorno 18 dicembre, per poi decrescere progressivamente al



*Fig. 6
Innevamento
eccezionale in Val Maira
- Acceglio Chiappera
(foto Antonio Pagliero).*



*A sinistra, fig. 7
Innevamento nell'abitato
di Sestriere il 16
dicembre 2008. (foto
Fabio Antonini).*



*A destra, fig. 8
Operazione di sgombero
neve per la riapertura
delle strade (foto Bruno
Felizia).*

Fig. 9
Effetti di una valanga sui boschi nelle valli cuneesi (foto Provincia Cuneo).



Fig. 10
Valori medi di neve al suolo (Hs in cm) e di neve fresca (Hn in cm) per fasce altimetriche.

	< 1000m		1000m - 1500m		1500m - 2000m		> 2000m	
	Hs	Hn	Hs	Hn	Hs	Hn	Hs	Hn
A. LEPONTINE	-	-	155	85	225	60	350	86
A. PENNINE	60	40	150	108	225	100	340	164
A. GRAIE	27	5	150	102	277	206	347	202
A. COZIE NORD	80	60	115	89	164	120	234	156
A. COZIE SUD	70	61	180	140	189	153	230	150
A. MARITTIME	173	166	224	183	238	164	221	112
A. LIGURI	125	158	260	208	220	135	-	-
PIANURA CUNEESE	33	25	-	-	-	-	-	-
APPENNINO	50	35	118	55	-	-	-	-

Fig. 11
Valori di neve al suolo (Hs in cm) e di sommatoria di neve fresca (Hn in cm) di alcune stazioni rappresentative dei settori alpini, confrontate con i valori storici mensili di serie quarantennali (1966-2005).

STAZIONE	VALORI A FINE EVENTO 2008		VALORI STORICI (Dicembre)	
	Hs	TOTALE Hn	MAX Hs	MEDIA Hn
LEPONTINE L. Toggia (2200 m)	310	105	268	116
PENNINE Alpe Cavalli (1500 m)	135	118	160	62
GRAIE L. Serrù (2296 m)	380	180	285	76
COZIE NORD L. Moncenisio (2000 m)	200	200	179	63
COZIE SUD L. Castello (1589 m)	190	192	112	58
MARITTIME Vinadio Riofreddo (1206 m)	220	205	140	65

A sinistra, fig. 12
Numero di comuni colpiti dall'evento. Dati forniti dal Settore Protezione Civile della Regione Piemonte.

EVENTO 14-22/12/2008	TOTALE COMUNI INTERESSATI
Fenomeni valanghivi	52
Frazioni isolate	68
Evacuazioni preventive	33
Interruzioni viarie e ferroviarie	243
Interruzione fornitura energia elettrica	173
Richiesta di materiali e mezzi al settore di Protezione Civile della Regione Piemonte	102

A destra, fig. 13
Valanga sul centro abitato di Pontechianale (Valle Varaita). Danni alle abitazioni (foto Antonio Pagliero).



grado 4 (forte) il giorno 19 e al grado 3 (marcato) il giorno 22.

I valori di neve al suolo e di sommatoria di neve fresca misurati a fine evento sono stati comparati ai valori storici riferiti al periodo 1966-2005, relativi al mese di dicembre (Tabella di Fig 11).

Per entrambi i parametri considerati risultano essere stati generalmente superati i valori massimi storici di altezza di neve al suolo misurata nel mese di dicembre, mentre il totale di precipitazione misurato in quattro giorni è notevolmente superiore (da due a tre volte) al valore medio del mese.

DANNI DA VALANGA

Numerosissime sono state le segnalazioni di danni da valanga effettuate dagli Enti locali alla Sala Operativa della Regione Piemonte.

Sulla base dei dati pervenuti dal Settore Protezione Civile è possibile quantificare la portata dell'evento attraverso il numero dei comuni colpiti in relazione alle principali criticità verificatesi sul territorio piemontese (Tabella di Fig. 12).

Si evidenzia che 52 Comuni sono stati interessati da fenomeni valanghivi, 68 sono state le frazioni isolate, 33 le evacuazioni preventive, 243 i Comuni interessati da interruzioni viarie e ferroviarie e 102, infine, quelli a cui sono stati destinati materiali e mezzi.

Le precipitazioni nevose nelle vallate alpine hanno inoltre determinato interruzioni dell'erogazione della corrente elettrica a circa 173 Comuni, lasciando molte borgate al buio.

Si segnala, tra gli altri dati, l'elevato numero di interruzioni viarie e ferroviarie. Nel corso delle nevicate e nei giorni successivi, infatti, numerose valanghe spontanee di neve a debole coesione e a lastroni, frequentemente di grandi dimensioni, hanno interrotto la viabilità principale e secondaria di fondovalle, in particolare nelle vallate alpine comprese tra le Alpi Pennine e le Alpi Marittime.

Le interruzioni della viabilità principale nelle valli cuneesi Gesso, Stura e Maira sono state causate da valanghe di di-



*Fig. 14
Danni alle linee elettriche
a Pontechianale in
Val Varaita (foto Volo
Provincia Cuneo).*



*Fig. 15
Valanghe di fondo
in Val Soana (foto
Massimo Ala).*

mensioni imponenti, che hanno richiesto tempi molto lunghi per lo sgombero neve. Alla data del 23 dicembre diverse località nelle testate delle valli risultavano ancora isolate. In alcuni casi le valanghe hanno interessato anche centri abitati: in Valle Anzasca a Macugnaga, in Valle Orco a Ceresole Reale, in Val Chisone a Pragelato, in Val Germanasca a Prali, in Val Varaita a Pontechianale e a Bellino.

Gli effetti delle valanghe hanno determinato danni di varia gravità alle strutture e in taluni casi anche provocandone la completa distruzione, fortunatamente senza provocare vittime, nella maggior parte dei casi in ragione del fatto che si trattava di seconde case al momento disabitate, oppure di abitazioni precauzionalmente evacuate (Figg. 13,14,15,16,17,18).

Gli eventi valanghivi verificatisi sono stati

particolarmente dannosi anche per estese aree boscate; l'evento è stato classificato, in base alle precipitazioni verificatesi, con un tempo di ritorno ventennale o trentennale; tuttavia in molti casi i danni registrati a carico del bosco sono attribuibili ad un evento con un tempo di ritorno centennale, con riferimento alla stima dell'età dei tronchi sradicati e abbattuti. Spesso le valanghe, interessando nella zona di distacco l'intero spessore del manto nevoso, sono state di fondo e hanno determinato fenomeni di erosione con la presa in carico da parte della massa nevosa di suolo e di blocchi detritici. In molti casi le dimensioni eccezionali delle valanghe hanno determinato traiettorie di scorrimento non ordinarie o il raggiungimento di distanze d'arresto su percorsi storicamente non noti.

ATTIVITÀ DEL CENTRO FUNZIONALE PER L'EMERGENZA VALANGHE

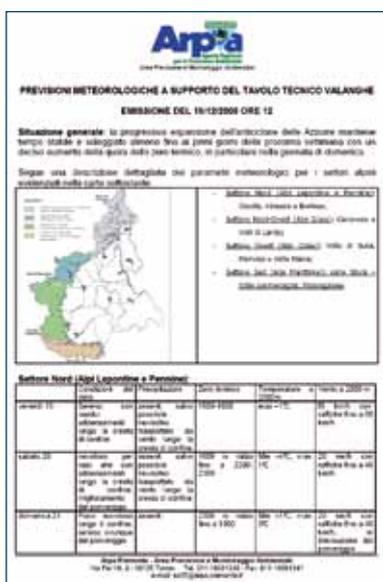
Sulla base del "Piano operativo per l'adozione di provvedimenti urgenti nelle aree a rischio" predisposto dalla Commissione preposta alla analisi e alla valutazione degli scenari di rischio valanghivo sul territorio della Regione Piemonte, sono state tempestivamente impartite, in accordo con la Direzione regionale Opere Pubbliche, Difesa del suolo Economia Montana e Foreste, specifiche istruzioni alle Commissioni Locali Valanghe (CLV), al fine di verificare ed aggiornare di continuo la situazione nei territori di competenza.

In particolare è stata richiesta la segnalazione delle situazioni di criticità valanghe in atto per le quali adottare misure

*Fig. 16
Valanga sulla viabilità in
Valle Stura di Demonte
(foto Antonio Pagliero).*



cautelari o di monitoraggio, quali, tra le altre, gli interventi di distacco programmato con sistemi elitrasportati. Al fine di supportare la pianificazione delle attività in campo ARPA Piemonte ha predisposto e quotidianamente trasmesso a tutte le CLV uno specifico bollettino (di cui si riporta un esempio in Fig. 19) contenente i parametri meteorologici di base per la pianificazione e l'esecuzione delle attività suddette per ogni settore operativo dell'arco alpino. Nel settore meridionale dell'Arco Alpino ha operato la Commissione Valanghe Unificata per la Provincia di Cuneo, costantemente assistita da un nivologo di Arpa a supporto della sala di crisi allestita presso la Protezione Civile della Provincia. In Provincia di Torino sono state attive le Commissioni delle Valli Pellice - Chisone - Germanasca, la Commissione Unificata della Valle di Susa, la Commissione delle valli di Lanzo e la ricostituita Commissione per le Valli Orco e Soana; in Provincia di Vercelli la Commissione Valanghe della Val Sesia, e nel VCO le Commissioni del Monte Rosa e della Val Antigorio-Divedro-Formazza. Fondamentale è stato il supporto aereo alle attività d'istituto delle CLV, attivato a cura della Direzione Regionale Economia Montana e Foreste dalle tre basi elicotteri: l'operatività degli elicotteri è stata garantita dalla Sala Operativa del Corpo Forestale dello Stato e dal personale CFS dei Comandi Stazione che hanno coordinato i voli da terra; l'attività dei mezzi è stata pianificata con la Sala Operativa Regionale di Protezione Civile e l'assistenza tecnica di un nivologo di Arpa. Con la chiusura della fase di emergenza, avvenuta in data 23 dicembre, si è infine provveduto ad impartire alle CLV specifiche indicazioni operative per una rapida e tempestiva attivazione al fine di prevenire e preannunciare l'insorgere di nuove situazioni di criticità. La situazione nivologica del 14-21 dicembre 2008 ha determinato infatti la necessità di assicurare, per il prosieguo della stagione invernale, una continuativa attività di monitoraggio delle condizioni nivometeorologiche e dell'evoluzione del manto nevoso.



In alto, fig. 17
Dicembre 2008, vista aerea della valanga di Chianale (Valle Varaita-CN) nei giorni successivi all'evento.

Sopra, fig. 18
Maggio 2009, vista da monte della zona di accumulo della valanga di Chianale (Valle Varaita-CN).

A sinistra, fig. 19
Esempio di Bollettino per le Commissioni Locali Valanghe.

CARICO

della NEVE

sulle COSTRUZIONI

Alpi Orientali - Inverno 2008-2009

Mauro Valt
ARPAV - DRST - Centro Valanghe di Arabba
Ufficio Previsione Pericolo Valanghe

La stagione invernale 2008-2009 è stata una delle più nevose dal 1930 ad oggi. Le precipitazioni sono state abbondanti già dal mese di dicembre quanto si è formato un importante manto nevoso che è stato poi incrementato con le nevicate dei mesi successivi. Gli elevati spessori di neve hanno determinato, a partire dalla metà del mese di gennaio, cedimenti e crolli di tetti di abitazioni che sono diventati più frequenti dopo le nevicate di febbraio.

Nel presente lavoro, utilizzando i dati dei profili stratigrafici del manto nevoso eseguiti per i Servizi Valanghe locali e di due campagne speditive di misura appositamente programmate a fondovalle, sono stati determinati per diverse località i valori di carico raggiunti e anche quelli teorici, mettendo in evidenza le criticità per area geografica.

Per queste aree, già in un precedente lavoro (Valt e Moro, 2009), sono stati individuati i valori medi di densità della neve al suolo per fascia altimetrica, per spessore e per mese, evidenziando le diversità climatiche fra la fascia prealpina delle Alpi orientali, quella delle Dolomiti meridionali, Alpi carniche e Giulie rispetto alle Dolomiti settentrionali.

I dati raccolti nella stagione invernale 2008-2009 potranno invece servire come riferimento di una situazione critica che può verificarsi nel medio periodo, essendo stato l'inverno molto nevoso.

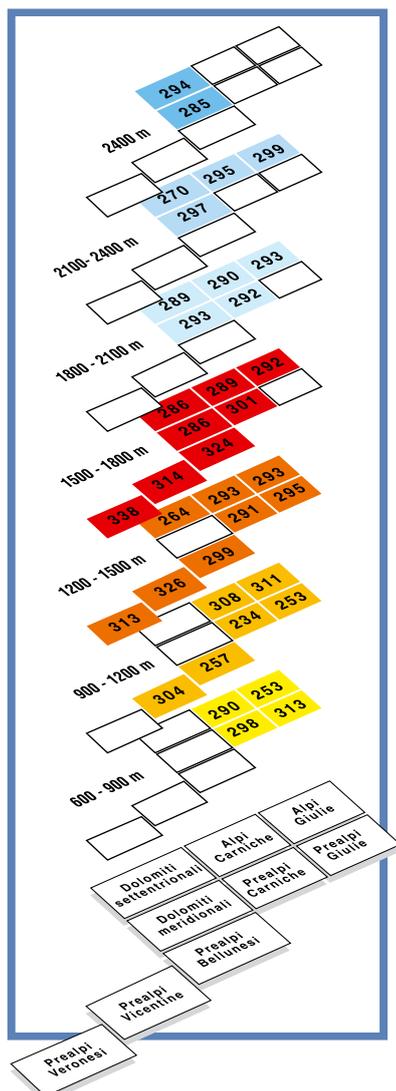
Infatti la curva di carico realizzata per la Alpi orientali, con i valori di carico raggiunti nell'inverno 2008-2009, è risultata inferiore a quella prevista dalla normativa vigente in Italia. Questo a conferma che nella generalità delle situazioni i carichi previsti dalla normativa sono comunque cautelativi. Tuttavia, come richiama la stessa normativa italiana, in ambiente alpino è auspicabile tener conto sia delle situazioni locali, come confermano le criticità raggiunte in singole valli delle Dolomiti con carichi oltre la normativa, sia delle condizioni generali, cosa del resto prevista per tutte le infrastrutture realizzate oltre i 1500 m di quota.



Fig. 1
Le Alpi viste dal Satellite
e l'area di indagine.



Fig. 2
Valori medi di densità
del manto nevoso
elaborati per il periodo
1995- 2009 per le Alpi
orientali (Valt e Moro
2009).



INTRODUZIONE

La stagione invernale 2008-2009 è stata una delle più nevose dal 1930 ad oggi, sia come quantità di neve fresca caduta che come presenza della neve al suolo.

Le precipitazioni sono state abbondanti già dal mese di dicembre e si è formato un importante manto nevoso che è stato poi incrementato con le nevicate dei mesi successivi.

Gli elevati spessori di neve hanno determinato, a partire dalla metà del mese di gennaio, cedimenti e crolli di tetti di abitazioni che sono diventati più frequenti dopo le nevicate di febbraio.

Nelle Alpi orientali sono stati raggiunti valori critici di carico di neve sulle costruzioni in molte aree ma in particolar modo nelle Dolomiti settentrionali e meridionali. Dal punto di vista tecnologico per la realizzazione delle infrastrutture, la normativa italiana, recentemente aggiornata, differenzia per aree geografiche e per fasce altimetriche i carichi della neve da utilizzare in fase progettuale.

Pertanto, in considerazione dell'eccezionale innevamento della stagione invernale e dei crolli avvenuti, con il presente

lavoro si vuole fornire una panoramica dei carichi di neve al suolo raggiunti nelle Alpi orientali ed in particolare in alcune aree delle Dolomiti; tutto questo utilizzando i dati dei profili stratigrafici del manto nevoso eseguiti per i Servizi Valanghe locali e di due campagne speditive di misura appositamente programmate a fondovalle.

I dati raccolti e i risultati ottenuti potranno servire come riferimento di una situazione critica che può verificarsi nel medio periodo.

AREA DI INDAGINE

Le Alpi orientali prese in considerazione sono quelle ricadenti nella Regione del Veneto e del Friuli Venezia Giulia, delimitate ad occidente dal Lago di Garda e ricadenti nei bacini del Brenta, del Piave, delimitate a nord dalla cresta di confine per poi proseguire verso oriente, sempre lungo la cresta di confine, fino alle Alpi e prealpi Giulie. (Fig.1)

Dal punto di vista morfologico, l'area è caratterizzata a sud dalla catena delle prealpi veronesi, vicentine, bellunesi, carniche e a sinistra e dell'Isonzo delle pre-

alpi Giulie verso la cresta di confine, dalle Dolomiti meridionali e settentrionali e verso est dalle Alpi carniche e Alpi Giulie. Per queste aree, in un lavoro recente (Valt e Moro, 2009), sono stati individuati i valori medi di densità della neve al suolo per fascia altimetrica (Fig.2), per spessore e per mese che evidenziano delle diversità climatiche abbastanza nette fra la fascia prealpina, quella delle Dolomiti meridionali, Alpi carniche e Giulie rispetto alle Dolomiti settentrionali.

LA STAGIONE INVERNALE 2008-2009

La stagione invernale 2008-2009 è stata caratterizzata da abbondanti precipitazioni già a partire dalla fine del mese di novembre quando una serie di perturbazioni hanno interessato l'arco alpino ripetutamente fino a metà dicembre.

Nel periodo 29 novembre - 8 marzo (100 giorni), i principali episodi perturbati sul versante sud delle Alpi sono stati 6 e precisamente:

- dal 28 novembre al 3 dicembre
- dal 10 al 17 di dicembre
- dal 19 al 22 gennaio
- dal 31 gennaio al 3 febbraio
- dal 6 al 10 sempre di febbraio
- infine dal 4 al 6 di marzo

che hanno determinato oltre 35- 40 giorni di precipitazione (Fig.3) e importanti apporti di neve fresca.

Infatti, le quantità di neve fresca cumulata da ottobre a marzo sono state seconde, in molte località ai quantitativi cumulati nell'inverno del 1951, inverno storicamente più nevoso al 1930 ad oggi, come illustrato in Fig. 4.

Tuttavia, se nell'inverno del 1951, le nevicate sono state soprattutto a febbraio, nella stagione invernale 2008- 2009 già dal mese di dicembre sono stati raggiunti spessori di neve al suolo superiori alla media con conseguente importante carico della neve. Tale carico è perdurato poi per tutta la stagione invernale (Fig. 5).

Infatti i valori medi dello spessore della neve delle stazioni di Andraz, Cortina e Passo Mauria, evidenziano che nel mese di dicembre gli spessori medi siano maggiori del 1951, neve che poi si è assestata (diminuita di spessore con aumento della densità media), mantenendo però il suo peso a metro quadrato.

CARICO DELLA NEVE SULLE COSTRUZIONI

Nei calcoli strutturali di tutte le costruzioni viene sempre tenuto conto del sovraccarico determinato dalla neve.

Durante la stagione invernale la neve può depositarsi su un tetto in più modi, tra loro differenti, in funzione della geometria del tetto stesso, delle sue proprietà

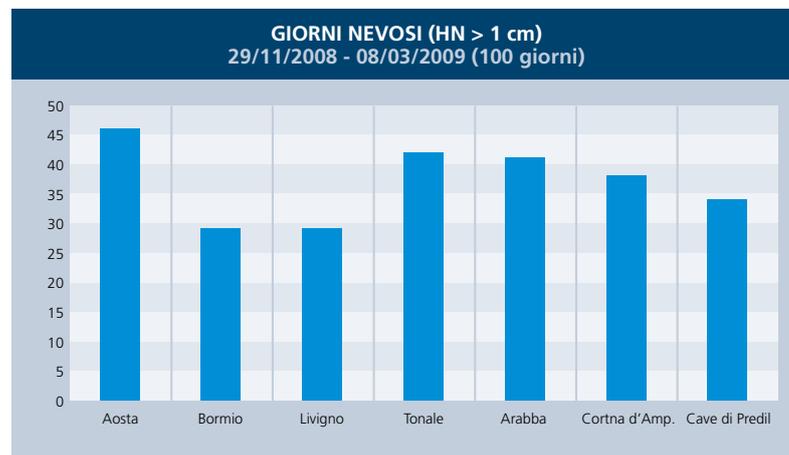


Fig. 3 Giorni di precipitazione nevosa nel periodo 29 novembre 2008 - 8 marzo 2009 (100 giorni).

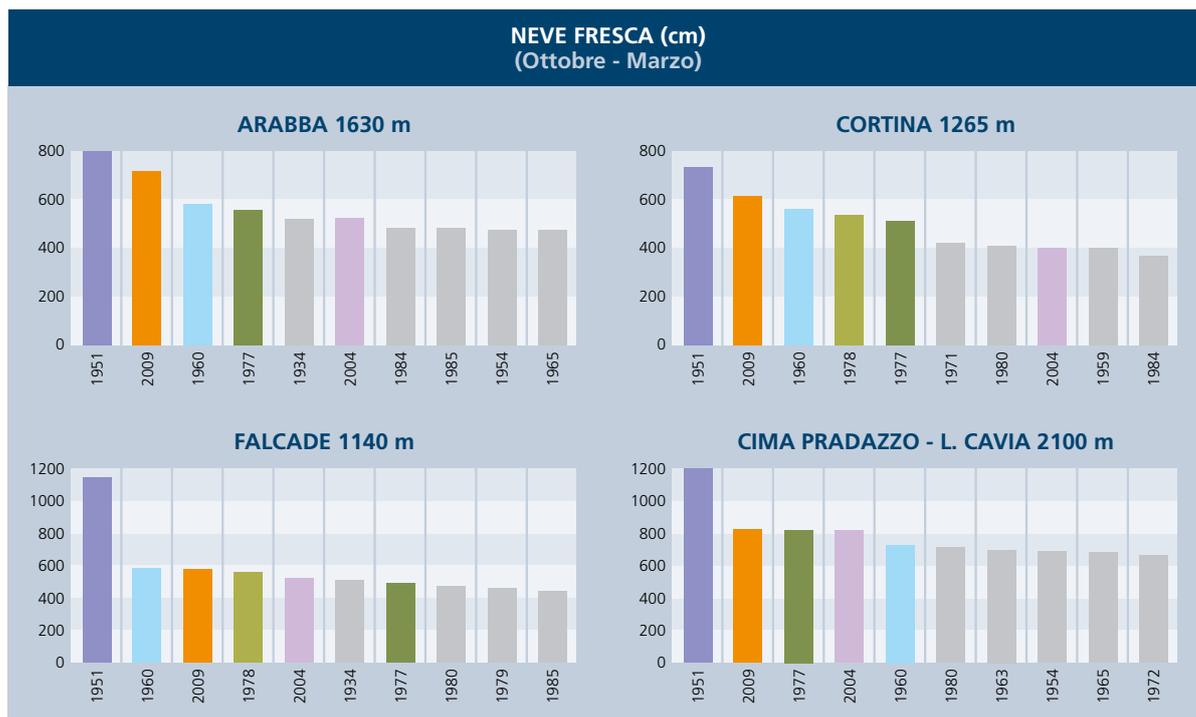


Fig. 4 Le 10 stagioni invernali con il maggior cumulo di neve fresca nel periodo da ottobre a marzo.

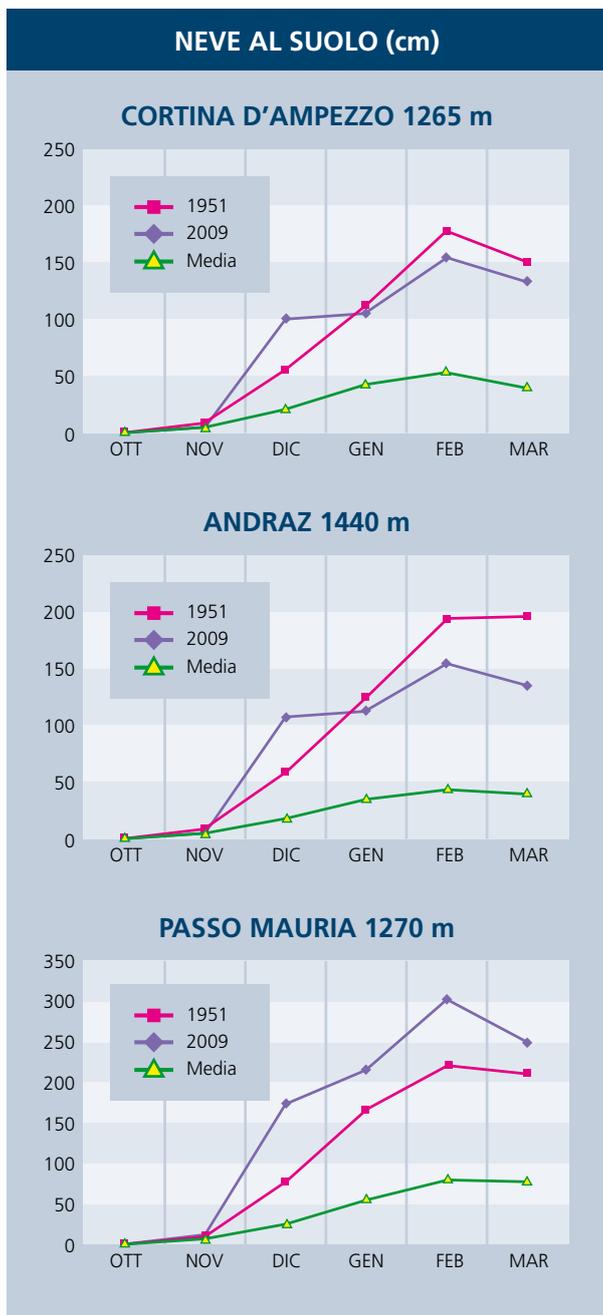


Fig. 5
Spessore medio del manto nevoso per alcune stazioni delle Alpi orientali.

isolanti e termiche, della rugosità della tipologia della copertura, della quantità del calore generata sotto la copertura, della prossimità di alberi e edifici limitrofi, del terreno circostante, del tipo di terreno circostante, dell'esposizione rispetto ai punti cardinali e del clima meteorologico locale (soprattutto del vento).

La determinazione del sovraccarico determinato dalla neve sulle coperture viene determinato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t$$

Dove :

q_s è il carico di neve sulla copertura ;
 μ_i è il coefficiente di forma della copertura;
 q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico della neve al suolo [kN/m²];
 C_E è il coefficiente di esposizione;
 C_t è il coefficiente termico ;

Fino al 30 giugno 2010 vige un regime transitorio in cui per il calcolo dell'azione della neve è possibile utilizzare:

- Norme Tecniche delle Costruzioni (di seguito NTC) (Cap. 3.4 Azione della neve) del 2008 di cui al Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14 gennaio 2008 e pubblicato sul Supplemento ordinario n. 30 della Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008);
- Eurocodice 1 (EN 1991-1-3:2003)

e le

- Norme Tecniche delle Costruzioni del 2005 (Cap. 3.4 Azione della neve);
- D.M. 16 Gennaio 1996 – Norme tecniche relative ai "Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi " e D.M. 16 Gennaio 1996 "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche"(2005) (Gazzetta Ufficiale n. 29 del 5 febbraio 1996).

Nel presente lavoro vengono tenute come riferimento le NTC del 2008

Come precedentemente descritto, il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. Le norme dicono che in mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali che tengano conto del manto nevoso e della sua densità, il calcolo di riferimento neve al suolo, per le località poste a quote inferiori a 1500 m sul livello del mare, non potrà essere assunto minore di quello calcolato in base a specifiche espressioni (indicate nelle norma stessa), cui corrispondono

valori associati di un periodo di ritorno pari a 50 anni.

Per altitudini superiori a 1500 m sul livello del mare si dovrà far riferimento alle condizioni locali del clima e di esposizione utilizzando comunque valori di carico non inferiori a quelli previsti per 1500 m.

I valori caratteristici minimi di carico della neve al suolo, indicati dalla NTC del 2008 (3.4.2) per le province della montagna veneta sono:

Zona I – Alpina: Provincia di Belluno, Vicenza, Trento, Udine, Pordenone

$$q_s = 1,5 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

Zona I - Mediterranea: Provincia di Treviso

$$q_s = 1,5 \text{ kN/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

Zona II - Provincia di Rovigo, Verona, Venezia

$$q_s = 1,00 \text{ N/m}^2 \quad a_s \leq 200 \text{ m}$$

$$q_{sk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/m}^2 \quad a_s > 200 \text{ m}$$

dove a_s è la quota del suolo sul livello del mare del sito di realizzazione dell'edificio.

In Fig. 6 sono rappresentate le rispettive curve di carico per area e anche la curva delle NTC del 2005.

MISURA DELLA DENSITÀ DEL MANTO NEVOSO E DELL'EQUIVALENTE IN ACQUA

I valori di carico della neve al suolo nelle diverse località sono stati individuati con due diverse modalità:

- utilizzando i dati dei profili stratigrafici effettuati nelle stazioni nivometeorologiche tradizionali (Cagnati, 2003. Cap. II.1) gestite dagli uffici valanghe del Veneto e del Friuli Venezia Giulia;

b. effettuando nel bellunese, nei mesi di febbraio e marzo, una campagna di misure a fondovalle con carotaggio verticale (Berni e Giacanelli, 1966) del manto nevoso.

Nel primo caso sono stati utilizzate le banche dati esistenti presso i rispettivi uffici valanghe.

Nei profili stratigrafici viene misurata la densità del manto nevoso strato per strato integrando i dati mancanti attraverso un procedimento statistico di correlazione fra la tipologia del grano, la durezza dello strato e la densità (Valt e Cagnati, 2005) (Fig.7).

Poi con i singoli valori di densità della neve e di spessore degli strati viene determinato il valore corrispondente di Snow Water Equivalente (SWE) del manto nevoso che corrisponde al carico di neve per metro quadrato (kNm^{-2}).

Nel secondo caso viene effettuato un carotaggio verticale dell'intero manto nevoso con tubi carotatori della lunghezza di 1 m, e determinato direttamente il corrispondente SWE, come nel primo caso (Fig.8).

Fra i due metodi di misura sussiste una buona relazione di affidabilità, come evidenziato in alcuni lavori recenti (Valt, et alii, 2006)

Pertanto per ogni sito di misura si dispone quindi di:

- valore di altezza neve
- equivalente in acqua dell'intero spessore del manto nevoso misurato che corrisponde al carico di neve al suolo
- valore di densità media del manto nevoso.

SITI DI MISURA

Per quanto riguarda le stazioni gestite dei servizi valanghe, sono state scelte quelle con caratteristiche rappresentative per quanto riguarda la presenza della neve al suolo rispetto, ad esempio, al trasporto eolico, a specifici versanti o a rilievi itineranti.

Di norma queste stazioni sono ubicate in siti pianeggianti dove il manto nevoso è indisturbato.

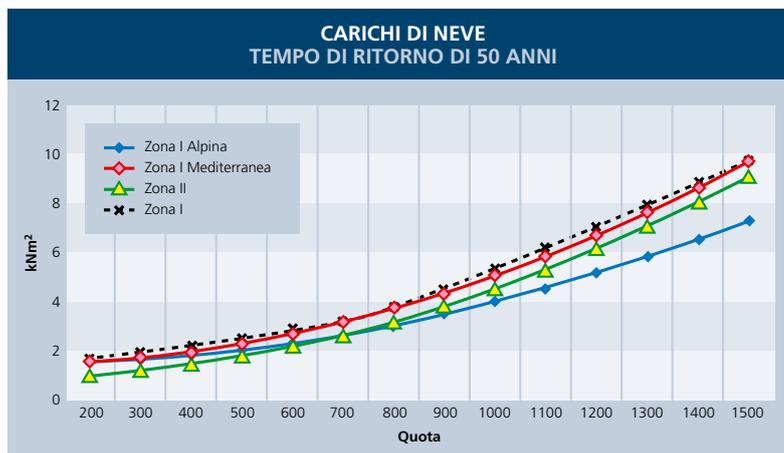


Fig. 6
Curva di riferimento per il carico della neve sulle costruzioni secondo le norme più recenti.

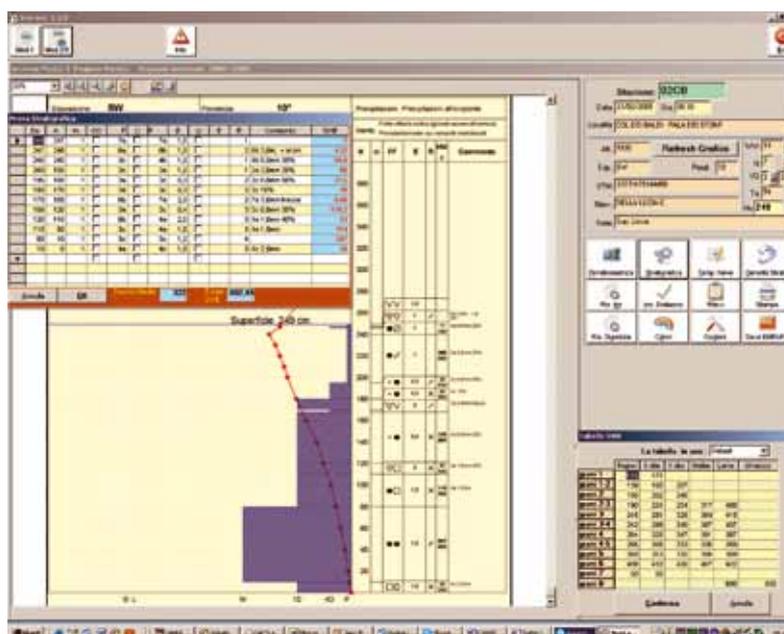
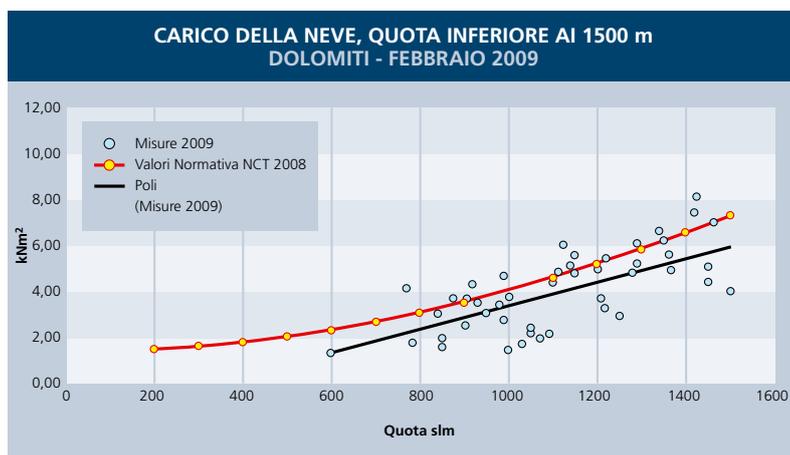


Fig. 7
Software YETI. Rappresentazione del modello 4 di una stazione campione. In alto a sinistra l'analisi stratigrafica, in basso a destra la tabella di riferimento per l'integrazione dei dati mancanti.



Fig. 8
Prelievo di una carota verticale di neve per la misura dello SWE.

Fig. 9
Valori misurati nel mese
di febbraio nella Regione
del Veneto.



Questa tipologia di stazioni sono ubicate in fasce altimetriche elevate, non corrispondenti alle zone più antropizzate. Per ovviare a questo problema, per la provincia di Belluno, è stata realizzata una campagna di misure a fondovalle, nelle vicinanze dei centri abitati, cercando siti occasionali, ma rappresentativi della vallata o del centro abitato.

In totale, nella Regione del Veneto sono state campionate 86 località, 33 delle quali oltre i 1500 m di quota, le rimanenti alle quote inferiori; eccetto 3 località, tutte le altre sono ricadenti nell' area zona I Alpina, come definita dalle NTC del 2008. Per quanto riguarda il Friuli Venezia Giulia, sono stati utilizzati i dati di 15 stazioni, 6 delle quali oltre i 1500 m di quota, tutte ricadenti nell'area zona I Alpina (NTC, 2008).

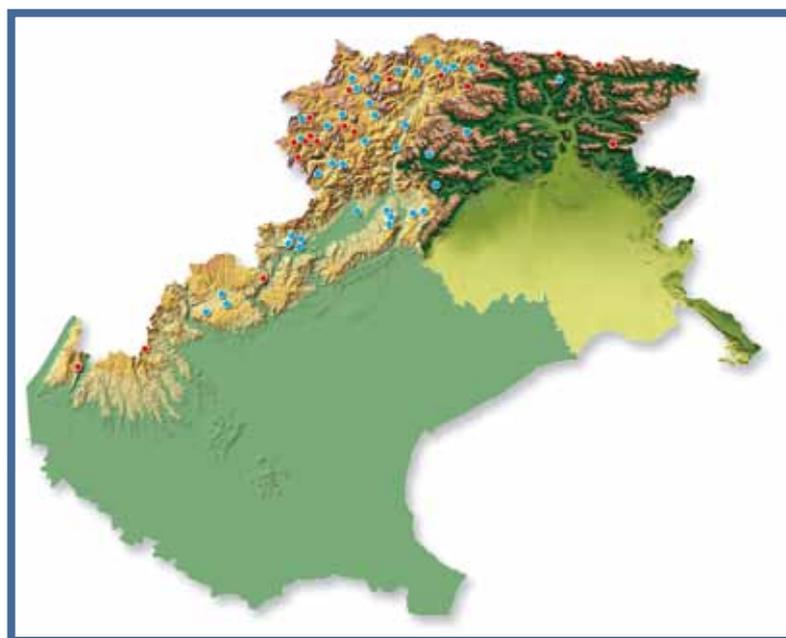
RISULTATI

FEBBRAIO ZONA I - ALPINA

LOCALITÀ AL DI SOTTO DEI 1500 M DI QUOTA

Le misure eseguite e i rispettivi carichi calcolati hanno evidenziato che in ben 17 località (30%) delle Dolomiti, ubicate ad di sotto dei 1500 m di quota, i carichi di neve al suolo raggiunti nella II decade del

Fig. 10
Valori misurati nelle
diverse località. In
azzurro carichi nella
norma, in rosso valori
di carico della neve
superiori alla norma.
Mese di febbraio.



me di febbraio, erano superiori a quelli previsti nei calcoli progettuali (Fig.9). Anche in metà delle selezionate stazioni del Friuli Venezia Giulia i carichi di neve sono risultati maggiori di quelli previsti dalla normativa per la stessa quota e precisamente le stazioni lungo la cresta di confine mentre. Nelle delle prealpi carniche invece i valori sono stati nella norma (Fig. 10).

LOCALITÀ OLTRE I 1500 M DI QUOTA

Oltre i 1500 m di quota la situazione dei carichi è molto diversa. La neve risulta più asciutta e i carichi totali sono inferiori anche se gli spessori sono sempre notevoli. La linea di tendenza evidenzia un leggero aumento per la stessa quota (Fig. 11).

VALORI MEDI DI DENSITÀ

I valori di densità misurati e mediati per fascia altimetrica, per il mese di febbraio, sono alquanto discontinui in relazione alle fasce altimetriche. I valori variano fra i 305 e i 330 Kg m^{-3} , maggiori alle basse quote, rispetto alle quote elevate, con una media di 315 Kg m^{-3} .

MARZO ZONA I - ALPINA LOCALITÀ AL DI SOTTO DEI 1500 M DI QUOTA

Le misure eseguite hanno evidenziato che ancora in molte località, ubicate ad di sotto dei 1500 m di quota, i carichi di neve erano superiori a quelli previsti in fase progettuali.

La linea di tendenza del mese di marzo evidenzia un maggior carico per le stazioni più in quota rispetto al mese di febbraio. Questa situazione, dopo le nevicate del prime di marzo, evidenzia che alle quote elevate il carico è aumentato rispetto a febbraio; nelle stazioni di bassa quota il carico è rimasto stazionario in conseguenza alla ablazione del manto nevoso prima delle nevicate della prima decade del mese (Fig.12).

In tutte le stazioni del Friuli Venezia Giulia invece i carichi, rispetto a quelli di febbraio, sono aumentati e solo 2 stazioni sono rimaste nella norma (Fig. 13).

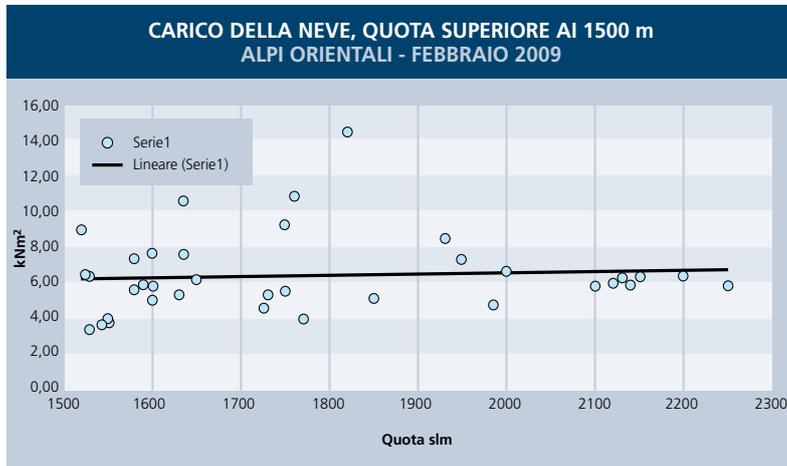


Fig. 11 Valori misurati nel mese di febbraio oltre i 1500 m di quota. Alpi orientali (Regione del Veneto e Friuli Venezia Giulia).

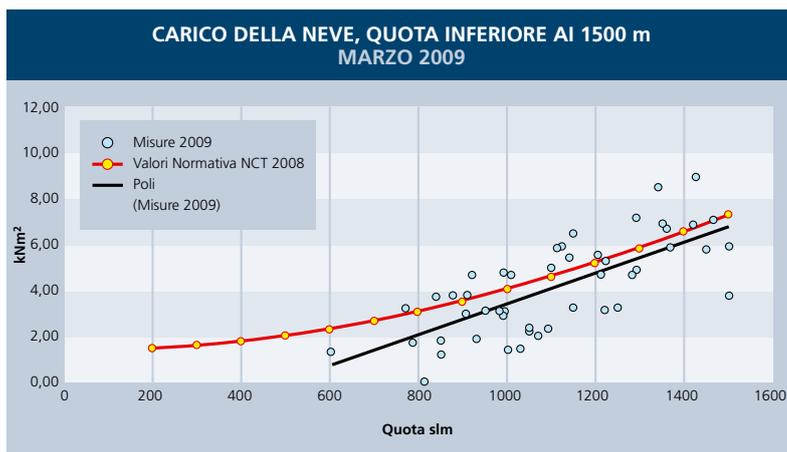


Fig. 12 Valori misurati nel mese di marzo nella Regione del Veneto.

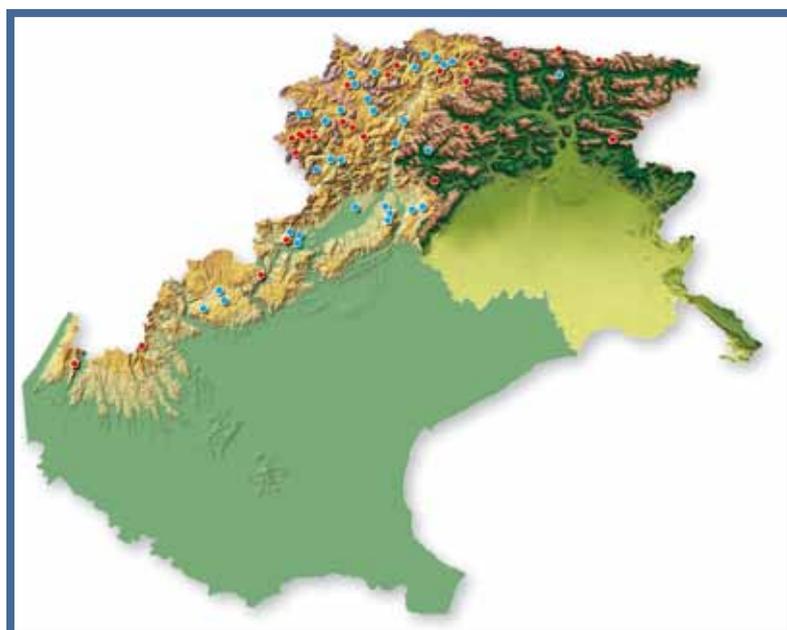
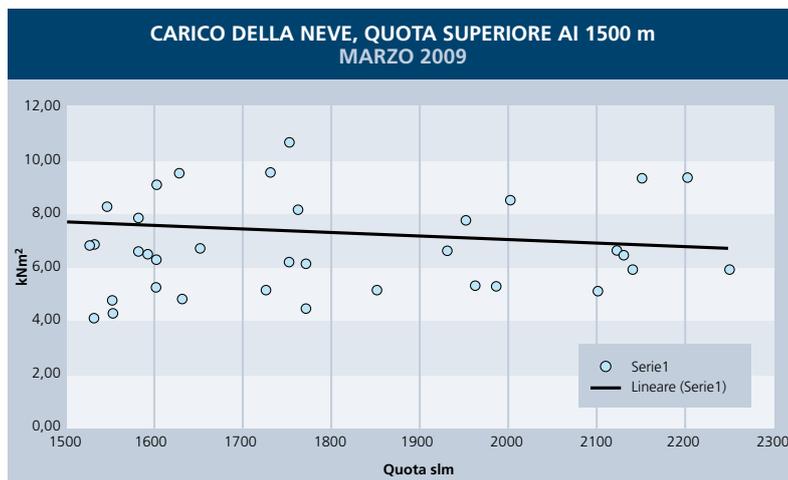


Fig. 13 Valori misurati nelle diverse località. In azzurro carichi nella norma, in rosso valori di carico della neve superiori alla norma. Mese di marzo.

Fig. 14
Valori misurati nel mese di marzo oltre i 1500 m di quota. Alpi orientali (Regione del Veneto e Friuli Venezia Giulia).



LOCALITÀ OLTRE I 1500 M DI QUOTA

Anche nel mese di marzo i carichi di neve sono molto variegati ma con una linea di tendenza al negativo con la quota (Fig. 14).

VALORI MEDI DI DENSITÀ

I valori medi di densità del manto nevoso sono aumentati a tutte le quote (Fig. 15) e il valore medio risultante è di ben 343 kgm^3 superiore di quasi 30 kg a m^2 rispetto al mese di febbraio anche se l'altezza media di tutte le stazioni fra i 600 e i 2600 m è aumentata di solo 2 cm rispetto al mese precedente (158 cm contro i 156 cm). Pertanto a parità di spessori del manto nevoso, la neve rendeva dei carichi maggiori.

CONCLUSIONI

La stagione invernale è stata eccezionalmente nevosa a partire dal mese di dicembre e questo ha determinato un crescendo dei carichi della neve sulle costruzioni che già dal mese di febbraio era superiori in molte località ai valori previsti dalla attuale normativa.

Il bel tempo del mese di febbraio ha contribuito ad una parziale diminuzione dei carichi solo alle quote medio basse e infatti, con le nevicate del mese di marzo, i carichi sono incrementati oltre i 1200 m di quota mentre alle quote inferiori sono rimasti stazionari nelle Alpi orientali.

Tuttavia la polinomiale realizzata con tutti i valori (Fig. 16), è risultata inferiore a quella prevista dalla normativa.

Questo conferma che nella generalità delle situazioni i carichi previsti dalla norma-

Fig. 15
Valori medi di densità misurati alle diverse quote.

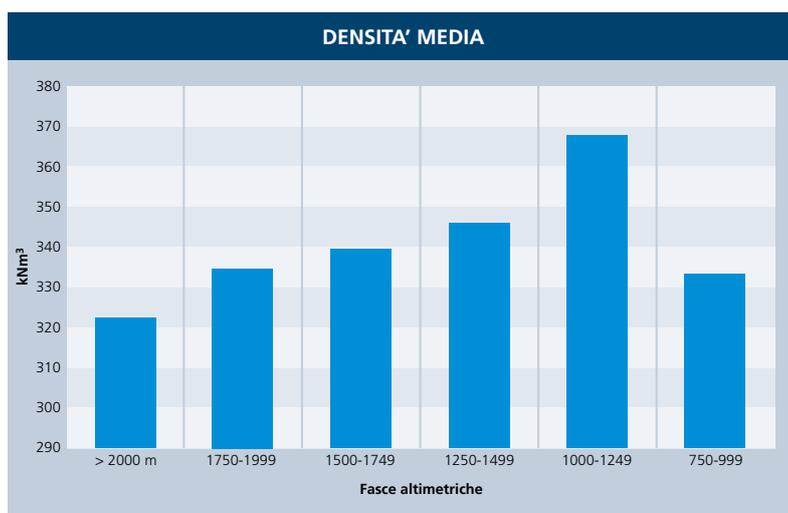
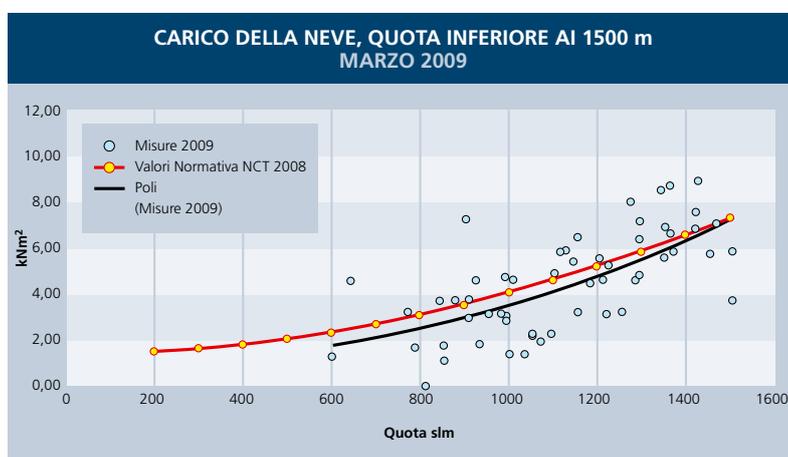


Fig. 16
Valori di carico della neve sulle costruzioni misurati a marzo nelle Alpi orientali.





tiva sono comunque cautelativi anche se, in ambiente alpino, è più probabile che si debba tener conto delle situazioni locali, cosa che viene anche richiamata dalle stesse NTC. Per quanto riguarda i carichi oltre i 1500 m di quota, i valori misurati potranno essere utilizzati per le verifiche rispetto a valori già individuati con altri studi e campagne di misura.

RINGRAZIAMENTI

La realizzazione della presente lavoro è stata resa possibile grazie al lavoro degli osservatori nivologi del Friuli Venezia Giulia e di ARPAV Veneto - Centro Valanghe di Arabba e un particolare ringraziamento a Giuseppe Crepez tecnico validatore dei dati raccolti e all'Ufficio Valanghe della Regione Friuli Venezia Giulia per i dati messi a disposizione.

Bibliografia

- Berni A., E.Giacanelli. 1966. La campagna di rilievi nivometrici effettuata dall'ENEL nel periodo febbraio - giugno 1966. L'Energia Elettrica, 9,
- Cagnati A.. 2003. Sistemi di Misura e metodi di osservazione nivometeorologici. AINEVA, Trento, 186 pp.
- Del Corso R. e P.Formichi. 2006. Il carico della neve sulle costruzioni. Neve e Valanghe, 58, pag. 44-57
- Eurocodice 1 (EN 1991-1-3:2003) Carichi da neve.
- Norme Tecniche per le Costruzioni (2008). Decreto Legge
- Norme Tecniche per le Costruzioni (2005). Decreto Legge
- Valt M. e A.Cagnati. 2005. Stima della densità della neve conoscendo la forma dei grani e la durezza. Neve e Valanghe, 55, pag. 40-45
- Valt M., A.Cagnati, T.Corso e M.Lehning (2006). Stima dell'equivalente in acqua della neve. Neve e Valanghe, 59, 24-33
- Valt M. e R.Zasso. 2008. Densità del manto nevoso. Valori medi per la montagna veneta. Neve e Valanghe, 64, pag. 6-13
- Valt M. e D.Moro. 2009. Average snowcover density in eastern Alps Mountain. EGU 2009 Vienna

STAGIONE INVERNALE 2008-2009

CARATTERISTICHE, VALANGHE E MONITORAGGIO SISMICO

Mauro Valt

ARPA Veneto - DRST Centro Valanghe
di Arabba, Arabba (Italy)

Damiano Pesaresi

Istituto Nazionale di Oceanografia e di
Geofisica Sperimentale - OGS, Udine (Italy)
Istituto Nazionale di Geofisica e
Vulcanologia (INGV), Roma (Italy)

La stagione invernale 2008-2009 è stata nevosa su tutto l'Arco alpino meridionale nelle Dolomiti, con lunghi periodi perturbati e consistenti apporti di neve fresca, con una attività valanghiva frequente.

Nelle Dolomiti è presente una stazione sismica a larga banda, alta dinamica e alta sensibilità, installata nella galleria artificiale dell'Istituto Minerario U.Follador di Agordo.

Il presente lavoro, dopo aver presentato le caratteristiche essenziali della stagione invernale, illustra la perturbazione sismica generata dall'attività valanghiva e registrata dal sismometro di Agordo e della rete sismica gestita dall'OGS nel Nord-Est Italia.

La ricerca e l'individuazione di tali segnali inizialmente sulla base di valanghe note, possono contribuire ad individuare delle metodologie di analisi tali da poter ricostruire l'attività valanghiva avvenuta nell'area adiacente i sismometri.

Le tracce sismiche registrate dalla stazione di Agordo con caratteristiche tipiche del movimento delle valanghe, hanno permesso di ricostruire i periodi di attività valanghiva dando un valido supporto alla verifica dei vari bollettini di pericolo da valanghe emessi nelle aree adiacenti. La ricerca condotta con questo lavoro suggerisce di installare una rete sismica più densa dedicata, anche in maniera temporanea, al rilevamento di valanghe.



PREMESSA

La stagione invernale 2008 - 2009 è stata nevosa su tutto l'Arco alpino meridionale. In particolare nelle Dolomiti (Alpi orientali) l'inverno è stato uno dei più nevosi dal 1930 ad oggi, con lunghi periodi perturbati, consistenti apporti di neve fresca, elevati spessori di neve al suolo e con una attività valanghiva importante e frequente. Il manto nevoso è rimasto debolmente consolidato per molti giorni con numerose valanghe di grandi dimensioni che hanno raggiunto il fondo-valle più volte. Per cercare di mitigare il pericolo di valanghe di alcuni pendii sono stati effettuati molti tentativi di distacco artificiale delle valanghe.

Nelle Dolomiti è ubicata una stazione sismica a larga banda ed alta dinamica presso le gallerie artificiali dell'Istituto Tecnico "U. Follador" di Agordo, in provincia di Belluno. Si tratta di una stazione sismica ad alta sensibilità installata in cooperazione tra l'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale

(OGS) di Trieste e l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) di Roma.

OBIETTIVI DEL PRESENTE LAVORO

Il presente lavoro presenta le caratteristiche essenziali della stagione invernale e dell'attività valanghiva; illustra inoltre la perturbazione sismica generata dall'attività valanghiva registrata dal sismometro di Agordo e della rete sismica gestita dall'OGS nel nord-est Italia.

La ricerca e l'individuazione di tali segnali inizialmente sulla base di valanghe note, possono contribuire ad individuare delle metodologie di analisi tali da poter ricostruire l'attività valanghiva avvenuta nell'area adiacente i sismometri. L'osservazione e la registrazione degli eventi valanghivi è ancor oggi effettuata da osservatori nivologi: questo tipo di indagine presenta molte limitazioni dovute alla mobilità sul territorio durante episodi perturbati, alla cattiva visibilità, alla inaccessibilità di zone di alta quota

o di aree impervie, e alla osservazione durante la notte.

Pertanto la sismologia può rappresentare un valido supporto nel caratterizzare gli eventi.

L'AREA DI INDAGINE

Aspetti climatici

La montagna veneta (Fig. 1), si trova dal punto di vista climatico, in una posizione di transizione fra l'effetto mitigatore delle acque del Mediterraneo, l'effetto orografico della catena alpina e la continentalità dell'area centrale - europea.

La distribuzione delle precipitazioni è in gran parte regolata dalla particolare configurazione orografica delle prealpi e delle Dolomiti che influenzano il regime delle precipitazioni e anche la loro intensità.

Lo sbarramento creato dalle prealpi vicentine e bellunesi determina, nel caso di flussi meridionali, abbondanti precipitazioni che decrescono da sud verso nord cioè verso la cresta di confine con l'Austria mentre la quota dello zero termico e le "sacche" di aria fredda presenti nelle valli, influenzano in modo significativo il limite della neve e i quantitativi di neve fresca. I flussi settentrionali determinano spesso poche precipitazioni nevose con quantitativi in diminuzione dalla cresta di confine verso le prealpi quando riescono a superare lo sbarramento delle Alpi. I flussi orientali invece determinano di solito minor precipitazioni ma più fredde e con quantitativi variabili fra le prealpi bellunesi e quelle veronesi.

LA STAGIONE INVERNALE 2008-2009

Andamento generale

La stagione invernale è stata caratterizzata da abbondanti precipitazioni su tutto l'arco alpino, con elevati spessori di neve al suolo già dal mese dicembre (Fig 2).

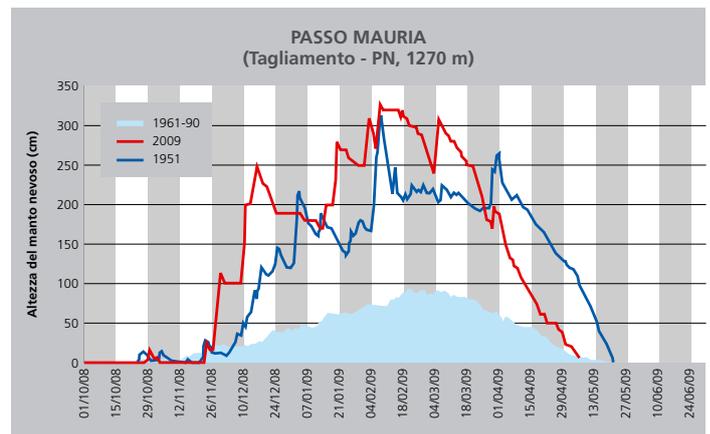
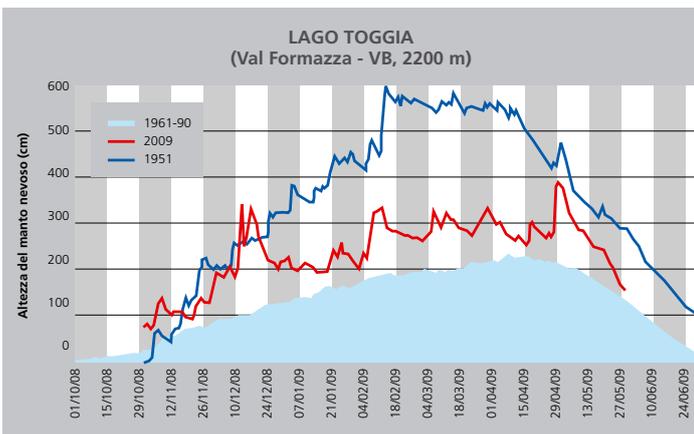
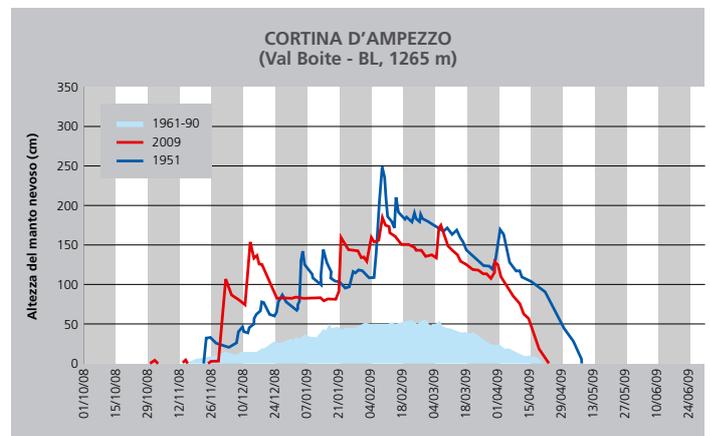
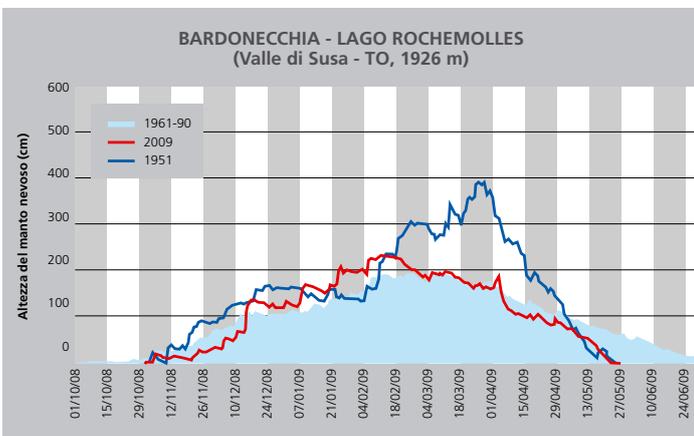
In quasi tutte le località dell'Arco alpino la neve ha sempre superato i valori medi di riferimento (1971 - 2005) e in molte casi ha raggiunto e superato i valori osservati nella stagione 1950 - 1951, storicamente la più nevosa dal 1930 ad oggi.

Fig. 1
Le Alpi dal satellite.
Area di indagine





Fig. 2
 Altezza del manto nevoso in alcune località delle Alpi: Bardonecchia (Alpi Cozie), Lago Toggia (Alpi Lepontine), Cortina d'Ampezzo (Dolomiti), Passo Mauria (Dolomiti-Alpi Carniche).



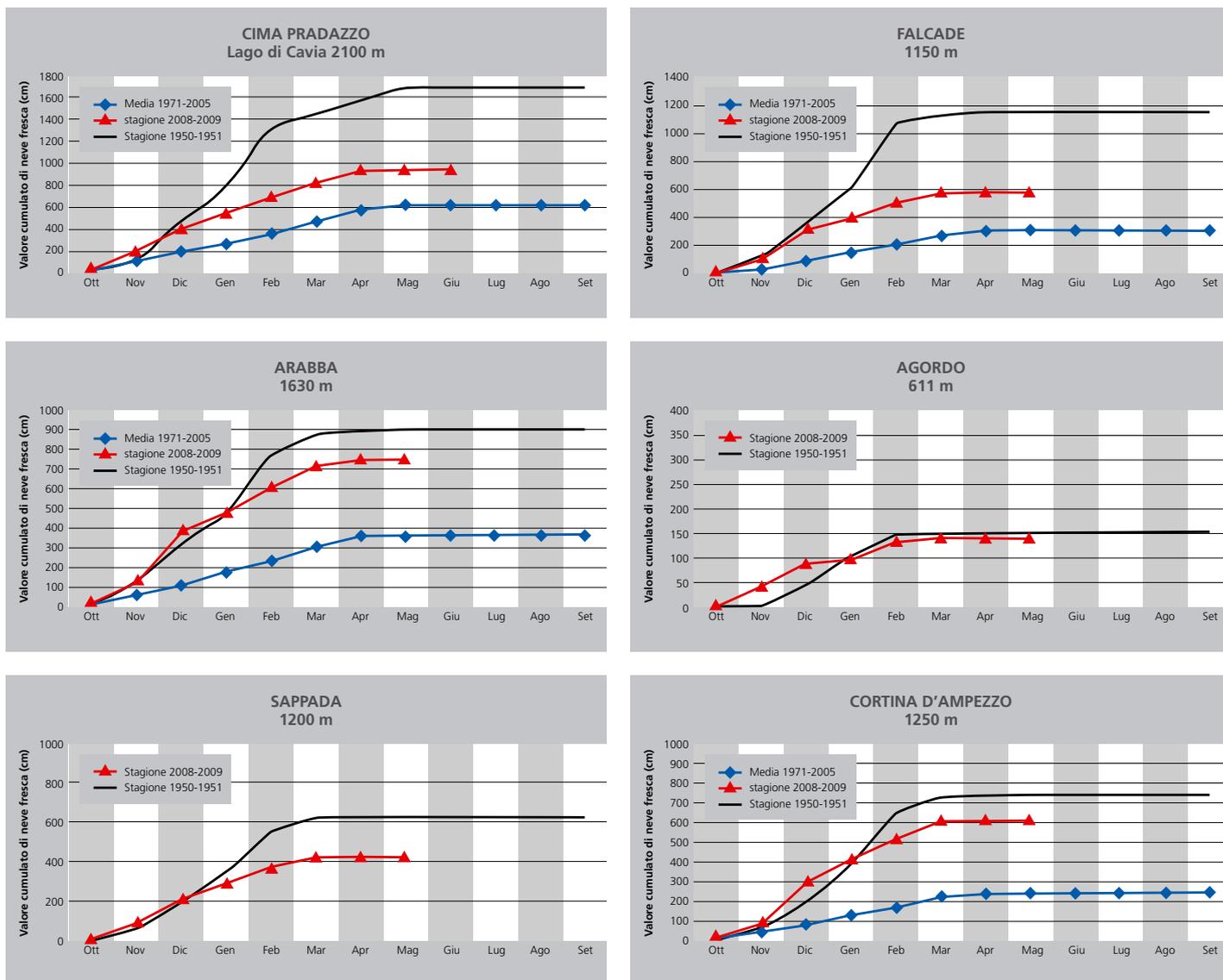


Fig. 3
Cumulo stagionale di neve fresca per alcune stazioni delle Dolomiti.

Nelle Alpi orientali gli episodi perturbati sono stati una decina dei quali i più importanti:

- dal 28 novembre al 3 dicembre,
- dal 10 al 17 di dicembre,
- dal 19 al 22 gennaio,
- dal 31 gennaio al 3 febbraio,
- dal 6 al 10 sempre di febbraio,
- dal 4 al 6 e dal 29 al 31 di marzo e infine
- dal 16 al 17 e dal 27 al 29 di aprile

che hanno determinato, soprattutto nelle Dolomiti Meridionali, considerevoli apporti di neve.

I valori cumulati di neve fresca (neve caduta in 24 ore), sono stati in molte località secondi solo al già citato inverno del 1951 (Fig. 3), sia in quota che a bassa quota e già dal mese di dicembre.

Nella stazione di osservazione di Arabba, ubicata nel centro delle Dolomiti e rappresentativa di tutta l'area dolomitica per la quota di 1600 m, nel periodo 29 novembre - 8 marzo (100 giorni), le giornate con neve fresca sono state ben 41 (Fig. 4) delle quali 8 con apporti superiori ai 30 cm e 3 con apporti superiori ai 45 cm di neve fresca.

Attività valanghiva generale

La stagione invernale è stata caratterizzata da una intensa attività valanghiva naturale. Tuttavia, dati i lunghi periodi di brutto tempo e la grande quantità di valanghe avvenute, è stato molto difficile da parte di tutti gli osservatori nivologici fornire una attenta segnalazione di tutti i singoli eventi. Le osservazioni effettuate nella stazione di Arabba, secondo le direttive AINEVA, delle valanghe naturali

(Cagnati, 2003), sono riportate nel grafico di Fig. 5. Nello stesso grafico, con un quadratino, sono riportate anche le giornate in cui si sono verificate grandi valanghe nelle zone limitrofe ad Arabba e a quote inferiori. Questa integrazione di dati è necessaria non essendoci specifiche stazioni di osservazione a fondovalle e anche per evidenziare la reale attività valanghiva avvenuta in tutta l'area di indagine (Dolomiti Agordine).

In particolare, già con le intense neviccate del 28 novembre - 3 dicembre si sono verificate le prime grandi valanghe che sono arrivate fino a fondovalle come quella di Mezzavalle, fra Cencenighe Agordino e Listolade, ma soprattutto quella di Lininadac, appena fuori l'abitato di Livinallongo del Col di Lana in direzione dell'abitato di Arabba (Fig. 6 e 7).

Questa ultima valanga si è staccata nelle prime ore del mattino del 1 dicembre, azionando l'impianto semaforico a protezione della strada statale n. 48 delle Dolomiti, strada che è stata attraversata dalla valanga stessa. La valanga di Livinadac non scendeva dal 1 aprile 1994 e ancor prima dal dicembre del 1990. Durante la stagione invernale oggetto di questo studio la valanga scenderà altre 3 volte.

Con l'episodio del 9 - 16 dicembre l'attività valanghiva è stata ancor più frequente e importante poiché in molti siti, che non avevano ancora dato origine a valanghe, si sono verificate grandi valanghe. E' da rilevare che gli spessori al suolo in questo periodo sono già di oltre 2 m di neve e quindi la quantità di neve in movimento è stata notevole. In questo periodo, nelle Dolomiti meridionali, si verificano quasi tutte le valanghe storiche. Molte valanghe di canalone raggiungono il fondovalle anche perché il loro percorso è facilitato dalle valanghe precedenti.

Con il ritorno del bel tempo, fra il 17 e il 19 di dicembre, iniziano una serie di azioni di bonifica delle valanghe all'interno dei comprensori sciistici e lungo le vie di comunicazione, mediante distacchi artificiali utilizzando esplosivo o miscele gassose esplosive. Le zone interessate sono il comprensorio sciistico di Arabba (il 17 dicembre), la strada regionale n. 244 appena fuori l'abitato di Arabba in direzione del Passo di Campolongo (il 19), la strada statale n.48 in prossimità del Passo Falzarego (il 18), la strada comunale che dall'abitato di Falcade Alto porta alla frazione di Somor in Comune di Falcade.

Un nuovo importante episodio valanghivo viene a determinarsi con le nevicate del 19 - 22 gennaio 2009 con il distacco, di nuovo, di tutte le grandi valanghe che raggiungono il fondovalle ancor più facilitate nei percorsi ormai pieni di neve. In questo periodo il manto nevoso è formato da spessi strati intermedi e superficiali di cristalli angolari conseguenti al periodo freddo della prima decade del

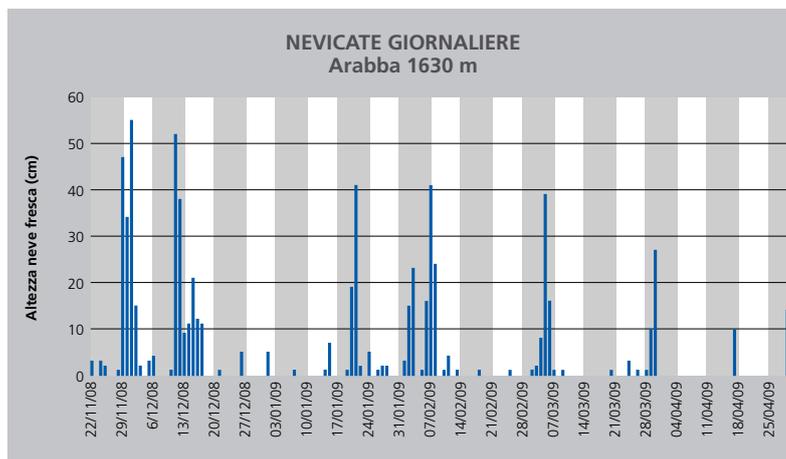


Fig. 4
Precipitazioni nevose giornaliere misurate presso la stazione di Arabba, q. 1630 m (Dolomiti Agordine).

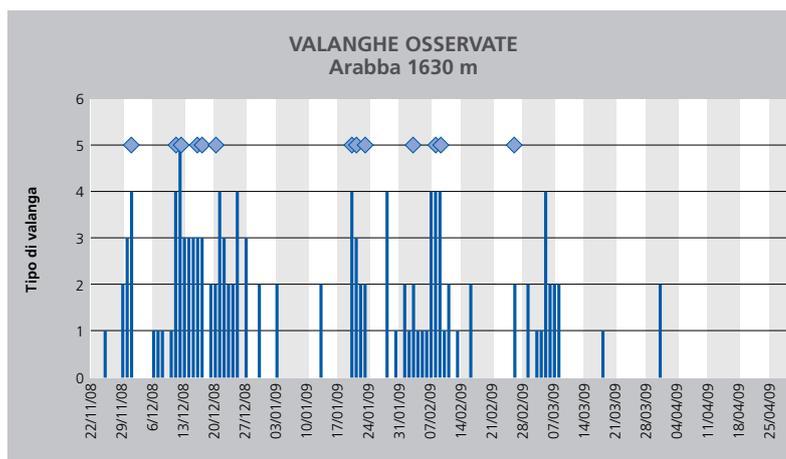


Fig. 5
Valanghe osservate dalla stazione nivometeorologica di Arabba (q. 1630 m) e grandi valanghe osservate nelle aree limitrofe (30 km di raggio).



Fig. 6
Valanga di Livinadac, appena scesa.



Fig. 7
Valanga di Livinadac, appena scesa

Fig. 8
Andamento della precipitazione nevosa e della temperatura nel periodo 19-21 gennaio 2009. Nel tempo seguente l'apice della temperatura è stato osservato l'inizio della attività valanghiva spontanea.

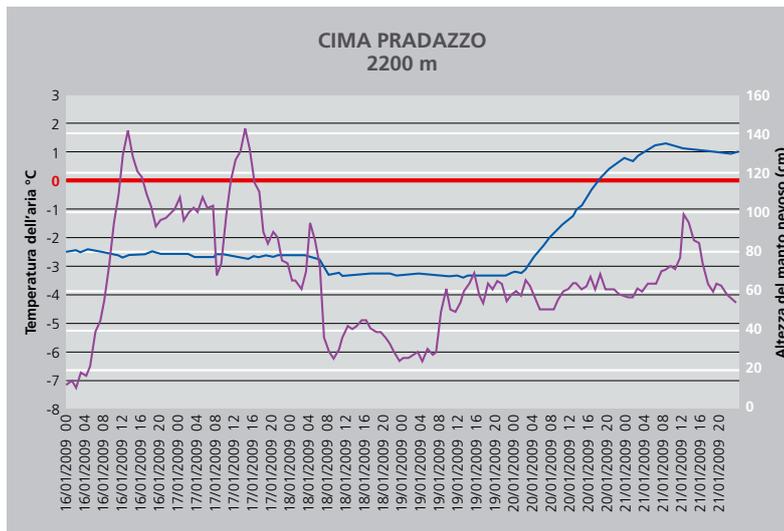


Fig. 9
Operazioni di imbarco delle cariche di esplosivo su elicottero prima delle operazioni di distacco artificiale.



Fig. 10
Il sistema di distacco artificiale delle valanghe Daisy Bell.



meze di gennaio 2009 (da ricordare che il 5 di gennaio ghiaccia la laguna veneta) e da uno strato di brina di superficie lungo la maggior parte dei pendii ripidi, un po' in tutte le esposizioni. La neve fresca è instabile, prima sullo strato di brina di superficie e poi, dato il peso e l'entità della precipitazione (60- 90 cm in 48 ore) sulla neve vecchia. Le prime valanghe iniziano a staccarsi nel tardo pomeriggio di lunedì 20 gennaio lungo i pendii più ripidi e i passi dolomitici vengono chiusi; il maggior numero delle valanghe si hanno però nel primo pomeriggio di martedì 21 gennaio 2009. Infatti, dopo le valanghe delle prime ore del mattino, dalle ore 12:30 in poi, nelle Dolomiti Agordine ma anche nella vicina Valle di Fassa, ubicata alla stessa latitudine ma immediatamente a Ovest, iniziano a staccarsi numerose valanghe di medie dimensioni lungo i

pendii in tutte le esposizioni. E' da rilevare che l'inizio di questa fase di distacchi, corrisponde al momento in cui la temperatura dell'aria inizia a diminuire dopo l'aumento del mattino (Fig. 8). A cavallo dei mesi di gennaio e febbraio, un nuovo episodio perturbato apporta dai 30 ai 50 cm di neve fresca in quota con il distacco di numerose valanghe superficiali e a lastroni a causa del vento che ha seguito la precipitazione. Venerdì 3 febbraio, con il miglioramento del tempo, iniziano nuove operazioni di distacco artificiale delle valanghe, specie nel comprensorio sciistico di Arabba. Dopo questi periodo con intensa attività valanghiva, la stagione invernale prosegue con un nuovo importante periodo di grandi valanghe fra il 7 e l'8 febbraio in occasione delle nuove nevicate e ancora nella prima decade di marzo. Poi seguiranno altri singoli periodi con una frequente attività valanghiva conseguente al riscaldamento primaverile e alle precipitazioni tardo primaverili di aprile (16-17, 27-29).

I sistemi di distacco artificiale delle valanghe

Al fine di ovviare a contingenti situazioni di pericolo di valanghe gravante sulla viabilità, su centri abitati e comprensori sciistici, nel corso dell'inverno è stato programmato spesso il distacco artificiale delle valanghe mediante l'utilizzo di sistemi da elicottero. I sistemi di distacco utilizzati sono stati di due tipi: mediante il lancio diretto dall'elicottero di cariche esplosive e mediante il sistema Daisy Bell. Nel primo caso sono state utilizzate dalle 20 alle 30 cariche esplosive del peso di 5 kg per volo di elicottero.

Le cariche armate, stoccate nell'elicottero, sono state sempre lanciate dal fochino, su indicazione del tecnico neve, nella zona dove si riteneva più probabile ottenere il distacco della valanga (Fig. 9). Il sistema Daisy Bell, invece, utilizza una apposita campana, agganciata al gancio baricentrico dell'elicottero, nella quale viene convogliata una miscela esplosiva di idrogeno e ossigeno, e genera una detonazione con una onda d'urto di 25 hPa (Fig. 10).

La detonazione della miscela esplosiva, che è più lenta dell'esplosivo, genera comunque una onda d'urto in grado di sollecitare il manto nevoso in modo tale da generare il distacco di una eventuale massa nevosa debolmente consolidata. La detonazione avviene in aria, ad una altezza dal manto nevoso variabile fra i 2 e i 5 metri. I due sistemi sono stati impiegati in funzione della loro disponibilità in quanto utilizzati da 2 compagnie aeree diverse. Nel comprensorio sciistico di Arabba il distacco artificiale delle valanghe avviene utilizzando la teleferica CATEX con cariche di esplosivo sempre da 5 kg e la rete di Gazex che sono installati a monte delle piste da sci.

Utilizzo di stazioni sismiche per la rilevazione di valanghe

L'utilizzo di sismometri è stato testato nei siti sperimentali di misurazione delle velocità delle valanghe come ad esempio a Boi Taul an Nuria nei Pirenei Catalani, nella Valle della Sione in Svizzera o a Ryggfonn in Norvegia. Per questo tipo di ricerche sono stati utilizzati dei sismometri di tipo Lennartz Le-3D con banda passante da 5s a 0.2 Hz, installati appositamente all'interno o nelle immediate vicinanze dei canaloni/versanti da valanga (Vilajonana et alii, 2004). In questi siti è stato possibile misurare la velocità delle valanghe, mettere a punto dei filtri per distinguere anche le varie tipologie di valanghe e distinguerle anche dalle altre onde sismiche (Biescas et alii, 2003, Vilajonana et alii, 2007).

Il segnale prodotto da un piccolo evento sismico locale (Fig.11), di intensità paragonabile a quello prodotto da una valanga nevosa, è diverso per la composizione spettrale da quello prodotto da una valanga nevosa. Un evento sismico presenta evidenti un primo arrivo di fronte d'onda delle onde P e successivamente un secondo delle onde S più accentuato: in entrambi i casi i segnali hanno una frequenza predominante dell'ordine di qualche Hertz.

Viceversa, le valanghe nevose presentano un primo picco di segnale all'inizio del

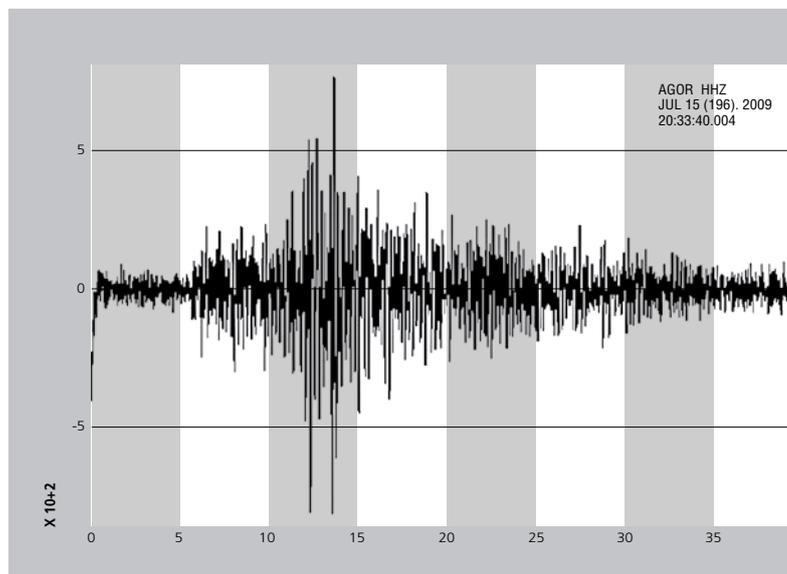


Fig. 11
Esempio di segnale sismico prodotto da un terremoto.

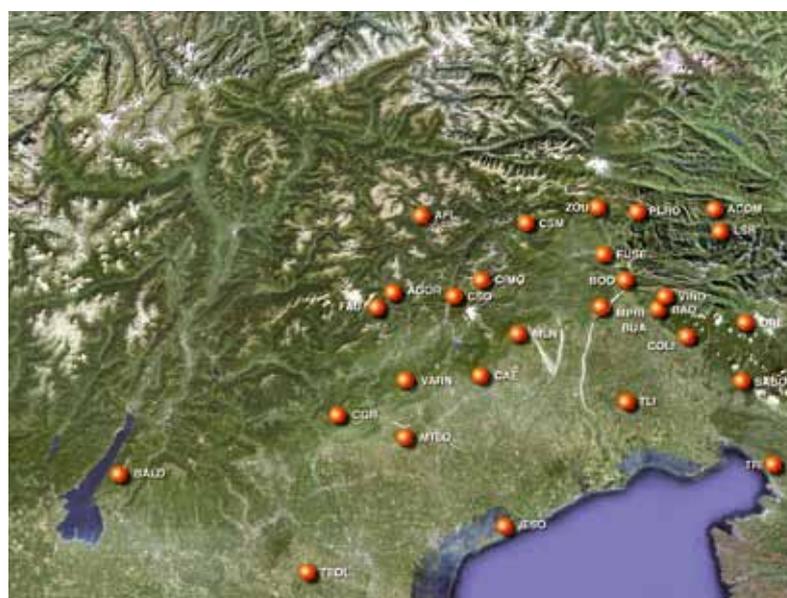


Fig. 12
La rete OGS-CRS del nord est Italia.

fenomeno in corrispondenza del distacco della massa nevosa, seguito poi da un rumore ad ampio spettro caratterizzato dallo scivolamento con attrito di neve su neve (Biescas et alii, 2003).

LA STAZIONE SISMICA DI AGORDO

La stazione sismica di Agordo fa parte della rete dell'Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale - OGS del nord est Italia (Fig. 12), i cui dati vengono trasmessi in tempo reale al Centro di



Fig. 13
Foto dell'Istituto Minerario Umberto Follador.

RETE SISMICA OGS DEL NORD EST ITALIA						
STAZIONE	INIZIO ATTIVITA'	LATITUDINE	LONGITUDINE	QUOTA	NOME	TIPO
AGOR	06/06/2007	46°16'58"	12°02'49"	631	Agordo	BB
CIMO	18/03/2002	46°18'43"	12°26'42"	610	Cimolais	BB
AFL	01/01/1988	46°31'38"	12°10'28"	2235	Alpe Faloria	SP
CSO	01/01/1988	46°16'24"	12°19'26"	1060	Casso	SP
FAU	01/01/1988	46°13'56"	11°58'31"	1430	Forcella Aurine	SP

Fig. 14
Caratteristiche delle stazioni sismiche utilizzate nel presente lavoro e limitrofe ad Agordo.

Fig. 15 a e b
Valanghe spontanee osservate e registrate nel data base del Centro Valanghe di Arabba, con quota di distacco, arresto e massa di neve. I valori di durata teorica sono stati elaborati da CRS.



Ricerche Sismologiche di Udine.

La rete sismica è composta da stazioni sia a corto periodo che a banda larga ed elevata dinamica. La stazione sismica a banda larga di Agordo, diventata operativa nel giugno 2007, è installata nella galleria artificiale realizzata nel corso degli anni dagli studenti dell'Istituto Minerario "U. Follador" sotto le pendici del Monte Framont (Fig. 13). La stazione è composta da un acquirente Quanterra Q680 a 24 bit e un sismometro triassiale a banda larga Streckeisen STS-2, con risposta piatta in frequenza da 50 Hz fino a 120 secondi. La strumentazione corrisponde a quella usata dalla rete sismica globale GSN, impiegata per la rilevazione di attività sismica a livello mondiale: tuttavia, l'elevata dinamica e sensibilità, permettono di rilevare anche eventi locali deboli. Le stazioni limitrofe a quella di Agordo sono Forcella Aurine, Alpe Falaria, Casso e Cimolais (Fig. 14).

N° SULLA MAPPA	DATA	ORA	LOCALITA'	COMUNE	QUOTA DISTACCO	QUOTA MINIMA ACCUMULO	LUNGH. SCORRIM.	VOLUME	DURATA TEORICA EVENTO
1	lunedì 1/12/2008	6.37	Livinadac	Livinallongo d. Cd. L.	2100	1230	1500	30000	17,5
1	giovedì 11/12/2008	22.50	Livinadac	Livinallongo d. Cd. L.	2000	1230	1500	15000	17,5
2	giovedì 11/12/2008	16.50	Val Focobon Tamer	Falcade	2100	1230	1520	10000	17,6
3	giovedì 11/12/2008	16.20	Lastei	Canale d'Agordo	2200	1300	1540	10000	17,7
4	giovedì 11/12/2008		Val del Restel	Cencenighe	2000	900	1620	10000	18,2
5	giovedì 11/12/2008	22.50	Rivamonte	Rivamonte	2100	890	1700		18,6
6	martedì 16/12/2008	7.00	Passo Staulanza	Zoldo					
7	mercoledì 17/12/2008		Olantreghe	Castelavazzo	2018	670	2000		20,2
8	mercoledì 17/12/2008	8.40	Serva	Belluno	2800	930	2800	10000	29,9
31	martedì 20/01/2009	Notte	Ru de Porta	Alleghe	2100	1375	1000	9000	14,3
9	martedì 20/01/2009	17.00	Passo Giau	Colle Santa Lucia	2000	1800	425		9,3
10	mercoledì 21/01/2009	12.30	Catinaccio	Canazei					
11	mercoledì 21/01/2009	12.00	Passo Pordoi	Livinallongo d. Cd. L.					
12	mercoledì 21/01/2009	13.40	Buffaure	Soraga					
13	mercoledì 21/01/2009	7.30	Coldai	Alleghe	2400	1650	1050		14,6
13	mercoledì 21/01/2009	11.50	Coldai	Alleghe	2400	1600	1100		15
7	mercoledì 21/01/2009	7.20	Olantreghe	Castelavazzo	2018	670	2000	15000	20,2
	mercoledì 21/01/2009		Pian dei Sabion	Canale d'Agordo	1990	1220	800	23000	
22	mercoledì 21/01/2009	Notte	Marmolada	Rocca Pietore	2800	1830	1600	185000	
23	sabato 24/01/2009		Padon	Rocca Pietore					
14	domenica 25/01/2009	12.15	Tofana	Cortina d'Ampezzo					
15	martedì 27/01/2009	16.10	Arabba	Livinallongo d. Cd. L.	1620	1560	90	10000	
24	martedì 3/02/2009	Notte	Ru de Porta	Alleghe	2100	1325	1150	9000	15,3
1	martedì 3/02/2009	12.00	Livinè	Livinallongo d. Cd. L.	2000	1230	1500	15000	17,5
15	martedì 3/02/2009	19.00	Arabba	Livinallongo d. Cd. L.					
16	martedì 3/02/2009	10.50	Cencenighe	Cencenighe	1900	725	1800		19,2
17	martedì 3/02/2009	15.50	Mezzocanale	Cencenighe	2000	709	1890		19,6
18	mercoledì 4/02/2009	8.00	Monte Grappa	Borso del Grappa					
19	sabato 7/02/2009	12.00	Acquatona	Santo Stefano	2000	1040	1800	6000	
	sabato 7/02/2009	9-10.00	Pordoi	Livinallongo d. Cd. L.					
	domenica 8/02/2009	7.45	Punta Serauta	Rocca Pietore	3000	1900	2100		20,7
	domenica 8/02/2009	10.45	Punta Serauta	Rocca Pietore	3000	1780	2560	48000	22,8
20	domenica 8/02/2009	15.00	Dolada	Belluno	1500	550	1770	5000	19
21	domenica 8/02/2009	14.40	Palimina	Falcade	2100	1200	1600	15000	18
	domenica 8/02/2009	10.00	Gares	Canale d'Agordo					

I RISULTATI

Sono state analizzate le tracce sismiche di 27 valanghe naturali (Fig. 16 a ,b) e di 12 eventi artificiali (Fig. 17a, b) causate da esplosioni controllate, registrate da 5 stazioni sismiche dell'OGS nel nord del Veneto: AFL (Alpe Faloria), AGOR (Agordo), CIMO (Cimolais, Friuli), CSO (Casso), FAU (Forcella Aurine). Le stazioni sismiche a corto periodo (AFL, CSO e FAU) non hanno rilevato gli episodi valanghivi per la loro distanza dagli eventi e la loro bassa sensibilità. Anche la stazione a banda larga ed alta dinamica di Cimolais (CIMO) non ha evidenziato in maniera sufficiente gli episodi, probabilmente per la distanza. A tal proposito è da rimarcare che il fattore naturale di attenuazione della neve è un grosso ostacolo per la rilevazione di valanghe con stazioni sismiche.

L'uso di una sola stazione sismica non ha pertanto permesso l'uso delle usuali tecniche sismiche di localizzazione (triangolazione, ecc.). Inoltre lo scarso rapporto segnale/rumore ha impedito l'uso di tecniche direzionali da polarizzazione delle onde per localizzare eventi da singola stazione sismica. Si è tuttavia riuscito a determinare la durata di 21 episodi naturali, mediante filtraggio passa alto a 1 Hz e calcolo dell'inviluppo, riuscendo così a correlare la durata di due episodi con la lunghezza di scorrimento degli episodi stessi, in analogia con quanto indicato da Biescas et alii [2003]. La bassa statistica è in gran parte dovuta alla non completa disponibilità dei parametri fisici delle valanghe quali tempo origine e lunghezza di scorrimento. In particolare nel caso dei distacchi spontanei di valanghe durante gli episodi più intensi, i segnali registrati dalla stazione si Agordo sono proposti nelle Fig. 17, 18 e 19. Il sismogramma di Fig. 17 è relativo alla valanga di Livinadac del 1 dicembre 2008 in Comune di Livinalongo del Col di Lana a 24 km di distanza in direzione 340 °N. La valanga è scesa alle 6:40 circa interrompendo la strada e isolando l'abitato di Arabba. In Fig. 18 è riportato il sismogramma generato dalla valanga osservata alle 17:30 circa del 20 gennaio 2009 lungo la strada regionale



Fig. 16 a e b
Elenco della attività di distacco artificiale operata nelle Dolomiti Agordine nel periodo dicembre 2008 - febbraio 2009.

N° SULLA MAPPA	DATA	ORA	LOCALITA'	COMUNE	TIPOLOGIA D'INTERVENTO
1	17/12	8.00	Zoldo	Zoldo Alto	Daesy Bell
2	17/12	15.30	Portados Nord	Livinalongo d. Cd. L.	Gazex
2			Portados Est	Livinalongo d. Cd. L.	Gazex
5	17/12	15.30	Arabba	Livinalongo d. Cd. L.	Daesy Bell
3	17/12	15.30	Pordoi - Sasso Cappello	Livinalongo d. Cd. L.	Daesy Bell
3	17/12	15.30	Burz	Livinalongo d. Cd. L.	Daesy Bell
4	18/12	10.30	Passo Falzarego	Livinalongo d. Cd. L.	Esplosivo
5	19/12	15.00	Passo Campolongo	Livinalongo d. Cd. L.	Daesy Bell
6	19/12	15.30	Somor	Falcade	Daesy Bell
5	22/12	14.00	Arabba	Livinalongo d. Cd. L.	Daesy Bell
2	22/12	14.40	Sasso Cappello	Livinalongo d. Cd. L.	Daesy Bell
3	22/12	15.00	Pordoi	Livinalongo d. Cd. L.	Daesy Bell
2	03/02	8.00	Porta Vescovo - GAZEX	Livinalongo d. Cd. L.	Gazex
2	07/02	15.50	Passo Vescovo - GAZEX	Livinalongo d. Cd. L.	Gazex
	08/02		Falzarego	Livinalongo d. Cd. L.	Esplosivo
7	13/02	14.30	Ornella	Livinalongo d. Cd. L.	Esplosivo



Fig. 17
Segnale sismico
prodotto del 1 dicembre
2008, valanga di
Livinadac.

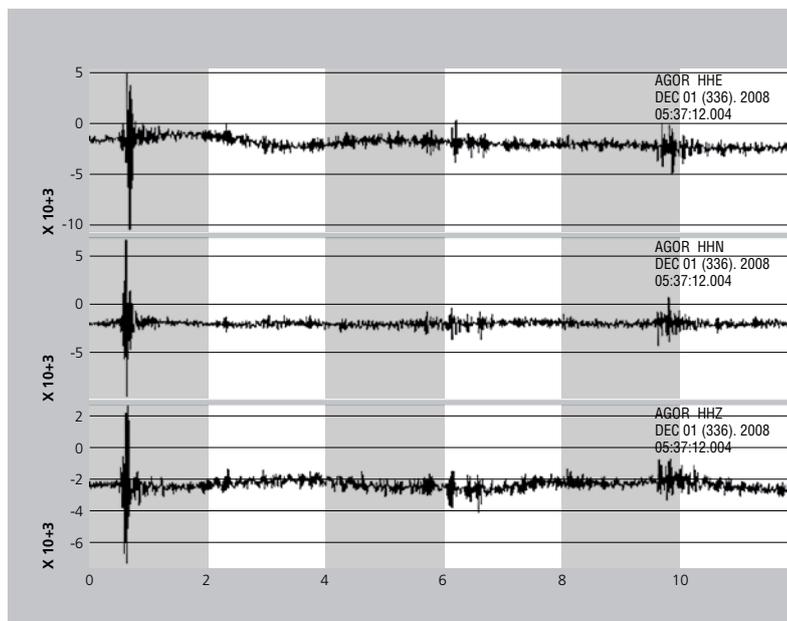


Fig. 18
Segnale sismico
prodotto del 20 gennaio
2009, valanga di Passo
Giau.

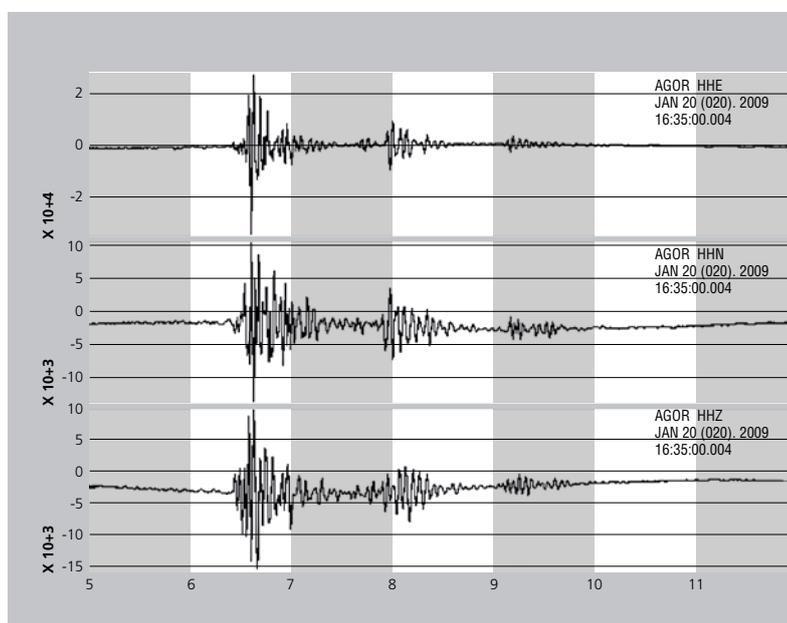
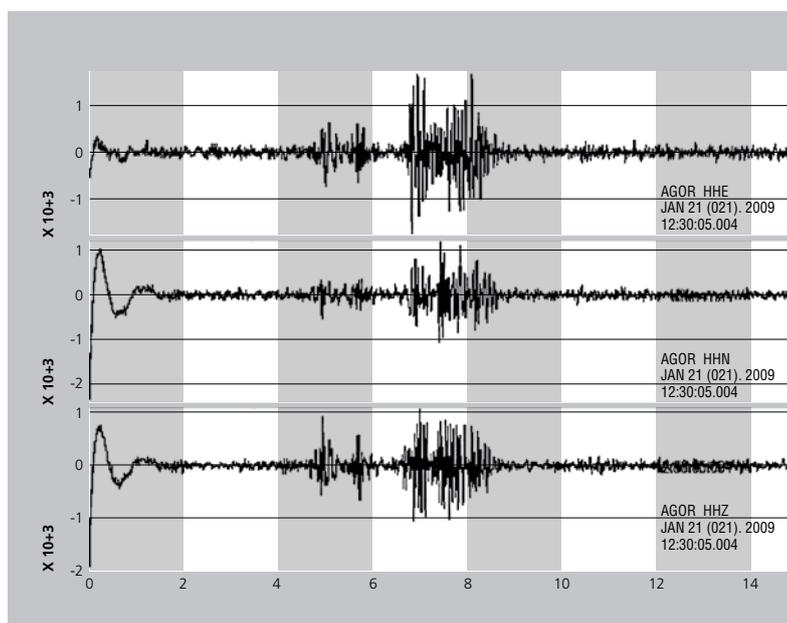


Fig. 19
Segnale sismico
prodotto del 21 gennaio
2009.



n. 638 del Passo Giau che ha visto, fra l'altro, travolto un pulmino di turisti della Repubblica Ceca, per fortuna senza conseguenze. Il sito della valanga si trova a 23 Km in direzione 4°N in esposizione Est. Infine, in Fig. 19 è riportato il segnale sismico prodotto da una delle valanghe del 21 gennaio 2009. Fra le 12 e le 13 gli osservatori nivologici hanno osservato numerose valanghe, alcune anche con danni alle persone e pertanto è difficile, data l'incertezza degli orari, stabilire una possibile relazione con un preciso evento. In ogni caso le valanghe sono cadute sempre ad una distanza di 20-25 km in direzione 300-320°N. Per quanto riguarda i distacchi artificiali, nel tardo pomeriggio del 19 dicembre è stato utilizzato il sistema Daesy Bell a Falcade a 16,8 km di distanza in direzione 300°N (Fig. 20), senza ottenere nessun distacco e pertanto il segnale è solo quello prodotto dalle esplosioni sul manto nevoso. Mentre il 3 febbraio 2009, prima della apertura delle piste, sono stati effettuati con successo alcuni distacchi artificiali nel comprensorio sciistico di Arabba sia con il sistema Catex che con il Gazex e la traccia sismica è quella di Fig. 21. In Fig. 22 è invece illustrato l'involuppo del segnale di Fig. 18, calcolato dopo un filtraggio passa alto a 1 Hertz. La lunghezza del segnale valanghivo così determinato è pari a circa 3.3 secondi. Dall'analisi dell'involuppo del segnale sismico generato dal 21 valanghe nevose naturali, risultano delle durate che vanno da un minimo di 9.3 a un massimo di 23.9 secondi. La durata di tali segnali è in relazione al dislivello delle valanghe stesse: confrontando con il tempo necessario per la caduta di un grave per il dislivello stesso si ottengono in due episodi i secondi valori: 17.5s (osservato) e 10s (calcolato), 9.3 (osservato) e 3.3 (calcolato). C'è quindi una corrispondenza, anche se limitata per la statistica insufficiente, mentre la differenza tra il periodo osservato e calcolato è da imputarsi all'approssimazione del modello fisico usato, in particolare alla non considerazione dell'importante attrito neve-neve.

CONCLUSIONI

In questo lavoro si è illustrato l'andamento della stagione invernale 2008-2009 e si è dimostrata l'importanza di utilizzare la rete sismica tradizionale per il rilevamento della attività valanghiva durante le nevicate particolarmente intense.

Per quanto riguarda la parte sismologica del lavoro, è stato raggiunto l'obiettivo minimo di correlare parametri fisici delle valanghe con caratteristiche dei segnali di registrazione di stazioni sismiche, anche se la statistica riportata è insufficiente.

Le tracce sismiche registrate dalla stazione di Agordo con caratteristiche tipiche del movimento delle valanghe, permettono di ricostruire i periodi di attività valanghiva dando un valido supporto alla verifica dei vari bollettini di pericolo da valanghe emessi nelle aree adiacenti. La ricerca condotta con questo lavoro suggerisce di installare una rete sismica più densa dedicata, anche in maniera temporanea, al rilevamento di valanghe.

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento a tutti gli osservatori nivologici di ARPAV - Centro Valanghe di Arabba, a Renato Zasso, Alvisse Tomaselli e Anselmo Cagnati dell'Unità Operativa Neve e Valanghe e al Dr. Antonio Rovelli dell'Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia (INGV) di Roma per il suo aiuto e consiglio nell'analisi dati.

Bibliografia

- Biescas B., Dufour F., Furdada G., Khazaradze G. and Surinach E., 2003. Frequency content evolution of snow avalanches seismic signals. *Survey in Geophysics* 24: 447-464.
- Cagnati A. (2003). Sistemi di Misura e metodi di osservazione nivometeorologici. AINEVA, Trento, 186 pp.
- Vilajonana I., Khazaradze G., Lied, E., Suri_ach, E., 2004. Can the propagation speed of snow avalanches be determined by seismic methods? 4° Assembleia Luso Espanhola de Geodesia e Geofisica. 73- 74
- Vilajonana I., Khazaradze G., Lied, E., Suri_ach, E., K.Kristensen. 2007. Snow avalanche speed determination using seismic methods. *Cold Regions Science and Technology* 49 (2007), 1-10

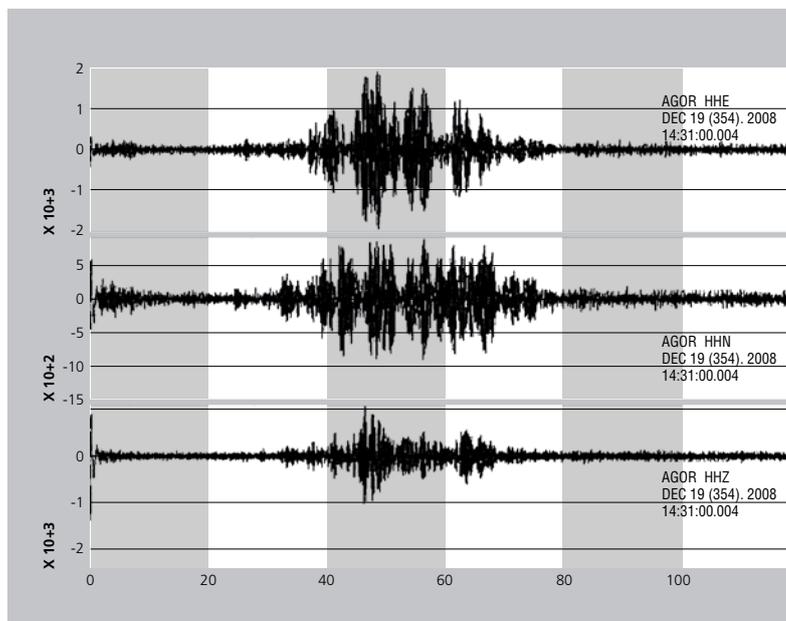


Fig. 20
Segnale sismico
prodotto dei tentativi
di distacco artificiale
con Daisy Bell del 19
dicembre 2008.

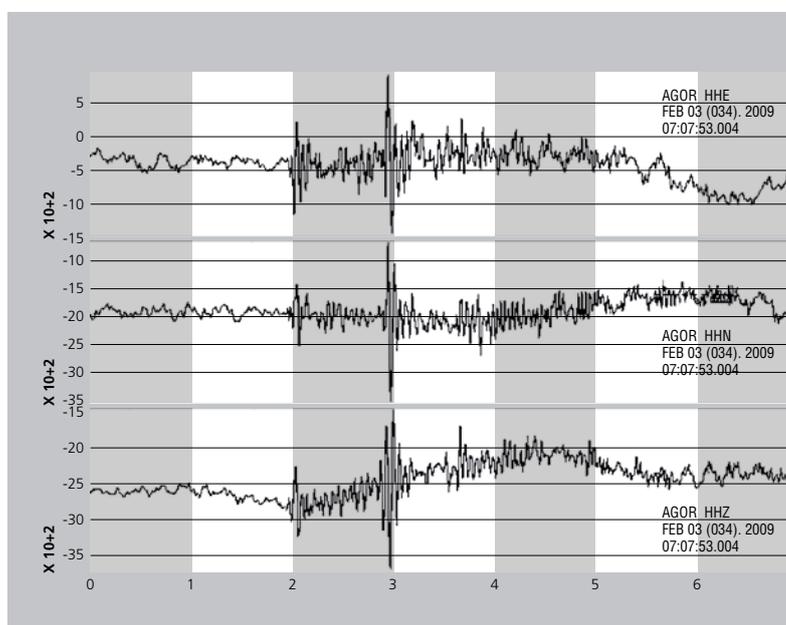


Fig. 21
Segnale sismico
prodotto dai tentativi
riusciti di distacco
artificiali con sistemi
diversi del 3 febbraio
2009.

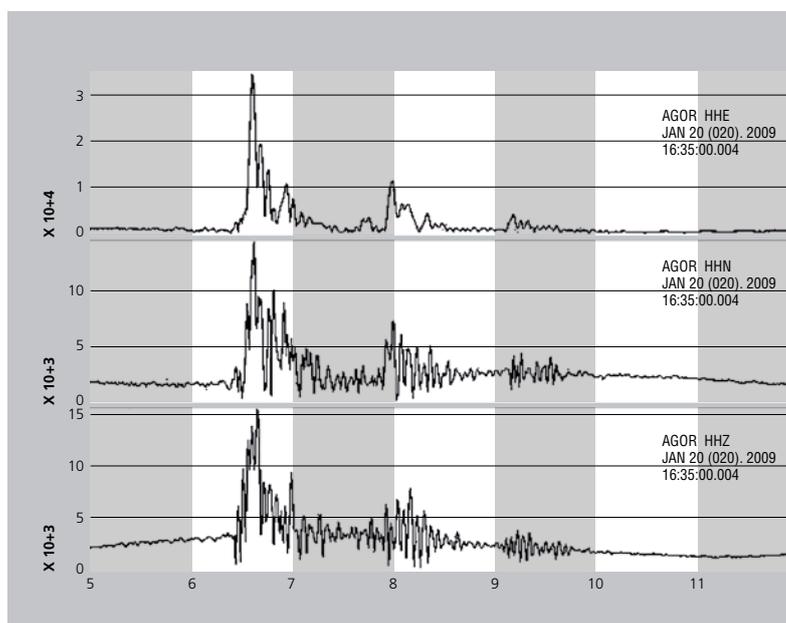


Fig. 22
Inviluppo segnale
sismico prodotto del 20
gennaio 2009, valanga
di Passo Giau.

**UN INNOVATIVO
SISTEMA A GAS
ELITRASPORTATO
PER IL DISTACCO
PROGRAMMATO
DI VALANGHE**

DAISY BELL

**Philippe Berthet Rambaud,
Louis Noel, Bruno Farizy,
Jean Marc Neuville, Stéphane
Constant, Pascal Roux ed
Ernesto Bassetti**
TAS/Obiettivo Neve

Il distacco artificiale di valanghe, come dimostrato dall'inverno appena trascorso, necessita di un'ampia varietà di mezzi e tecniche per poter avvenire in tempo utile e risultare efficace. Limitazioni normative e difficoltà di utilizzo dei mezzi convenzionali di distacco artificiale (esplosivi) hanno spinto verso soluzioni tecniche diverse, che sfruttano l'esplosione di miscele gassose entro appositi contenitori (Gazex; Heli-avahlex e Avalanche Blast). Negli ultimi due anni è stato sperimentato con successo un nuovo apparato elitrasportabile basato su questo principio: la DaisyBell. L'articolo ne illustra caratteristiche tecniche, performance e una prima valutazione sul suo utilizzo.



INTRODUZIONE

Il periodo subito successivo ad una nuova nevicata è certamente il più pericoloso per quanto riguarda le valanghe e pertanto si rende spesso necessario provocarne il distacco preventivo, specialmente per quanto riguarda la messa in sicurezza di strade, piste e impianti di risalita. A tale scopo esistono al mondo diverse soluzioni tecniche, ma la maggior parte di queste non è mobile, limitando così il risultato al solo pendio nel quale sono installate. Di conseguenza quando una vasta area deve essere protetta, questi impianti fissi non sono più sufficienti e occorre così completare il lavoro di bonifica con attrezzature mobili. Ma la maggior parte dei sistemi mobili ancora oggi prevede l'impiego di esplosivo che viene trasportato nella zona di distacco grazie a svariate tecnologie e in base alle leggi in vigore nei diversi paesi: Catex, uomini, battipista, elicotteri, artiglieria.

In ogni caso sussistono ancora molte controindicazioni circa l'impiego dell'esplosivo, quali ad esempio il rispetto di norme e procedure molto stringenti per il traspor-

to, l'uso e lo stoccaggio dello stesso, ma anche per la manipolazione e l'innesco che rimangono delle operazioni alquanto delicate. Per la cronaca, nel mondo si verificano ancora molti incidenti per colpa dell'esplosivo e questo nonostante sia sempre più obbligatorio fare corsi di formazione ed esami specifici al fine di migliorare le conoscenze e ridurre il rischio di incidenti.

Una soluzione alternativa è rappresentata dall'impiego di miscele di gas. Infatti nella pratica, fintanto che i gas sono nelle loro bombole separati tra loro, il rischio di incidenti è praticamente nullo mentre il loro trasporto e lo stoccaggio sono decisamente più facili. Inoltre oggi è anche relativamente più semplice gestire correttamente la miscelazione dei gas grazie all'impiego di strumenti industriali più performanti come tubi flessibili, valvole e guarnizioni speciali. Per contro non è così semplice creare nell'aria libera un'atmosfera esplosiva solamente rilasciando dei gas; e un altro importante fattore di sicurezza è dato dal range di concentrazione per il quale i gas diventano perico-

losi, range che aumenta nel caso di gas molto volatili.

Attualmente la vera sfida, che consiste nello sviluppare un sistema a gas realmente utilizzabile nella pratica, implica comunque il confinamento di una minima quantità di gas necessaria all'ottenimento dell'esplosione.

Ad esempio il sistema Gazex sfrutta una miscela di ossigeno e propano più pesante dell'aria e che pertanto resta nel fondo del tubo inclinato durante la fase di iniezione dei gas.

DAISYBELL: L'IDEA

Il progetto DaisyBell, il cui completamento ha richiesto due anni di lavoro e circa 600.000 € di investimenti, è nato per far fronte all'esigenza di poter usare un sistema a gas mobile e trasportabile sotto un elicottero per le operazioni di distacco programmato di valanghe. I prototipi dell'Heli-avahlex e dell'Avalanche Blast – entrambi mobili – usavano un pallone in latex per confinare la miscela gassosa. Erano certamente pratici da usare, tut-



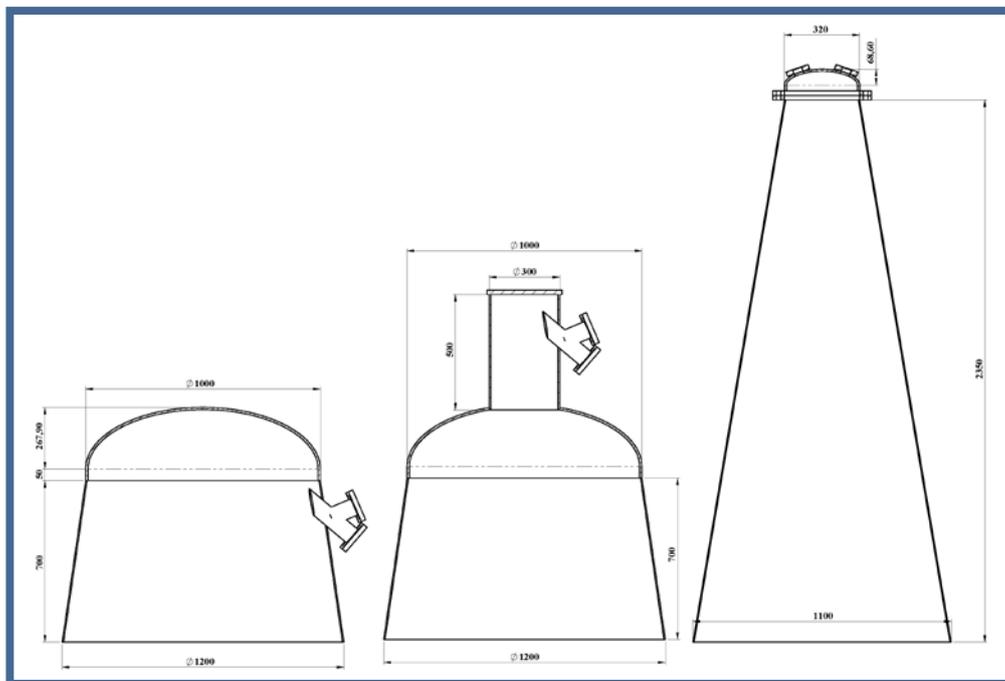
tavia hanno dimostrato non pochi limiti tecnici. Innanzitutto funzionavano grazie a meccanismi complicati e molto precisi atti a collegare la riserva dei gas al pallone che deve essere riempito per esplodere per poi passare al successivo e così via. Il loro impiego era particolarmente difficile in condizioni ambientali difficili (vento, gelo, ...) e ponevano dei problemi meccanici mai realmente risolti. Infine l'impiego dei palloni in latex determinava dei problemi di autonomia di tiro e quindi un limitato numero di possibili valanghe provocate per campagna di volo.

Tutte queste osservazioni sono state tenute in considerazione nello sviluppo del progetto DaisyBell che è partito in base ad un'idea ben precisa: sostituire il volume temporaneo di gas dato dal pallone con un contenitore fisso in metallo.

All'inizio era previsto l'impiego di una chiusura del contenitore – i test vennero portati avanti con dei teli in PVC – che permettesse in un primo tempo la raccolta dei gas per poi aprirsi al momento dell'esplosione; ma subito dopo venne l'idea di impiegare una miscela gassosa di ossigeno e idrogeno, per risolvere il problema all'origine. Questa miscela è infatti più leggera dell'aria e pertanto poteva essere immaginato un contenitore in cima al quale venissero iniettati i gas. Inoltre, cosa di non secondaria importanza, una miscela stechiometrica di ossigeno e idrogeno è altamente esplosiva e genera un'energia elevatissima, aspetto molto sensibile nel distacco programmato di valanghe.

Sancito questo importante principio, vennero fatti numerosi test con diverse forme di contenitori a campana, inizialmente appese a dei camion gru. Questi primi test avevano alcuni obiettivi ben precisi:

- scegliere la forma migliore e testare la sua capacità a trattenere in alto la miscela gassosa al momento dell'iniezione dei gas;
- testare la capacità di produrre un'esplosione sufficientemente potente;



- classificare le esplosioni ottenute sulle base dei parametri di proporzione dei gas e relativi volumi.

Il risultato delle esplosioni doveva garantire il giusto compromesso tra un'efficiente onda di choc rivolta verso il pendio e la conseguente ineludibile reazione contraria rivolta invece verso l'elicottero. In realtà l'esplosione provoca una reazione del volume di gas e quindi del contenitore a campana verso l'alto, e conseguente ricaduta verso il basso per effetto della forza di gravità. Riguardo invece l'elicottero, la sfida consisteva nel fare in modo che la ricaduta della massa inerte dopo l'esplosione fosse compatibile con le tenute del cavo e del gancio, nonché con le capacità di volo dell'elicottero.

La Figura 1 mostra appunto uno schizzo delle tre forme differenti testate inizialmente: la prima era troppo larga e non consentiva una corretta miscelazione dei gas senza un'ideale chiusura temporanea dell'apertura in basso. La seconda versione è stata la prima ad essere equipaggiata di una camera cilindrica sulla sua sommità: la sua forma più piccola rispetto alla campana iniziale limitava le turbolenze dell'aria ambiente durante l'iniezione dei gas e prima dell'esplosione in modo da garantire l'esplosione stessa in ogni momento. Tuttavia il vero vantaggio di questa



seconda tipologia di campana era quello di non richiedere più la chiusura temporanea dell'apertura in basso. Alla fine però fu la forma a cono quella ad essere ritenuta la migliore possibile: è risultata infatti essere quella più semplice da costruire a livello industriale e inoltre presentava gli stessi vantaggi della seconda forma limitando per di più al massimo gli effetti di spinta verso l'alto a tutto vantaggio della stabilità di volo dell'elicottero.

La prima pre serie di DaisyBell venne impiegata sulle Alpi nell'inverno 2007/2008 dimostrandosi però un po' troppo pesante, soprattutto a quote elevate; di conseguenza la versione finale è stata ridotta in altezza di 25 cm proprio per diminuirne il peso.

Fig. 1

Fig. 2



CARATTERISTICHE TECNICHE E DI DESIGN

Le figure 2 e 3 mostrano le attrezzature e gli strumenti installati sul contenitore conico in acciaio. Due bombole di idrogeno e una di ossigeno sono fissate su idonei supporti antivibrazioni alla struttura conica. Entrambi i gas vengono iniettati separatamente nella parte alta del cono in una specifica camera di miscelazione: questa camera di miscelazione svolge la funzione molto importante di creare una miscela gassosa uniforme prima dell'innesco dell'esplosione. Questo componente del sistema è stato uno dei più importanti e complicati aspetti da risolvere di tutto il progetto. La pressione iniziale delle bombole dei gas è pari a 200 bar; viene ridotta a qualche bar solamente grazie ad una doppia camera d'espansione collegata ad un foro calibrato opportunamente. Questa soluzione tecnica consente di conoscere con precisione il flusso di gas iniettato nella camera di scoppio in modo da controllare la miscelazione dei gas appena prima dell'esplosione. Il volume complessivo è stato portato a 350 litri; questo valore è leggermente inferiore a quello complessivo della campana conica in modo da avere la certezza che tutto il gas inviato resti nel cono stesso e che non ci sia nessuna fuoriuscita di gas dal cono prima dell'esplosione.

Fig. 3



L'apparecchio è appeso sotto l'elicottero ad una distanza di circa 10/20 metri a seconda delle scelte del pilota e delle caratteristiche morfologiche del terreno; in questo modo il flusso d'aria elevato e le turbolenze create dal rotore principale non influiscono sull'invio dei gas e neppure sull'esplosione. La stessa cosa vale nel caso di vento forte (ovviamente in condizioni meteo comunque compatibili con il volo dell'elicottero) e questo ha fatto sì che venisse abbandonata l'idea originale di integrare il cono con una minigonna per regolare i flussi d'aria e le turbolenze.

L'innesco dell'esplosione è provocato da due candele poste nella parte sommi-



tale del cono. Naturalmente il sistema è munito di valvole di non ritorno che impediscono all'esplosione di rientrare verso le riserve di gas. Il quadro elettrico di comando è composto da una piccola valigetta consolle trasportabile tenuta dall'operatore addetto ai tiri all'interno della cabina dell'elicottero; il collegamento con Daisy Bell avviene via onde radio grazie ad un'antenna a base magnetica che viene posata sul pattino dell'elicottero in modo da cancellare qualsiasi rischio di interferenze in cabina. Naturalmente il quadro di comando è munito di un piccolo schermo che, grazie al software dedicato, permette di leggere i principali dati tecnici utili al funzionamento del sistema: altezza dal suolo, carica delle batterie, autonomia di tiro, test di funzionamento e così via.

L'innesco dell'esplosione è semi automatico, in quanto è sufficiente la pressione contemporanea di due specifici pulsanti per un tempo prestabilito per avviare la procedura di tiro inviando contemporaneamente i due gas ed attivando le scintille delle due candele d'accensione. L'intera operazione avviene in 7 secondi. Per motivi di sicurezza, in caso di problemi il semplice rilascio di uno dei due pulsanti interrompe la procedura di tiro; procedura che può essere automaticamente riavvia-



ta se si esercita nuovamente la pressione sui due pulsanti entro 30 secondi. Se si supera questo tempo massimo il sistema si blocca definitivamente e per poter ottenere una nuova esplosione bisogna pulire l'interno della campana; questa operazione consiste nell'inviare all'interno del cono di esplosione solamente dell'ossigeno in modo da rendere l'ambiente non esplosivo. La stessa procedura può essere attivata in caso di problemi inaspettati, ad esempio un atterraggio forzato o un veloce ed improvviso cambio di programma nelle operazioni di bonifica.

Un sistema di lettura a distanza comunica sul quadro di comando la distanza tra il

fondo di DaisyBell e il manto nevoso in modo da comandare l'esplosione all'altezza di tiro ideale; l'esperienza di quest'inverno ha mostrato che la distanza ideale per il tiro è variabile tra 3 e 10 metri in funzione del tipo di neve al suolo.

A pieno carico e con la massima autonomia (3 bombole di gas in alluminio) DaisyBell pesa circa 550 kg ma il sistema può essere alleggerito utilizzando una bombola di idrogeno in meno, ovviamente riducendo del 50% l'autonomia di tiro. Autonomia che è di 30 tiri a bombola e pertanto con il "pieno" DaisyBell può effettuare una sessantina di tiri prima che l'elicottero debba atterrare per fare il cambio delle bombole.

Fig. 4



PERFORMANCE

La forma dell'apparato è stata studiata appositamente per dirigere l'effetto dell'esplosione sulla verticale del manto nevoso. Come mostrato nella figura 4 si ottiene il tipico profilo di una sovrappressione con subito a seguire una depressione, il che provoca un doppio effetto sul manto nevoso: per prima cosa ne rompe le resistenze e in seguito, "sollevandolo" verso l'alto, lo fa partire verso valle. Le misurazioni fatte con un sensore capace di registrare le sovrappressioni poste a terra hanno dato dei risultati molto validi; la sovrappressione massima ottenuta a 12 metri in orizzontale raggiunge gli 80/90 mbar per l'onda riflessa al suolo, valore che corrisponde a quello di un esploditore Gazex da 0,8 mc. La grossa differenza consiste nella durata dell'esplosione che è molto più corta di quella che avviene con la miscela propano - ossigeno usata nel sistema Gazex. In linea di principio possiamo affermare che l'esplosione idrogeno - ossigeno si pone a metà strada tra l'esplosione ottenuta con l'esplosivo tradizionale e quella ottenuta con la miscela propano - ossigeno del Gazex in termini di effetto sul manto nevoso e di velocità dell'onda di choc. Gli effetti dell'esplosione sull'elicottero sono minimi: in pratica la massa dinamica equivalente al gancio è di più o meno 200 Kg a causa dell'effetto dell'esplosione. Questo sovrappeso rappresenta circa il 20% della massa globale, ma questo avviene solamente in

tempi rapidissimi e influenti sul volo dell'elicottero.

CERTIFICAZIONI E OMOLOGAZIONI E PRIME REFERENZE

A un anno dalla sua prima apparizione, Daisy Bell ha ottenuto la certificazione CE rilasciata dall'organismo notificato francese Ineris, sulla base di diverse direttive europee (Direttiva Macchine, apparecchiature elettriche ed elettroniche, apparecchi a pressione, ambiente esplosivo e altre). Inoltre ha anche avuto l'approvazione dall'Istituto nazionale Francese per i rischi industriali, dall'aviazione civile di vari paesi e dalle più importanti case produttrici di elicotteri.

Nell'autunno 2008 sono state prodotte una quindicina di macchine che grazie alle numerose dimostrazioni organizzate in vari paesi del mondo, sono diventate poi tutte operative. Daisy Bell è attualmente in funzione in: Canada, Spagna (Formigal e Baqueira), Francia (Chamonix, Les Portes du Soleil, Les 7 Laux, La Plagne, Alpe d'Huez), Austria e Italia (Promotur in Friuli, Provincia di Trento, Comunità Montana Valli Gesso e Vermenagna, Elikos in Val Gardena, Elimast in Valcamonica, Air Service a Cortina).

CONCLUSIONI

Questo nuovo e innovativo sistema volan-

te per il distacco di valanghe - Daisy Bell - porta a questo importante settore per la sicurezza in montagna molti vantaggi; semplicità di funzionamento, rapidità d'intervento, autonomia, economicità, efficacia, mobilità. Ma come tutte le cose, presenta anche qualche punto debole: innanzitutto può essere usata solamente se l'elicottero può volare e normalmente questo avviene solo al termine di una nevicata. In effetti l'impiego di quest'inverno ha dimostrato ampiamente come la rapidità di intervento, la possibilità di intervenire in qualsiasi condizione meteorologica e soprattutto la possibilità di frazionare la massa nevosa che si vuole staccare, siano dei fattori estremamente importanti per quanto riguarda la sicurezza e l'affidabilità del sistema di protezione.

L'uso massiccio ha inoltre fatto emergere alcune migliorie necessarie tipiche di tutte le novità tecnologiche: alcune ricerche e qualche minima modifica sono già in corso in modo da affrontare la prossima stagione con una Daisy Bell ancora più in forma e sempre più performante.

Daisy Bell diventa così un sistema di distacco complementare agli impianti fissi e risulta estremamente adatto a tutte quelle situazioni che per svariati motivi non sono mai state monitorate e risolte prima con altri mezzi: studio di nuove aree pericolose nelle quali poi si vuole installare un impianto fisso, vie di comunicazione dove il pericolo è di tipo eccezionale con tempi di ritorno lunghissimi, gare (ad esempio di sci alpinismo) ed altri eventi non ripetitivi e così via.

Gli studi fatti per questo importante progetto consentiranno probabilmente anche la creazione di nuove strade e nuove tecnologie utili al distacco programmato di valanghe, un metodo di protezione e prevenzione che per motivi economici ma non solo trova sempre più sostenitori in tutti i paesi montagnosi del mondo.

Per ulteriori informazioni: www.groupem-nd.com, www.obiettivoneve.it

DAISYBELL 2008/2009

Prime considerazioni empiriche

Nella stagione invernale 2008/2009 la Provincia autonoma di Trento ha noleggiato dalla ditta Obiettivo Neve s.r.l. il sistema DaisyBell per il distacco artificiale di valanghe. Da gennaio a marzo sono state effettuate una quindicina di missioni per la bonifica di circa 30 siti valanghivi sperimentando la DaisyBell con diverse condizioni del manto nevoso.

Dall'esperienza fatta fin ora è emerso che il successo delle operazioni di bonifica è strettamente legato alle condizioni nivologiche e, in particolar modo, alla stratigrafia del manto nevoso. Inoltre sembra che l'altezza ottimale alla quale mantenere la DaisyBell durante l'esplosione non sia fissa ma vari anch'essa in funzione della struttura del manto nevoso.

Le condizioni più favorevoli al distacco sono correlate alla presenza di lastroni soffici o duri di neve asciutta, poggianti su uno strato a debole coesione con caratteristiche tali da garantire la propagazione del collasso di quest'ultimo e la conseguente frattura del lastrone; in molti casi infatti, nonostante la presenza del lastrone ed il generarsi di fessurazioni, anche evidenti, il distacco non si verifica a causa dell'inadeguatezza delle caratteristiche meccaniche dello strato su cui poggia il lastrone.

Nel caso di lastroni, l'altezza ottimale dell'esplosione, sembrerebbe correlata sia alle caratteristiche meccaniche del lastrone stesso, che a quelle dello strato a debole coesione sottostante.

Per quanto sperimentato fin ora sembra infatti che, in presenza di lastroni soffici, sia più efficace mantenere la DaisyBell ad una altezza maggiore rispetto a quella da utilizzare in presenza di lastroni duri. Questo potrebbe essere imputabile alla minor resistenza flessionale del lastrone soffice che consentirebbe di innescare il collasso dello strato a debole coesione già con una sollecitazione relativamente bassa. Risulterebbe quindi più efficace sfruttare l'energia generata dall'esplosio-

ne per sollecitare il lastrone con una sovrappressione minore (sufficiente comunque ad innescare il collasso dello strato debole) ma distribuita su una superficie maggiore, aumentando così la probabilità di propagazione del collasso dello strato a debole coesione. Al contrario, in presenza di lastroni duri, soprattutto se molto rigidi, sembra più efficace mantenere la DaisyBell ad una altezza minore rispetto a quella consigliata. In questo caso, a causa dell'elevata resistenza flessionale del lastrone, sarebbe necessaria una sollecitazione maggiore per innescare il collasso dello strato a debole coesione. Risulterebbe quindi più efficace una sovrappressione maggiore, anche se concentrata su una superficie minore, in grado però di flettere sufficientemente il lastrone ed innescare il meccanismo di collasso dello strato a debole coesione.

Un'altra condizione favorevole è data dalla presenza di manto nevoso asciutto, costituito da cristalli di tipo 1 coesi per feltratura. In questo caso, è risultato più efficace mantenere la DaisyBell ad una altezza anche molto maggiore rispetto a quella consigliata. La coesione per feltratura è caratterizzata da legami molto fragili tra i dendriti dei cristalli che quindi si riescono a frantumare anche con poca energia; probabilmente risulta quindi vantaggioso applicare una pressione minore distribuita però su un'area sufficientemente ampia da innescare la valanghe a debole coesione di neve asciutta.

Risultati discreti si sono ottenuti anche in presenza di strati di neve fresca non ancora collegati al manto preesistente e costituiti da cristalli di tipo 1 e 2 con strati superficiali umidi o bagnati. In questo caso è risultato efficace mantenere la DaisyBell molto vicina al manto nevoso in modo da provocare un collasso puntuale del manto stesso e sfruttare poi il naturale meccanismo di genesi delle valanghe a debole coesione di neve umida.

Come prevedibile invece, nessun risultato positivo è stato ottenuto utilizzando la DaisyBell in condizioni di manto nevoso umido e molto plastico. Questo probabilmente perché l'energia trasmessa al manto nevoso dall'onda d'urto viene assorbita dalla plasticizzazione degli strati superficiali del manto stesso.

Quanto espresso sopra è il frutto dell'esperienza di alcuni mesi di utilizzo del sistema DaisyBell per la bonifica di versanti ai fini istituzionale della Protezione Civile della Provincia autonoma di Trento. I concetti esposti non sono altro che ipotesi fatte per tentare di dare delle interpretazioni tecniche a quanto osservato durante l'attività pratica di bonifica e in alcun modo hanno la pretesa di dare una spiegazione definitiva a quanto osservato, ciononostante vogliono essere uno spunto e uno stimolo per approfondire questa problematica con idonee metodologie scientifiche e con il contributo di tutti gli utilizzatori di DaisyBell.

Ing Nicola Paoli

Provincia Autonoma di Trento
Dipartimento Protezione Civile e Tutela del Territorio
Ufficio Previsioni e Organizzazione



EAWS 2009

Il 16-17 giugno 2009 si è svolta, a Innsbruck, la 15a Conferenza dei Servizi valanghe europei (EAWS) che ha visto un'ampia e proficua partecipazione della maggior parte degli Uffici valanghe dell'Europa comunitaria e non.

Erano altresì presenti i servizi valanghe del Canada e degli Stati Uniti d'America. La maggior parte dei partecipanti ha avuto anche l'occasione di seguire, pochi giorni dopo, l'interessante convegno "Inverno di valanghe del 1999 - esperienze e conseguenze nelle Alpi" presso la località di Galtür (Tirolo - Austria) in occasione del 10° anniversario da quella funesta stagione.

I temi oggetto di discussione a Innsbruck sono stati numerosi e tra i più importanti ricordiamo: struttura del bollettino valanghe, uso delle icone e modifica parziale della scala di pericolo.

Struttura del bollettino: è stata ribadita la validità della struttura piramidale in cui le informazioni più importanti devono comparire per prime.

La struttura gerarchica del bollettino è la seguente: indice di pericolo; informazione principale (titolo); valutazione della pericolosità valanghiva; descrizione della struttura del manto nevoso e sua possibile evoluzione; descrizione delle condizioni meteo e della loro evoluzione; previsione.

Uso delle icone: è stata proposta l'adozione di icone descrittive del grado di pericolo (modello svizzero) che dovrà essere ratificata da un gruppo di lavoro ristretto. Sono inoltre state proposte apposite icone (modello "rosa dei venti") che dovranno descrivere la distribuzione spaziale (esposizione) e altimetrica (fasce - mediante icona aggiuntiva) dei versanti interessati da fenomeni di instabilità.

Il Gruppo Previsori AINEVA ha recentemente stabilito, a maggioranza assoluta, di mantenere l'attuale struttura d'icona con punti cardinali e fasce altimetriche inserite nella "rosa" e di mantenerla anche i prossimi anni, in quanto i Servizi Valanghe italiani sono in grado di lavorare con tale dettaglio e anche perché il livello di armonizzazione raggiunto per questa icona è veramente elevato.

Modifica della scala di pericolo: su proposta norvegese e canadese è stata discussa l'opportunità di modificare alcuni degli aggettivi che descrivono i livelli di pericolo 3, 4 e 5.

Le modifiche proposte sono le seguenti:

- Grado 3 - considerable-marcato (attuale) - high-forte (proposto);
- Grado 4 - high-forte (attuale) - very high-molto forte (proposto);
- Grado 5 - very high-molto forte (attuale) - estreme-estremo (proposto).

E' stata altresì discussa la situazione tipo proposta dal Servizio Valanghe Catalano: "valanghe di piccole e medie dimensioni distaccate, a seguito di debole sovraccarico, su pochi settori isolati e particolarmente acclivi".

Si è valutato che tale caso ricada nel grado di pericolo 3 - marcato.

A tal proposito verrà modificata la Matrice Bavarese che, è stato ribadito, è un'utile strumento il cui utilizzo favorirà l'armonizzazione tra i bollettini valanghe europei ed una migliore comprensione per gli utenti (ne consegue che sarà opportuno, anche in Italia, diffondere la conoscenza di tale strumento tra i formatori e gli utenti finali).

Ogni decisione riguardante l'uso delle icone e delle modifiche alla scala è stata demandata al gruppo di lavoro ristretto dei Servizi Valanghe Europei, sentiti i rispettivi pareri nazionali. Il Gruppo Previsori AINEVA ha recentemente stabilito, a maggioranza assoluta, di mantenere l'attuale scala del pericolo pur riconoscendo l'inadeguatezza dell'aggettivo "marcato" nel descrivere, correttamente, il Grado 3. Inoltre:

- E' stata annunciata la nuova veste grafica e l'implementazione dei contenuti del sito www.lawinen.org e www.avalanches.org. Il sito sarà suddiviso in 5 aree principali: home, basics, organisations, info, EAWS internal. E' previsto un aggiornamento del glossario e dell'indirizzario e la possibilità di un accesso mediante password all'area riservata.

- I colleghi svizzeri hanno presentato il Mobile Avalanche Information System che sarà reso disponibile per eventuali test.

- Onde condividere i dati, l'EAWS ha stabilito di aderire allo standard XML-CAAML già in uso in Nord America. A tal scopo la nuova classificazione internazionale della neve verrà adattata a tale standard. Si è anche stabilito di sviluppare software per la gestione dei profili nivologici compatibili con tale standard.

- A partire dal 2010/2011 verrà adottata la nuova classificazione delle valanghe basata su 5 livelli (quella attualmente in

uso ne prevede 4): sluff - scariche; small-sized - piccole dimensioni; medium-sized - medie dimensioni; large-sized - grandi dimensioni; very large-sized - dimensioni molto grandi. La nuova scala potrà ancora subire modifiche.

- Il coordinamento dell'EAWS è passato dalla Svizzera all'Austria (Patrick Nairz - LWD Tirolo è il nuovo referente).

- La prossima conferenza EAWS si terrà nella primavera 2011 in Francia.

Il convegno di Galtür "Inverno di valanghe del 1999 - esperienze e conseguenze nelle Alpi" ha invece esaminato, in occasione del 10° anniversario, gli eventi che hanno portato ai tragici incidenti dell'inverno 1999. Alla luce degli studi effettuati è stato ricostruito il quadro meteo-nivometrico che ha generato gli eventi valanghivi estremi in diverse località delle alpi. Sono state descritte le esperienze e le lezioni scaturite da tali fenomeni con ricadute dirette nel campo della pianificazione territoriale, della gestione delle problematiche di protezione civile e del generale livello di conoscenza e comprensione delle valanghe.

INTERNATIONAL SNOW SCIENCE WORKSHOP - ISSW 09 EUROPE

DAVOS, CENTRO CONGRESSI, 27 SETTEMBRE - 2 OTTOBRE 2009

L'International Snow Science Workshop ISSW - il più importante workshop internazionale sulla neve e le valanghe - nel 2009 avrà luogo per la prima volta in Europa.

L'ISSW si alterna ogni due anni tra Canada e Stati Uniti.

I primi incontri formali cominciano negli ultimi anni 50 e negli anni 60 quando i professionisti di questo settore realizzano "quanto sia importante lo scambio interdisciplinare di idee ed esperienze", da cui il motto della conferenza: "A Merging of Theory with Practice" - "La fusione della teoria con la pratica". L'ISSW ha come scopo il far incontrare professionisti e ricercatori della neve e delle valanghe per incentivare il trasferimento della conoscenza scientifica nel settore applicativo e per identificare le principali esigenze di carattere pratico. Le presentazioni verranno tradotte in simultanea (inglese, tedesco, francese e italiano). Per avere tutte le informazioni dettagliate inerenti il workshop è possibile visitare il sito www.issw.ch



PREMIO PAOLO VALENTINI

Mercoledì 13 maggio u.s. si è svolta a Venezia, presso la sede regionale di Palazzo Balbi, la cerimonia di premiazione delle iniziative concorrenti al Premio "Paolo Valentini" edizione 2006.

Vincitrici del concorso ex aequo sono due tesi di laurea, premiate per il buon livello di approfondimento e la chiarezza espositiva.

Pubblichiamo di seguito la graduatoria finale del concorso e gli abstract dei due lavori premiati.

Abstract delle tesi vincitrici:

Il manto nevoso sulle Dolomiti e Prealpi venete: applicazione del modello Snowpack alla previsione del pericolo valanghe

Federico Balzan

Università degli Studi di Padova - Facoltà di scienze m.m.-f.f.-n.n. - Corso di laurea in scienze naturali - Dipartimento di geografia

L'obiettivo della tesi è stato quello di verificare sperimentalmente il modello deterministico SNOWPACK sviluppato dallo Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research SLF di Davos (Svizzera).

SNOWPACK, sulla base di dati forniti dalle stazioni automatiche della rete nivometeorologica gestita da Centro Valanghe di Arabba, fornisce come output l'elaborazione di un probabile andamento del metamorfismo del manto nevoso.

La finalità è quella di affinare il metodo sinottico di previsione del pericolo dei valanghe affiancando ad esso uno strumento di previsione addizionale, ossia la modellistica.

Le osservazioni sono state effettuate in 5 stazioni rappresentative, di cui 4 sulle Dolomiti bellunesi e 1 sulle Prealpi vicentine. Il periodo d'indagine comprende gli inverni 2003/04 e 2004/05.

L'applicazione del modello nel corso delle stagioni di rilievo è stata paragonata a 120 profili nivologici manuali.

La sperimentazione ha dimostrato che il modello è generalmente affidabile per quasi tutti gli output proposti e dalle sue simulazioni si può evincere la reale situazione riscontrata sul campo.

E' stata tuttavia individuata una criticità durante la fase di riscaldamento del manto per effetto dell'irraggiamento solare, ossia al raggiungimento delle condizioni di isotermità.

Sono state avanzate delle ipotesi sulle ragioni di questa anomalia, le quali andranno calibrate nelle successive fasi di sperimentazione.

Dinamica delle valanghe: modelli matematici e legami costitutivi

Eloïse Bovet – Politecnico di Torino - Corso di Laurea in Ingegneria Matematica
In questo studio si considerano i modelli

matematici che descrivono la dinamica delle valanghe: in particolare si sviluppa un nuovo modello bi-dimensionale basato sull'utilizzo di fluidi non-newtoniani (di Bingham e shear thinning) per poter descrivere il fenomeno dell'inglobamento della neve.

Inoltre, il modello permette di descrivere la variazione di forma della valanga tramite l'implementazione del metodo del level set in ambiente Femlab.

Le prime simulazioni ottenute, se pur ancora qualitative, danno risultati incoraggianti, permettendo di descrivere inoltre anche la velocità e la pressione in ogni punto della valanga.

Infine si calibra il modello empirico α/β sulla base dei dati catastali relativi alle valanghe di Gressoney-Saint-Jean (Valle d'Aosta).

NEVE AL CATRAME E LAGO GIALLO. IL MISTERO SPIEGATO DALL'ARPA Sostanza collosa nella neve e il lago Maggiore con chiazze gialle. Arpa: «Entrambi i fenomeni sono di origine naturale»

Torino

Nel corso di mese di maggio sono state registrate numerose segnalazioni del fatto che, in varie zone delle Alpi Occidentali (torinese e cuneese), la neve lasciava sugli sci "uno strato di sostanza collosa, bituminosa, nera". Per pulire gli sci era necessario ricorrere a solventi chimici. Questo fenomeno ha creato un allarme diffuso, ripreso dalla televisione nazionale e dai blog, all'interno dei quali sono state fatte le ipotesi più disparate (es:

"scarico in quota di carburante da parte di aerei in difficoltà" oppure "residui di petrolio trasportati dal vento di origine africana e mischiati alla sabbia che l'hanno resa oleosa"). Il Dipartimento Arpa di Cuneo ha provveduto ad effettuare due campioni di neve, uno in alta valle Stura di Demonte - Colle della Maddalena e l'altro in prossimità del Colle Tenda in Valle Vermentagna, dove il fenomeno appariva più consistente. I campioni sono stati sottoposti ad analisi di tipo chimico e biologico. I primi risultati delle analisi chimiche, che nell'ambito degli scopi istituzionali di Arpa Piemonte sono indirizzate alla determinazione dei composti connessi all'inquinamento di origine antropica, non hanno evidenziato anomale presenze di inquinanti organici ed inorganici. L'analisi microscopica della parte solida (in sospensione) contenuta nei campioni di neve ha invece evidenziato la dominante presenza di cellule di origine vegetale o comunque naturale. In particolare, eccezionalmente numerosa era la presenza di granuli pollinici (una dominanza di Larice nel campione della Valle Stura mentre in Valle Vermentagna erano presenti anche pollini di altre specie vegetali ed una discreta presenza di alghe - Cloroficee e Cianobatteri). Si tratta quindi, con ogni probabilità di un fenomeno assolutamente naturale, che negli anni scorsi non appariva in quanto la ripresa vegetazionale, coerente con la stagione primaverile avanzata, non avveniva con la neve al suolo e quindi queste sostanze si disperdevano sul terreno. L'eccezionale presenza di neve a quote relativamente basse in questa stagione ha portato alla rilevazione del fenomeno da parte di chi pratica lo sci-alpinismo. Successivamente sono state anche avvistate chiazze di colore giallo sul lago Maggiore. Precisamente di fronte alla costa del Comune di Cannero. Si tratta di polline del genere Pinus (famiglia delle Pinaceae). Tale tipologia di polline ha l'andamento crescente e il massimo stagionale in corrispondenza del mese di maggio. Dall'esame della concentrazione (numero di granuli di polline per metro cubo d'aria) e dell'andamento studiato dal 1° al 25 maggio 2009, si denota che il genere Pinus ha registrato i massimi livelli il 20 maggio (190,61 granuli per mc d'aria) e il 22 maggio (156,80 granuli per mc d'aria). Tali dati ne giustificano la diffusa presenza in ambiente acquatico.

GRADUATORIA FINALE PREMIO "PAOLO VALENTINI" EDIZIONE 2006

CANDIDATO	TITOLO TESI	PUNTEGGIO
Federico Balzan	Il manto nevoso sulle Dolomiti e Prealpi venete: applicazione del modello Snowpack alla previsione del pericolo valanghe	174
Eloïse Bovet	Dinamica delle valanghe: modelli matematici e legami costitutivi	174
Ilaria Bezzi	Interazione tra simulazioni di laboratorio di valanghe di neve dense e strutture passive di contenimento	172
Stefano Garavaglia - Michele Medagliani	La previsione dell'equivalente idrico nivale per un bacino montano: il caso del torrente Mallero 1	170
Laura Gasser	Studio di fenomeni valanghivi in val Nigolaia e ricostruzione spazio-temporale degli eventi attraverso tecniche dendrocronologiche e GIS	165
Luca Panziera	Climatologia dinamica delle nevicate sul Trentino	163
Pinuccio D'Aquila	Caratterizzazione geomorfologica e analisi nivologica delle valanghe sul versante settentrionale del Gran Sasso d'Italia (Comprensorio dei Prati di Tivo - Teramo)	159
Jacopo Gabrieli	Il parco nazionale delle Dolomiti Bellunesi: la neve come indicatore ambientale nella valutazione della qualità dell'aria in aree alpine remote.	158
Davide Tagliavini	Rilievi nivometeorologici e test di stabilità del manto nevoso in alcune località della provincia di Trento	152
Samantha Benfatto	Monitoraggio del sito valanghivo della Lavina Granda in Vigolana (TN)	148
Alice Russian	Potenzialità e limiti del software Nivolog nella previsione delle valanghe	143
Alex Ostorero	Valutazione degli effetti di valanghe dense e polverose sull'abitato di Rochemolles	139
Marco Bergero	Applicazione di tecniche per la definizione di potenziali aree di distacco valanghe nel comprensorio sciistico di Pila (Aosta)	137
Mattia Faletto	Metodologie geomatiche nella realizzazione delle Carte di localizzazione probabile delle valanghe	134
Federico Valfré di Bonzo	Applicazione del modello di dinamica delle valanghe AVAL-ID e valutazione del trasporto solido in un conoide dell'alta valle di Lys	132
Lorenzo Bertranda	Influenza delle caratteristiche nivo-meteorologiche sul distacco valanghe nel comprensorio sciistico di Pila	132
Luca Nari	Perimetrazione delle aree esposte al pericolo valanghe nel comune di Chamois (AO) mediante l'applicazione del modello di dinamica AVAL-ID in previsione della costruzione di una pista di "Ski-arc"	118
Gianluca Stoppa	Perimetrazione delle aree esposte al pericolo valanghe nel comune di Chamois (AO), a fronte della realizzazione del progetto per la costruzione di una pista Ski-arc	115



THE EXTRAORDINARY WINTER 2008-2009

M. Valt and P. Cianfarra

The present work analyses the last winter season, and particularly its essential snow aspects such as snowfalls, depth of snow on the ground and snow duration, with some historical studies. Some considerations are also made about natural avalanches, the avalanche risk degree and the avalanche accidents occurred during the last season.

In particular, winter 2008- 2009 was one of the snowiest since 1930 to date on the whole southern Alpine range, with long periods of perturbed weather and numerous avalanches that caused major troubles to mountain people.

The season was in fact characterized by some ten snowfalls with a very similar synoptic chart and frequent Atlantic troughs from the British Islands or near the Atlantic, with snow falling also in the Po valley. In almost all the stations of the Alpine range the amount of snow exceeded average reference values (1976-2005) and in many cases even reached the values observed in the 1951 season, historically the snowiest one since 1930.

Abundant snowfalls in late November and December determined the accumulation of a deep snowcover that continued to grow during winter in many areas of the Alps. In the central period of winter snow-

falls were of variable intensity, while the lack of major precipitation in April, except for the second ten-year period of the month, and the mild climate of the first half of April and May, accelerated the ablation of snowcover, which was still very deep on the whole Alpine range. Snowcover melting occurred more rapidly than many other snowy winter seasons.

There were a number of avalanches in winter, and mainly in December. Several evacuation plans were carried out, many even in secluded villages for long periods and, in some cases, avalanches buried homes, which had been fortunately previously evacuated.

From December to late April, there were 25 days where numerous large avalanches were observed at least in one of the 225 daily measuring stations (Mod 1 AINEVA) on the southern side of the Alps, Alto Adige excluded, and the hazard degree 5 – very high, was reached several times. Last but not least, in the period of snowfalls avalanche accidents on roads outnumbered avalanche accidents taking place during leisure activities, which instead reached their peak in periods of stable good weather like February and March.

SNOW ON THE PO VALLEY

M. Pifferetti

The 2008- 2009 winter season was particularly snowy both on the Alpine range

(Valt and Cianfarra, 2009) and the Apennines (Pecci, 2009).

Snow fell on the Po valley at least ten times, determining in some cases major troubles to urban and extra-urban traffic. The largest snow accumulations were measured in the north-west section of the Po valley, in Piedmont. Particularly abundant was the Epiphany snowfall in Milan with about 40 cm of fresh snow, the fifth value in the last 70 years after that recorded in February 1947 (82 cm), January 1985 (75 cm), January 1954 (63 cm) and January 2006 (40 cm). The present work provides a short outline of the snowfalls that affected the Po valley in winter 2008 - 2009.

SNOW AND SAND ON CENTRAL APENNINES

M. Pecci

The 2008–2009 winter season will be remembered as a “normal” season for the Apennines, after many winters characterized by anomalous amounts and distributions of precipitations on the Tyrrhenian and Adriatic sides, given that normal temperature values, even slightly higher than seasonal averages, alternated with numerous and abundant precipitations on both sides and at all latitudes, with a well-balanced subdivision of the central-Mediterranean sector between sirocco currents from southern quadrants and cold currents from north and east.

The ski season could have ended in the best possible way, with “Easter on skis”, had not it been for the earthquake that hit the Aquila area the night of 6 April 2009, devastating the most renowned and lively towns and ski resorts in the area.

INTENSE RAINFALLS AND SNOWFALLS BETWEEN 14-17 DECEMBER IN PIEDMONT

Meteo-climatic and snow analysis of the event

M. Cordola, E. Turrioni, C. Prola, A. Berteia, M. Zaccagnino, M. Turco and S. Martorina

After a week of bad weather with heavy snowfalls, starting from the night of Saturday 13 December to the night of Wednesday 17, Piedmont was affected by intense and widespread precipitations that caused critical conditions linked to both the heavy snowfalls on the Alpine valleys and the hydrogeological instability phenomena on plains.

During the event, exceptional snowfalls brought at 2,000 m of height 80-100 cm of new snow on Lepontine Alps, 160-180 cm on Pennine Alps, 180-200 cm on Graian Alps, 120-140 cm on northern Cottian, Ligurian and Maritime Alps, 140-160 cm on southern Cottian Alps. Duration and intensity of precipitations for three days determined a very high avalanche risk on all the alpine sectors, corresponding to scale 5 – very high, the highest value of the European scale.

During snowfalls and in the subsequent days numerous natural loose and slab avalanches, frequently of large size, interrupted the main and secondary roads in the valley bottom, particularly in the alpine valleys between Pennine and Maritime Alps. In some cases avalanches also affected some resorts: Macugnaga in Valle Anzasca Ceresola Reale in Valle Orco, Pragelato in Val Chisone, Prali in Val Germanasca, Pontechianale in Val Varaita and Bellino. Avalanches caused damage to infrastructures, but fortunately with no casualties.

LOAD OF SNOW ON BUILDINGS

Eastern Alps - Winter 2008-2009

M. Valt

The 2008- 2009 winter season was one of the snowiest since 1930 to date. Heavy precipitations were recorded already in December with a resulting deep snowcover

ver that was further increased by snowfalls in the subsequent months. Starting from January, the high snow thickness resulted in several collapses of building roofs, which became more frequent following February snowfalls. Making the most of the data taken from snow profiles carried out for local Avalanche Services and during two measuring campaigns focusing on the valley bottom, the present work has determined for several stations the load values attained and also the theoretical ones, emphasizing critical conditions according to geographical area. For these areas, a previous work (Valt e Moro, 2009), had already determined the average snow density values based on altimetric range, snow depth and month, highlighting the climate differences between the prealpine range of Eastern Alps, southern Dolomites, Carnic and Julian Alps compared with northern Dolomites. Data gathered from the 2008- 2009 winter season can instead be used as a benchmark of a critical situation that may occur in the medium period, given that winter was very snowy.

In fact, the load curve obtained for eastern Alps, with the load values reached in winter 2008 – 2009, turned out to be lower than that established by current Italian standards.

All that confirms that as a general rule the loads established by Italian laws are in any case precautionary. However, as Italian laws also remind, in alpine environments it is advisable to take into account local situations, as confirmed by the critical conditions recorded in some valleys of the Dolomites, and general conditions alike, which on the other hand applies to all the infrastructures that are built beyond 1,500 m of height.

2008-2009 WINTER SEASON: characteristics, avalanches and seismic monitoring

M. Valt and D. Pesaresi

The 2008 – 2009 winter season was snowy on the whole southern Alpine range in the Dolomites, with long periods of bad weather, heavy snowfalls and frequent avalanche activity.

In the Dolomites, a wide-band high-dynamics and high-sensitivity seismograph station has been installed by Istituto Minerario U. Follador of Agordo.

After outlining the essential characteristics of the last winter season, the present work illustrates the seismic waves generated by avalanches and recorded by the Agordo seismograph and the seismic network managed by OGS in north-east Italy. Search and detection of such signals, based initially on known avalanches, may help find out analysis methods that reconstruct the whole avalanche activity taking place in the area near seismographs.

The seismic traces recorded by the Agordo station, with characteristics typical of avalanche dynamics, allowed experts to reconstruct the periods of avalanche activity, thus effectively supporting verification of the several avalanche bulletins issued in the neighbouring areas. Research carried out with this work suggests the installation of a denser seismic network that is dedicated, even in temporary mode, to avalanche detection.

DAISY BELL An innovative helicopter-transported explosive gas system for avalanche triggering

P. Berthet Rambaud, L. Noel, B. Farizy, J. M. Neuville, S. Constant, P. Roux and E. Bassetti

Controlled avalanche release, as shown by last winter, requires a wide variety of means and techniques in order to be carried out in short times and be effective. Strict regulations and difficulties in using traditional triggering devices (explosives) led to the introduction of different technical solutions based on the explosion of gas mixtures placed within special containers (Gazex; Heli-avahlex and Avalanche Blast).

In the last two years a new helicopter-transported device based on this principle was successfully tested: DaisyBell. The article illustrates its technical features and performances, also providing a first evaluation.



Soluzioni per la sicurezza in montagna

Gazex

Stazioni meteo

Segnaletica

Soccorso in pista

Soccorso in valanga

Barriere fermaneve

Barriere frangivento

Ancoraggi battipista

Reti e materassi di protezione

Strumenti per nivologia

Tecnologie per l'informazione

Sistemi anticaduta

Prevenzione valanghe

Obiettivo Neve

Via Pordoi, 8 20019 - Settimo Milanese (MI)
Tel. +39 02 33502446 - Fax +39 02 93650409
e-mail: info@obiettivoneve.it - www.obiettivoneve.it



LA NEVE

Che cos'è la neve?

Un libretto a fumetti che descrive la neve dal suo formarsi nell'atmosfera al suo complesso evolversi al suolo. Adatto anche ai bambini, è la rielaborazione di un'analoga opera francese, apprezzata per la semplicità di presentazione unita alla ricchezza di contenuti scientifici.

- *A ciascuno la propria neve*
- *Nevica*
- *La neve al suolo*
- *Alcune proprietà sorprendenti della neve*
- *Il controllo del manto nevoso e la previsione delle valanghe*
- *La neve all'Equatore*
- *I paesi della neve*
- *I capricci della neve*
- *La neve artificiale*

LE VALANGHE

Che cos'è una valanga?

Sfogliando i diversi dizionari ed enciclopedie che abbiamo in casa possiamo trovare le più svariate definizioni di valanga e slavina con descrizioni più o meno complete ed ampie. Nel dizionario dei più piccoli, unico tra i tanti, si ipotizza che una valanga possa essere provocata anche da una persona o, in questo caso, da un personaggio dei fumetti ... chi non ricorda le valanghe a forma di palla di neve su Topolino? Gli Uffici valanghe italiani hanno concordato di utilizzare un termine unico: quando si parla di una massa di neve in movimento lungo un pendio, piccola o grande che sia, si parla di valanga.

- *Che cos'è una valanga*
- *La neve*
- *La stabilità del manto nevoso*
- *La classificazione delle valanghe*
- *La tipologia delle valanghe*
- *Le valanghe nel tempo*
- *Gli incidenti da valanga*
- *Quando "cadono" le valanghe?*
- *La prevenzione*
- *La cartografia*
- *Le opere di protezione*
- *Il distacco artificiale*
- *Le commissioni locali valanghe*
- *Le zone non controllate*
- *La curva della sopravvivenza*
- *L'autosoccorso ed il soccorso organizzato*
- *Il bollettino nivometeorologico*
- *Le prove empiriche di stabilità*

le PUBBLICAZIONI AINEVA



I BOLLETTINI VALANGHE AINEVA

Guida all'interpretazione

Utile agli scialpinisti e a quanti vivono e operano nell'ambito della montagna innevata, contiene una spiegazione della scala di pericolo e informazioni sulla base informativa e sulle metodologie adottate per la formulazione della previsione. Offre un approfondimento sull'utilità e sui limiti territoriali e temporali dei bollettini ed è corredata da un glossario dei termini nivometeorologici.

- Cos'è il bollettino nivometeorologico o bollettino valanghe
- La scala europea del pericolo valanghe
- L'utenza
- Differenze fra i bollettini
- Base informativa
- Metodo per la valutazione del pericolo di valanghe
- Utilità e limiti dei bollettini
- Validità nel tempo
- Validità sul territorio
- Il bollettino AINEVA per le Alpi

Ogni opuscolo è distribuito gratuitamente dall'AINEVA e può essere richiesto inviando 2,00 euro in francobolli per le spese postali al seguente indirizzo:



AINEVA

Vicolo dell'Adige, 18
38100 TRENTO

Per richieste cumulative di più pubblicazioni valgono le seguenti tariffe postali:

- La Neve + Le Valanghe € 2,20
- La Neve + La Guida € 2,00
- Le Valanghe + La Guida € 2,00
- La Neve + Le Valanghe + La Guida € 2,20

UOMINI & TECNOLOGIE PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE



Raccogliere dati dal territorio in modo costante e preciso. Trasmetterli in tempo reale. Elaborarli con potenti software. Archivarli 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.**

 **CAE**
monitoring your world.

SISTEMI E SOLUZIONI PER IL MONITORAGGIO IDROMETEOROLOGICO