

PREVENZIONE DEL RISCHIO LUNGO LE VIABILITÀ MINORI MEDIANTE L'ANALISI DEL  
PERICOLOVALANGHE A PICCOLA SCALA  
ESPERIENZE GESTIONALI NEGLI INVERNI 2008-2009-2010-2011

Raviglione Massimo <sup>1\*</sup> e Barberis Michela <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Rock and Snow Engineering, Tollegno – ITALY

<sup>2</sup>MountainS WorkinG sas, Tollegno – ITALY

**ABSTRACT:** il presente intervento, illustra l'attività di prevenzione e le tecniche di valutazione del pericolo locale valanghe legato a problematiche di protezione civile finalizzate a valutare la percorribilità delle strade di montagna comprese nel territorio della Provincia di Biella – Piemonte - Italy.

La valutazione del pericolo valanghe e del rischio connesso, si basa principalmente sull'osservazione dell'evoluzione della situazione meteorologica, nivologica e valanghiva.

Molte volte la valutazione a scala regionale (intesa come visione della pericolosità legata ad un settore montuoso, nel nostro caso le Alpi Pennine Meridionali) anche se fondata su osservazioni dirette, non corrisponde completamente alla reale situazione locale. Infatti, in un "piccolo territorio" possono nascondersi "particolari specificità" che la valutazione a scala regionale non riesce a definire in dettaglio. Con il presente intervento, illustriamo in qualità di tecnici nivologi della Commissione Provinciale Valanghe della Provincia di Biella e della Commissione Locale Valanghe della Comunità Montana Valle del Cervo "La Bürsch", come un'osservazione continua e diretta in sito di un territorio montuoso, unitamente all'esecuzione delle consolidate tecniche di valutazione dello snowpack, permette di analizzare in modo dettagliato le criticità in essere e stimare in real time le potenziali criticità future. Le problematiche che analizziamo riguardano la valutazione e la previsione delle variazioni di stabilità dello snowpack lungo i versanti esposti principalmente a sud e come la variazione di temperatura (stress termico fino  $\Delta T \approx 10-15^\circ\text{C}$  in 24-36 ore) legata al maggior irraggiamento solare, possa influire sull'aumento o sulla diminuzione della stabilità dello snowpack in relazione ai diversi spessori di neve presente al suolo.

## 1. INTRODUZIONE

Questo lavoro illustra l'attività svolta dal sottoscritto nell'ambito del ruolo di nivologo della Commissione Locale Valanghe della Comunità Montana Valle del Cervo "La Bürsch" e dell'Organo Tecnico Provinciale per la gestione dei fenomeni valanghivi sul territorio della Provincia di Biella.

L'attività svolta a partire dall'inverno 2005-2006 sino ad oggi, riguarda il monitoraggio e l'analisi

dell'evoluzione delle condizioni meteorologiche del settore montuoso delle Alpi Pennine Meridionali e nivologiche delle aree interessate della viabilità montana della Provincia di Biella.

La valutazione ed il monitoraggio meteorologico e nivologico, ci permettono di valutare in modo continuo l'evoluzione delle condizioni cicloniche o anticicloniche e le possibili modifiche che tali condizioni meteo possono operare sullo snowpack presente al suolo o in fase di deposito.

---

\*Corresponding author address: Massimo Raviglione - Studio Tecnico Dott Ing Massimo Raviglione – Rock and Snow Engineering via Cesare Battisti 7 – 13818 Tollegno (BI) ITALY, e.mail info@studioraviglione.com

Complessivamente l'attività svolta permette agli organi tecnici provinciali di Protezione Civile di valutare tramite l'emissione di un bollettino locale del pericolo valanghe, la chiusura al traffico delle viabilità soggette a potenziale pericolo valanghe.

## 2. AREA IN STUDIO

L'area in studio riguarda la fascia montuosa posta a sud delle Alpi Occidentali, in corrispondenza di una parte del settore montuoso denominato Alpi Pennine Meridionali. Il settore si estende da ovest verso est a partire dalla longitudine E 7,90°, sino a E 8,17° per uno sviluppo di circa 30 km / 18,6 miles e da sud verso nord dalla latitudine N 45,60° sino a N 45,75 per uno sviluppo di circa 12 km / 7,5 miles.

Altimetricamente, la fascia montuosa in studio, comprende montagne fra 1500 m s.l.m. / 4920 feet e 2600 m s.l.m. / 8528 feet.

La superficie territoriale totale occupa un'area di circa 360 km<sup>2</sup> / 139,5 square miles (Fig. 1).



Fig.1 - Vista generale della porzione di Alpi Pennine Meridionali ricadenti nel territorio della Provincia di Biella

La zona interessata dalla viabilità montana della Provincia di Biella che richiede valutazioni approfondite relativamente al pericolo valanghe e a problematiche di Protezione Civile, riguarda il tratto viario compreso fra il santuario di Oropa in Comune di Biella e l'abitato di Trivero.

Lo sviluppo complessivo della viabilità è di circa 33 km / 20,5 miles, altimetricamente raggiunge la quota massima di circa 1500 m s.l.m. / 4920 feet a

partire dalla quota minima di circa 800 m s.l.m. / 2624 feet.

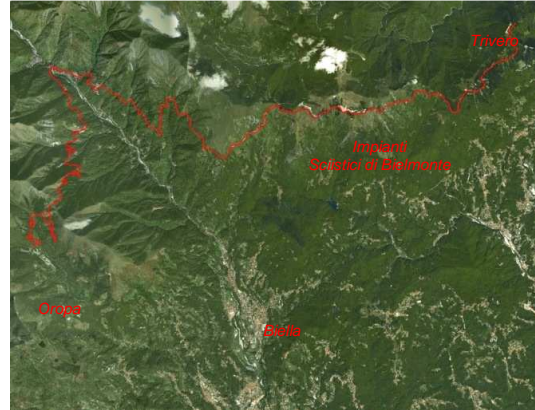


Fig. 2 - Vista aerea della zona di viabilità montana interessata da problematiche valanghive

## 3. CARATTERISTICHE VALANGHIVE DELLE AREE IN STUDIO

I bacini valanghivi che interessano la viabilità provinciale, si suddividono in due grandi gruppi a cui si associano problematiche gestionali diverse a seconda delle condizioni nivo-meteo locali.

Il fattore che accomuna entrambi i gruppi è essenzialmente l'esposizione, che risulta orientata prevalentemente verso il quadrante meridionale SE-S-SW, mentre invece per le rimanenti principali caratteristiche, i due gruppi possono essere così classificati:

*bacini tipo A:* caratterizzati da zone di distacco ad anfiteatro / conca caratterizzati da inclinazioni medio - alte ( $\psi = 35^\circ - 45^\circ$ ) con classi di terreno di tipo 2 e 3 rappresentate da detrito grossolano ( $N_{CH}^{II} \approx 1,3-1,8$  o  $N_{FR}^{III} \approx 2,6$ ) e cortica erbosa a stelo breve, cosparsa di piccoli cespugli ( $N_{CH} \approx 1,8-2,4$  o  $N_{FR} \approx 2,6$ ) con zone di scorrimento incanalate, di lunghezza superiore a 1000 m / 3280 feet. In

<sup>II</sup>Coefficiente di slittamento - Rif. Norma Svizzera - Direttiva UFAM WSL "Costruzione di opere di premunizione contro le valanghe nella zona di distacco" - Ed. 04-07

<sup>III</sup>Coefficiente di slittamento - Rif. Norma Francese- NF P 95-304 "Equipements de protection contre les avalanches - Filet paravalanches" - Ed. Dicembre 1992

In generale il dislivello fra la viabilità e la zona di distacco non supera i 500-700 m / 1640 – 2296 feet.

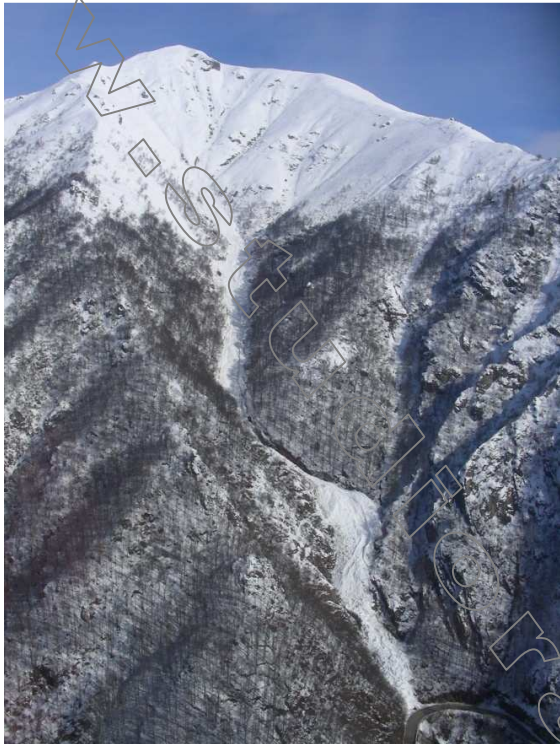


Fig. 3 - Bacino valanghivo *Rio Sassaia*, esempio di famiglia tipo A – Inverno 2008 - 2009

In relazione al range di pendenza della zona di distacco, in questogruppo di bacini, vi è la possibilità di importanti accumuli nevosi in corrispondenza di precipitazioni di durata superiore a 3 giorni (ad esempio nell'inverno 2008 - 2009 i valori cumulati in 3 giorni di  $H_s$  superavano i valori di 2,5 - 3,0 m / 8,20 – 9,84 feet.

*bacini tipo B:* caratterizzati da zone di distacco lungo pendii con inclinazioni medie ( $\psi = 30^\circ - 35^\circ$ ), con classi di terreno di tipo 3 e 4 rappresentate da cotica erbosa a stelo breve, cosparsa di piccoli cespugli ( $N_{CH} \approx 1,8-2,4$   $N_{FR} \approx 2,6$ ) e cotica erbosa a stelo lungo uniforme ( $N_{CH} \approx 2,4-3,2$   $N_{FR} \approx 2,6$ ) con zone di scorrimento parzialmente incanalate o lungo il versante di lunghezza inferiore a 50-100 m / 164 - 328 feet.

In generale il dislivello fra la viabilità e la zona di distacco non supera i 200- 300 m / 656 – 984 feet.

In relazione al range di pendenza della zona di distacco, in questogruppo di bacini, vi è la possibilità di importanti accumuli nevosi anche in corrispondenza di precipitazioni di durata inferiore a 3 giorni (ad esempio nell'inverno 2008-2009 i valori cumulati in 1-2 giorni di  $H_s$  superavano i valori di 1,5-2,0 m / 4,92-6,56 feet).



Fig. 4 - Bacino valanghivo *Bocchetto Sessera*, esempio di famiglia tipo B – Inverno 2008 - 2009

Gli effetti sul territorio sono analoghi per entrambe i gruppi, e possono essere riassunti come segue: danneggiamento delle infrastrutture viarie (linee elettriche, guardrail, barriere paramassi, ...), erosione dei versanti (maggiormente per quelle incanalate), abbattimento di porzioni di bosco, trasporto solido lungo i canali e/o gli impluvi. Generalmente, le valanghe si fermano e/o attraversano la viabilità interrompendo

temporaneamente il transito dei mezzi di emergenza<sup>IV</sup>.

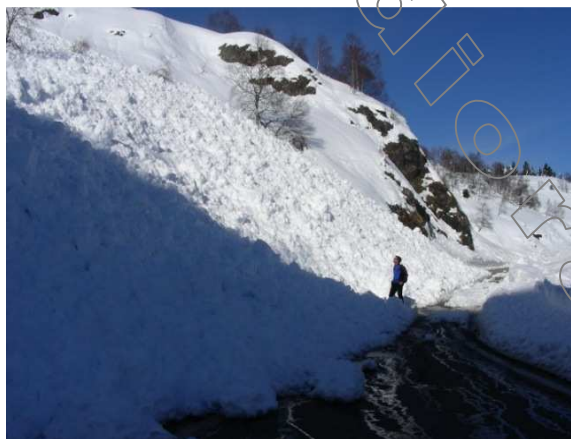


Fig. 5 - Esempi di effetti delle valanghe sul territorio – Inverno 2008 - 2009

Le modalità d'innesco delle valanghe nei due tipi di bacini si differenziano sostanzialmente, sia in termini di dimensione che in termini di innesco, infatti per i bacini di tipo A le valanghe generalmente si verificano in concomitanza di elevati apporti nevosi, tali da coprire completamente gli ancoraggi naturali presenti al suolo (detrito grossolano) ed in tal caso le valanghe che si generano sono di media dimensione<sup>V</sup>, mentre per i bacini di tipo B le

<sup>IV</sup>In condizioni di grado di pericolo > 3 la viabilità è chiusa al normale transito veicolare ed aperta unicamente ai mezzi di soccorso

valanghe che si generano sono scaricamenti (generalmente con  $H_s < 1,0$  m / 3,28 feet) o valanghe di piccola dimensione (generalmente con  $H_s > 1,5$  m / 6,56 feet) entrambe le tipologie si verificano in corrispondenza di nevicate di modesta entità associate ad elevati rialzi termici (caratteristici dei pendii posti a quote medio basse, inferiori a 2000 m / 6560 feet) ed orientati prevalentemente a sud).

Le diverse caratteristiche morfologiche dei bacini, unite alle diverse cause d'innesco che caratterizzano le due tipologie di bacino comportano un'analisi locale dell'evoluzione delle caratteristiche meteo e delle caratteristiche strutturali e fisiche dello snowpack. Il monitoraggio e la conoscenza delle variazioni delle caratteristiche nivo-meteo che governano la stabilità o l'instabilità del manto nevoso, permettono un approccio gestionale del pericolo valanghe e della mitigazione del rischio connesso.

#### 4. METODO DI ANALISI

L'analisi e la valutazione delle principali caratteristiche nivo-meteorologiche, associate all'analisi dell'attività valanghiva, permettono di stimare a livello locale il più probabile grado locale di pericolo valanghe.

Per i siti in studio, a partire dall'inverno 2008 – 2009, si sono perfezionati a scala locale, i metodi di valutazione del grado di pericolo valanghe elaborato da *Aineva* e da *Meteo France*.

Il primo metodo stima il grado di pericolo valanghe in relazione all'analisi combinata fra l'attività valanghiva osservata, l'attività dei rilevatori che percorrono i pendii innevati, il profilo di durezza ricavato dalla prova penetrometrica ed il risultato del test del blocco di slittamento (diagramma di flusso 1) mentre il secondo metodo valuta il grado di pericolo valanghe in relazione al confronto

---

<sup>V</sup> scaricamenti	→ scorrimento 50 m / volume 100 m <sup>3</sup>
valanga piccola	→ scorrimento 100 m / volume 1.000 m <sup>3</sup>
valanga media	→ scorrimento 1.000 m / volume 10.000 m <sup>3</sup>
valanga grande	→ scorrimento 1.000 m / volume 100.000 m <sup>3</sup>

fra l'analisi delle caratteristiche dell'attività valanghiva provocata (in relazione al tipo di sovraccarico ed al numero dei pendii potenzialmente pericolosi) e l'analisi delle caratteristiche dell'attività valanghiva spontanea (in relazione alla dimensione e alla densità territoriale degli eventi) –Figura 6.

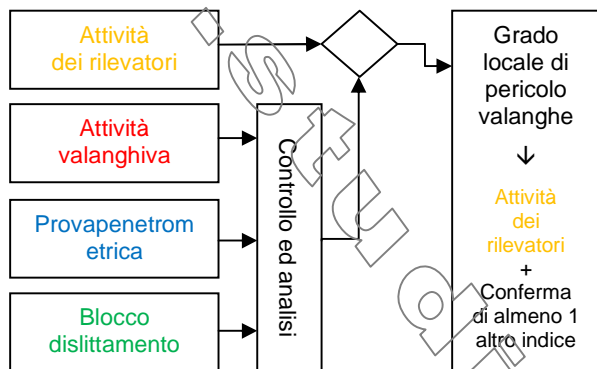


Fig. 6 – Sintesi schematica del metodo Aineva

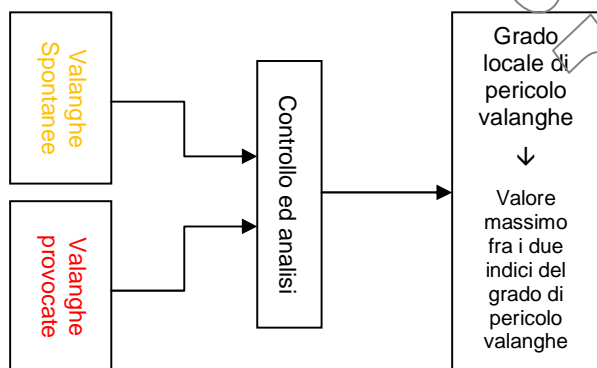


Fig. 7 – Sintesi schematica del metodo Meteo France

La validazione del dato in uscita dal metodo Aineva e Meteo France è eseguito dal confronto diretto con le previsioni del bollettino di pericolo valanghe a scala Regionale emesso da ARPA Piemonte (zona Alpi Pennine Meridionali) ed in relazione alle previsioni delle condizioni meteorologiche e alle ipotesi di evoluzione delle condizioni fisiche e di resistenza dello snowpack presente al suolo.

Nella figura 8 di seguito riportata, si sintetizza il metodo utilizzato per validare l'indice di pericolosità a scala locale.

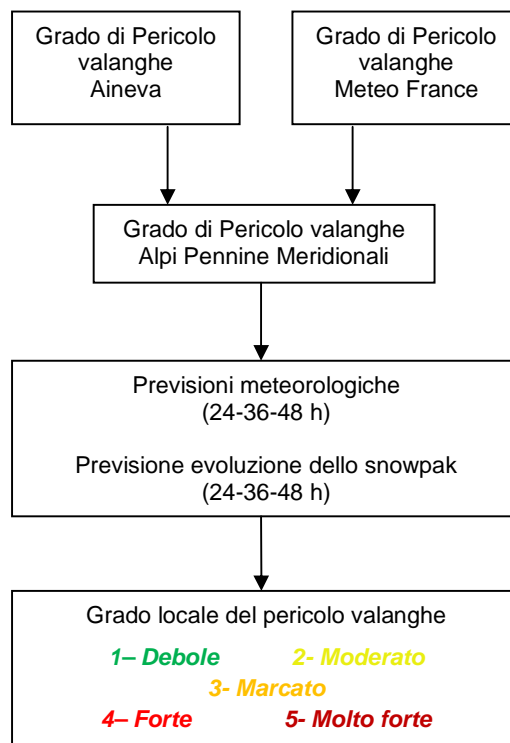


Fig. 8 – Sintesi schematica del metodo di validazione del grado di pericolo locale valanghe

## 5. ESPERIENZE GESTIONALI NEGLI ANNI 2008-2009-2010-2011

La stima del pericolo locale valanghe con cadenza bi-settimanale, ha permesso di mitigare, negli ultimi 4 inverni, il rischio connesso alle valanghe lungo le strade montane della Provincia di Biella. In relazione al grado di pericolosità stimato, gli organi tecnici della Provincia, hanno mantenuto aperta al traffico la viabilità montana in condizioni di rischio residuo accettabile e la hanno interdetta in condizioni di rischio residuo non accettabile. Gli inverni "estremi" che hanno caratterizzato in ambito valanghivo le stagioni invernali degli ultimi 5 anni sono stati quello del 2008-2009 caratterizzato da intense ed elevate precipitazioni e quello del 2010-2011 caratterizzato da moderate precipitazioni associate a elevati gradienti termici. Di seguito per le stagioni indicate si illustrano in sintesi le problematiche affrontate in ambito di

valutazione del pericolo locale valanghe e le azioni intraprese per mitigare il rischio connesso.

### 5.1 Stagione Invernale 2008-2009

La stagione è stata caratterizzata da abbondanti precipitazioni nevose ( $H_{S\text{stagionale}} \text{ cumulata} \approx 5,00 \text{ m} / 16,40 \text{ feet}$ ) ed elevati gradienti termici verso fine stagione.

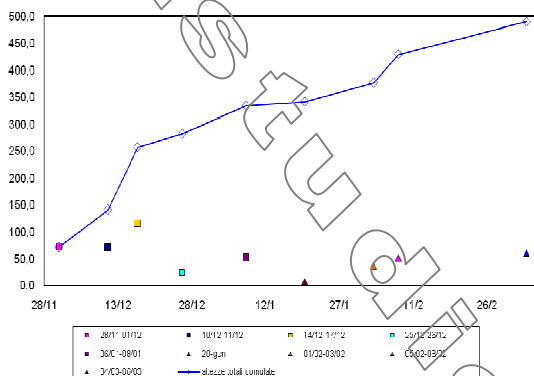


Fig. 9 –  $H_S$  cumulata e precipitazioni di DH3gg

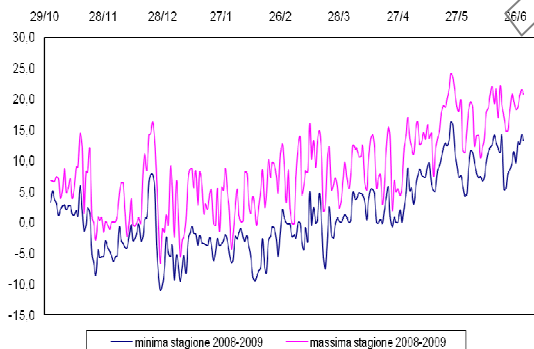


Fig. 10 – Temperature stagionali min e max

Le principali criticità affrontate nella stagione riguardano:

- le abbondanti precipitazioni della 2<sup>a</sup> decade di dicembre che hanno apportato al suolo un DH3gg<sup>VI</sup> pari a circa 1,16 m / 3,80 feet ed un  $H_S$ <sup>VII</sup> totale pari a circa 2,50 m / 8,20 feet con elevata attività valanghiva a tutte le quote e a tutte le esposizioni con conseguente grado di

<sup>VI</sup> incremento dell'altezza del manto nevoso su tre giorni consecutivi di precipitazione nevosa

<sup>VII</sup> altezza di neve al suolo, ricavato dai dati della della centralina Arpa di Bielmonte – quota circa 1400 m / 4592 feet

pericolo locale **5 – Molto forte** per 2 giorni consecutivi e grado **4 - Forte** per 8 giorni consecutivi con chiusura della viabilità per  $\approx 10$  giorni

- la modesta precipitazione nevosa della 1a decade di marzo (DH3gg  $\approx 0,61 \text{ m} / 2,0 \text{ feet}$ ) associata ad incremento delle temperature che ha comportato gradienti termici  $\Delta T \approx 16,3^\circ$  in 3 giorni a partire da  $T_{\text{min}} = -2,5^\circ \text{C}$  del 04/03 sino a  $T_{\text{max}} = +13,8^\circ \text{C}$  del 08/03 con elevata attività valanghiva alle esposizioni meridionali a partire da quota 1400 m / 426,8 feet con conseguente grado di pericolo locale **4 – Forte** per 8 giorni consecutivi e chiusura della viabilità per  $\approx 4$  giorni.

### 5.2 Stagione Invernale 2010-2011

La stagione è stata caratterizzata da moderate precipitazioni nevose ( $H_{S\text{stagionale}} \text{ cumulata} \approx 3,14 \text{ m} / 10,30 \text{ feet}$ ) ed elevati gradienti termici a fine stagione.

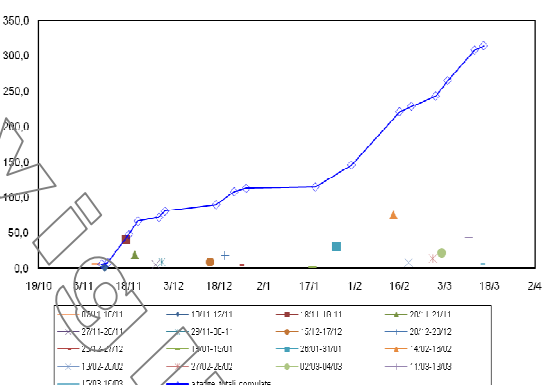


Fig. 11 –  $H_S$  cumulata e precipitazioni di DH3gg

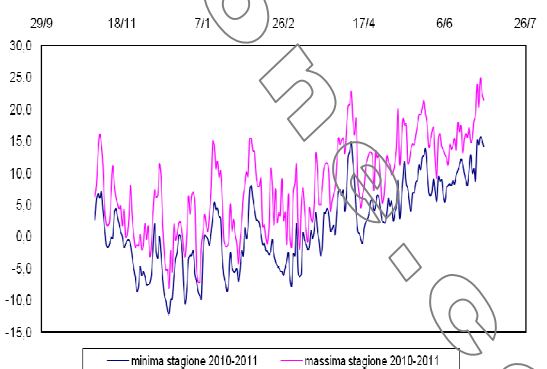


Fig. 12 – Temperature stagionali min e max

Le principali criticità affrontate nella stagione riguardano:

- la debole precipitazione nevosa della 1a decade di marzo (DH3gg  $\approx$  0,22 m / 0,72 feet) associata alla presenza di diffusi lastroni da vento (soffici sovrapposti a duri) e ad un incremento delle temperature che ha comportato gradienti termici  $\Delta T \approx 15,7^\circ\text{C}$  in 2 giorni a partire da  $T_{\min} = -0,4^\circ\text{C}$  del 03/03 a  $T_{\max} = +15,3^\circ\text{C}$  del 05/03 con discreta attività valanghiva a tutte le esposizioni a partire da quota 1800 m / 547,8 feet con conseguente grado di pericolo locale **3 - Marcato / 4 - Forte** per 2 giorni consecutivi e nessuna chiusura della viabilità
- la modesta precipitazione nevosa della 2a decade di marzo (DH3gg  $\approx$  0,49 m / 1,61 feet) associata ad incremento delle temperature che ha comportato gradienti termici  $\Delta T \approx 13,2^\circ\text{C}$  in 2 giorni a partire da  $T_{\min} = -0,3^\circ\text{C}$  del 16/03 a  $T_{\max} = +12,9^\circ\text{C}$  del 18/03 con elevata attività valanghiva alle esposizioni meridionali a partire da quota 1600 m / 487,8 feet con conseguente grado di pericolo locale **4 - Forte** x 5 giorni consecutivi e chiusura della viabilità per  $\approx$  2 giorni.

## 6. CONCLUSIONI

La riduzione del rischio legato a fenomeni valanghivi effettuata mediante l'applicazione di tecniche gestionali finalizzate alla valutazione delle pericolosità locale, comporta un'intensa e costante attività di monitoraggio unita ad una raccolta dati e ad una attenta e costante osservazione delle variazioni delle condizioni meteorologiche e nivologiche che agiscono sulla stabilità o instabilità dello snowpack.

La valutazione locale molte volte, riesce ad apprezzare e considerare aspetti puntuali notevolmente importanti per la prevenzione di situazioni potenzialmente pericolose che sono considerate solo marginalmente nei bollettini regionali a scala più ampia.

## 7. RINGRAZIAMENTI

Un ringraziamento particolare all'Ufficio Tecnico della Comunità Montana Valle del Cervo "La Bürsch" e all'Ufficio Tecnico e di Protezione Civile della Provincia di Biella per il supporto tecnico e logistico.

## 8. RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- AFNOR NF P 95-304 (1992) Equipements de protection contre les avalanches – Filet paravalanches
- Aineva (2005) Linee guida metodologiche per la perimetrazione delle aree esposte al pericolo valanghe
- Anena, Meteo France (2008) Eléments de nivologie
- Anena(n. 130 e 132) Neige et avalanches
- ARPAV Centro Valanghe di Arabba (1999) La valutazione della stabilità del manto nevoso
- Cagnati A. (2003) Strumenti di misura e metodi di osservazione nivometeorologici
- Kappenberger G.,KerkmannJ.(2006) Il tempo in montagna, manuale di meteorologia alpina
- Mears A. I. (1992) Snow Avalanche hazard analysis for land use planning ad engineering
- McClung D., Schäerer P. (2005) Manuale delle valanghe
- Protezione Civile Nazionale, Aineva (2007) Proposte di indirizzi metodologici per la gestione delle attività di previsione, monitoraggio e sorveglianza in campo valanghivo
- UFAMWSL SNV (2007) Costruzione di opere di premunizione contro le valanghe nella zona di distacco

## 9. DEDICA

Questo lavoro è dedicato ai nostri cari amici Marco e Anna, per sempre nei nostri pensieri.