

MONITORAGGIO del sito sperimentale della Punta SEEHORE

GESTIONE DELLE ALLERTE ED ATTIVITÀ IN CAMPO
NEL CORSO DELLE PROVE SPERIMENTALI

INTRODUZIONE

Le attività di ricerca, svolte nel sito sperimentale della P.ta Seehore, spaziano dal monitoraggio delle condizioni nivo-meteorologiche alla gestione delle allerte per l'esecuzione dei distacchi artificiali, dai rilievi in campo per la definizione delle caratteristiche delle valanghe alla successiva analisi dei dati rilevati, sia manualmente sia automaticamente dagli strumenti posti sull'ostacolo.

In questo articolo viene presentata la procedura "standard" per la realizzazione di una prova sperimentale nel sito e sono descritte le varie attività che si svolgono in occasione di ciascuna prova. Tale procedura, condivisa da tutti gli operatori coinvolti nel progetto, è definita in modo particolareggiato nel documento "Protocollo per il distacco artificiale di valanghe nel sito della P.ta Seehore a fini di ricerca: disposizioni e regole di sicurezza" che rappresenta una raccolta delle *migliori pratiche* da adottare

per la realizzazione delle attività nel sito (Fig. 1). Si individuano tre momenti ben distinti nel corso di una prova sperimentale: il *pre*, il *durante* ed il *post evento*.

Il *pre evento* è caratterizzato da tutte le attività di monitoraggio delle condizioni nivo-meteorologiche, nonché dal confronto con i responsabili della sicurezza piste del Monterosa Ski, finalizzate alla valutazione della possibilità di effettuare una prova sperimentale, e, conseguentemente, alla gestione delle allerte. Il *durante* ed il *post evento* sono invece caratterizzati da tutti i rilievi e le attività di campo da svolgersi in massima sicurezza all'interno dell'area di studio.

SISTEMA DI ALLERTA

La decisione di realizzare una prova sperimentale dipende fortemente dalle valutazioni, operate dai responsabili della sicurezza piste del Monterosa Ski, circa la necessità di bonificare il pendio settentrio-

nale della P.ta Seehore al fine di rendere sicura la pista "Collegamento Gabiet".

Il sistema di allerta è perciò basato su uno stretto e continuo contatto tra il responsabile delle operazioni di bonifica per la sicurezza piste del Monterosa Ski ed il responsabile delle operazioni di pre-allerta ed allerta del gruppo di ricerca.

Entrambi devono essere a conoscenza delle condizioni nivo-meteorologiche attuali e previste per la zona: fondamentale risulta quindi la continua consultazione delle previsioni meteorologiche (in particolare del Bollettino di Vigilanza Regionale, a cura dell'Ufficio Centro Funzionale valdostano) e del Bollettino Neve e Valanghe (emesso dall'Ufficio Neve e Valanghe regionale). Vengono inoltre direttamente monitorati i dati acquisiti dalle stazioni automatiche della rete della Regione Autonoma Valle d'Aosta, localizzate in prossimità dell'area di studio: in dettaglio vengono consultati i dati di temperatura dell'aria, direzione ed

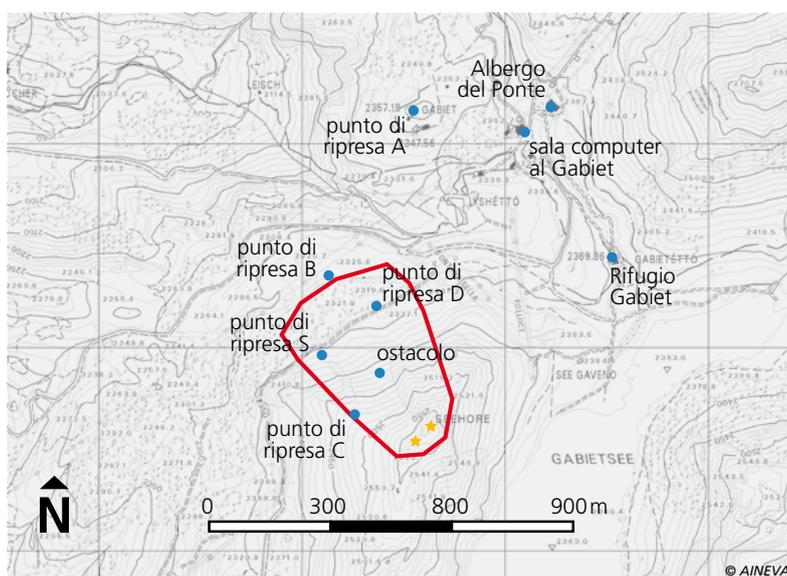
Nella pagina a fianco, riprese video durante la prova sperimentale del 18 marzo 2011.





Dall'alto verso il basso, fig. 1 - "Protocollo per il distacco artificiale di valanghe nel sito della P.ta Seehore a fini di ricerca: disposizioni e regole di sicurezza". Documento realizzato in collaborazione tra DIVAPRA, DISTR, RAVA e Monterosa Ski; fig. 2 - Visione frontale del sito in occasione della valanga del 7 dicembre 2010: in rosso sono evidenziate le zone di distacco e di accumulo ed in giallo l'ostacolo ed i punti di tiro.

Fig. 3 - Sito sperimentale mostrato nel poligono rosso sulla CTR: le etichette indicano i punti salienti da cui vengono svolte le diverse attività durante le prove sperimentali.



intensità del vento, precipitazione nevosa ed altezza di neve al suolo per le stazioni Weissmatten (2038 m slm), Gabiet (2379 m slm) ed Eselbode (1642 m slm).

Per la comunicazione a tutto il gruppo di ricerca del giorno di esecuzione di una prova sperimentale, ci si avvale di un sistema di pre-allerta via e-mail a due o più giorni di distanza dalla prova, e di un sistema di allerta via e-mail e/o cellulare il giorno precedente alla data fissata.

L'aleatorietà delle previsioni meteorologiche, la cui attendibilità aumenta significativamente solo nelle 24 ore precedenti, fa sì che spesso tutta l'organizzazione possa iniziare soltanto il giorno precedente, quindi con un modesto preavviso, creando a volte, varie difficoltà operative, soprattutto per la realizzazione dei rilievi laser scanner pre evento che necessitano di tempi di preparazione più lunghi.

PROCEDURA DURANTE UNA PROVA SPERIMENTALE

I dati da rilevare durante una prova sperimentale sono di diverso tipo e quindi la procedura prevede la creazione di squadre di lavoro che si occupino dei rilievi specifici di loro competenza.

Tutte le operazioni avvengono in modo coordinato tra le diverse squadre. In particolare, per realizzare le attività previste nei diversi momenti della prova sperimentale, come definite da Protocollo di Sicurezza, sono state definite: la *squadra computer*,

la *squadra distacco*, la *squadra deposito* e la *squadra ostacolo*.

La Figura 2 indica le diverse zone di lavoro, mentre la Figura 3 mostra una visione generale del sito sulla Carta Tecnica Regionale al 10.000, con i diversi punti di misura. Una classica prova sperimentale in genere comincia al mattino presto con il ritrovo dei ricercatori a Staffal (Comune di Gressoney-La-Trinité) e la risalita al Gabiet con le prime corse riservate al personale addetto agli impianti; le operazioni di bonifica vengono effettuate ovviamente a piste chiuse e generalmente prima dell'apertura degli impianti al pubblico.

Il responsabile alle operazioni di bonifica per Monterosa Ski è generalmente già in volo in elicottero per bonificare altri siti nel comprensorio sciistico e si rimane in contatto con lui via radio. Il distacco artificiale nel sito avviene generalmente verso le ore 8:30, tramite bonifica da elicottero con l'impiego della DaisyBell o della Carica Vassale (rif. art. 3) (Fig. 4).

Prima della prova di distacco, tutti i ricercatori, a parte la *squadra computer* che si colloca nell'apposita sala computer presso l'arrivo della cabinovia Staffal-Gabiet, si posizionano nel punto di ripresa B (Fig. 3). Quando si effettuano anche i rilievi laser-scanner, gli esperti della società AdHoc si recano al punto di ripresa B con un certo anticipo al mattino, per avere tempo di completare il rilievo laser-scanner pre evento.

Nei paragrafi seguenti vengono descritte le varie attività che si svolgono durante una prova sperimentale e le loro finalità.

RILIEVI LASER-SCANNER PRE E POST EVENTO

I rilevamenti laser scanner servono a descrivere il sito nelle fasi chiamate pre e post evento, ed, in particolar modo, la geometria di superficie del versante nei due momenti. Il confronto tra le due superfici permette, in fase di analisi dei dati, di valutare le variazioni geometriche intercorse, di effettuare bilanci di massa, di individuare zone di accumulo e di erosione, di misurare sezioni, profili e di calcolare le pendenze e

le altezze della neve in modo estensivo su tutta l'area di interesse. Il rilevamento laser scanner ha inizio alle prime ore dell'alba. Per la descrizione tridimensionale dell'area di interesse è necessario utilizzare una strumentazione specifica caratterizzata da una tecnologia di misura in grado di funzionare anche su manto nevoso e/o ghiacciato, di elevata portata e velocità. Nel nostro caso sono stati utilizzati un sensore Riegl LMS-Z420 con doppio distanziometro ed un laser scanner Riegl VZ400. Nonostante l'alta velocità che è possibile raggiungere con la strumentazione utilizzata in acquisizione, la singola misura laser scanner pre evento del versante necessita, comprese le fasi preparatorie, di circa 1 ora. Il distacco sul versante avviene circa alle ore 8:30, questo significa che la prima misura laser scanner deve iniziare, considerando un leggero margine di sicurezza, tra le ore 6:45 e le 7:00. La misura del versante in condizione pre-evento avviene mediante una singola acquisizione laser scanner dalla posizione di ripresa B. Si tratta di una posizione particolarmente favorevole alla descrizione tridimensionale del versante in quanto da quella posizione tutta l'area di interesse è ben visibile.

Onde evitare possibili movimenti che il sensore può subire se semplicemente sistemato su treppiede sul manto nevoso o sul terreno gelato o anche su rocce, nei punti di ripresa B, D ed S, sono stati realizzati dei pilastri a centramento forzato in cls. In questo modo è garantita la stabilità della strumentazione in fase di acquisizione ed è materializzato in modo stabile anche il sistema di riferimento. Durante l'acquisizione del pre evento sui punti di ripresa D ed S sono posizionati prismi retroriflettenti per la georeferenziazione del modello tridimensionale. Contestualmente all'acquisizione laser scanner, sono acquisite alcune immagini digitali ad alta risoluzione con macchina fotografica calibrata rigidamente connessa al laser scanner.

Queste immagini servono essenzialmente alla generazione di un modello tridimensionale a colori reali del sito.

A seguito dell'evento valanghivo, viene ripetuta una seconda scansione del sito

dalla medesima posizione di ripresa e con le medesime caratteristiche. In aggiunta, durante le fasi post evento, sono realizzate due ulteriori scansioni laser scanner dai punti di ripresa D ed S.

La decisione di integrare il modello tridimensionale del sito nel post evento è

legata al fatto che dal punto di ripresa B si vede bene tutto il sito, ma parte del deposito risulta leggermente defilato, quindi, poco dettagliato.

Le due scansioni aggiuntive servono quindi ad aumentare la risoluzione descrittiva del deposito valanghivo. Sempre durante le



Fig. 4 - Elicottero della Monterosa Ski impegnato in operazioni di bonifica da valanghe tramite utilizzo della Daisybell.

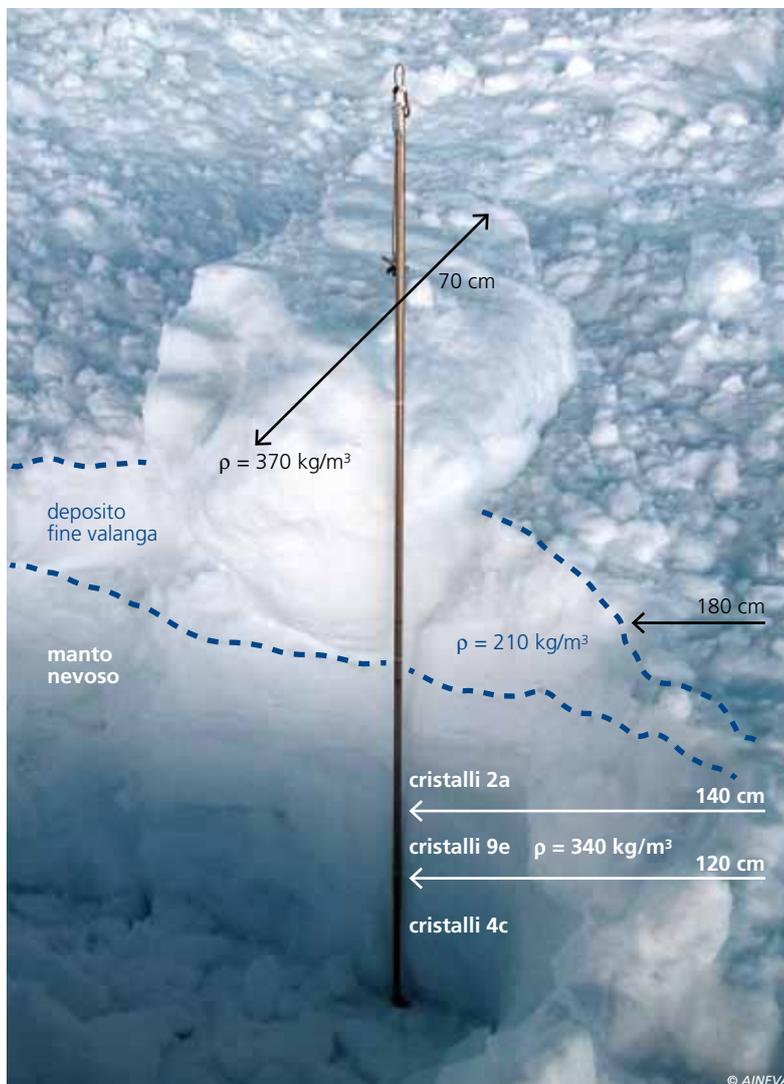


Fig. 5 - Esecuzione di un Extended Column Test.

Fig. 6 - Perimetrazione dell'accumulo e misura dell'altezza del manto nevoso in punti georeferenziati.



Fig. 7 - Profilo nel deposito della valanga del 20 febbraio 2010.



fasi post evento, è stato effettuato un rilievo GPS di precisione dei tre pilastri a centrimento forzato per il calcolo delle coordinate cartografiche e locali del sito. I dati laser scanner ottenuti sono nuvole di punti e superfici note nei sistemi di

riferimento locale, geocentrico e cartografico regionale con quota ortometrica. I dati sono forniti, oltre che nei formati di interscambio comuni, con un software di gestione personalizzato per le esigenze dei ricercatori di nome AdHoc.

RIPRESE VIDEO E MISURE FOTOGRAMMETRICHE DELL'EVENTO

In aggiunta ai rilevamenti laser scanner, durante le fasi di distacco e scorrimento della valanga, è stato ideato ed adottato dalla società Ad Hoc 3D un sistema di rilevamento basato sulla tecnica della videogrammetria. I video metrici della valanga sono effettuati con una macchina fotografica canon 5D con obiettivo calibrato e focale fissa. I video sono tutti ad alta risoluzione ed alta frequenza in modo da poter seguire nel dettaglio tutte le fasi di scorrimento. I video sono realizzati da posizioni fisse e sono utilizzati, in modo combinato con le scansioni pre e post evento, per descrivere il fronte della valanga durante le fasi di distacco e scorrimento. In particolare, utilizzando i video realizzati è possibile misurare la velocità del fronte valanghivo in ogni suo istante lungo linee di scorrimento e correlare la velocità del fronte lungo qualsiasi direttrice di scorrimento con la pendenza locale, lo spessore della neve, il deposito o l'erosione.

RILIEVI IN ZONA DI DISTACCO

In seguito ad ogni esperimento di distacco, sia che esso abbia avuto esito positivo, con relativo distacco di una valanga, che negativo, ovvero senza distacco di una massa nevosa, vengono condotti i seguenti rilievi relativi alla zona di distacco, effettiva o potenziale:

- *profilo stratigrafico*, eseguito secondo gli standard AINEVA (MOD. 4), volto a descrivere le proprietà fisiche del manto nevoso. Una volta individuati gli strati che compongono il profilo nivologico, essi vengono descritti con la determinazione dei parametri seguenti: tenore in acqua liquida, tipologia e dimensione dei cristalli, durezza (test della mano), temperatura e densità. Tale rilievo permette di individuare eventuali discontinuità nel manto nevoso che rappresentano i potenziali strati deboli, in grado di favorire la formazione e la propagazione di una frattura;

- realizzazione di *test di stabilità* quali il Rutschblock Test (RT) e/o Extended Column Test (ECT) al fine di verificare l'effettiva possibilità di formazione e propagazione della frattura in corrispondenza degli strati deboli individuati tramite l'esecuzione del profilo stratigrafico (Fig. 5);
- nel caso di distacco di valanghe a lastroni, se possibile e solo in condizioni di sicurezza e lungo tutta la linea di frattura, misura dello spessore di distacco con individuazione della superficie di rottura e scivolamento; se le condizioni non sono valutate sufficientemente sicure, lo spessore di distacco è stimato a distanza, con l'ausilio di paline collocate nella parte alta della zona di distacco;
- stima dell'area e del volume di distacco e, se in condizioni di sicurezza, rilievo tramite GPS dell'area di distacco;
- osservazioni generali sulle condizioni nivo-meteorologiche e di pericolo valanghe dell'area prima e dopo l'esperimento, al fine di rapportarle e confrontarle con le caratteristiche del manto nevoso e con la qualità dell'esito del tiro;
- esecuzione di riprese video e fotografiche.

RILIEVI IN ZONA DI SCORRIMENTO E DI DEPOSITO

Successivamente al distacco della valanga, la zona di accumulo e scorrimento viene percorsa dagli operatori al fine di determinare con la maggiore precisione possibile le caratteristiche della massa nevosa. In particolare, sono condotte le seguenti attività:

- compilazione della *scheda di rilievo* realizzata ad hoc per le valanghe distaccate nel sito sperimentale;
- *perimetrazione* della zona di scorrimento e accumulo tramite GPS (Fig. 6);
- misura dell'*altezza del manto nevoso*, mediante l'utilizzo di una sonda, sia in zona di scorrimento che in zona di accumulo in punti georeferenziati secondo una maglia il più possibile regolare;
- esecuzione di *profili del deposito* per l'individuazione del piano di scorrimento della valanga. Tali dati sono utili a capire le zone di erosione o deposito lungo la

- zona di scorrimento della valanga (Fig. 7);
 - esecuzione dello *straw test*, ideato nel corso del progetto DynAval, per determinare l'erosione e il deposito netto in alcuni punti georeferenziati nella zona di scorrimento, grazie all'utilizzo di cannuce numerate posizionate all'interno del manto nevoso (Fig. 8);
 - stima del *volume* di deposito;
 - analisi *granulometrica* superficiale per la misura delle dimensioni caratteristiche del deposito. Tali dati sono essenziali alla comprensione dei fenomeni di arresto e dinamici interni al flusso nevoso (Fig. 9);
 - esecuzione di *profili di densità* del manto nevoso, in particolare nelle aree più prossime all'ostacolo;
 - rilievo della forma di deposito (profondità, larghezza, ecc..) a monte e a valle dell'ostacolo con relative caratteristiche della neve;
 - misura di densità e di durezza della neve sia a monte dell'ostacolo a differenti distanze e profondità (per valutare la compattazione della neve), sia a valle dello stesso (per ottenere informazioni sulla "zona d'ombra" creatasi grazie al ruolo di protezione svolto dalla struttura);
 - esecuzione di riprese video e fotografiche.
- Gli strumenti attivati durante la prova sperimentale sull'ostacolo permettono, inoltre, di rilevare le forze di impatto della valanga sull'ostacolo (rif.art. 6).

Per una migliore comprensione delle attività svolte nel sito sperimentale, l'articolo

7 presenta il caso della prova eseguita il giorno 5 marzo 2011, dalla sua organizzazione all'analisi finale dei dati raccolti.

Bibliografia

- Cagnati A., 2003. Strumenti di misura e metodi di osservazione nivometeorologici, AINEVA.
- De Biagi V., Chiaia B., Frigo B., submitted. Fractal grain distribution in snow avalanches. Journal of Glaciology.

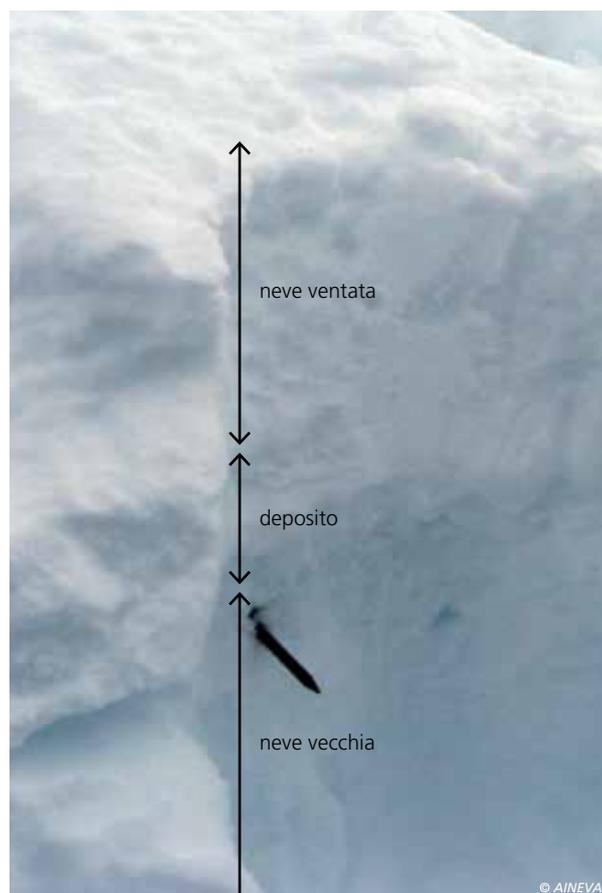


Fig. 8 - Risultato dello straw test effettuato il 2 marzo 2011 (evento 1 marzo 2011): manto indisturbato (dove si sono ritrovate le cannuce) con soprastante deposito della valanga e il successivo trasporto eolico; 4 cannuce sono state divelte dalla valanga segnalando l'erosione.

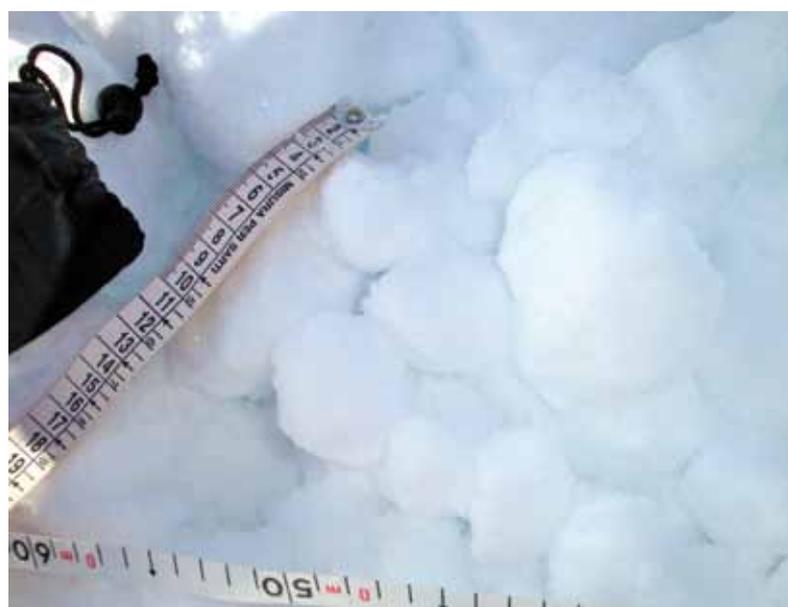


Fig. 9 - Misure granulometriche in deposito (evento 19 Marzo 2011).