

GESTIONE DEL PERICOLO VALANGHE SULLE STRADE: ESEMPIO DEL PIDAV PER LA S.S. 21 DEL COLLE DELLA MADDALENA

Marco Vagliasindi,
Alex Theodule,
Elena Levera,
Margherita Maggioni
Studio Geologico Associato
"Baltea",
Via Menabrea 43,
11024 Chatillon (AO),
Italy

Il distacco artificiale è uno dei metodi consolidati per la prevenzione dal rischio valanghivo. Inizialmente è stato sviluppato nel contesto dei comprensori sciistici, dove le misure di sicurezza sono relativamente semplici da applicare, in quanto consistono generalmente nella chiusura di impianti e piste da sci. Le operazioni di distacco artificiale sono applicate secondo un piano specifico (Piano di Intervento per il Distacco Artificiale di Valanghe - PIDAV), dove sono definiti i pendii da bonificare, i punti di tiro, i metodi di distacco, il metodo di monitoraggio, le procedure operative, le soglie di neve relative alle differenti fasi della procedura e le misure di sicurezza. L'applicazione del distacco artificiale di valanghe nel contesto della viabilità è più recente e molto promettente, poiché, rispetto alle misure strutturali, questo metodo implica costi minori e maggior flessibilità. D'altra parte, la gestione delle fasi operative del piano risulta più complessa, in quanto deve essere ben gestita la viabilità senza provocare eventuali code o lunghi tempi di attesa. Questo lavoro descrive le differenti attività svolte per la redazione di un PIDAV per la S.S. 21 "Colle della Maddalena" nelle Alpi Occidentali in provincia di Cuneo, insieme ai problemi incontrati ed alle possibili soluzioni. La S.S. 21 "Colle della Maddalena" è una importante via di comunicazione transfrontaliera tra Italia e Francia. Poiché un lungo tratto della strada (più di 30 km) è esposta a fenomeni valanghivi, essa viene chiusa frequentemente per lunghi periodi durante l'inverno, creando problemi al traffico e al trasporto merci. All'interno del Progetto RiskNat nell'ambito del P.O. 'Italia - Francia (Alpi - ALCOTRA)' è stato realizzato un piano per il distacco artificiale di valanghe (PIDAV) per tentare di risolvere il problema. Tale piano è il risultato di un'attenta analisi dei fenomeni valanghivi e dei loro effetti, valutati anche con modelli di dinamica, delle condizioni e probabilità di distacco, insieme ad un'analisi dei possibili metodi di distacco, di una corretta gestione della viabilità e delle condizioni di sicurezza di tutti gli attori coinvolti. Nel caso specifico, il Piano è stato concluso e validato e la sua applicazione operativa futura comporterà le necessarie valutazioni di carattere tecnico-economico da parte del gestore competente.



Neve, chiuso il Maddalena

Incidenti stradali a Lagnasco, Sant'Albano Stura, Saluzzo e Monforte

FRANCESCO DOGLIO
CUNEO

I primi bollettini valanghe della stagione, pubblicati ieri dall'Arpa e da Meteoport, segnalano per oggi un pericolo valanghe 3, «marcato», per tutte le valli cuneesi.

L'abbondante precipitazione dell'altra notte, protragita ieri mattina anche in pianura, ha portato neve fresca in abbondanza: dai 40 ai 50 centimetri in quota. Complessivamente, attorno ai 900 metri d'altezza, ha superato il metro e mezzo. Il Colle della Maddalena è chiuso da ieri mattina alle 7 per pericolo valanghe oltre Argentera. Sal-

Pericolo valanghe in tutte le vallate

Ordinanza a Entracque su pneumatici invernali

L'intera rete viaria provinciale non sono mancati problemi e incidenti. Il colle di Tenca rimane aperto, con l'obbligo di catene a bordo o pneumatici da neve.

Ieri mattina, in valle Stura, alcuni Tir, senza catene montate o pneumatici invernali, sono rimasti bloccati sulla statale 21 tra Vinadio e Aisone, creando disagi alla circolazione. L'intervento dei carabinieri di Pietraporzio e Vinadio, insieme ai carabinieri dell'Arma ha permesso di liberare la strada. Sottile sciatisti sono stati malati. Tre erano fermi nelle vie di Aisone (a contravvenzione è di 36 euro), gli altri fermi fuori dal centro del paese, in direzione di Vinadio (multa di 78 euro).



La strada per il Colle della Maddalena chiusa ieri ad Argentera



Un mezzo sgombera neve sulla strada della Valle Stura

In pianura non sono mancati incidenti. Grazie all'intervento dei vigili del fuoco di Cuneo e Saluzzo, tra le 8 e le 11 a Lagnasco, Sant'Albano Stura, Monforte d'Alba e Saluzzo. In due casi un camion è stato trainato fuori da un canale.

Al Comune di Entracque è stata adottata un'ordinanza per obbligare gli automobilisti a montare pneumatici da neve (o ad avere catene a bordo) si è aggiunto Entracque come a Borgo, anche sulla strada dell'alta valle Gesso l'obbligo è previsto fino al 31 marzo.

L'altra notte la nevicata ha fatto scattare sull'autostrada To-Sy il piano d'emergenza, con i mezzi pesanti bloccati, incolonnati e poi scortati dalla polizia.

Paola Scota A PAG. 64

Previsioni

Nebbia al mattino poi torna il sole

■ Alla vigilia della ricorrenza di santa Bibiana («Quaranta di e 'na smana») fondata di maltempo che ha portato la prima neve in pianura si è allontanata lasciando sulla Grande umidità che potrà provocare nebbie e foschie nelle ore notturne e mattutine sulle pianure settentrionali. Oggi prevale il sereno, ma con nuvole che tenderanno a formarsi sulla catena alpina delle Cote e, a tratti, anche localmente in pianura. Le temperature ovunque si manterranno al di sotto dello zero nelle minime (-3° sugli altipiani) e di poco sopra zero nelle massime, a seconda della zona e del soleggiamento. Domani aumenta il freddo, specie per le massime in calo, con ancora tendenza alle nebbie notturne e basse che insistono in pianura e con nuvole che si accumulano ai confini settentrionali con la Francia. Più sereno sabato, santa Barbara, dopo le solite foschie sulle pianure attorno al Po. Continuano anche i gelidi freddi (-4°/-5° in pianura), mentre le massime crescono grazie al sole dominante. Le schiarite proseguono ancora soltanto nella mattinata di domenica, ma seguiranno nuove nuvole che potranno portare nevichio anche in pianura.

romano.fulvio@libero.it

Fig. 1 - Articolo de "La Stampa" sul problema della chiusura del valico internazionale della Maddalena a causa della neve.

PREMESSA

Il presente lavoro è stato svolto nell'ambito del progetto strategico "RISKINAT - Gestione in sicurezza dei territori montani transfrontalieri", finanziato dal Programma di cooperazione transfrontaliera tra Italia e Francia "ALCOTRA" 2007 - 2013, che aveva tra gli obiettivi anche lo sviluppo di metodi e di strumenti operativi volti alla gestione dei territori di montagna.

Il lavoro che presentiamo in questo articolo rientra nello sviluppo di strumenti operativi per la gestione del pericolo valanghe sulle strade ed è stato espressamente richiesto dalla Provincia di Cuneo per supportare l'ANAS nella complessa gestione di un tratto della strada statale del Colle della Maddalena, particolarmente esposto ad interferenza valanghiva.

Il Colle della Maddalena costituisce un importante valico internazionale, particolarmente utilizzato per i trasporti del settore alpino occidentale.

La Strada Statale 21, che permette l'accesso a tale valico, attraversa un tratto vallivo morfologicamente e climaticamente predisposto al verificarsi di fenomeni valanghivi.

Allo stato attuale, la salvaguardia delle condizioni di sicurezza della Strada Statale impone all'ente gestore frequenti periodi di chiusura, che possono essere anche molto prolungati con conseguenti notevoli disagi e effetti negativi dal punto di vista socio-economico (Fig. 1).

Lo scopo della definizione di un Piano di distacco artificiale è stato principalmente quello di ridurre i tempi di chiusura e soprattutto le incertezze legate alle condizioni di sicurezza che consentono la riapertura del valico e del tratto stradale di accesso dopo un evento di pericolo valanghe critico.

INTRODUZIONE

A partire dal caso specifico della S.S. 21 del Colle della Maddalena in provincia di Cuneo, si vuole in questo articolo analizzare la problematica della sicurezza delle strade soggette ad interferenza valanghiva, con particolare riferimento alla misura di protezione attiva del distacco artificiale di valanghe.

Tale misura di protezione, adottata nel contesto della viabilità, esige particolari

procedure che però nella realtà italiana ed anche europea non sono ancora uniformemente definite.

Uno stato dell'arte sulla normativa esistente in Italia, Francia e Svizzera sul distacco artificiale di valanghe come misura di protezione attiva per comprensori sciistici, strade e villaggi si ritrova in un recente documento (Bruno et. al., 2012) prodotto nell'ambito dello stesso progetto strategico RISKINAT all'interno del quale si è svolto il lavoro presentato in questo articolo.

In tale documento sono reperibili anche informazioni relative ad alcuni casi italiani in cui vengono utilizzati piani di gestione del pericolo valanghe sulle strade, che includono anche l'utilizzo del distacco artificiale come misura di protezione attiva e che quindi introducono il PIDAV - *Piano di Intervento per il Distacco Artificiale di Valanghe*.

Tuttavia, questi rimangono casi isolati, mentre più diffusamente gli interventi di bonifica di versanti pericolosi soprastanti le vie di comunicazione sono attuati senza essere inquadrati all'interno di appositi piani gestionali.

All'interno di tale contesto normativo così disomogeneo, vi sono comunque dei punti fondamentali che infatti sono comuni a tutti i casi di piani di gestione esistenti. I PIDAV devono contenere una relazione tecnico illustrativa della zona in esame, un piano di monitoraggio ed un piano delle procedure, comprensivo di un piano della sicurezza per gli operatori addetti al distacco.

Questi tre punti sono stati alla base del lavoro svolto nel caso in esame.

L'obiettivo di questo articolo è quello di descrivere le attività svolte al fine della redazione di un PIDAV per il tratto di strada S.S. 21 del Colle della Maddalena a monte dell'abitato di Argentera (1680 m s.l.m.) fino al Colle della Maddalena (1997 m s.l.m.) al confine con la Francia. Si sottolinea che lo scopo di questo articolo non è quello di presentare in dettaglio il PIDAV realizzato per la zona in esame, ma piuttosto quello di descrivere e discutere le diverse problematiche che

necessariamente devono essere affrontate per la redazione di tale documento.

AREA DI LAVORO

La Valle Stura, dal punto di vista fisiografico, si sviluppa lungo il Torrente Stura di Demonte e segna il confine tra le Alpi Marittime, sul versante destro idrografico, e le Alpi Cozie meridionali, sul versante sinistro.

Risalendo dalla località Borgo San Dalmazzo, punto di imbocco della valle, la Valle Stura di Demonte si sviluppa dapprima in direzione E-W fino ad oltre Vinadio (località Planche) per poi deviare in direzione prevalente NW-SE fino al Colle della Maddalena (Fig. 2).

I rilievi che formano i versanti raggiungono quote di oltre 2700 m (M.te Piasassin, M.te di Roburent, Punta Oserot), con importanti dislivelli rispetto al fondovalle e quindi con una forte energia di rilievo che si traduce in complesse dinamiche dei fenomeni valanghivi.

I bacini valanghivi presentano a tratti una forma complessa e ampie dimensioni, e a tratti risultano limitarsi a modesti impluvi poco marcati, in settori di versante ad acclività medio-elevata.

La valle è servita dalla Strada Statale n° 21 che la percorre per la maggior parte lungo il suo versante sinistro idrografico.

La strada è interessata da una cinquantina di fenomeni valanghivi di dimensioni variabili per complessivamente 30 km su 60 km di sviluppo della valle stessa.

I fenomeni valanghivi presenti nel tratto compreso tra Vinadio ed il Capoluogo di Argentera (Fig. 3) raggiungono la S.S. 21 solo in caso di nevicate eccezionali.

Al contrario, i fenomeni valanghivi presenti tra Argentera e il Colle della Maddalena (Fig. 3) si manifestano tutti gli anni, anche più volte l'anno, e raggiungono la

S.S. 21, in particolare le valanghe comprese tra la casa cantoniera e la Fontana di Napoleone (Fig. 4).

Tale distinzione è probabilmente dovuta al diverso assetto morfologico che caratterizza i due tratti della Valle Stura di Demonte.

Il tratto tra Vinadio e Argentera presenta in generale bacini valanghivi piuttosto ampi e complessi che a meno di nevicate eccezionali si esauriscono nella parte alta del versante.

Tra Argentera e il confine di stato, invece, il versante sinistro orografico della Valle Stura presenta pendii uniformi e piuttosto

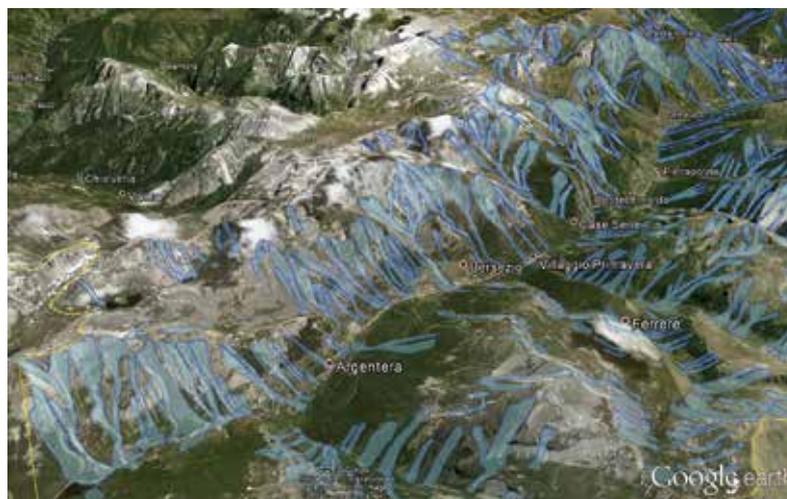


Fig. 2 - Panoramica della Valle Stura da Vinadio al Colle della Maddalena.

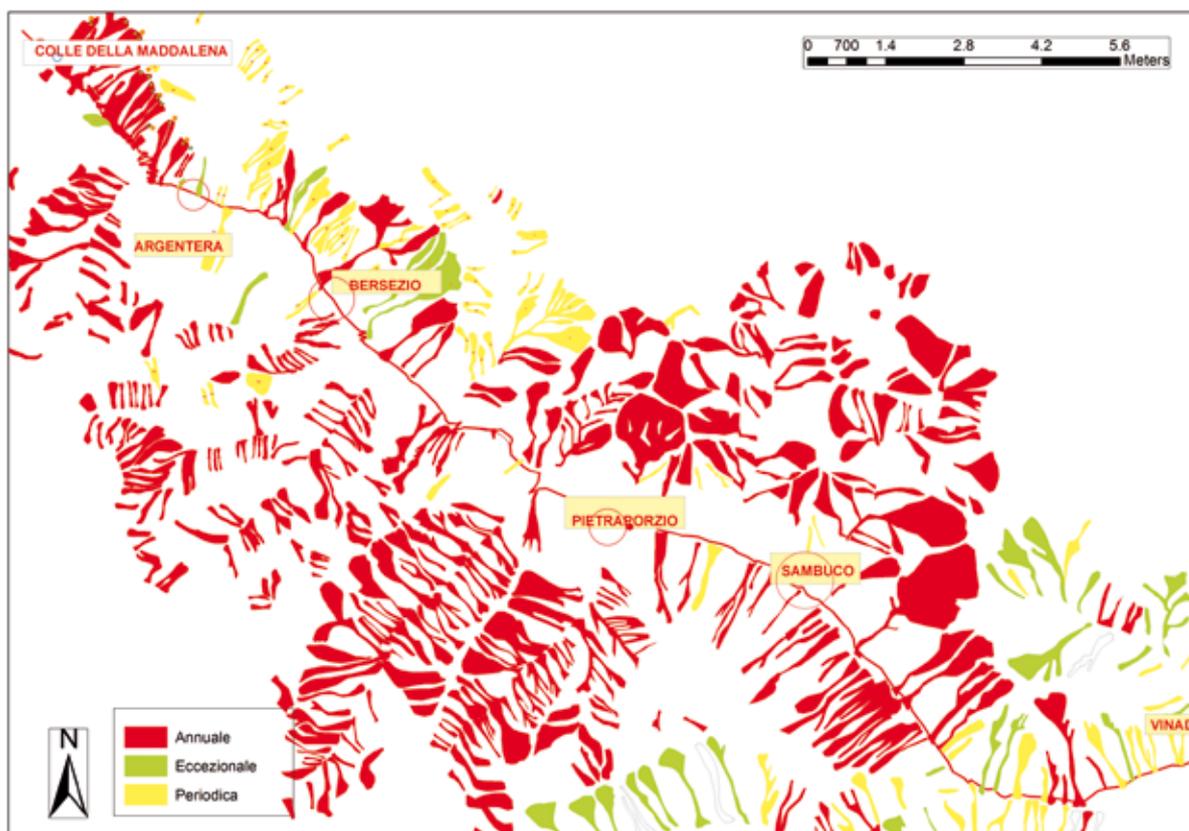


Fig. 3 - Visione globale dei fenomeni valanghivi in Alta Valle Stura: in rosso quelli frequenti, in giallo e verde quelli più rari.



Fig. 4 - I percorsi valanghivi a monte di Argentera ripresi dal versante opposto. Sulla destra le zone di distacco e scorrimento delle valanghe tra la casa cantoniera e la Fontana di Napoleone, che raggiungono quasi sempre l'asse stradale.

acclivi che non permettono l'arresto delle masse nevose se non al raggiungimento dell'alveo del Torrente Stura di Demonte. Le opere di difesa a protezione della S.S. n° 21 sono ad oggi discontinue e insufficienti a garantire la percorribilità della strada.

Sono infatti presenti alcune opere di difesa da valanga sia di tipo attivo (gradonature e rimboschimenti dei versanti), sia di tipo passivo (deviatori e gallerie paravalanghe).

Dal punto di vista meteorologico e nivologico la Valle Stura si colloca nella parte più settentrionale della zona nivo-mete-

orologica identificata nel Bollettino Valanghe come "Alpi Marittime Occidentali". E' caratterizzata da un clima non più prettamente continentale, tipico della maggior parte dell'Arco Alpino, ma già mediterraneo, che risente quindi della vicinanza del mare. Le condizioni nivo-meteorologiche possono essere legate essenzialmente a due differenti tipi di perturbazione:

1. perturbazioni legate ad un flusso di aria occidentale o nord/occidentale;
2. perturbazioni legate ad un flusso d'aria con provenienza meridionale, dal Mar Mediterraneo.

Nel primo caso si generano nevicate più fredde ed asciutte, mentre nel secondo caso le nevicate sono più umide.

Vista l'estensione della valle (Vinadio è a 910 m s.l.m. ed il Colle della Maddalena a 1997 m s.l.m.), durante la medesima perturbazione, vi possono essere condizioni differenti nella parte alta e bassa della valle.

Comunque, le perturbazioni che in genere creano i maggiori problemi per la sicurezza valanghe, su tutta la valle, finora sono state quelle umide di origine mediterranea che apportano generalmente quantitativi di neve maggiori.



è infatti pubblico e consultabile presso la Provincia di Cuneo).

Nella descrizione dei diversi punti, si farà ovviamente riferimento al caso specifico in esame, ma con lo scopo principale di esporre i problemi concreti che possono incontrarsi nella redazione di un PIDAV.

Analisi dei percorsi valanghivi

Prima attività fondamentale nella redazione di un PIDAV è l'analisi delle valanghe che possono potenzialmente interferire con la strada.

Sono necessarie quindi indagini riguardanti gli eventi storici, le caratteristiche geomorfologiche dei bacini e le caratteristiche meteorologiche e nivologiche in particolare.

Sono state quindi svolte analisi cartografiche in ambiente GIS, analisi delle ortofoto con particolare attenzione al tipo di suolo e di copertura vegetazionale, sopralluoghi e ricerca di dati storici a partire dalla consultazione della Carta di Localizzazione Probabile delle Valanghe redatta dalla Provincia di Cuneo e dall'intervista di persone locali conoscitrici del luogo. Tali indagini sono confluite in schede di dettaglio per ogni singola valanga (Fig. 6). Nel caso in esame tale attività ha portato alle seguenti considerazioni, fondamentali ai fini della concezione e gestione del piano di distacco artificiale:

- Complessivamente, nel tratto di interesse sono stati individuati oltre 50 siti valanghivi che hanno una potenziale interferenza con il tracciato della S.S. 21.
- Fra questi, solo 14 siti presentano eventi che arrivano effettivamente ad interessare il tracciato della S.S. 21 con frequenza annuale o più volte all'anno. Questi siti sono localizzati in sinistra orografica a monte di Argentera, ed in particolare quelli compresi tra la Casa Cantoniera e la Fontana di Napoleone interessano l'asse stradale anche in caso di precipitazioni del tutto normali e frequenti.

Si è quindi posto il primo problema di decidere come operare sui diversi tipi di valanghe. Poiché in caso di nevicate

"normali" i problemi alla viabilità sono dovuti principalmente alle valanghe localizzate sul versante sinistro orografico a monte di Argentera, solo queste valanghe sono state inserite all'interno del PIDAV. Non si è, invece, ritenuto opportuno inserire all'interno di un piano di distacco artificiale programmato i siti valanghivi più a valle in quanto costituiscono un pericolo per la viabilità solo in caso di nevicate eccezionali. In tal caso un eventuale bonifica andrebbe valutata caso per caso in ragione della complessità dei bacini valanghivi e del fatto che, in alcuni casi, potrebbero venire coinvolti anche edifici e centri abitati.

Caratterizzazione nivo-meteorologica dell'area

L'analisi delle condizioni nivo-meteorologiche e delle caratteristiche delle perturbazioni associate ad attività valanghiva sono di fondamentale importanza per capire quali possano essere i fattori pre-

¹ Calcolata come differenza tra la altezza di neve al suolo registrata dalla stazione in due giorni consecutivi

Fig. 5 - Evento valanghivo della primavera del 1993.

Neve fresca in 24h ¹	N° giorni totali	N° giorni / anno
< 10 cm	355	15
10 - 29 cm	259	11
> 30 cm	85	4

© AINEVA

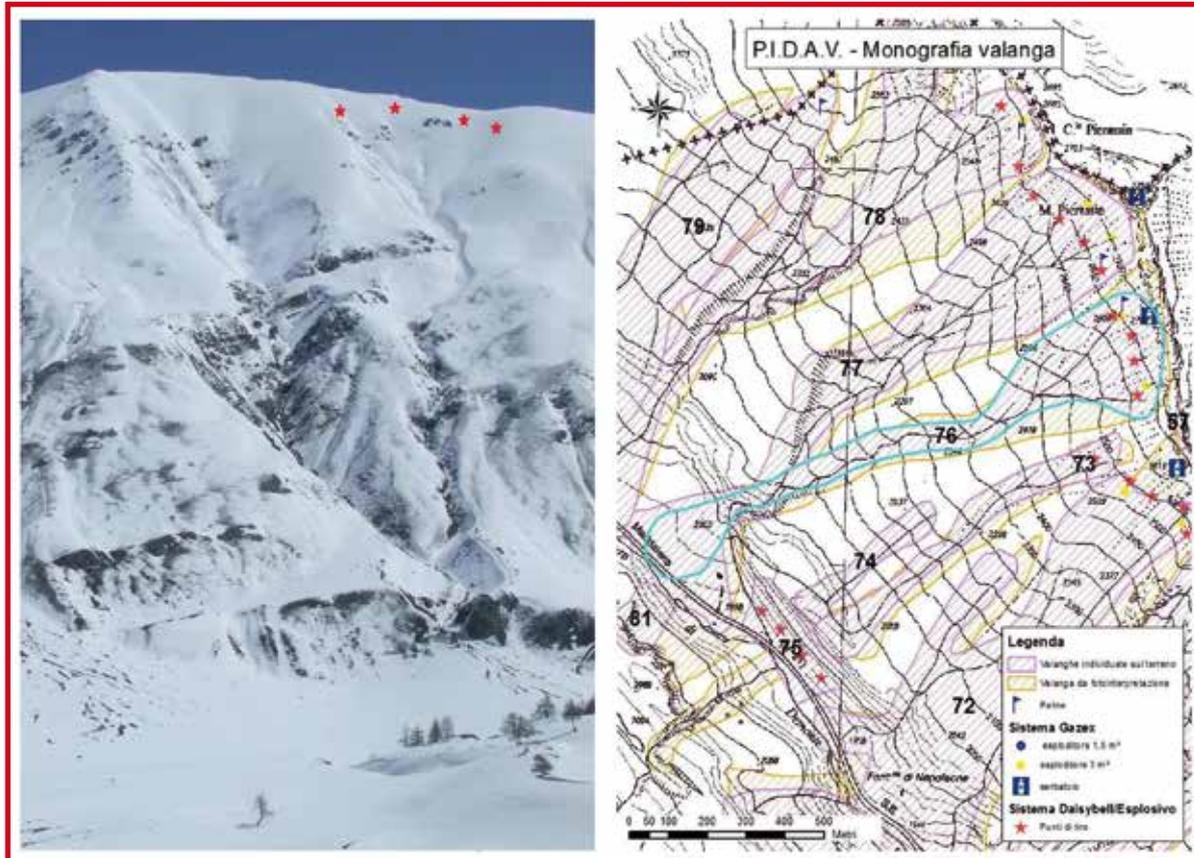
Infatti, dai dati sulle valanghe registrate nel Catasto Valanghe e dalle testimonianze di persone conoscitrici del luogo, le valanghe storiche di maggiori dimensioni sono state prevalentemente valanghe di fondo a lastroni distaccatesi in periodo primaverile (per es. a fine aprile del 1993, Fig. 5).

PIDAV

In questa sessione si vogliono presentare le diverse attività svolte ai fini della redazione del PIDAV, con la finalità di esporre sinteticamente il piano senza entrare nel merito dei dettagli tecnici (il documento



Fig. 6 - Parte della scheda della valanga 76: si notino sulla carta le perimetrazioni della CLPV, i punti di tiro (in caso di sistema Gazex o Daisybell) e di monitoraggio.



disponenti ad un distacco di valanghe. Per cominciare, sono stati quindi analizzati i dati della stazione automatica di Argentera (1680 m slm) ricavando le seguenti informazioni:

- in media il numero di giorni nevosi all'anno è pari a 29;
- le maggiori altezze di neve al suolo si registrano mediamente nel mese di aprile, ma il massimo assoluto di 260 cm è stato registrato il 1 febbraio 1986;
- il massimo quantitativo di neve fresca caduto in 24h (calcolato come differenza tra la altezza di neve al suolo registrata dalla stazione in due giorni consecutivi) è stato rilevato il 2 marzo 1993 ed è pari a 95 cm;
- il massimo valore di variazione di neve al suolo in tre giorni consecutivi è pari a 185 cm, dai 55 cm del 28 gennaio ai 240 cm del 31 gennaio 1986 (per un confronto, nell'episodio di più recente memoria di nevicata intensa - dicembre 2008 - che ha generato valanghe di grosse dimensioni, la variazione di neve al suolo in tre giorni consecutivi è stata pari a 121 cm).

Considerando 24 anni di misura è stato calcolato il valore medio dei giorni con

nevicata di una certa entità. (Tab. 1)

Molto influente sulla stabilità del manto nevoso è l'attività eolica, considerata di entità rilevante soprattutto nella parte alta della valle, a monte di Argentera, caratterizzata da una topografia per cui si verifica frequentemente l'erosione del manto nevoso da crinali e dorsali e l'accumulo della neve nei canali adiacenti. Inoltre, vistose cornici possono formarsi in quota, prevalentemente presso la cresta sommitale tra il Monte della Signora ed il Passo Prà di Bals.

Simulazioni di dinamica delle valanghe

Ai fini della valutazione delle possibili zone di influenza degli eventi valanghivi che interferiscono con la strada si possono utilizzare modelli di dinamica in grado di calcolare la distanza di arresto e le pressioni d'impatto, quindi di determinare i possibili danni legati alle valanghe considerate nel PIDAV. In questo lavoro, è stato utilizzato il programma RAMMS – modulo valanghe sviluppato dal WLS-SLF di Davos (CH).

RAMMS è un modello bidimensionale basato sulle equazioni di conservazione della massa e della quantità di moto. Per approfondimenti sul modello si può fare riferimento a Christen et al. (2010). Una informazione fondamentale ai fini della gestione del pericolo valanghe sulla strada è la massima estensione possibile delle valanghe, vale a dire la caratterizzazione dinamica dell'evento estremo, che potrebbe verificarsi in caso di impossibilità di applicazione del PIDAV. Inoltre, si è scelto di utilizzare il modello RAMMS per la simulazione anche degli eventi distaccati artificialmente considerandoli come eventi di piccola dimensione lungo lo stesso percorso e con la stessa area di distacco, ma diverso spessore e diversi coefficienti di attrito, dell'evento estremo. Un esempio degli output ottenuti nei due casi è riportato in Fig. 7 per la valanga n. 76. Ai fini della simulazione degli eventi estremi lo spessore di distacco è stato determinato a partire dai dati nivometeorologici registrati dalla stazione automatica di Argentera, forniti dalla Regione Piemonte. In particolare, i dati di variazione

dell'altezza di neve al suolo su tre giorni consecutivi (DH3gg) sono stati elaborati con la statistica ai valori estremi di Gumbel per ottenere una relazione tra il DH3gg ed il tempo di ritorno T delle valanghe. Tale metodo è consolidato ed utilizzato ampiamente nell'ambito valanghivo. E' stato così determinato il valore di DH3gg per un tempo di ritorno di 100 anni alla quota di 1700 m s.l.m., che, corretto dai fattori di quota, pendenza e vento, porta al valore Hd, input dello spessore di distacco per RAMMS per la simulazione delle diverse valanghe estreme.

L'area di distacco è stata determinata analizzando la CLPV e la morfologia dei versanti, mentre gli altri parametri di input (i coefficienti di attrito) sono stati scelti sulla base delle raccomandazioni dello stesso programma RAMMS.

Per quanto riguarda le valanghe distaccate artificialmente nell'ambito del PIDAV, l'input relativo allo spessore di distacco è stato preso pari a 30 cm, soglia di allerta per operare il distacco artificiale, mentre l'area di distacco è stata presa pari quella delle valanghe estreme, non essendoci raccomandazioni a riguardo e non esistendo una precisa relazione diretta tra area e spessore di distacco (Perla, 1977). I parametri di attrito sono stati presi uguali a quelle di valanghe con tempo di ritorno basso (T=10anni), ipotizzando che le valanghe distaccate artificialmente possano essere statisticamente riconducibili a tali valanghe.

Analisi dei possibili metodi di distacco

Il distacco artificiale di valanghe può essere effettuato con diversi metodi, la cui applicazione dipende da numerosi fattori, tra cui la morfologia dei siti valanghivi, il numero di valanghe e la frequenza degli interventi, condizioni economiche, disponibilità di personale specializzato, aspetti normativi.

Sono stati pertanto individuati tre metodi, compatibili con le caratteristiche dei siti e dei fenomeni valanghivi in esame e scelti fra quelli attualmente in uso ed il cui impiego sia compatibile con la nor-

mativa italiana:

- Esplositore a gas fisso (Gazex®)
- Esplositore a gas elitrasportato (Daisybell®)
- Carica esplosiva elitrasportata (Carica Vassale®)

Mentre il primo metodo comporta l'infrastrutturazione dei siti da bonificare mediante la posa di esplositori fissi collegati a specifici serbatoi dei gas, gli altri due metodi non necessitano di alcuna installazioni in sito e offrono una maggiore flessibilità circa la scelta del punto di tiro, a partire dalle indicazioni fornite nel Piano delle Procedure (vedi paragrafo). Ciascun metodo presenta ovviamente, da un punto di vista tecnico, dei vantaggi e degli svantaggi non trattati nel presente articolo per una questione di sintesi, ma facilmente reperibili nella documentazione tecnica relativa ai diversi sistemi di distacco artificiale di valanghe.

Piano di monitoraggio

L'attuazione di un PIDAV non può prescindere dall'attuazione di un piano di monitoraggio dei parametri nivometrici da applicare in maniera costante durante tutta la stagione invernale.

Infatti, le condizioni di pericolosità, ossia di elevata probabilità di distacco di masse nevose, sono determinate da alcuni

fattori fissi, legati principalmente alla morfologia dei siti, e da fattori variabili, legati fondamentalmente alle condizioni meteorologiche.

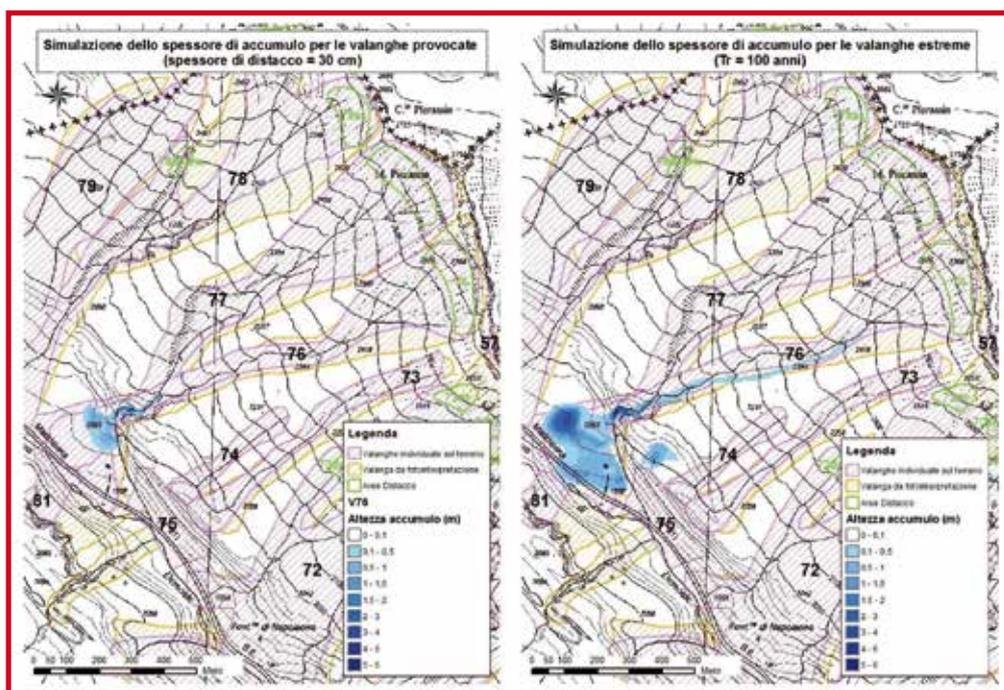
La previsione temporale delle valanghe dipende essenzialmente da fattori variabili legati alle condizioni nivo-meteorologiche. In particolare i principali parametri che influenzano il distacco delle masse nevose sono i seguenti:

- spessore della neve al suolo,
- spessore delle neve fresca da precipitazione,
- accumulo eolico,
- struttura del manto nevoso,
- temperatura dell'aria.

Ai fini di una gestione del PIDAV che risulti corretta ed ottimizzata è necessario disporre di dati che siano quanto più possibile 1) accurati e localizzati, ossia rappresentativi dei reali valori assunti dai parametri nelle zone di distacco dei fenomeni di interesse, 2) disponibili in tempo reale, per permettere una tempestiva attivazione delle procedure previste per ogni fase di gestione del piano.

Poiché nel caso in esame il PIDAV riguarda la gestione di 14 siti valanghivi distribuiti lungo una distanza di 3 km, i parametri di interesse presentano una forte variabilità spaziale, in particolare per quanto concerne il gradiente di precipitazione con

Fig. 7 - Esempi di output di RAMMS (spessore del deposito) per la valanga n. 76.



la quota e il trasporto ed accumulo eolico. Allo stato attuale l'unica stazione meteorologica presente nelle vicinanze del settore di interesse è quella di Argentera (1680 m slm) i cui dati non possono essere però ritenuti rappresentativi per i siti valanghivi individuati, le cui aree di distacco si collocano ad una fascia altimetrica compresa tra 2700 m e 2200 m slm. Considerata quindi la mancanza di dati locali si è pensato di prevedere di raccogliere i dati relativi ai parametri necessari integrando diverse fonti, in particolare:

- Analisi dei bollettini regionali emessi dal Centro Funzionale ARPA Piemonte
- Installazione di due stazioni meteorologiche automatiche (una al Colle della Maddalena q. 2590 m s.l.m. e una lungo la cresta spartiacque a NW del Bric della Sabbiera q. 2590 m s.l.m.) dotate di sensore di temperatura e umidità integrato, sensore di livello neve a ultrasuoni, sensore di direzione e velocità del vento integrato, asta nivometrica con termistori e limitatamente alla seconda stazione di sensore acustico di trasporto eolico (driftometro tipo "flowcapt").
- Paline nivometriche da posizionare nella parte superiore delle zone di distacco e osservabili dal fondovalle in maniera tale da verificare lo spessore della neve al suolo e valutare gli effetti del trasporto e accumulo eolico.
- Esecuzione di profili stratigrafici e test di stabilità del manto nevoso da effettuare su pendii rappresentativi, ma comunque in condizioni di sicurezza.

Piano delle procedure

L'applicazione di un PIDAV alla protezione di un'arteria stradale, e nel caso specifico alla strada di accesso ad un valico internazionale intensamente percorso, rappresenta un caso particolarmente complesso, poiché la chiusura della viabilità per le operazioni di distacco comporta forti conseguenze sul traffico e sulla gestione della sicurezza.

Il tratto di strada interessato dalle operazioni di distacco presenta una lunghezza di circa 3 km, con caratteristiche di strada di montagna, in forte pendenza, e con

assenza di aree di sosta o di manovra.

Di conseguenza, in caso di chiusura, è impossibile per i mezzi pesanti effettuare manovre e ripercorrere la strada in senso inverso, con il rischio di creare ingorghi o blocchi stradali con le immaginabili conseguenze per la sicurezza.

Di conseguenza la chiusura della strada per consentire le operazioni di tiro in sicurezza deve essere effettuata tenendo conto delle seguenti forzanti:

- La chiusura deve essere effettuata in punti dove sia possibile, in particolare per i mezzi pesanti, sostare o effettuare manovre per scegliere percorsi alternativi al Colle della Maddalena.
- La chiusura deve essere effettuata con una tempistica tale da consentire ai mezzi già transitati nei punti di chiusura di arrivare al Colle con un adeguato anticipo rispetto all'inizio previsto delle operazioni.
- Deve essere controllata l'effettiva assenza di persone o mezzi nel tratto di strada interessato dalle operazioni.

Tutto questo implica che la chiusura della strada e le successive operazioni di distacco non possano avvenire in un'unica fase, ma debbano essere articolate in diverse fasi, in ciascuna delle quali si attivano una serie di procedure specifiche sia per la predisposizione al distacco, sia per la gestione del traffico e della sicurezza. In particolare, nel presente piano sono state previste le seguenti fasi:

- Fase di gestione ordinaria
- Fase di preallerta
- Fase di allerta
- Fase operativa
- Fase di valutazione/riapertura.

La definizione delle diverse fasi si ripercuote "a cascata" sulla necessità di definire determinate soglie o eventi di attivazione, sulla base di parametri il più possibile oggettivi e documentabili, studiate in modo che tra l'una e l'altra fase intercorra un tempo sufficiente a consentire le operazioni previste.

Nella fase di gestione ordinaria si effettua sostanzialmente il monitoraggio delle condizioni nivo-meteorologiche, con le procedure definite all'interno del piano

di monitoraggio (vedi paragrafo).

La fase di preallerta viene attivata sulla base di previsioni meteorologiche o di pericolo valanghe (bollettini), ed è mirata principalmente a preallertare tutti gli operatori coinvolti o verificarne la reperibilità, al fine di una più rapida ed efficace attivazione delle fasi successive.

La fase di allerta si attiva al raggiungimento di condizioni nivologiche in sito (raggiungimento di una soglia di spessore o previsione di aumento del pericolo valanghe con accumulo preesistente).

In tale fase si attua la chiusura preventiva al traffico del tratto stradale interessato, secondo procedure che devono salvaguardare la gestione della viabilità e la sicurezza, e vengono inoltre organizzate le azioni propedeutiche al distacco a seconda della metodologia prescelta.

La fase operativa si attua al raggiungimento dei valori di soglia predefiniti e previa la verifica delle condizioni di sicurezza.

La soglia scelta per il distacco è di 30 cm di accumulo, o derivante da precipitazioni recenti (Dh3gg), o inteso come accumulo preesistente in caso di previsto aumento del pericolo valanghe a grado 3 o superiore da bollettino AINEVA.

Tale valore è stato definito sulla base delle simulazioni effettuate, in quanto costituisce lo spessore al distacco per il quale la maggior parte dei fenomeni valanghivi esaminati non raggiungono la strada, ed è inoltre supportato da considerazioni fisiche e dalla comune pratica di distacco. Non essendoci, a strada chiusa, elementi a rischio, non è stata definita una soglia superiore, ed in caso non si riesca ad effettuare il distacco al raggiungimento dei 30 cm è comunque possibile effettuare il distacco con spessori superiori, anche se probabilmente in tal caso la sede stradale verrebbe raggiunta ed invasa con la conseguente necessità di prevedere lo sgombero.

Infine nella fase di valutazione si verificano gli effetti delle operazioni di distacco e si decide se le condizioni di sicurezza raggiunte permettono la riapertura della strada o meno.



Nella gestione delle diverse fasi, un'alta responsabilità è attribuita al ruolo del responsabile del piano, che deve essere un professionista presente in sito e disporre di tutte le informazioni a scala locale per la valutazione del pericolo valanghe e per l'attivazione delle procedure; in modo particolare, al responsabile è data facoltà di attivare le diverse fasi previste anche sulla base di proprie valutazioni a scala locale indipendentemente dal raggiungimento di parametri previsti su bollettini meteorologici, di allerta o di pericolo valanghe.

DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

L'applicazione di piani di distacco artificiale alla messa in sicurezza e protezione della circolazione stradale, sebbene relativamente recente, presenta prospettive molto interessanti dal punto di vista della valutazione di costi/benefici. In generale l'applicazione di un PIDAV è infatti meno onerosa, meno impattante da un punto di vista ambientale, e più flessibile rispetto alla realizzazione di interventi strutturali.

Nello stesso tempo presenta il vantaggio, fatte salve la corretta progettazione ed applicazione, di ridurre al minimo i tempi di chiusura delle strade quale misura cautelativa in caso di forte rischio valanghivo. Per strade di grande comunicazione questo presenta dei vantaggi da un punto di vista economico, evitando lunghe attese dei mezzi di trasporto con le relative conseguenze; ma ancora di più, nel caso di molte valli laterali raggiungibili da una sola strada, può avere effetti positivi da un punto di vista sociale e della sicurezza delle persone, evitando o riducendo i periodi di isolamento di interi paesi.

Tuttavia l'applicazione di un PIDAV alle vie di comunicazione presenta una maggiore complessità rispetto agli ambiti in cui questi strumenti sono stati tradizionalmente sviluppati, principalmente comprensori sciistici: infatti in questi ultimi la gestione della sicurezza ed il controllo delle aree soggette a distacco sono relativamente "semplici" e possono venire attuati tramite la chiusura di piste o impianti. Viceversa nel caso di vie di comunicazione devono essere tenute

presenti una serie di variabili e forzanti legate alla sicurezza ed alla gestione della viabilità, che richiedono innanzitutto una approfondita conoscenza dei fenomeni valanghivi al fine di ottimizzare le operazioni, e parallelamente la progettazione di procedure complesse. La metodologia proposta in questo articolo, relativa al PIDAV progettato per la Strada Statale del Colle della Maddalena, può costituire un esempio per lo sviluppo ed il miglioramento della gestione del rischio valanghivo sulle vie di comunicazione. Nel caso specifico il Piano è stato concluso e validato e la sua applicazione operativa futura comporterà le necessarie valutazioni di carattere tecnico-economico da parte del gestore competente.

Bibliografia

- Bruno E., Maggioni M., Freppaz M., Zanini E. (2012). Distacco artificiale di valanghe: linee guida per la procedura operativa, metodi e normativa, Regione Autonoma Valle d'Aosta. ISBN 978-88-907104-3-8. (disponibile on line at http://www.risknat-alcotra.org/rna/allegati/manuale-5_1082.pdf)
- Christen, M., Kowalski, J., Bartelt, P., 2010. RAMMS: numerical simulation of dense snow avalanches in three-dimensional terrain. *Cold Regions Science and Technology*, 63 (1-2), 1-14.
- Perla, R., Slab avalanche measurements, *Canadian Geotechnical Journal*, 14, 206-213, 1977.