

[4]



2012

Valutazione della stabilità del manto nevoso: linee guida per la raccolta e l'interpretazione dei dati

PROGETTO STRATEGICO "RISK NAT"



Région Autonome
Vallée d'Aoste
Regione Autonoma
Valle d'Aosta



UNIONE EUROPEA



INSIEME OLTRE
I CONFINI-ENSEMBLE
PAR DELA LES FRONTIERES

Valutazione della stabilità
del manto nevoso:
linee guida per la raccolta e
l'interpretazione dei dati

di

B. Frigo M.C. Prola M. Faletto

Progetto RiskNat

Regione Autonoma Valle d'Aosta – Région Autonome Vallée d'Aoste

Responsabili del progetto:

- Assetto Idrogeologico dei Bacini Montani – Regione Autonoma Valle d’Aosta:
Valerio Segor, Luca Pitet

Autori:

- Fondazione Montagna sicura - Montagne sûre,
Ufficio Neve e Valanghe - Assetto Idrogeologico dei Bacini Montani – Regione Autonoma
Valle d’Aosta:
Barbara Frigo
- ARPA Piemonte – Dipartimento Sistemi Previsionali:
Maria Cristina Prola, Mattia Faletto

Gli autori ringraziano i previsori dell’Ufficio Neve e Valanghe - Assetto Idrogeologico dei Bacini Montani – Regione Autonoma Valle d’Aosta - Fondazione Montagna sicura - Montagne sûre.

Riferimento bibliografico

Frigo, Prola, Faletto (2012). Valutazione della stabilità del manto nevoso: linee guida per la raccolta e l’interpretazione dei dati, *Regione Autonoma Valle d’Aosta*.

Finito di stampare nel mese di Maggio 2012

Disponibile in formato PDF su www.risknat-alcotra.org

ISBN 978-88-907104-4-5

Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

© 2012 Regione Autonoma Valle d’Aosta - Région Autonome Vallée d’Aoste

Indice

Premessa	iii
Introduzione	v
1 La stabilità del manto nevoso	1
2 Le modalità base di rilievo in sito	7
2.1 L'attrezzatura	7
2.2 La scelta del sito	9
2.3 La periodicità e l'orario delle misure	11
3 Le osservazioni nivo-meteorologiche e dell'attività valanghiva	13
3.1 Il rilievo nivo-meteorologico giornaliero - MOD 1 AINEVA	15
3.2 Il rilievo stratigrafico del manto nevoso - MOD 2-3 e MOD 4 AINEVA	17
3.3 Le osservazioni nivo-meteorologiche e attività valanghiva - MOD 6 AINEVA	20
4 I rilievi per la valutazione della stabilità del manto nevoso	25
4.1 Caratterizzazione della tipologia di frattura nei test di stabilità . . .	27
4.1.1 Shear Quality	28
4.1.2 Fracture Character	31
4.2 Test del blocco di slittamento - Rutschblock Test	32
4.3 Test della colonna estesa - Extended Column Test	41
4.4 Test della sega - Propagation Saw Test	47
4.5 RB vs ECT vs PST	51
5 La codifica delle informazioni dei test per l'invio	57
6 L'interpretazione dei dati a scala regionale	61
6.1 Validazione dei dati e delle stazioni nivometriche tradizionali - SNT	61
6.2 Integrazione con i dati delle stazioni nivometriche automatiche - SNA	65
6.3 Verifica dei rilievi periodici del manto nevoso	71
6.3.1 Errate procedure e imprecisioni nel MOD 2 AINEVA	71
6.3.2 Errate procedure e imprecisioni nel MOD 3 AINEVA	76
6.3.3 Il MOD 4 AINEVA: quadro di insieme e strumento di verifica	77
6.3.4 Errate procedure e imprecisioni nel MOD 6 AINEVA	79
6.4 Check-list delle osservazioni e previsioni per la definizione del grado di pericolo valanghe	81

7	Dai dati e dalle osservazioni al grado di pericolo nel Bollettino Neve e Valanghe	85
7.1	Rappresentatività del dato ottenuto e spazialità	85
7.2	Matrice Bavarese	86
8	La validazione del grado di pericolo emesso dal Bollettino Neve e Valanghe	91
8.1	Metodo AINEVA per la verifica del grado emesso nel Bollettino Neve e Valanghe	92

Premessa

V. Segor

Nato a metà 2009, il progetto **RISK NAT – Gestione in sicurezza dei territori montani transfrontalieri** – nell’ambito del Programma Operativo di Cooperazione territoriale europea transfrontaliera, Italia/Francia (Alpi) 2007/2013, Misura 2.2 - Prevenzione dei rischi, è un progetto cosiddetto strategico e cioè fortemente voluto e poi realizzato da tutte le Amministrazioni del territorio transfrontaliero, italiane e francesi, e che tratta i rischi naturali che interessano i territori di montagna, dalle valanghe ai ghiacciai, dalle piene torrentizie ai movimenti gravitativi s.l..

Il progetto, nell’ambito di suddette tematiche, prevede, tra l’altro, lo sviluppo di metodi e di strumenti operativi, azioni innovative volte alla gestione del territorio di montagna, al fine di dotarsi di strumenti applicativi per affrontare le richieste quotidiane di buona gestione del territorio.

A questo proposito l’attività B3-C3 – “Valanghe” ha avuto, dall’inizio, la finalità di colmare alcune lacune legate alla gestione del rischio valanghivo. Per cercare di far fronte a queste mancanze il progetto RISK NAT ha previsto, mediante la collaborazione con enti di ricerca e centri specializzati e lo scambio di esperienze tra partner dell’ambito transfrontaliero, la redazione di tre “linee guida” che affrontassero, in maniera esaustiva e da un punto di vista più prettamente “applicativo”, le problematiche del costruire in territorio soggetto a rischio valanghivo, della valutazione della stabilità del manto nevoso e delle procedure operative per eseguire un distacco artificiale. Da qui le tre linee guida:

- *Linee guida per la progettazione di edifici soggetti ad impatto valanghivo;*
- *Valutazione della stabilità del manto nevoso: linee guida per la raccolta e l’interpretazione dei dati;*
- *Distacco artificiale di valanghe: linee guida per la procedura operativa, normativa e metodi.*

Le linee guida *Valutazione della stabilità del manto nevoso: linee guida per la raccolta e l’interpretazione dei dati*, così come scaturisce dal documento, nascono dall’esigenza di riunire in un unico strumento operativo le metodologie e procedure utilizzate dai diversi soggetti coinvolti a vario titolo nella valutazione del livello di pericolo valanghe dell’area di competenza e interesse, condivise attraverso i momenti formativi e reperibili nelle pubblicazioni aggiornate con quanto definito dalla comunità scientifica in materia di Neve e Valanghe.

Il taglio del manuale è, pertanto, molto pratico e finalizzato ad ottenere uno strumento di lavoro che offre indicazioni nella scelta del sito ove realizzare le valutazioni circa la stabilità del manto nevoso, nell'individuazione del miglior test per la valutazione della prova e della relativa stabilità locale, nonché la validazione delle informazioni e successiva interpretazione dei dati raccolti in campo al fine della valutazione e previsione del pericolo valanghe.

Introduzione

La copertura nevosa è un sistema dinamico, variabile nel tempo e nello spazio, che richiede un costante, metodico e dettagliato monitoraggio, finalizzato alla valutazione dell'evoluzione delle sue variabili intrinseche da cui dipende il consolidamento e, in ultima analisi, la stabilità. Valutare il grado di pericolo valanghe, la sua distribuzione spaziale e le conseguenze sui beni vulnerabili, per la gestione del territorio e a fini preventivi per la vita in montagna durante l'inverno, è tra gli obiettivi degli uffici previsionali delle Amministrazioni Pubbliche, delle Commissioni Locali Valanghe a supporto degli Enti locali e dei Direttori della Sicurezza di Comprensori sciistici. Definire la variabilità temporale e spaziale delle caratteristiche del manto nevoso, il livello di consolidamento, la presenza e diffusione di instabilità, richiede un continuo processo iterativo che alterna analisi a verifica: si acquisiscono informazioni nuove dal cui confronto con le previsioni antecedenti derivano i dati di input della nuova previsione. Questa guida nasce dall'esigenza di riunire in un unico strumento operativo le metodologie e le procedure utilizzate dai diversi soggetti coinvolti a vario titolo nella valutazione del livello di pericolo valanghe dell'area di competenza e interesse, condivise attraverso i momenti formativi e reperibili nelle pubblicazioni aggiornate con quanto definito dalla comunità scientifica in materia di Neve e Valanghe.

Concepito molto tecnico e schematico nell'intento di fornire ai tecnici di settore uno strumento operativo completo e di semplice consultazione, questo documento adotta termini e definizioni già in uso nelle pubblicazioni dell'Associazione Interregionale di coordinamento e documentazione per i problemi inerenti alla NEve e alle VALanghe - AINEVA - quali "I Bollettini Valanghe AINEVA: guida all'interpretazione", "Strumenti di misura e metodi di osservazione nivometeorologici: Manuale per i rilevatori dei Servizi di previsione valanghe" di A. Cagnati [7] e nel "Glossario multi-lingue neve e valanghe" reperibile *on-line* (www.avalanches.org), approvato dagli EAWS - European Avalanche Warning Services. I termini tecnici nuovi, non presenti in questi riferimenti, verranno definiti all'interno del manuale stesso.

Il documento si presenta perciò come un insieme di procedure operative che consentono di definire le condizioni di stabilità del manto nevoso passando attraverso le osservazioni delle condizioni nivo-meteorologiche, l'esecuzione dei test di stabilità, l'invio, la registrazione e validazione dati, nonché la fase di verifica e interpretazione a fini previsionali. Le osservazioni e le prove presenti in questa guida sono state selezionate per supportare i programmi attivi di previsione valanghe: le informazioni reperite *in situ* saranno infatti alla base delle valutazioni dei previsori e della stesura del Bollettino Neve e Valanghe grazie all'invio di dati ed osservazioni aggiornate e coerenti con le metodologie standardizzate utilizzate. La raccolta di queste informazioni è inoltre essenziale al popolamento di banche dati fonamen-

tale per l'uso di metodi di supporto previsionale, di natura statistica, meccanica, climatologia, gestionale e di ricerca applicata alla scienza della neve e climatologia.

La guida raccoglie metodologie e suggerisce procedure empiriche, affinate negli anni dagli uffici di previsione in stretta collaborazione con le reti di rilevatori: osservatori nivologici, corpo forestale, guide alpine, soccorso alpino, operatori di parchi, gestori della sicurezza dei comprensori sciistici, punto di partenza fondamentale e insostituibile per la visione di insieme della stabilità della coltre nevosa da parte dei previsori valanghe che, sempre di più, risultano essere i primi fruitori della previsione stessa. La guida e i test presentati sono orientati alla previsione delle valanghe a lastroni, tipologia con maggior rilevanza per gli incidenti alle persone e per gli eventi catastrofici.

1 La stabilità del manto nevoso

Il manto nevoso è un sistema continuo complesso, costituito da una serie di strati di neve depositati in sequenza temporale (successioni di precipitazioni nevose, depositi da vento, talora intervallati da brina di superficie) con proprie caratteristiche fisiche e meccaniche, variabili nello spazio e nel tempo, fortemente dipendenti da fattori meteorologici e morfologici.

In nivologia il termine *stabilità* è sinonimo di *equilibrio*: un manto nevoso è instabile quando non riesce più a mantenere il proprio equilibrio meccanico ovvero a modificarlo in funzione delle proprie trasformazioni (metamorfismi, movimenti lenti) e delle condizioni esterne imposte (sovraccarico). L'innescò e il successivo distacco di una valanga è quindi la diretta conseguenza della rottura dell'equilibrio di una parte di manto nevoso presente su un pendio.

La stabilità del manto nevoso su un pendio inclinato è determinata da diversi fattori, alcuni diretti - o intrinseci:

- l'attrito tra gli strati che influenza primariamente la resistenza al taglio,
- la variabilità nello spazio e nel tempo delle proprietà e delle caratteristiche meccaniche della neve di ogni singolo strato,
- la presenza di *difetti* e di strati deboli;

altri indiretti, che influenzano dall'esterno il manto nevoso, quali:

- sovraccarichi naturali (e.g., nuova nevicata, deposito da vento, pioggia, ...),
- artificiali (e.g., sciatore, mezzo battipista, ...),
- effetti termici (e.g., repentino riscaldamento),

e così via.

E' ormai consolidato che, per stimare la stabilità del manto nevoso, si possano considerare tre proprietà relative a struttura, resistenza ed energia (fig. 1.1) le quali, combinate fra loro, possano aiutare a superare le carenze di conoscenza sugli effetti della variabilità spaziale, minimizzare le probabilità di risultati *falsi stabili* [34] e fornire, con maggiore affidabilità, l'informazione sulla stabilità del manto nevoso.

Struttura Da sempre la struttura del manto è stata una degli elementi fondamentali per lo studio della sua stabilità. E' ormai consolidato che la struttura critica propensa al distacco delle valanghe a lastroni, *struttura a sandwich*, evidenzia la presenza di uno strato debole compreso tra due strati più spessi, di coesione

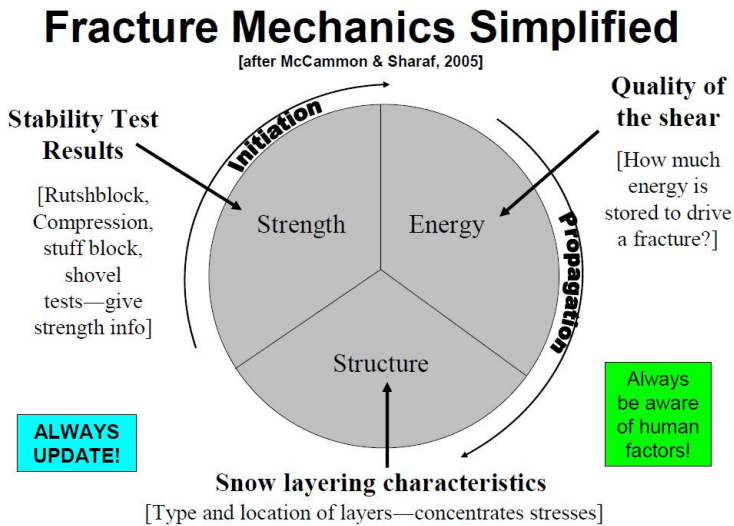


Figura 1.1: Componenti di base del manto nevoso che inducono il distacco delle valanghe (struttura, resistenza ed energia) viste come fette della torta *stabilità del manto nevoso su pendio inclinato* [40, 34].

medio-alta, di cui uno dei quali può essere direttamente il suolo. Lo strato debole è caratterizzato da una particolare microstruttura della neve (e.g., brina di fondo o cristalli sfaccettati) che presenta basse proprietà meccaniche rispetto a quelle degli strati confinanti. Misure sul campo suggeriscono che, per avere l'innesco spontaneo delle valanghe, è inoltre necessaria la presenza di imperfezioni all'interno dello stesso strato debole per dar luogo alla formazione di fratture, primo indizio del processo di collasso del manto nevoso. In nomenclatura tecnica, queste zone di concentrazione degli sforzi presenti all'interno degli stessi strati deboli vengono chiamate difetti, imperfezioni o *superweak-zones* [45, 42, 14, 1, 35, 36, 37, 10, 11].

Sulla base delle proprietà caratteristiche degli strati deboli, sono stati definiti degli indici di instabilità (tipicamente dei limiti di soglia delle proprietà dello strato) e sviluppate delle procedure al fine dell'identificazione di potenziali piani di fratturazione - metodo dei *lemons* [33] o delle bandiere gialle [27] - oppure classificando il manto nevoso in funzione di profili standard di durezza [49, 50]. Ad esempio, per i *lemons*, sono cinque i parametri relativi alla struttura stratigrafica del manto nevoso - indici di instabilità - ritenuti contributi negativi alla stabilità e perciò principalmente da indagare [33]: la profondità e lo spessore dello strato debole, il gradiente di durezza tra gli strati (ovvero la variabilità della durezza tra strati confinanti), la tipologia e la dimensione dei grani. Questi indici di instabilità vengono indicati come "limoni": maggiore è il numero di limoni in un manto nevoso, maggiore è la probabilità che sia instabile e propenso al distacco di valanghe, indipendentemente

dal livello di resistenza indicato dai rilievi *in situ*. In particolare, i ricercatori hanno identificato le seguenti soglie relative ai potenziali piani di fratturazione (tab. 1.1) [33]. I ricercatori stanno tuttora cercando di affinare ed estendere l'indagine ad altre caratteristiche [47]: il metodo è in continua evoluzione.

CARATTERISTICA STRATIGRAFICA	SOGLIA	%
Profondità del potenziale strato debole	≤ 1 m	96
Spessore dello strato debole	≤ 10 m	78
Gradiente di durezza tra gli strati	$\geq 1^\circ$ livello del test di durezza con la mano	90
Tipologia di grani dello strato debole	= cristalli sfaccettati, brina di superficie o di fondo	86
Variazione della dimensione dei grani tra gli strati	≥ 1.0 mm	65

Tabella 1.1: I cinque parametri relativi alla struttura stratigrafica del manto nevoso ritenuti contributi negativi per la stabilità secondo il metodo dei *lemons*. L'ultima colonna riporta la percentuale di incidenti, riportati in [33], verificatisi con il valore di soglia del parametro indicato.

Tutto ciò non esula necessariamente dalla non esecuzione di un profilo: la stratigrafia è spesso considerata un modo per ridurre eventuali incertezze ed affinare l'analisi del manto, ovviamente a scapito di un onere maggiore in termini di tempo.

Resistenza Storicamente lo studio della stabilità del manto nevoso si è sempre basato su modelli tensionali ovvero sul confronto tra la tensione di taglio agente sullo strato debole e la sua resistenza. Ovviamente se la tensione agente, dovuta alla componente parallela al pendio del peso del lastrone sovrastante lo strato debole, è maggiore della resistenza al taglio dello strato debole, il manto nevoso cede spontaneamente (definizione di *indice di stabilità* [13]). Il caso più interessante è quando la tensione agente e la resistenza relativa sono vicini all'equilibrio, ovvero quando il manto nevoso si trova in condizioni di incipiente instabilità: un leggero incremento della tensione agente - debole sovraccarico indotto dal peso di uno sciatore o di una nuova nevicata - può dare facilmente luogo ad una valanga. Il ruolo dei test di stabilità è di valutare se tensioni e resistenze sono in condizioni critiche ovvero di equilibrio instabile. Essi forniscono infatti dei gradi o punteggi bassi nel caso in cui il manto nevoso sia in condizioni di instabilità. Il caso contrario, di risultato considerevolmente alto, indica che lo strato debole è meno propenso ad innescare valanghe, ma senza implicare una condizione di stabilità in modo univoco. Ne deriva che non è vera la regola: "punteggi bassi sono cattivi, i punteggi alti sono buoni", in quanto il modello tensionale non fornisce il quadro generale della situazione, ma indica esclusivamente la presenza e la localizzazione dello strato debole all'interno del manto nevoso e la sua eventuale propensione ad innescare una fessurazione al

suo interno, la quale, a sua volta, potrebbe poi condurre alla propagazione di una frattura e al conseguente evento valanghivo.

Energia Negli anni, i ricercatori si sono resi conto che una tensione agente sul manto nevoso superiore alla sua resistenza relativa è una condizione necessaria, ma non sufficiente al distacco delle valanghe a lastroni [10, 11]. Da sempre, infatti, i professionisti della montagna osservano che da pendii con caratteristiche morfologiche, altitudinali e di esposizione simili, sottoposti a identiche cariche di esplosivo, non si hanno necessariamente risposte uguali in termini di sviluppo di valanghe a lastroni. Al contrario, si hanno testimonianze di sci-alpinisti che non provocano eventi valanghivi sciando in pendii vergini combinate a simili distacchi su percorsi già tracciati. La meccanica della frattura suggerisce tre meccanismi che portano alla fratturazione a grande scala del manto nevoso e provocano il fenomeno valanghivo:

1. la genesi della frattura deve aver luogo in uno strato debole al di sotto di un lastrone compatto dove le tensioni di taglio agenti sono superiori alla resistenza al taglio dello strato debole stesso (zone di concentrazione degli sforzi - difetti - *superweak zones*);
2. innesco della propagazione della frattura: il difetto si propaga quando l'energia potenziale disponibile del manto nevoso è pari o maggiore alla resistenza del manto nevoso a lasciarsi attraversare dalla frattura e creare nuove superfici (*tenacità*). L'energia in eccesso viene trasformata in energia cinetica di propagazione della frattura stessa;
3. si ha la *propagazione della frattura* quando la struttura del manto nevoso presenta zone a bassa tenacità, dove la frattura di taglio (Modo II [9]) si può propagare. Ovviamente più la velocità di propagazione della frattura all'interno del manto nevoso è maggiore, più il distacco della valanga sarà improvviso.

Mentre la valutazione della concentrazione degli sforzi - p.to 1 - si basa su approcci tensionali, criteri di resistenza, indici e test di stabilità, la stima della propensione o meno alla propagazione della frattura nel manto passa dall'osservazione del modo e della tipologia di frattura propagata durante l'esecuzione di prove di resistenza. Non a caso, negli ultimi anni, si sono moltiplicate le osservazioni sulla qualità della frattura a taglio - *shear quality* [31] - e della sua caratterizzazione - *fracture character* [58]. Esse suggeriscono che la *natura del taglio* fornisca informazioni essenziali sulla stabilità del manto nevoso da includere in sede di valutazione dei test di stabilità. Anche se rimane oggi poco chiaro quale sia la caratteristica meccanica stimata dai test di stabilità accoppiati alle osservazioni sulle caratteristiche della frattura, è necessario valutarne la tendenza: una propagazione veloce con superfici lisce e pulite - sintomo di rapido ed elevato rilascio di energia - sono più frequentemente associate a condizioni di instabilità.

È ormai diventata opinione condivisa dal mondo tecnico-scientifico che si occupa di tematiche nivologiche che, parallelamente alla standardizzazione dei test di resistenza, sia necessario tenere conto delle informazioni provenienti dalle più svariate

fonti e della correlazione che ne deriva dall'approfondito ed "oggettivo" confronto. Ne scaturisce che l'analisi della struttura, messa in relazione alle valutazioni di resistenza e di energia, possa fornire una buona valutazione del possibile distacco di valanghe. È da tenere comunque sempre presente che l'obiettivo finale delle analisi in campo è l'informazione più affidabile e completa della stabilità del manto nevoso locale, ottenuta nel più breve tempo possibile [40], minimizzando i tempi dei test, riducendo conseguentemente l'esposizione degli operatori all'eventuale pericolo.

Alla luce di queste considerazioni, nei capitoli successivi, vengono riportati i test di stabilità e le osservazioni relative alle caratteristiche della frattura insieme alle analisi delle condizioni nivo-meteorologiche usualmente condotte dai rilevatori e previsori.

2 Le modalità base di rilievo in sito

2.1 L'attrezzatura

L'esecuzione in campo delle procedure per la valutazione della stabilità del manto nevoso richiede della strumentazione tecnica di base, indispensabile per eseguire tutte le misurazioni in maniera autonoma. Gli strumenti essenziali - di sicurezza e di rilievo in campo - vengono elencati qui di seguito.

Attrezzatura di sicurezza

- ARTVA;
- pala da neve;
- sonda graduata;
- telefono cellulare o radio;
- telo termico;
- altri presidi anti-valanga quali ABS e/o Avalung;
- cassetta base di pronto soccorso;
- nastro isolante.

Attrezzatura base per i rilievi

- GPS (oppure altimetro o mappa);
- doppio metro;
- piastrina cristallografica;
- lente d'ingrandimento almeno 8X;
- inclinometro;
- termometri neve;
- kit massa volumica (tubo carotatore, dinamometro da 500 kg e sacchetti di plastica);
- libretto di campagna (oppure moduli e/o carta);

2 Le modalità base di rilievo in sito

- due matite, temperino e gomma;
- macchina fotografica;
- coltellino.

Nei prossimi capitoli verranno indicati gli strumenti specifici per lo svolgimento di ciascun test trattato.

La movimentazione su manto nevoso richiede prima di tutto elementari norme di sicurezza, la prima delle quali impone che siano scoraggiati i rilievi individuali. Un numero minimo di due operatori garantisce una maggior tutela durante il percorso dell'itinerario per raggiungere il sito di rilievo, una riduzione del tempo di esposizione ai diversi rischi, oltre a migliorare la precisione nel rilevamento della maggior parte dei dati.

Il rilevatore, ovviamente, necessita di attrezzatura personale per l'esposizione a freddo, vento e sole. A tal fine, e per ridurre la contaminazione termica della neve durante il rilievo, è richiesto l'uso dei guanti, meglio se sempre asciutti, durante l'esecuzione di tutte le prove di seguito presentate.

L'attrezzatura di ciascun rilievo è relativamente leggera e facilmente trasportabile e non grava sull'agilità dell'operatore. Questo favorisce il confronto dei rilievi itineranti con quelli eseguiti nei campi neve tradizionali, oltre a permettere alla maggior parte dei rilevatori di eseguire percorsi sci-alpinistici di media difficoltà senza che siano richiesti particolari livelli di allenamento e di prestanza fisica, fornendo in ogni caso una serie di informazioni confrontabili per completezza e spazialità.

2.2 La scelta del sito

L'area di rilievo deve essere scelta per soddisfare gli obiettivi prefissati dal previsore e deve perciò essere selezionata in base ad un gruppo di parametri di interesse predefiniti. I test di stabilità vengono generalmente effettuati presso i campi neve detti *occasional* - CNO [7], luoghi ritenuti rappresentativi dell'innnevamento e delle condizioni nivologiche del momento, particolarmente adatti all'esecuzione delle prove in campo. I risultati dei test di stabilità sono meglio analizzabili se associati ad almeno un profilo stratigrafico del manto nevoso, anche se speditivo senza la misura della temperatura e della massa volumica, ma con la sola individuazione degli strati - analisi di tipologia, forma e dimensione dei cristalli - , insieme alla valutazione dell'umidità e della durezza. Solo in casi molto particolari il campo neve in cui viene eseguito il test di stabilità coincide con un campo neve fisso, dotato di recinzione temporanea atta a delimitare un'area di rispetto. In tal caso il test scelto è l'ECT perché eseguibile anche in piano.

In primo luogo, il sito scelto per l'esecuzione del test deve essere sicuro, geograficamente rappresentativo del pendio di interesse e presentare un manto nevoso indisturbato. I rilievi vanno preferibilmente eseguiti su pendii con inclinazione prossima o poco minore dei 30° in funzione della tipologia di test scelto. Si evidenzia che è necessario sempre annotare esposizione ed angolo di inclinazione del pendio: i risultati dei test possono infatti aumentare/diminuire anche di 1 grado ogni 10° di diminuzione/aumento dell'angolo di inclinazione del pendio. Il luogo scelto per l'esecuzione di un test di stabilità deve presentare un manto nevoso indisturbato, anche in profondità. Esso non deve essere, quindi, stato interessato da battitura per passaggio di mezzi meccanici, persone a piedi, con racchette da neve, con sci o similari e non deve aver subito l'interferenza di depositi valanghivi, caduta massi, cornici o/e blocchi di neve da alberi. Evitare inoltre di eseguire il rilievo in prossimità di ostacoli quali alberi, tralicci, costruzioni o altri manufatti.

Al fine di minimizzare gli effetti dell'eventuale presenza di alberi, è necessario porsi ad una distanza pari all'altezza dell'albero più vicino, immaginando di tracciare una linea a 45° dalla cima dell'albero fino a raggiungere il manto nevoso. È comunque buona norma tenersi ad una distanza minima di circa 5 m da alberi, arbusti, rocce o altre intrusioni completamente/parzialmente sepolti dalla neve al fine di evitare l'alterazione del manto nevoso dovuta alla loro presenza oppure alla variazione della circolazione eolica nel loro intorno. Risulta essenziale non prendere in considerazione zone di eccessivo accumulo o marcata erosione nevosa: da evitare perciò le sommità dei pendii, dove gli effetti del vento sono più evidenti e dove quindi la struttura del manto nevoso può essere completamente differente rispetto a quella lungo il pendio. È necessario tenere presente che la quota, l'esposizione del pendio al sole e/o al vento ed altri fattori inducono delle variazioni delle caratteristiche del manto nevoso. Riassumendo, le regole generali per la scelta del sito sono:

- valutare la sicurezza del luogo prescelto prima dell'esecuzione del test;
- minimizzare gli effetti della presenza degli alberi;

2 Le modalità base di rilievo in sito

- evitare le depressioni del manto nevoso come fosse, buche,...;
- evitare zone con neve molto compatta come i depositi dovuti agli scaricamenti e le tracce di mezzi battipista, sciatori ed animali;
- evitare di porsi sulla cima o nelle vicinanze di un masso o di un cespuglio.

Le osservazioni nivo-meteorologiche possono invece essere eseguite sia in campo neve occasionale - CNO [7] -, se accoppiate ad un rilievo, oppure presso un campo neve fisso ed attrezzato - SNT [7] -, se giornaliero. Si ricorda che la valutazione della stabilità - anche locale - è un processo continuo che ha inizio prima, durante e dopo il raggiungimento del sito prescelto per l'esecuzione del test o dell'osservazione. Anche ai fini dello svolgimento in sicurezza del rilievo, prima di andare in campo, è necessario:

- rivedere i dati sull'evoluzione del manto nevoso e valutarne le condizioni attuali;
- rivedere i dati sull'evoluzione delle condizioni meteorologiche;
- consultare il Bollettino Neve e Valanghe o avvisi vari di pericolo valanghe;
- consultare il Bollettino Meteorologico;
- ragionare su quale tipo di problematiche all'origine dei fenomeni valanghivi previsti si possono prevedere (e.g., nuova nevicata, formazione lastroni da vento, innalzamento delle temperature, ...);
- ragionare sugli aspetti territoriali per la possibile localizzazione degli eventuali eventi valanghivi (i.e., quota, esposizione, carico da vento, dimensioni degli eventi, ...);
- contattare conoscenze locali (professionali o meno) per ottenere informazioni utili sulle condizioni nivo-meteorologiche locali, precedenti ed attuali.

Le osservazioni iniziano appena “fuori dalla porta”, con la raccolta dei dati durante tutto il percorso per raggiungere il luogo prescelto per il rilievo (e.g., eseguire test non-standardizzati per la valutazione del manto nevoso, osservazione dell'ambiente circostante, e così via), cercando indizi “multipli e ridondanti” sulla stabilità/instabilità da svariate fonti ed aggiornando la valutazione lungo il percorso e durante la giornata. Si raccomanda di non fare assunzioni “a priori” e di dare ascolto ai segnali di pericolo inviatici da Madre Natura (i.e., segnali di instabilità naturali o provocate, formazioni di crepe nel manto, *whumphing*, ...), nonché a condizioni a favore del distacco valanghe (e.g., vento, innalzamento delle temperature, precipitazioni in intensificazione, ...).

2.3 La periodicità e l'orario delle misure

La periodicità e l'orario delle misure sono definiti in relazione al tipo di rilevamento svolto.

Le osservazioni, condotte presso i campi neve tradizionali (SNT - [7]), sono giornaliere, eseguite sempre alla stessa ora, compresa tra le 5 a.m. e le 10 a.m., solitamente intorno alle 8 a.m.. In casi particolari si hanno due letture dei dati, tipicamente in mattinata - verso le 7 a.m. - e nel primo pomeriggio - verso le 4 p.m.. Ne è di esempio la Francia dove le osservazioni vengono eseguite alle 8 a.m. e alle 1 p.m. . In condizioni di criticità il numero e la periodicità delle osservazioni possono essere intensificate per valutare l'evoluzione del grado di pericolo valanghe e delle condizioni nivo-meteorologiche come, ad esempio, nel caso di una forte precipitazione nevosa.

Al contrario, i rilievi itineranti del manto e i test di stabilità vengono eseguiti settimanalmente, o in modo meno dilazionato quando le condizioni meteorologiche e strutturali del manto nevoso lo consentono e quando è necessario raccogliere dati supplementari ed integrativi rispetto a quelli ottenuti da rilievi periodici eseguiti nei campi neve. Non esiste un orario preciso per l'esecuzione dei test, ma se ne consiglia comunque l'esecuzione entro le 11 a.m. per rendere possibile il confronto tra le misure raccolte nei diversi campi neve. È buona norma effettuare i test di stabilità in concomitanza dell'esecuzione di profili nivologici, arricchendo in questo modo il bagaglio di informazioni relative al manto nevoso per una miglior analisi dello stesso. Per rendere completa l'informazione, è consuetudine accoppiare a questi rilievi anche l'osservazione delle condizioni nivo-meteorologiche e dell'attività valanghiva nell'ambiente circostante.

I test di stabilità speditivi vengono effettuati quando si ha la necessità di raccogliere in tempi brevi informazioni sulle condizioni di stabilità del manto nevoso, come, ad esempio, durante il rilievo in seguito a incidenti da valanga o, semplicemente, per la valutazione della stabilità di un pendio durante un'escursione.

3 Le osservazioni nivo-meteorologiche e dell'attività valanghiva

Le osservazioni in campo delle condizioni nivo-meteorologiche e del manto nevoso sono una parte essenziale delle operazioni di previsione del pericolo valanghe. In questo capitolo vengono brevemente descritti i metodi adottati dai rilevatori per l'osservazione, la misura e la registrazione di queste informazioni. I dati relativi alle condizioni nivo-meteorologiche rappresentano una serie di misurazioni delle condizioni meteorologiche e del manto nevoso condotte in campi neve attrezzati o casuali. Le informazioni sono rilevate ad intervalli regolari per riconoscere l'eventuale variazione dello stato di stabilità del manto e comunicare le reali condizioni meteorologiche agli uffici regionali competenti. Robuste serie dati nivo-meteorologici sono inoltre usate per supportare la previsione del pericolo valanghe con tecniche statistiche e numeriche ed incrementare la conoscenza sulla climatologia locale. Ovviamente questi dati devono essere uniformi e completi e la loro raccolta è stata nel tempo standardizzata: seguendo infatti un protocollo stabilito e comune, si incrementa la consistenza dei dati, si riducono gli errori ed aumenta il potenziale per la futura fruizione dei dati raccolti.

Le reti di rilevamento pubbliche o private sono perlopiù composte da stazioni automatiche e da rilievi manuali. I sistemi di rilevamento automatizzati consentono di disporre in continuo e in tempo reale di dati relativi a diversi parametri (e.g., altezza del manto nevoso, temperatura dell'aria e del manto nevoso, direzione e velocità del vento, radiazione solare incidente e riflessa, umidità relativa, pressione atmosferica, e così via), ma non sostituiscono completamente i rilievi tradizionali che, grazie alla raccolta di maggiori informazioni sulle caratteristiche del manto nevoso e sull'attività valanghiva, nonché alle preziose osservazioni personali del rilevatore trascritte nel campo "note", sono un essenziale supporto per la previsione dell'evoluzione nivo-meteorologica locale.

Le stazioni manuali, dette propriamente Stazioni Nivometriche Tradizionali - SNT [7], sono fondamentali per proseguire le serie storiche più importanti e raccogliere tutti i dati non rilevabili con le stazioni automatiche, di cui si consigliano gli approfondimenti in *Strumenti di misura e metodi di osservazione nivometeorologici: Manuale per i rilevatori dei Servizi di previsione valanghe* [7]. Le altre osservazioni, pur senza valenza per le serie storiche, ma fondamentali corollari dei test di stabilità, sono raccolte durante i rilievi itineranti grazie alla misura di parametri significativi rilevabili con procedure semplici e veloci.

Vengono di seguito descritti i modelli per la raccolta dati dei rilievi nivo-meteorologici, stratigrafici e dell'attività valanghiva utilizzati dagli Uffici Neve e Valanghe afferenti all'AINEVA. Questi modelli costituiscono una valida base di raccolta dati standardizzata, utilizzata su tutto l'arco alpino e parte dell'Appennino, durante tutta la stagione invernale. Essi rappresentano inoltre una rete di informazioni dettagliate e puntuali che, associati all'esperienza dei rilevatori e dei previsori, sono la base fondamentale e capillare per una valida comprensione dello stato di stabilità del manto nevoso attuale e pregresso, necessaria alla valutazione del pericolo valanghe.

I modelli messi a punto e utilizzati dalla fine degli anni '80 dall'AINEVA, sono quattro:

- MOD 1;
- MOD 2-3 comprensivo di MOD 2 e MOD 3;
- MOD 4 rappresentazione grafica del MOD 2-3;
- MOD 6,

e verranno qui di seguito descritti.

I dati raccolti nei modelli 1, 2, 3, 4 e 6 - AINEVA vengono archiviati, elaborati e rappresentati grazie a software specifici, tra cui il pacchetto *YETINIK*, messo a punto dalla stessa AINEVA. Il software presenta varie parti dedicate alla gestione dei:

- dati nivo-meteorologici giornalieri (MOD 1);
- sondaggi nel manto nevoso che raccoglie le informazioni del MOD 2-3 e dei test di stabilità, restituendo il MOD 4 comprensivo dei gradienti termici nel manto nevoso, i *lemons* [33], i livelli di instabilità ottenuti con RB ed ECT;
- dati del MOD 6.


La trasmissione al centro di gestione di riferimento dei dati raccolti sulla suddetta modulistica può avvenire mediante telefono (comunicazione verbale), fax o in via telematica, previo inserimento degli stessi con il medesimo software, solitamente condiviso con la rete dei rilevatori. Negli ultimi due casi è molto importante che sia riportato il nome dei rilevatori per permettere ai previsori che ricevono i moduli di contattarli in caso siano necessarie ulteriori informazioni, difficilmente gestite dai moduli stessi.

In questi ultimi anni, per limitare i dubbi e meglio interpretare le informazioni inviate, viene richiesta ai rilevatori una relazione libera, come un *campo note* a lunghezza infinita, completo di *reportage fotografico* della zona dove sono stati eseguiti i rilievi.

3.1 Il rilievo nivo-meteorologico giornaliero - MOD 1 AINEVA

Questo rilievo giornaliero (fig. 3.1) è un insieme di misure ed osservazioni di caratteri nivo-meteorologico effettuate da un operatore che si avvale di strumenti portatili e di strumenti installati presso il campo neve o stazione nivometrica tradizionale (SNT). I dati e le informazioni raccolte giornalmente riguardano il tempo atmosferico attuale, l'attività eolica delle ultime 24h, il manto nevoso al suolo e l'attività valanghiva.

Obiettivo L'obiettivo dell'osservazione è la caratterizzazione delle condizioni meteorologiche e nivologiche, grazie alla raccolta di una serie di parametri significativi rilevabili con procedure semplici, in tempi ragionevolmente brevi. Lo scopo è quello di valutare una tendenza evolutiva ed un controllo temporale continuo delle condizioni nivo-meteorologiche. Le osservazioni riguardano il tempo atmosferico, lo strato più superficiale del manto nevoso e l'attività valanghiva osservabile.



Associazione Interregionale Neve e Valanghe
www.aineva.it

OSSERVAZIONI NIVOMETEOROLOGICHE

dal _____ al _____
Stazione di _____
Altitudine s.m.l.: _____ esp.: _____ pend.: _____ N: _____

MODELLO 1

Edizione 2007

Data	Ora	Stazione	Gruppo	Categorie SNT tempo	Mazonaria	Vento in quota	Temperatura dell'aria			Gruppo	Altezza neve	Altezza neve fresca	Rivoli neve	Rivoli neve p	Temperatura della neve		PR	CS	S	B	Gruppo	Valanghe osservate						Gruppo	L7	L8	Testo in chiaro				
							Ta	Tmin	Tmax						TH4:10	TH4:30						L1	L2	L3	L4	L5	L6								
										8											7									6			5		
										8												7									6			5	
										8												7									6			5	
										8												7									6			5	
										8												7									6			5	
										8												7									6			5	
										8												7									6			5	

Osservazioni complementari _____

I rilevatori: _____ Data: ___/___/___ Conforme Non conforme *Il responsabile di validazione* _____

Figura 3.1: MOD 1 AINEVA (www.aineva.it).

Tempistiche L'osservazione viene effettuata giornalmente nel periodo invernale-primaverile, o quanto meno nel periodo di presenza del manto nevoso al suolo, nella SNT o nell'area di osservazione della stessa, intorno ad un orario prefissato dalle 7 a.m. alle 9 a.m. . In Francia, la normativa prevede una ripetizione del rilievo alle ore 1 p.m. con lo scopo di caratterizzare la situazione nel momento più caldo della giornata. Il tempo impiegato per l'osservazione è tra i 5 e i 15 min a seconda della presenza o meno di neve al suolo nella SNT.

Attrezzatura Il rilievo viene svolto presso le SNT, di regola localizzate in siti pianeggianti o con inclinazione inferiore ai 10° , facilmente raggiungibili anche in caso di abbondanti nevicate, per la periodicità della misura e per il costante monitoraggio dell'evoluzione delle condizioni del manto nevoso. Il rilevatore non necessita perciò di una particolare attrezzatura se non quella personale per l'esposizione al freddo, al vento o al sole. Talora può accadere che il campo neve sia raggiungibile con un breve tratto di pista o fuori pista, ma sempre in zona sicura: in queste situazioni, si consiglia di avere con sé l'attrezzatura base di autosoccorso. Il campo neve presenta alcuni strumenti fissi di misura, quali: la capannina con il termometro aria a minima e massima, l'asta nivometrica e la tavoletta della neve fresca, ma comunque il rilevatore dovrà portare con sé:

- il primo elemento con punta conica della sonda a percussione seriale (*battage*) comprensivo dell'asta di guida;
- il doppio metro nel caso in cui la tavoletta per neve fresca non sia dotata di asta graduata;
- il kit per la massa volumica in caso di precipitazioni nevose nelle ultime 24-12h o in atto;
- il/i termometro/i a fionda o digitali a immersione per la misura della temperatura della neve - *Thève*;
- il MOD 1;
- una matita;
- il binocolo.

Numero minimo operatori 1.

Procedura L'osservatore si reca presso la SNT e raccoglie e riporta sul MOD 1 i dati relativi a:

- la temperatura dell'aria e riporta in posizione iniziale il magnete del termometro a massima e minima;
- la misura della neve fresca, ripulendo in seguito l'assicella e riposizionandola sulla superficie del manto nevoso;

- la densità della neve fresca eseguendo la misura in maniera tradizionale se lo spessore della neve fresca caduta è maggiore del diametro del tubo carotatore in dotazione, altrimenti eseguendo la misura in verticale applicando in seguito la formula opportuna [7];
- la temperatura della neve, eseguendo una buca in manto e inserendo i termometri nella parete in ombra, dando loro il tempo di stabilizzarsi. Ultimata la misurazione, il rilevatore richiude la buca;
- le altre osservazioni richieste in MOD 1.

3.2 Il rilievo stratigrafico del manto nevoso - MOD 2-3 e MOD 4 AINEVA

Il profilo stratigrafico della copertura nevosa è una puntuale e sistematica osservazione delle caratteristiche fisiche e meccaniche dei diversi strati costituenti il manto nevoso indisturbato. Lungo il profilo verticale, scavato fino al terreno, vengono eseguite una serie di osservazioni e/o misure (potenza dello strato, contenuto in acqua liquida, forma e dimensione dei grani, indice di durezza, densità). A distanze prefissate (ogni 10 cm per il primo metro dalla superficie, poi ogni 20 cm fino alla base) vengono inoltre misurate le temperature della neve per poter ricostruire il profilo delle temperature e quindi calcolare il gradiente di temperatura nelle singole parti della sezione e il gradiente medio dell'intero spessore. L'indice di durezza viene determinato a livello di singolo strato mediante il test della mano e in modo continuo mediante l'uso di una sonda a percussione o *battage*.

Obiettivo L'obiettivo principale dell'esecuzione del profilo del manto nevoso è l'indagine delle caratteristiche fisico-meccaniche dei diversi strati della copertura nevosa finalizzato all'individuazione di eventuali strati deboli e potenziali instabilità. In secondo luogo, vi è la valutazione della tendenza evolutiva morfologica e meccanica del manto nevoso, grazie al monitoraggio della sua struttura e delle trasformazioni termodinamiche in atto al suo interno.

Tempistiche L'osservazione viene effettuata con periodicità settimanale o quindicinale oppure in seguito ad eventi nivo-meteorologici significativi (e.g., una forte nevicata, variazioni di temperatura brusche e significative o reiterata attività eolica) nel periodo di presenza del manto nevoso al suolo, in un sito adeguatamente prescelto. In funzione delle condizioni meteorologiche, del manto nevoso (spessore e complessità degli strati) e della manualità degli operatori, il tempo impiegato per il rilievo, completo di *battage*, varia dalla mezz'ora all'ora per un metro di spessore del manto nevoso.

3.2 Il rilievo stratigrafico del manto nevoso - MOD 2-3 e MOD 4 AINEVA

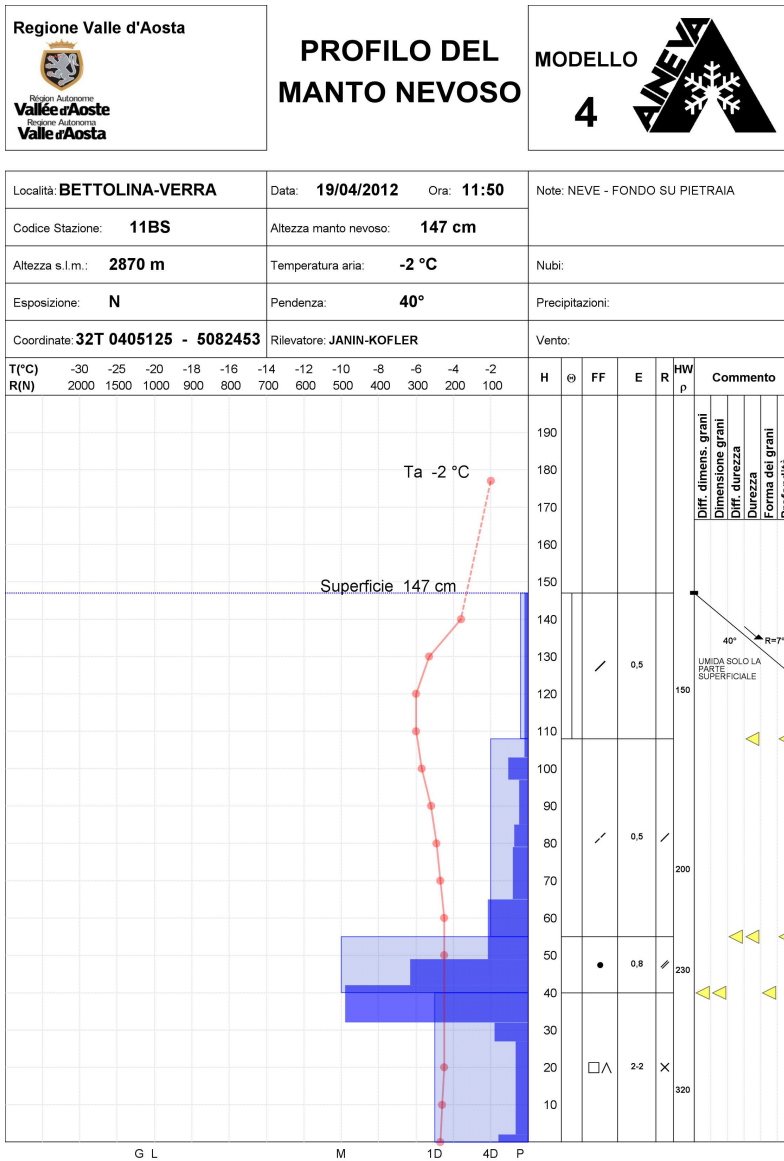


Figura 3.3: Esempio di MOD 4 AINEVA (Fonte: Ufficio Valanghe - Regione autonoma Valle d'Aosta).


- MOD 3 - (fig. 3.2). Per una descrizione dettagliata delle procedure operative e di compilazione dei moduli standard, si rimanda al bibliografia specializzata [7]. I dati di questa prova empirica vengono poi schematicamente riportati sul MOD 4 AINEVA (fig. 3.3), modulo standard in cui vengono ricostruiti graficamente i profili penetrometrico, termico, della durezza e stratigrafico con la potenza di ciascuno strato individuato e relative caratteristiche fisiche e meccaniche (e.g., contenuto in acqua liquida, caratteristiche cristallografiche dei grani, massa volumica, equivalente in acqua, ...), nonché delle informazioni sul luogo e sulle condizioni meteorologiche durante il rilievo. Il MOD 4 può essere compilato a mano oppure automaticamente generato attraverso l'utilizzo di software specifici tra cui *YetiNik* sviluppato da AINEVA con la ditta Fontana Roberto Software, evoluzione dello *Yeti32*.

Interpretazione La corretta interpretazione di un profilo del manto nevoso richiede molta esperienza e una solida preparazione teorica. Il profilo è tuttavia fondamentale per interpretare correttamente i test di stabilità, dando un quadro completo della struttura del manto nevoso, supportando il rilevatore e il previsore che lo analizza e che ne segue l'evoluzione dall'inizio della sua formazione insieme ai processi termodinamici in atto. Il profilo completo può essere eseguito nel luogo ritenuto maggiormente rappresentativo delle condizioni oggetto di test (riscontrate nel percorso), mentre stratigrafie semplificate possono essere accoppiate a test di stabilità speditivi, quali ECT (Cap. 7.1).

3.3 Le osservazioni nivo-meteorologiche e attività valanghiva - MOD 6 AINEVA

Questa tipologia di rilievo è l'insieme delle osservazioni di carattere nivologico, meteorologico e valanghivo effettuate da un operatore durante il percorso per raggiungere una qualsiasi meta, località di rilievo o SNT (seppur con qualche limitazione) (6.3.4). Il modello fornisce informazioni di carattere generale, spazialmente estese, non disponibili nei modelli dedicati al profilo e nei test di stabilità, in cui vengono riportate esclusivamente misurazioni puntuali sulle caratteristiche strutturali del manto nevoso. Il MOD 6 è perciò integrativo al MOD 2-3 e tipicamente ad esso accoppiato. Esso riporta infatti informazioni sull'innnevamento e sulle precipitazioni nevose in località a quote superiori ai 1500 - 2000 m s.l.m. e alle diverse esposizioni ad integrazione dei dati del MOD 1 compilati per la gran parte a quote inferiori ai 2000 m s.l.m., in zone pianeggianti poco influenzate dall'irraggiamento solare e dal consequenziale riscaldamento. Grazie alla modalità di compilazione, il MOD 6 raccoglie le informazioni sul manto nevoso alle differenti quote nella stessa giornata, rendendo possibile la valutazione della sua evoluzione in funzione dell'altimetria. Tutte queste informazioni, seppur generali, raccolte per ampi bacini e valli, sono essenziali alla redazione e alla verifica della parte generale del Bollettino Neve e Valanghe (fig. 3.4).

Obiettivo L'obiettivo del rilievo è la raccolta di osservazioni dello stato della copertura nevosa e dell'attività valanghiva spontanea o provocata dell'ambiente circostante all'area di rilievo. Lo scopo è di censire i dati generali relativi all'innnevamento dell'area circostante il punto di rilievo al fine della compilazione del Bollettino Neve e Valanghe - in particolare la parte sulle "condizioni generali" (e.g., altezza neve al suolo e fresca, continuità del manto nevoso rispetto alla quota, indicazioni sull'attività di trasporto eolico e sull'ultima nevicata)-, della previsione e verifica del grado di pericolo valanghe locale e della tendenza evolutiva nel lungo periodo del manto nevoso.

Bollettino neve e valanghe n° 24 del 16/01/2012 ore 16.30								
Data prossimo aggiornamento 18/01/2012						[Versione stampabile]		
CONDIZIONI GENERALI								
	Altezza neve [cm]			Ta [°C]	Ultimo giorno di vento con trasporto di neve	Ultima nevicata	Manto continuo da quota [m s.l.m.]	
	Al suolo		Fresca				In ombra	Al sole
	2000 m	2500 m	(h 24) 2000 m	ore 07.00				
A - Valle centrale	40-70	60-90	0	-9	09/01/2012 Moderati-forti da N	06/01/2012	1000-1200	1500-1800
B - Valli di Gressoney, Ayas, Champorcher	30-80	40-100	0	-8	09/01/2012 Moderati-forti da N	07/01/2012	1100-1500	1500-1700
C - Valli di Rhêmes, Valsavarenche, Cogne	30-70	60-90	0	-8	09/01/2012 Moderati-forti da N	06/01/2012	1000-1200	1300-1500
D - Dorsale alpina	40-150	50-260	0	-7	09/01/2012 Moderati-forti da N	08/01/2012	fondovalle	1300-2000

Negli ultimi 10 giorni si sono succeduti vento molto forte, che ha eroso e compattato la neve recente, giornate serene con incremento graduale delle temperature e poi, durante il fine settimana, un loro deciso abbassamento a tutte le quote. Tali variabili, oltre ad aver reso irregolare la distribuzione della neve al suolo e ad averne innalzato il limite, stanno favorendo il consolidamento del manto nevoso che generalmente presenta un grado di consolidamento da moderato a buono.
Alle diverse esposizioni e quote, si trovano diffuse croste da vento portanti, mentre alle esposizioni soleggiate sui pendii ripidi sono presenti croste da fusione e rigelo anch'esse portanti. Sono presenti anche ampie zone erose, in prossimità di colli e dossi, prevalentemente sui versanti nord-occidentali. Le aree dove si può trovare ancora neve a debole coesione sono talvolta i pianori, gli avvallamenti e le esposizioni orientali e più riparate dal vento al di sopra dei 2500 m.
L'attività valanghiva spontanea è pressoché assente, nelle ultime 48 ore si segnalano lastroni di fondo di piccole e medie dimensioni, su pendii soleggiati estremamente ripidi tra i 2000 e i 2500 m di quota. Non sono giunte segnalazioni di valanghe provocate da escursionisti. Il grado di pericolo valanghe è pari a 2-moderato nel settore D e 1-debole nei settori A, B e C.

Figura 3.4: Esempio di "condizioni generali" del Bollettino Neve e Valanghe n. 24 del 16 gennaio 2012 (www.regione.vda.it).

Tempistiche L'osservazione è effettuata lungo il percorso per raggiungere una qualsiasi località (campo neve, stazione o meta di un'escursione), in qualsiasi orario. Il tempo impiegato per l'osservazione è pari al tempo impiegato a raggiungere il punto di rilievo, mentre il tempo di compilazione della scheda è di circa 5 min.

Attrezzatura Nel luogo scelto per il rilievo, l'osservatore, oltre all'attrezzatura di sicurezza, è sufficiente che abbia con sé:

- un binocolo per agevolare l'osservazione dell'ambiente circostante;
- un GPS, una carta topografica oppure la bussola con l'altimetro, per la localizzazione (coordinate, esposizione e quota) della posizione dei punti rilevati.

Numero minimo operatori 2. Anche se la compilazione del modulo richiederebbe n.1 operatore, l'esecuzione dell'osservazione in percorsi fuori pista, indispensabile per la valutazione di molti parametri richiesti nel modulo, prevede la presenza di almeno n.2 operatori per questioni di sicurezza.

Procedura Nel caso sia stato previsto un circuito per osservare le condizioni di innevamento alle diverse esposizioni, l'osservazione ha inizio alla partenza del percorso prescelto e si conclude al ritorno. Il rilevatore dovrà prestare attenzione all'ambiente circostante e compilare il MOD 6 seguendo lo schema logico delle seguenti tipologie omogenee in cui sono stati raggruppati i vari dati:

- tipologia dati di localizzazione:
 - *Località* nella quale indicare l'area, la località del punto di osservazione e la sua quota;
 - *Dati Rilievo* in cui indicare la data, l'ora ed il nome dei rilevatori;
- tipologia dati nivo-meteorologici:
 - *Neve al Suolo* nella quale sono riportati i cm di neve al suolo misurati in funzione della quota e dell'esposizione del versante che si sta percorrendo. I dati riportati devono essere misurati: i campi per le diverse esposizioni sono presenti per dare la possibilità di effettuare la misura all'esposizione in cui ci si trova senza dover necessariamente essere vincolati ad un'esposizione fissa. Il campo deve essere compilato esclusivamente con dati misurati/noti e non derivati da stime e/o approssimazioni, eccessivamente influenzabili da soggettività.
 - *Neve a Debole Coesione in Superficie* dove vengono riportati i cm di neve a debole coesione misurati in funzione della quota e dell'esposizione del versante che si sta percorrendo. Anche in questo campo, come in quello precedente, i dati riportati devono essere misurati.
 - *Pioggia* nel quale indicare l'eventuale apporto di pioggia indicando solo la data e la relativa quota massima raggiunta;
 - *Ultima Nevicata (999 tracce)* in cui riportare i cm di neve depositati durante l'ultima precipitazione nevosa con relativa quota, esposizione e la data della nevicata; in caso non si conosca la data, il valore rientra nei cm di *Neve a Debole Coesione in Superficie*. La quota minima è quella in cui sono cadute anche tracce di neve fresca;
 - *Copertura Nevosa* dove indicare le informazioni sulla presenza o meno di manto nevoso al suolo in funzione della quota, del versante e la sua distribuzione in orizzontale. La definizione di manto nevoso continuo è in talune situazioni morfologiche difficile da valutare: rappresenta la quota che segna il passaggio dalla zona con chiazze di neve a quella dove la coltre nevosa prosegue in modo continuo fino alla cima. Le difficoltà nascono in due distinte situazioni: (i) quando una forte attività eolica

3.3 Le osservazioni nivo-meteorologiche e attività valanghiva - MOD 6 AINEVA


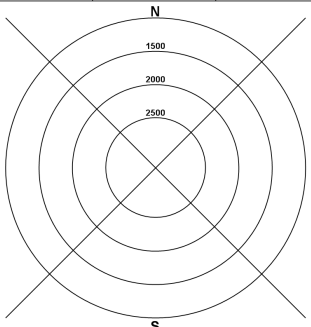
Generico		OSSERVAZIONI NIVOMETEO				MODELLO		6 													
						n.															
LOCALITÀ						Data:															
Area di Osservazione						Or:															
LOCALITÀ' del punto di Osservazione						Il Rilevatore:															
QUOTA del punto di Osservazione																					
NEVE AL SUOLO (cm)				NEVE A DEBOLE COESIONE IN SUPERFICIE (cm)				PIOGGIA													
QUOTA (m s.l.m.)		ESPOSIZIONE N E S W				Quota (m s.l.m.)		ESPOSIZIONE N E S W				il giorno									
												fino alla quota (m s.l.m.)									
1500 m						1500 m															
2000 m						2000 m						ULTIMA NEVICATA (999 tracce)									
												Quota(m.s.l.m.)									
												esposiz.									
												cm									
												data									
						note:															
COPERTURA NEVOSA						STRATO SUPERFICIALE															
esposizione		ESPOSIZIONE				ESPOSIZIONE		ESPOSIZIONE				A: neve a debole coesione asciutta B: neve a debole coesione bagnata C: croste da fusione/ri gelo portanti D: croste da fusione/ri gelo non portanti E: ampie zone erose e/o senza neve F: croste da vento G: accumuli H: brina di superficie									
assente fino a (m s.l.m.)		Quota ((m.s.l.m.))		TIPO		Quota ((m.s.l.m.))		TIPO													
discontinua fino a quota		Oltre i		Oltre i		Oltre i		Oltre i													
continua oltre i (m s.l.m.)		Da		a		Da		a													
		Fino a		Fino a		Fino a		Fino a													
ATTIVITA' EOLICA IN QUOTA						VALANGHE SPONTANEE															
NON RILEVABILE		ASSENTE				ASSENTI		1 GIORNO		3 GIORNI		+ di 3 GIORNI		NON RILEVABILE							
INTENSITA' DATA		ESPOSIZIONE DEGLI ACCUMULI nessuno N E S W										1 - piccole spontanee e piccoli scricamenti		2 - valanghe spontanee di media grandezza		3 - molte valanghe di media grandezza		4 - singole grandi valanghe		5 - numerose grandi valanghe	
debole												x - valanghe di superficie		y - valanghe di fondo		m - percorsi delle valanghe abituali		n - percorsi delle valanghe eccezionali			
moderata												a - versanti aperti sopra il bosco		b - entro il bosco		c - in prossimità di creste					
forte																					
ATTIVITÀ SCIISTICA FUORI DALLE PISTE																					
no non so		si senza distacchi		ESPOSIZIONE N E S W																	
si, senza distacchi anche sui pendii estremamente ripidi esposti a:																					
si con distacchi provocati da singolo sciatore																					
si con distacchi provocati da gruppi di sciatori																					
DISTACCO ARTIFICIALE						periodo del distacco		non accertabile		le valanghe si sono verificate nei giorni											
NON ACCERTABILE						danni		persone		abitazioni civili		strade		impianti di risalita							
EFFETTO		ESPOSIZIONE				Piste da sci		bosco		altro											
nessun effetto																					
provocate piccole valanghe						note															
provocate grandi valanghe																					

Figura 3.5: MOD 6 AINEVA (www.aineva.it).

erode le creste e le dorsali esposte al punto da lasciare ampie aree senza neve e (ii) quando, dal fondovalle fino a oltre il bosco, la morfologia è disturbata da grossi massi, salti, dirupi, per la cui copertura sarebbero necessarie tali quantità di neve che mai il manto nevoso potrà sembrare continuo. La compilazione del campo richiede quindi di immaginare la linea oltre la quale la neve è presente indipendentemente dalle barriere morfologiche, come in caso di prato-pascolo. Esso indica infatti il punto al di sotto del quale la fusione è già in fase avanzata ovvero la quota oltre la quale si è verificata l'ultima nevicata. La definizione di "manto nevoso" non va, in questo caso, intesa in *sensu stricto* come complessa struttura di strati, ma in *sensu lato* come colte nevosa, anche solo di 10 cm di spessore. Il caso di forte erosione da vento che rende la copertura discontinua in prossimità delle creste viene esplicitato nel campo dedicato allo *Strato Superficiale* con l'opzione "ampie zone erose e/o senza neve";

- *Strato Superficiale* in cui è riportata la tipologia della neve superficiale (ad esempio neve a debole coesione asciutta o bagnata, croste da fusione e rigelo portanti o meno, accumuli o ampie zone erose e/o senza neve, brina di superficie, croste da vento) in funzione della quota e dell'esposizione del versante;
- *Attività Eolica in Quota* nel quale trascrivere le informazioni sull'attività eolica riportando, se non rilevabile, la dicitura "assente" oppure se nota, indicandone l'intensità, la data e l'esposizione degli accumuli;
- tipologia dati attività valanghiva:
 - *Attività Sciistica Fuori dalle Piste* dove riportare l'informazione sull'eventuale attività sciistica fuori-pista e, in caso affermativo, se vi sono stati distacchi di valanghe su pendii estremamente ripidi, provocati da un singolo o da gruppo di sciatori, indicandone l'esposizione del pendio;
 - *Distacco Artificiale* nel quale trascrivere le informazioni sull'eventuale distacco artificiale con l'indicazione degli effetti ("nessuno", provocate piccole o grandi valanghe) e dell'esposizione del versante bonificato;
 - *Valanghe Spontanee* in cui viene indicata l'eventuale osservazione dell'attività valanghiva indicandone, se noto, il periodo o il giorno di avvenuto distacco (se da 1, 2, 3 o più giorni), i danni provocati (se a persone, abitazioni civili, strade, impianti di risalita, piste da sci, bosco o altro). Da compilare anche la rosa delle esposizioni in cui riportare l'osservazione delle valanghe spontanee in funzione dell'esposizione, della quota, della magnitudo e numero, di superficie o di fondo, in percorsi abituali o meno e della tipologia di versante (se in versante aperto, in bosco o in prossimità di creste), secondo la legenda riportata nel MOD 6.

Completano la scheda due campi "note" relativi ai campi *ultima nevicata* e *valanghe spontanee*.

4 I rilievi per la valutazione della stabilità del manto nevoso

I test di stabilità sono un insieme di procedure operative grazie alle quali è possibile [7]:

- definire le condizioni di equilibrio del manto nevoso;
- verificare la presenza, la collocazione e le caratteristiche di eventuali strati deboli in manto;
- valutare lo spessore del lastrone che potrebbe distaccarsi.

Queste informazioni sono infatti essenziali al fine di conoscere e verificare le condizioni del pericolo valanghe attuale e previsto. Sebbene l'evoluzione dello stato del manto nevoso possa essere stimata grazie all'analisi delle condizioni nivometeorologiche passate e presenti e alla conoscenza dell'attività valanghiva verificatasi, è ben noto che proprietà e condizioni del manto nevoso variano nel tempo e nello spazio. Da qui nasce l'esigenza, al fine della valutazione del pericolo valanghe, della comprensione dello stato del manto nevoso in zona di distacco, grazie ai rilievi di stabilità *in situ*.

Essenziale per la previsione del pericolo valanghe, il lavoro del rilevatore ha tre obiettivi principali:

1. lavorare in sicurezza;
2. valutare localmente le condizioni di stabilità del manto nevoso;
3. fornire ai previsori il numero massimo di informazioni ricavabili, da quelle oggettive (ricavate dal test) a quelle soggettive (dettate dall'esperienza e dalle sensazioni del rilevatore).

Per quanto riguarda il primo punto, lo svolgere le attività di rilievo *in situ* significa attraversare, raggiungere ed operare in aree comunque pericolose per la natura stessa dell'ambiente. Si sottolinea che, al fine della valutazione del pericolo valanghe, anche la rinuncia all'esecuzione del rilievo in campo per motivi di sicurezza dettata dai forti segnali di instabilità del manto durante il percorso, è comunque una preziosa informazione fornita agli uffici competenti: le considerazioni fatte e la presa di coscienza dell'elevato rischio da parte del rilevatore sono infatti da sè una valutazione della scarsa stabilità del manto legata ad un elevato pericolo valanghe. L'analisi della stabilità del manto nevoso, proprio a causa della sua estrema variabilità, non è limitata al solo svolgimento del test di stabilità, ma inizia alla partenza

della gita e finisce con il ritorno a casa: l'osservazione delle condizioni ambientali a contorno, della scelte del percorso e del sito sono, infatti, informazioni essenziali per il previsore (Cap. 8).

Il secondo obiettivo include essenzialmente l'osservazione e la raccolta dati sulla stabilità del manto nevoso dalle misure oggettive e standardizzate dei vari test, alle osservazioni e sensazioni dettate dall'esperienza del rilevatore. Altri obiettivi, più specifici, dipendono poi dalla particolare tipologia di rilievo.

Le indicazioni sul grado di stabilità del manto sono ricavabili per via diretta o indiretta. I test indiretti indicano il perchè un distacco possa verificarsi, in quanto prove che vanno ad investigare la struttura del manto nevoso, quali il profilo strati-grafico [7], la prova penetrometrica [7], snow micro-penetrometer [44], il telaio di taglio [7]. Al contrario, i test diretti indicano che cosa potrebbe accadere perturbando in qualche modo l'equilibrio del manto nevoso. Essi sono essenzialmente i test di stabilità, quali Rutschblock, Compression, Extended Column, Propagation Saw tests. In passato le tecniche usate per valutare la stabilità del manto nevoso erano basate esclusivamente sulle deduzioni indirette; oggi, grazie alla messa a punto dei test meccanici, i test indiretti sono passati in secondo piano, non riuscendo ad individuare in maniera diretta gli strati deboli e i piani di scivolamento: non ne viene consigliato l'abbandono completo, ma una ponderata integrazione.

ACRONIMO	IT	EN	RIF.
ST	Test della Pala	Shovel Shear Test	[7, 24]
RB	Test del Blocco	Rutschblock Test	[7, 24]
CT	Test di Compressione	Compression Test	[7, 24]
DT		Deep Tap Test	[24]
SB		Stuffblock Test	[24]
ECT	Test della Colonna Estesa	Extended Column Test	[24]
PST	Test della Sega	Propagation Saw Test	[24]
SC		Slope Cut Testing	[24]

Tabella 4.1: Test in campo standardizzati. I test riportati sono dei *Column and Block Tests*, tranne l'ultimo.

In tabb. 4.1, 4.2 e 4.3 sono riportate le prove per la valutazione della stabilità del manto nevoso usate oggi, suddivise in test standardizzati e non, e dispositivi. Per agevolare gli approfondimenti, le tabelle riportano anche l'indicazione bibliografica.

Di seguito vengono descritti in dettaglio le modalità di esecuzione e la valutazione delle prove tipicamente eseguite in campo dai servizi valanghe degli Enti Pubblici delle Regioni e Province Autonome afferenti all'AINEVA partendo dall'osservazione delle tipologie e caratteristiche della frattura provocata, passando per il Rutschblock ed Extended Column tests, concludendo con il Propagation Saw test, da poco adottato durante i rilievi.

Il limite di questi test è dato dalla loro affidabilità unicamente su manti nevosi predisponesti all'innesco e conseguente distacco di valanghe a lastroni perlopiù

4.1 Caratterizzazione della tipologia di frattura nei test di stabilità

IT	EN	RIF.
Test della mensola	Cantilever Beam Test	[24]
Test della Colonna caricata	Loaded Column Test	[24]
	Burp-the-Baby	[24]
Test di taglio con la mano	Hand Shear Test	[24]
Test del Bastoncino	Ski Pole Penetrometer	[24]
	Tilt Board Test	[24]
	Shovel Tilt Test	[24]

Tabella 4.2: Test in campo non standardizzati.

ACRONIMO	IT	EN	RIF.
SPT	Sonda penetrometrica	Ram Penetrometer	[7]
	Telaio di taglio	Shear Frame Test	[7]
SMP	Sonda micro-penetrometrica	Snow micro-penetrometer	[44]

Tabella 4.3: Dispositivi utilizzati.

asciutti. Non sono ancora infatti sufficienti per la valutazione del grado di instabilità in relazione ai processi di fusione e percolamento di acqua all'interno del manto e quindi per la valutazione delle grandi valanghe di fondo di neve bagnata. Ecco perciò un altro importante motivo per cui la valutazione del grado di pericolo valanghe non può prescindere dai test indiretti.

4.1 Caratterizzazione della tipologia di frattura nei test di stabilità

Come visto nel Cap. 1, le caratteristiche della frattura e della sua propagazione forniscono informazioni preziose sul livello di equilibrio del manto nevoso. Non a caso, oltre alle indicazioni sul carico richiesto per il distacco di un lastrone, i test di stabilità forniscono - grazie a particolari osservazioni o per proprie modalità di prova - preziose indicazioni sulla tipologia di legame tra strato debole e lastrone e sulla tenacità del manto nevoso, essenziali per ridurre i casi di falsa stabilità [30, 4, 31, 60, 57]. In particolare si va ad osservare la qualità della frattura a taglio - *shear quality* - che individua lo strato debole unitamente all'identificazione dei suoi grani ed alla caratterizzazione della frattura - *fracture character* - che valuta la propensione del manto nevoso a propagare la frattura e ne osserva la velocità. Sebbene le due modalità di osservazione differiscano per definizione ed approccio, il fenomeno descritto è essenzialmente lo stesso (tab. 4.4) ed entrambi richiedono osservazioni esperte per ottenere una valutazione essenzialmente qualitativa.

FRACTURE CHARACTER CATEGORY	FRACTURE DATA CODE	CHARACTER	TYPICAL SHEAR QUALITY
	SUBCLASS	MAJOR CLASS	
Sudden planar Sudden collapse	SP SC	SDN	Q1
Resistant planar Progressive compression	RP PC	RES	Q2 Q2 or Q3
Break	BRK	BRK	Q3

Tabella 4.4: Confronto delle categorie delle scale relative alle *Fracture Character* e *Shear Quality* [57, 31, 24].

Le modalità di osservazione qui di seguito descritte sono proprie del PST e sono applicate sia agli ECT e agli RB al fine di apportare informazioni aggiuntive riferite alla stabilità del pendio innevato, accompagnandole con l'identificazione della tipologia di grani di neve alla base del lastrone distaccato (identificazione delle caratteristiche stratigrafiche dello strato debole).

4.1.1 Shear Quality

Sviluppato dagli esperti del Gallatin National Forest Avalanche Center del Montana [4, 31], l'osservazione della qualità della frattura a taglio - *shear quality* - può essere effettuata con qualsiasi test di stabilità a blocchi, come il Rutschblock, Compression e Stuffblock tests, con lo scopo di investigare due delle tre protagoniste del distacco - energia e struttura. I ricercatori sono convinti che la shear quality sia un buon indicatore del livello di energia interno al manto nevoso, dimostrandone la maggiore importanza rispetto alla resistenza al taglio per la previsione del potenziale innesco delle valanghe provocato da persone. La qualità della frattura di taglio si dimostra essere meno influenzabile dalla variabilità spaziale di quanto lo sia la resistenza al taglio.

Obiettivo L'obiettivo è di apportare informazioni aggiuntive al test eseguito osservando la qualità della frattura (tipologia/rugosità della superficie di frattura e tempistiche/tipologia di distacco) indotta tra lastrone e strato debole.

Tempistiche L'osservazione viene effettuata a seguito di test di stabilità, standardizzati o meno, come Rutschblock, Compression (ECT e CT), Stuffblock Shovel Shear tests. Il tempo impiegato per l'osservazione è di circa 2 min.

Attrezzatura Nessuna attrezzatura ulteriore a quella di sicurezza e di base.

Numero minimo operatori 2. Anche se per l'esecuzione dei test sarebbe sufficiente n.1 rilevatore, per la sicurezza durante il percorso in fuori pista, è necessaria la presenza di almeno n.2 operatori.

Procedura

1. *Esecuzione di un test di stabilità a blocchi*, come Rutschblock, Compression (ECT e CT) e Stuffblock tests;
2. *Osservazione* attenta dello sviluppo della frattura e dello scivolamento del blocco ed esame della natura della superficie di frattura in base alla seguente classificazione (tab. 4.5)
 - **Q1 - Qualità 1:** la superficie di taglio si presenta netta, planare e liscia, indotta da un distacco rapido che porta allo scivolamento del lastrone in trincea per prove eseguite su pendii con inclinazione pari o superiore ai 35°, più raramente con inclinazione inferiore, compresa tra i 35° e i 25°;
 - **Q2 - Qualità 2:** la superficie di taglio si presenta planare, per lo più liscia, ma con presenza di piccole asperità sulla superficie, indotta da un distacco lento che porta al lento scivolamento, anche parziale, del lastrone;
 - **Q3 - Qualità 3:** la superficie di taglio si presenta non-planare, irregolare e ruvida a causa della presenza di grandi asperità. Tipicamente il lastrone non si mobilita (o scivola poco) al di fuori della colonna isolata anche su pendii con inclinazione superiore ai 35°.
3. *Valutazione del test.* Sottolineando che esclusivamente i test di stabilità sono in grado di valutare localmente le condizioni di equilibrio del manto nevoso, la qualità della frattura di taglio può indicare una preponderanza o meno al distacco. Le varie analisi effettuate indicano che una frattura al taglio di Qualità 1 (Q1) indica condizioni molto più pericolose rispetto alle Q2 e Q3: si è infatti osservato che dove le fratture di taglio si presentavano con una superficie netta, pulita ed una propagazione rapida, l'innescò delle valanghe è più probabile. E' perciò necessario essere cauti quanto lo shear quality test indica una tipologia Q1 anche in casi in cui, per ottenere il distacco di un blocco, è necessario un elevato carico imposto: ad esempio in un Rutschblock test, uno shear quality pari a Q1 indica scarsa aderenza e bassa stabilità all'interfaccia lastrone/strato debole, sebbene il grado del test di stabilità sia RB6.
4. *Registrazione.* Annotare i risultati in accordo con le definizioni sulla "qualità del taglio" - shear quality (tab. 4.5). I risultati del test devono essere inclusi alla fine tra quelli del test di stabilità effettuato. Ad esempio, il punteggio di un RB pari a 2 con una shear quality di 1 può essere riportato come RB2(Q1); un test di compressione che presenta una frattura dopo 5 colpi dal gomito e che produce una superficie di taglio rugosa può essere riportato come CT15(Q3).

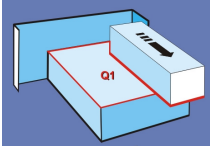
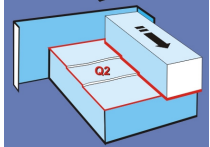
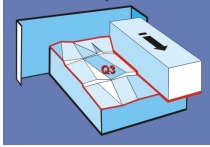
DESCRIZIONE	CODICE / SCHEMA
<p>Superficie di taglio planare, insolitamente liscia, pulita e con distacco netto e rapido.</p> <p>Lo strato debole può raggiungere il collasso durante la fase di fessurazione.</p> <p>Tipicamente il lastrone scivola con facilità all'interno della trincea dopo la fessurazione dello strato debole con inclinazioni superiori ai 35° (più raramente comprese tra i 35° e i 25°).</p> <p>Il collasso di strati deboli di spessore importante possono evidenziare una superficie di taglio rugosa dovuta all'incisione/erosione da parte dello strato basale del lastrone durante lo scivolamento del blocco sullo strato debole. In questi casi la frattura iniziale è molto veloce e evidenzia maggiore planarità.</p>	<p style="text-align: center;">Q1</p> 
<p>“Taglio medio”- “Average shear”.</p> <p>Superficie di taglio planare, meno netta, con presenza di piccole asperità superficiali, ma non così importanti come in Q3, e con distacco non così rapido come per Q1.</p> <p>La frattura di taglio interessa tutta l'interfaccia lastrone/strato debole del blocco testato, ma tipicamente l'intero lastrone scivola a fatica all'interno della trincea, oppure non la raggiunge.</p>	<p style="text-align: center;">Q2</p> 
<p>Superficie di taglio non planare, irregolare e rugosa (presenza di molte, grandi asperità).</p> <p>La frattura di taglio tipicamente non interessa tutta l'interfaccia lastrone/strato debole del blocco testato (collasso e propagazione parziale).</p> <p>A fessurazione dello strato debole avvenuta, il lastrone scivola poco, o non scivola affatto, anche su pendii ripidi con inclinazione superiore ai 35°.</p>	<p style="text-align: center;">Q3</p> 

Tabella 4.5: Campi per la qualità del taglio *Shear Quality Rating* [24, 40, 15]

4.1.2 Fracture Character

Sviluppato dagli esperti del Applied Snow and Avalanche Research Group dell'Università di Calgary in Canada [57, 58, 59], l'osservazione delle peculiarità della frattura a taglio - *fracture character* - può essere effettuata con qualsiasi test di stabilità a blocchi, come il Rutschblock, Compression, Stuffblock e Shovel Shear tests, caricando la colonna o il blocco di neve fino alla sua fessurazione.

Obiettivo L'obiettivo è di apportare informazioni aggiuntive al test eseguito osservando la natura della frattura indotta dal sovraccarico, valutando la propensione del manto alla propagazione della frattura e a quale velocità.

Tempistiche L'osservazione viene effettuata a seguito di test di stabilità, standardizzati o meno, come Rutschblock, Compression (ECT e CT) e Stuffblock tests. Il tempo impiegato per l'osservazione è di circa 2 min.

Attrezzatura Nessuna strumentazione ulteriore a quella di sicurezza e di base per rilievo.

Numero minimo operatori 2, un operatore esegue il test mentre l'altro osserva le risposte del manto nevoso alle sollecitazioni indotte.

FRACTURE CHARACTERISTICS	SOTTOCLASSI	CODICE	CLASSE	CODICE
Frattura planare, immediata e sottile che attraversa tutta sezione longitudinale della colonna a seguito di un sovraccarico debole (e.g., un solo step di carico). Il lastrone scivola facilmente sullo strato debole.	improvvisa e planare sudden planar	SP	Improvvisa	SDN
Frattura che attraversa la sezione longitudinale della colonna a causa di un debole sovraccarico (e.g., un singolo step di carico). Associata ad un evidente collasso dello strato debole.	collasso improvviso sudden collapse	SC	Improvvisa	SDN
Frattura di spessore importante (le fratture non-planari spesso presentano dimensioni anche maggiori di 1 cm) che, tipicamente, avanza nella sezione longitudinale della colonna seguendo passo-passo i successivi step di carico.	compressione progressiva	PC	Resistente	RES
Frattura planare o quasi - planare che richiede più di uno step di carico per percorrere la sezione longitudinale della colonna. Il lastrone ha difficoltà nello scivolamento sullo strato debole	planare e resistente e	RP	Resistente	RES
Frattura irregolare, non planare.	frattura non-planare	B	Rottura	BRK
Nessuna Frattura.	Nessuna frattura	NF		

Tabella 4.6: Campi per la *Fracture Character* [24, 40, 15, 57].

Procedura

1. *Esecuzione di un test di stabilità a blocchi* (come Rutschblock, Compression - ECT e CT - e Stufblock tests), solitamente meglio osservato nei test “a colonna”. Per una migliore osservazione si raccomanda:
 - rendere il più possibile lisce le pareti anteriore e laterali durante l’isolamento della colonna;
 - posizionamento dell’osservatore in modo da avere una completa visuale di una parete laterale e di quella anteriore: l’attenzione deve essere infatti posta sullo strato debole o alle interfacce indeterminate da una stratigrafia del manto precedentemente eseguita.
2. *Osservazione* attenta delle caratteristiche della frattura in base alla classificazione riportata in tab. 4.6.
3. *Registrazione*. Annotare i risultati in accordo con le definizioni sulla fracture character (tab. 4.6). I risultati devono essere inclusi alla fine tra quelli del test di stabilità effettuato. Ad esempio, il punteggio di un RB test pari a 2 con una frattura improvvisa e planare (SDN) può essere riportato come RB2(SDN); un test di compressione che presenta una frattura dopo 5 colpi dal gomito e che produce una frattura planare, resistente (RP) può essere riportato come CT15(RP).

4.2 Test del blocco di slittamento - Rutschblock Test

Il test del blocco di slittamento è l’unico test standardizzato che si effettua con gli sci, sviluppato negli anni ’60 in Svizzera [16, 46] e successivamente in Canada [28, 29]. Eccellente strumento per la determinazione della stabilità del manto nevoso per un’area relativamente ampia - e quindi più rappresentativa delle caratteristiche del pendio innevato -, il Rutschblock Test - **RB** - applica un progressivo e reale sovraccarico costituito dal peso di uno sciatore, comprensivo della sua attrezzatura, su una parte di manto nevoso isolato (il blocco) di dimensioni prefissate. Il risultato della prova è il grado del blocco che esprime le condizioni di stabilità locali del manto nevoso indicato dal livello di carico che induce la rottura a taglio dello strato debole con conseguente scivolamento della parte superiore del manto nevoso (lastrone) sulla rimanente parte che rimane *in loco*.

Molto utilizzato dagli uffici competenti per l’elevata importanza delle informazioni fornite, il test del blocco di scivolamento risulta invece poco popolare tra gli escursionisti a causa delle maggiori tempistiche di esecuzione rispetto all’ECT o al CT.

Obiettivo La prova fornisce in un rapporto 1:1 l’informazione sul livello di sovraccarico necessario al distacco, la profondità degli strati deboli e delle superfici di frattura, potenziali punti di innesco dell’attività valanghiva.



Figura 4.1: Operazione di isolamento del blocco di slittamento (foto L. Cavanna, ARPA Piemonte).



Figura 4.2: Operazione di taglio del blocco nel lato a monte con il cordino (foto E. Testa, ARPA Piemonte).

Tempistiche Dai 15 ai 30 min in funzione delle condizioni del manto nevoso e delle caratteristiche del pendio. Le tempistiche vengono ridotte se i rilevatori usufruiscono della sega da neve o del cordino per isolare anche le pareti laterali.

Attrezzatura Nel luogo scelto per il rilievo l'osservatore, oltre all'attrezzatura di sicurezza e l'attrezzatura base per i rilievi, è sufficiente che abbia con sé:

- un robusto cordino di 4-6 mm di diametro e lunghezza minima 6 m, con nodi ad interasse fisso di 20-30 cm che verrà fatto scorrere dai due operatori attorno a due bastoncini da sci (oppure sonde da valanga) posti ai vertici superiori del blocco;
- oppure la specifica “Rutschblock cord” (fig. 4.3) ovvero un cavo ultraleggero colorato con inserti in acciaio per incidere la neve e il ghiaccio, completo di manici ad anello per l'uso con guanti o muffole, specificatamente ideata per il test del blocco;
- oppure la sega da neve.



Figura 4.3: Esempio di “Rutschblock cord” commerciale.

Numero minimo operatori 2.

Procedura

1. *Scelta del luogo.* Scegliere un pendio sicuro e con caratteristiche (pendenza ed esposizione) simili al pendio che si desidera valutare. Assicurarsi che il manto sia indisturbato e che la sua inclinazione sia di circa 30°.

2. *Isolamento del blocco.* Il blocco deve presentare una pianta rettangolare di dimensioni di 2 m x 1,5 m (circa 3 m²) con profondità variabile tra 1 e 1,5m in relazione alla presenza in profondità di strati deboli, potenziali superfici di scivolamento o suolo, precedentemente individuati o ricercati nella fase di scavo (fig. 4.4). Al fine di ridurre al minimo gli effetti del taglio in corrispondenza degli spigoli è possibile costruire un blocco a forma trapezoidale con una larghezza del blocco pari a 1,9 m e 2,1 m rispettivamente per le pareti a monte e a valle [6]. Ovviamente l'incisione a monte deve presentare la stessa profondità di quella a valle. L'isolamento del blocco ha inizio con l'escavazione con pala da neve sul lato di valle ed entrambi i fianchi seguendo le tracce impresse, raggiungendo la stessa profondità per ciascun lato. Scavare una piccola trincea lungo le pareti laterali del blocco per assicurarsi una buona capacità di movimento (e, successivamente, di osservazione) per raggiungere e incidere la parete a monte del blocco (fig. 4.1, 4.2). Il lato di monte viene tracciato con il sondino da valanga o con lo sci congiungendo con una linea retta le due pareti laterali del blocco. Il lato di monte verrà separato per ultimo dal manto nevoso con il cordino da neve oppure con la sega da neve assicurata al bastoncino. Prima di effettuare il test, è necessario assicurarsi che le pareti del blocco siano lisce e perpendicolari al terreno.

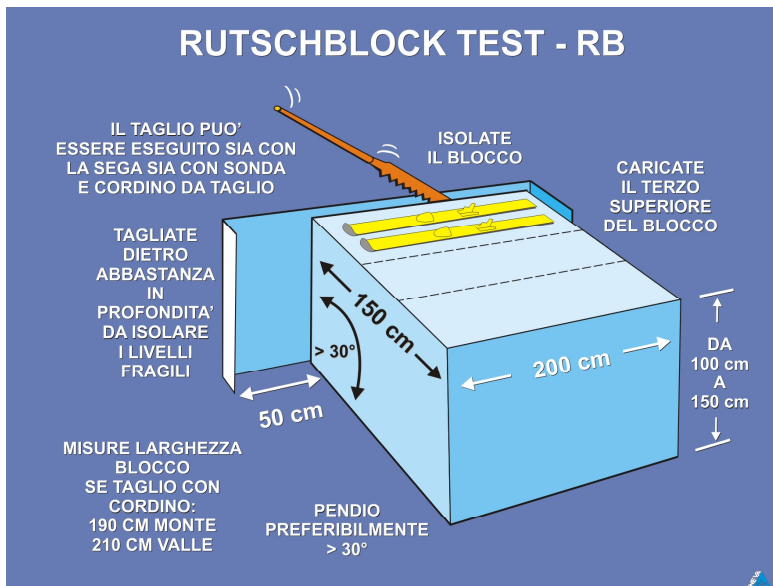


Figura 4.4: Schema pratico per l'isolamento del blocco di slittamento (Fonte: AINEVA).

3. *Avvicinamento al blocco.* L'operatore scelto per l'esecuzione del test deve essere lo sciatore che, completo di attrezzatura, presenta il peso maggiore. Avvicinarsi al blocco isolato dalla parte superiore, posizionandosi sopra di esso con gli sci nel suo primo terzo ovvero a circa 35 cm del bordo superiore (questo costituisce già il primo livello di sovraccarico). E' anche possibile entrare sul blocco passando da uno degli spigoli superiori, in leggera diagonale (fig. 4.6). Ciò è consigliato quando la superficie del manto nevoso non è portante e l'ingresso da monte rischia di comportare un sovraccarico maggiore ai successivi.

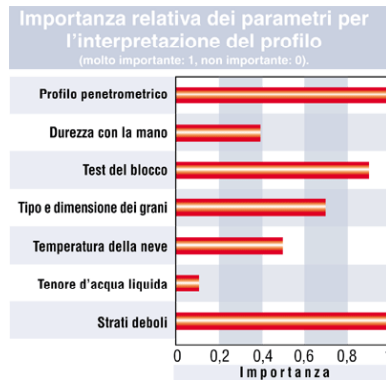


Figura 4.5: Importanza relativa dei parametri per l'interpretazione del rutschblock test (Fonte: AINEVA).

4. *Applicazione del sovraccarico.* Il blocco viene sollecitato con progressivi livelli di carico (tab. 4.7) fino a provocare l'eventuale rottura a taglio nello strato debole ed il conseguente slittamento della parte del manto nevoso sovrastante. Il primo livello di sovraccarico coincide con il peso proprio dell'operatore che si posta sul blocco da testare. I sette livelli di sovraccarico necessari per provocare la rottura identificano il grado e forniscono la valutazione di instabilità (tab. 4.7 e fig. 4.7).
5. *Valutazione del test.* Analisi di quando e se il blocco collassa fornisce la valutazione della stabilità locale del manto nevoso in funzione della tab. 4.7. Nel caso in cui non si riuscisse nemmeno ad isolare il blocco, la stabilità del manto dovrà essere verificata utilizzando altri test e/o osservazioni. Informazione essenziale è l'osservazione della tipologia del distacco provocato dal sovraccarico dell'operatore (tab. 4.8) che indica il grado di fragilità del lastrone stesso. Essa deve essere trasmessa agli Uffici competenti insieme al codice e sottocodice indicante la tipologia di frattura, rispettivamente la shear quality e la fracture character (tabb. 4.4, 4.5, 4.6). Gli altri parametri, elencati in




GRADO	SOVRACCARICHI CRESCENTI	VALUTAZIONE	
RB 1	Si verifica una rottura con conseguente slittamento del lastrone già durante l'operazione di escavazione o isolamento del blocco	ESTREMA INSTABILITA'	
RB 2	La rottura si verifica quando lo sciatore si avvicina al blocco con gli sci ai piedi dalla parte superiore e posiziona nel primo medio superiore.	SITUAZIONE MOLTO PERICOLOSA	
RB 3	Si verifica una rottura quando lo sciatore impone il sovraccarico flettendo le ginocchia, senza sollevarsi sui talloni.	I pendii con caratteristiche e condizioni simili a quello testato possono presentare numerose zone con manto nevoso instabile.	
RB 4	La rottura si verifica quando lo sciatore esegue un salto con gli sci ai piedi ricadendo nello stesso punto.	ELEVATA INSTABILITA'	
RB 5	Si verifica la rottura quando lo sciatore ripete il salto nel punto già sollecitato in precedenza (RB4).	SITUAZIONE PERICOLOSA POTENZIALMENTE INSTABILITA' / DEBOLE STABILITA' SITUAZIONE SOSPETTA Sui pendii corrispondenti vi possono essere delle zone con locale instabilità e sono possibili singoli distacchi provocati. E' necessario considerare altri elementi di valutazione.	
RB 6	La rottura si verifica quando lo sciatore esegue un salto sul blocco senza gli sci. *In caso di strati superficiali poco compatti (lastroni soffici), l'operatore potrebbe affondare nel manto nevoso raggiungendo od oltrepassando lo strato debole e l'attendibilità della prova verrebbe falsata. In caso di lastroni soffici, invece di effettuare un salto senza sci, si consiglia di eseguire un terzo salto con gli sci nel secondo terzo del blocco ovvero a circa 70cm dal bordo superiore del lastrone.	DISCRETA STABILITA'	
RB 7	Nessuna delle azioni precedenti ha determinato una rottura.	SITUAZIONE POTENZIALMENTE SICURA Sui pendii corrispondenti il manto nevoso è per lo più stabile e vi è una bassa probabilità di provocare distacchi a lastroni.	

Tabella 4.7: Livelli di sovraccarico ai fini della rottura del blocco isolato con relativo grado e valutazione di instabilità.



Figura 4.6: Ingresso sul blocco (foto E. Testa, ARPA Piemonte).

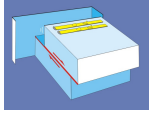
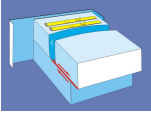
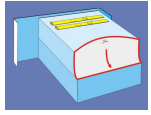
DESCRIZIONE	CODICE
	W
	P
	E

Tabella 4.8: Rutschblock test: tipologia dei distacchi (Fonte: AINEVA).



Figura 4.7: Livello di carico sul blocco: salto con gli sci (foto Ufficio Neve e Valanghe - Regione autonoma Valle d'Aosta).

funzione di importanza, essenziali per l'interpretazione del test del blocco di scivolamento e perciò da annotare e trasmettere agli Uffici competenti, sono riportati in fig. 4.5.

6. *Ripristino del manto nevoso.* Sistemare in modo adeguato l'area di test per non creare ostacoli ad eventuali sciatori/escursionisti di passaggio, animali.

Vantaggi

- Riproduce realisticamente (in scala 1:1) il sovraccarico prodotto sul manto nevoso da uno sciatore e rappresenta quindi ancor oggi il test che meglio replica la tipologia di sovraccarico a cui è sottoposto il manto quando uno sciatore s.l. attraversa il pendio;
- il campione di grandi dimensioni - blocco - comporta una maggiore rappresentatività del comportamento del manto nevoso, riducendo la potenziale variabilità del manto nevoso, più probabile nei test colonnari;
- non richiede l'uso di strumentazione particolare;
- è semi-quantificabile e, di conseguenza, facile da interpretare: le informazioni fornite dal test sono state negli anni correlate con le osservazioni di attività valanghiva e con le condizioni del manto nevoso;
- se combinato con le informazioni sulla qualità e le caratteristiche della frattura e della struttura del manto nevoso, è uno strumento molto potente per verificare le condizioni di stabilità del manto nevoso.

Svantaggi

- È efficace per l'individuazione degli strati deboli presenti fino ad 1-1.5 m di profondità, quindi poco significativo se i livelli fragili sono molto profondi;
- può non essere significativo in presenza di croste superficiali o debolmente sepolte, molto dure o spessi lastroni di neve compatta, ovvero in caso di livelli fragili sepolti ad elevata porosità poco potenti (e.g., brina di superficie, cristalli sfaccettati);
- è più oneroso dal punto di vista delle tempistiche;
- pur essendo un test standardizzato dal punto di vista del campione di neve da testare (dimensioni del blocco) e della procedura, può ancora presentare risultati non uniformi, dipendenti dall'operatore (ad esempio dal suo peso, e dal modo di muoversi troppo brusco o troppo delicato).

Note sull'intaglio della parete posteriore del blocco di scivolamento Esiste una versione modificata del test, chiamata *three-sided rutschblock* - rutschblock su tre lati [24]. In questo caso gli operatori non eseguono l'intaglio della parete di monte, non isolando quindi completamente il blocco. In queste condizioni, ed effettuando il test con le modalità classiche, la stabilità del manto nevoso viene verificata testando contemporaneamente la resistenza a taglio del manto nevoso e la resistenza a trazione del lastrone, grazie ai legami tra il campione ed il manto circostante, riproducendo in modo più realistico le condizioni del manto nevoso durante l'innesco di una valanga. Questa modalità di esecuzione del test fornisce quindi informazioni più realistiche sulla stabilità del manto nevoso in relazione al potenziale distacco di valanghe a lastroni e, indirettamente, permette di verificare la resistenza al taglio degli strati deboli e la loro propensione alla propagazione della frattura. In effetti, per quanto riguarda l'informazione sul grado di pericolo valanghe e sul loro distacco, l'esecuzione del test effettuata senza l'intaglio posteriore risulterebbe più vicina alle reali condizioni del manto nevoso. Al contrario, nell'intenzione di conoscere la stabilità del manto nevoso in base alla sua stratigrafia e alla presenza e posizione degli strati deboli nel suo interno, è sicuramente più indicato il rutschblock test classico. Tuttavia, considerando la variabilità spaziale e temporale delle condizioni del manto nevoso, il test del blocco di slittamento classico fornisce informazioni sulla stabilità del manto nevoso a favore di sicurezza e quindi è da preferirsi. I due test, uguali nella modalità di esecuzione, ma completamente diversi dal punto di vista degli obiettivi, producono risultati drammaticamente differenti: questo comporta un serio problema di interpretazione del *three-sided rutschblock*. Ecco perché si raccomanda ai rilevatori, nell'eventualità che il test del blocco di slittamento sia eseguito in maniera non convenzionale (ovvero senza l'intaglio a monte) di non trasmettere agli uffici competenti i dati e le informazioni ottenute definendo la prova "rutschblock test" per evitare confusione ed una successiva, errata interpretazione. Le informazioni ottenute eseguendo il *three-sided rutschblock*, possono comunque essere trasmesse agli uffici regionali in quanto molto importanti al fine della conferma e/o della previsione del pericolo valanghe. Si sottolinea che questa modalità di esecuzione non viene usata dagli Uffici aderenti all'AINEVA.

4.3 Test della colonna estesa - Extended Column Test

Recentemente introdotto, l'Extended Column Test (ECT) fornisce informazioni sull'innesco e la propagazione della frattura attraverso l'isolamento di una colonna di 90 cm x 30 cm su cui viene applicato un sovraccarico progressivo. L'ECT è stato sviluppato in Colorado e in Nuova Zelanda dal 2005 al 2006 e testato in seguito in varie parti del mondo: Stati Uniti d'America [54, 25, 5], Alpi Svizzere [61], Pirenei Spagnoli [39]. Anche in Italia, da alcuni inverni a questa parte, i servizi valanghe afferenti ad AINEVA eseguono l'ECT contestualmente al RB con l'obiettivo di

trovare un allineamento tra il risultato dell'ECT e il risultato dell' RB e poterne quindi confrontare i risultati [12].

L'ECT deriva dal precedente e iniziale CT, Test della Colonna, test di compressione eseguito isolando una colonna di lato 30 cm x 30 cm e sollecitata con carichi progressivamente maggiori: 10 colpi imposti con il polso, successivi 10 colpi imposti dal gomito e infine 10 colpi dalla spalla (fig. 4.8). Con l'introduzione dell'osservazione delle caratteristiche di frattura, la valutazione del CT è stata incrementata al fine di validare le proprietà dello strato debole/lastrone e l'improvvisa fratturazione del manto, suggerendo una diretta associazione tra la *fratture character* e la propensione alla propagazione della frattura.

Nel corso degli anni si è assistito a varie modifiche del test nell'intento di sostituire la soggettiva battitura della colonna isolata con svariate procedure quantitative di carico, dal *drop hammer test* [51, 56] allo *stuffblock test* [4].

L'Extended Column Test (ECT) ha la capacità di considerare sia la presenza dello strato debole che collassa sotto le sollecitazioni che la sua predisposizione alla propagazione della frattura [54]. Il risultato è stato raggiunto quando la frattura indotta percorre l'intera colonna isolata.

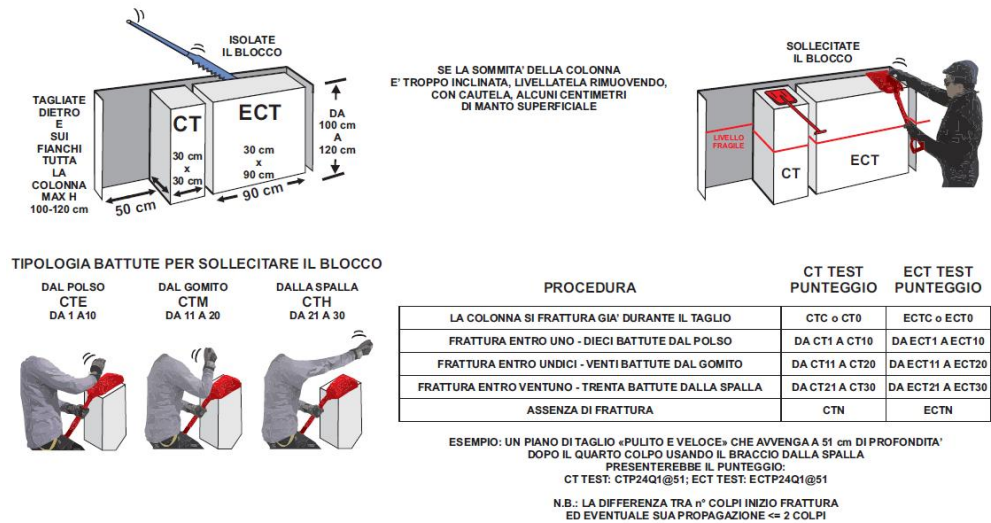


Figura 4.8: CT ed ECT [15]: confronto.

Obiettivo La prova fornisce l'informazione sulla propensione o meno della propagazione della frattura all'interfaccia strato debole/lastrone nella parte superficiale del manto nevoso (i primi 120 cm di spessore) in seguito all'imposizione di un progressivo carico dinamico distribuito sulla parte sommitale dell'angolo di una "colonna estesa" (blocco di larghezza tre volte maggiore del suo spessore) di neve isolata.

Una volta indotta la fessurazione, il risultato principale è l'eventuale localizzazione del percorso della frattura che si propaga per tutta la lunghezza dell'intera colonna (figg. 4.9, 4.10).

Tempistiche Dai 10 ai 15 min in funzione delle condizioni del manto nevoso e delle caratteristiche del pendio.

Attrezzatura Nel luogo scelto per il rilievo l'osservatore, oltre all'attrezzatura di sicurezza e l'attrezzatura base per i rilievi, è sufficiente che abbia con sé:

- un robusto cordino di 3-6 mm di diametro e lunghezza di circa 2 m, con nodi ad interasse fisso di 20-30 cm ;
- oppure la sega da neve con prolunga assicurata al bastoncino.

Numero minimo operatori 2.

Procedura

1. *Scelta del luogo.* Scegliere un pendio sicuro e con caratteristiche (pendenza ed esposizione) simili al pendio che si desidera valutare.
2. *Isolamento del blocco.* La "colonna" deve presentare una pianta rettangolare di dimensioni di 90 cm x 30 cm (lato lungo trasversale al pendio) con profondità variabile in funzione della profondità degli strati deboli. La profondità non deve comunque superare i 100 - 120 cm, sia per problemi di instabilità della stessa che per i bassi livelli di carico imposti durante la prova, i quali raramente possono sollecitare gli strati profondi. Anche qui, come per il RB test, la misura di queste dimensioni può essere presa con la sonda graduata oppure con il bastoncino da sci, nel caso non si avesse a disposizione il doppio metro. Si consiglia di tracciare i limiti della colonna per facilitarne le operazioni di isolamento e di misurare l'inclinazione del manto nevoso adiacente la colonna. L'isolamento della colonna ha inizio con l'escavazione con pala da neve sul lato di valle e il successivo intaglio delle due pareti laterali, seguendo le tracce impresse e raggiungendo la stessa profondità per ciascun lato. Scavare una piccola trincea - di circa 50 cm di lunghezza - lungo una delle due pareti laterali della colonna per: (i) assicurarsi una buona capacità di movimento e di osservazione; (ii) raggiungere ed incidere la parete a monte. Le pareti laterali e il lato di monte possono essere separati dal manto nevoso con la sonda, il cordino o la sega da neve, mantenendo stessa profondità della parete di valle.
3. *Applicazione del sovraccarico.* Se la superficie rigida della colonna scivola sulla sua parte sommitale, ovvero quest'ultima è troppo inclinata, rimuovere alcuni centimetri della parte sommitale del manto superficiale, livellandola.

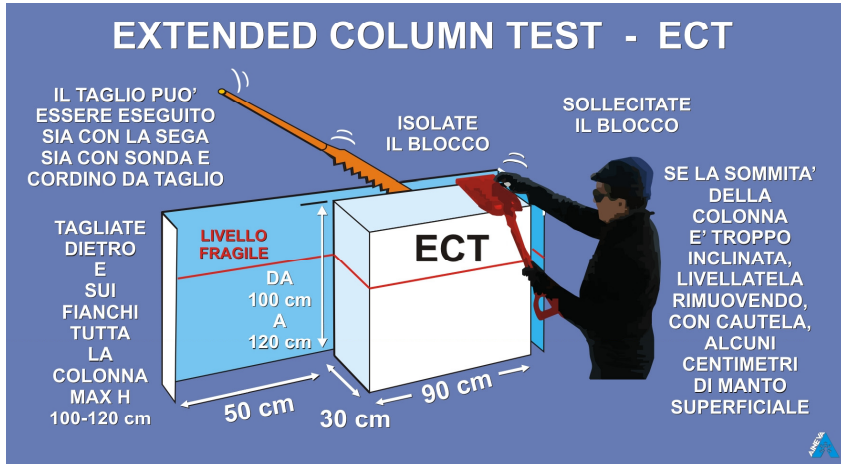


Figura 4.9: Schema pratico per l'isolamento della colonna dell'ECT (Fonte: AINEVA).

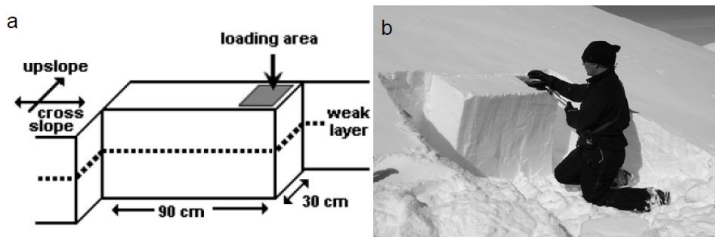


Figure 2.16 a) Schematic and b) photograph of the Extended Column Test (photograph courtesy of Ron Simenhois)

Figura 4.10: Schema pratico per l'applicazione del sovraccarico progressivo nel test ECT [24].

GRADO		SOVRACCARICHI CRESCENTI	
CODICE	NUMERO PROGRESSIVO DI COLPI		
ECTV	Si verifica la fessurazione della colonna già in fase di isolamento.	Nessun sovraccarico applicato	
ECTP # (1 ≤ # ≤ 10)	La frattura si propaga attraverso l'intera colonna alla battuta # o alla battuta successiva (# + 1)	Applicazione di 1 - 10 battute dal polso con mano aperta.	
ECTN # (1 ≤ # ≤ 10)	La frattura si genera alla battuta #, ma non si propaga attraverso la colonna alla battuta # o alla battuta successiva (# + 1)		
ECTP # (11 ≤ # ≤ 20*)	La frattura si propaga attraverso l'intera colonna alla battuta # o alla battuta successiva (# + 1)	Applicazione di 1 - 10 battute dal gomito con mano aperta o pugno.	
ECTN # (11 ≤ # ≤ 20*)	La frattura si genera alla battuta #, ma non si propaga attraverso la colonna alla battuta # o alla battuta successiva (# + 1)		
ECTP # (21 ≤ # ≤ 30*)	La frattura si propaga attraverso l'intera colonna alla battuta # o alla battuta successiva (# + 1)	Applicazione di 1 - 10 battute dalla spalla con mano aperta o pugno.	
ECTN # (21 ≤ # ≤ 30*)	La frattura si genera alla battuta #, ma non si propaga attraverso la colonna alla battuta # o alla battuta successiva (# + 1)		
ECTX	Assenza di frattura		

*numero progressivo di battute. Si ricorda che è obbligatorio l'uso del guanto.

Tabella 4.9: Livelli di sovraccarico ai fini della rottura della colonna isolata con relativo grado.

Appoggiare il dorso della pala da neve sulla parte sommitale a lato della colonna estesa isolata ed applicare il sovraccarico progressivo (livelli di carico riportati in tab. 4.9) e distribuito mediante battitura manuale con successivi cicli di n.10 colpi per modalità (dal polso, dal gomito e dalla spalla) ed uso dei guanti obbligatorio. Le battute dal gomito e dalla spalla possono essere effettuate sia con pugno chiuso (meno dolorosa per l'operatore) sia con la mano aperta. La prova ha termine quando si evidenzia l'innesco e la relativa propagazione della frattura all'interno della colonna. La metodologia di applicazione e i livelli di carico risultano gli stessi del test di compressione (CT).

4. *Valutazione del test.* Come già evidenziato, il test ha termine con la propagazione della frattura attraverso l'intera colonna per successivi passaggi (in numero e modalità) di sovraccarico. Informazione essenziale è il livello di carico che induce l'innesco della frattura e quello relativo alla sua propagazione. La valutazione della stabilità locale del manto nevoso a seguito dell'ECT è lineare:

- i gradi ECTV e ECTP# evidenziano essenzialmente una condizione instabile;

4 I rilievi per la valutazione della stabilità del manto nevoso

- i gradi ECTN# e ECTX indicano generalmente una condizione di stabilità locale.

Essendo l'obiettivo fondamentale del test quello di valutare la propensione del manto alla propagazione della frattura, il grado ECTX non può essere preso in considerazione come un segno di stabilità, ma solo di non generazione di fratture all'interno del manto nevoso. In questo caso, la stabilità del manto dovrà essere verificata utilizzando altri test e/o osservazioni.

5. *Ripristino del manto nevoso.* Sistemare in modo adeguato l'area di test per non creare ostacoli ad eventuali sciatori/escursionisti di passaggio.

Vantaggi

- Evidenzia facilmente i livelli fragili particolarmente deboli e superficiali;
- presenta basse percentuali di falsa stabilità, generalmente molto inferiori rispetto alle altre tipologie di prova;
- richiede brevi tempi di esecuzione;
- non richiede l'uso di strumentazione particolare;
- è facile da interpretare;
- può essere eseguito anche su pendii con inclinazione inferiore ai 25°;
- ottima ripetibilità: se il test viene ripetuto nelle immediate vicinanze, di norma si ottengono i medesimi risultati;
- buona correlazione con i risultati del RB [61].

Svantaggi

- È efficace per l'individuazione di livelli fragili presenti fino ad una profondità massima di 100 -120 cm, quindi poco significativo se i livelli fragili sono molto profondi;
- applicabile solo con particolari condizioni della neve come, ad esempio, strati superficiali compatti. La prova può non essere significativa in presenza di strati superficiali soffici oppure croste da vento in manto nevoso;
- i risultati del test possono variare in funzione dell'operatore e della sua forza applicata;
- la prova si limita a discriminare i pendii in condizioni stabili ed instabili. Per uso operativo, potrebbe essere utile l'introduzione di classi di stabilità intermedie associate ai livelli di consolidamento.

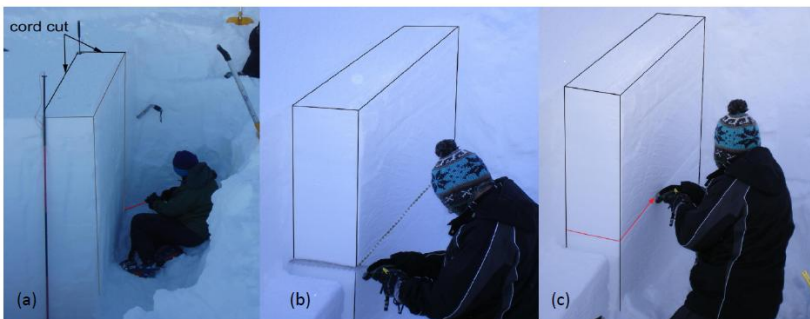
Si evidenzia l'influenza dei risultati del test in funzione dell'inclinazione del pendio: in media il numero progressivo di colpi aumenta/diminuisce di un colpo ogni 10° di diminuzione/aumento dell'angolo di inclinazione del pendio (la variabilità è compresa tra i 0 ed i 3 colpi).

4.4 Test della sega - Propagation Saw Test

Simultaneamente sviluppato in Canada [19, 20, 21] e in Svizzera [52, 53], il Propagation Saw Test - **PST** - è stato introdotto per fornire un'indicazione sulla propensione alla propagazione di frattura - tenacità del manto nevoso - di uno strato debole, localizzato tra i 30 cm ed i 100 cm di profondità ed, occasionalmente a profondità maggiori fino ai 250 cm in caso di neve a debole coesione profonda. Solitamente è accoppiato al test di compressione (CT) [43] per l'accurata individuazione dello strato debole.

Obiettivo La prova è un test sul manto nevoso che ha lo scopo di indicare la tendenza di uno specifico sistema lastrone/strato debole di propagare la frattura, indipendentemente dal sovraccarico applicato. Il PST può essere applicato ad una combinazione lastrone/strato debole compreso tra i 30 e i 250 cm di profondità ed è perciò in grado di testare quali strati del manto nevoso possono essere potenzialmente pericolosi per gli sciatori. L'operatore usa una colonna isolata e induce la frattura trascinando la sega da neve lungo lo strato debole da valle verso monte.

Tempistiche Dai 3 ai 5 min in funzione della profondità dello strato debole.



The PST process: (a) isolating the column using probes and cord; (b) identifying the weak layer and preparing to cut; (c) saw-cutting the weak layer until the fracture propagates ahead of the saw.

Figura 4.11: Procedura test PST: (a) isolamento della colonna con l'ausilio del cordino e delle sonde; (b) identificazione dello strato debole e preparazione al taglio; (c) esecuzione del taglio dello strato debole fino all'innesco della propagazione della frattura alla testa della sega [21].

Attrezzatura Nel luogo scelto per il rilievo, l'osservatore, oltre all'attrezzatura di sicurezza e l'attrezzatura base per i rilievi, è sufficiente che abbia con sé:

- la sega da neve con una lama di lunghezza minima pari a 30 cm e circa 2 mm di spessore;
- un robusto cordino di 4-6 mm di diametro e lunghezza minima 6 m, con nodi ad interasse fisso di 20-30 cm che verrà fatto scorrere dai due operatori attorno a due bastoncini da sci (o sonde da valanga) posti ai vertici superiori del blocco;
- doppio metro.



Figura 4.12: Esempio di una sega da neve commerciale.

Nel caso in cui gli strati da testare siano più profondi della lunghezza della sega, si raccomandano: n.2 sonde da neve telescopiche, la “rutschblock cord” oppure un robusto cordino di circa 4-6 mm di diametro e lunghezza compresa tra i 3 ed i 6 m, con nodi ad interasse fisso di 20-30 cm.

Numero minimo operatori 2.

Procedura

1. *Scelta del luogo.* Scegliere un pendio sicuro e con caratteristiche (pendenza ed esposizione) simili al pendio che si desidera valutare. Assicurarsi che il manto nevoso sia indisturbato. Da considerare che il PST dà buoni risultati su manti nevosi piatti e poco profondi. Preferibilmente il pendio deve presentare un'inclinazione inferiore ai 30°.
2. *Isolamento della colonna.* La colonna deve presentare una pianta rettangolare di larghezza pari a 30 cm e lunghezza:
 - di 100 cm, nel caso in cui strato debole sia localizzato ad una profondità inferiore ai 100 cm;

- coincidente con la profondità dello strato debole, nel caso in cui l'immersione dello strato debole sia superiore ai 100 cm.

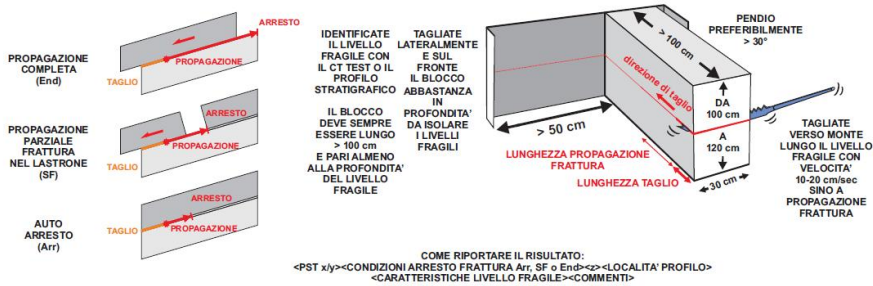


Figura 4.13: Schema pratico per l'isolamento della colonna per la prova PST (Fonte: AINEVA).

L'altezza della colonna deve essere maggiore della profondità dello strato testato (fig. 4.13), in modo da isolarlo dal manto nevoso circostante. L'isolamento del blocco ha inizio con l'escavazione con pala da neve sul lato di valle ed un fianco seguendo le tracce precedentemente impresse, raggiungendo la stessa profondità per ciascun lato. I lati di monte e il fianco non libero dalla neve vengono separati dal manto nevoso grazie all'ausilio della sega da neve oppure del cordino accoppiato alle due sonde nel caso in cui lo strato debole sia ad una profondità maggiore della lunghezza della sega. La misura della profondità dello strato debole è perciò consigliata prima dell'escavazione/intaglio delle pareti laterali della colonna al fine di valutare la lunghezza corretta della colonna. Assicurarsi di raggiungere con il cordino una profondità superiore a quella dello strato debole da testare. Il doppio metro o una sonda graduata sono consigliati durante la fase di intaglio della parete laterale cieca e quella di monte per mantenere la larghezza della colonna costante - pari a 30 cm - per tutta la sua lunghezza e profondità. Per strati deboli superficiali, è possibile isolare il lato di monte e la parete cieca direttamente con la sega da neve, facendo attenzione a mantenere la sega in posizione verticale durante la fase di intaglio. Prima di effettuare il test è necessario assicurarsi che le pareti del blocco siano lisce e non presentino gradinature.

3. *Innesco della propagazione della frattura.* Per identificare inequivocabilmente lo strato debole, spazzolare la parete della colonna con un guanto o con pennello ed incidere delicatamente lo strato con la tavoletta cristallografica oppure con un dito lungo tutta la sua superficie esposta sulla colonna. Trascinare il bordo smussato della sega verso monte, percorrendo lo strato debole ad una velocità di circa 10-20 cm/s fino all'innesco della fessurazione all'apice della sega. A questo punto l'operatore arresta il trascinarsi della sega ed individua il punto in cui ha avuto origine la frattura lungo lo strato debole.

4. *Valutazione del test.* È l'analisi di dove la frattura si propaga e si arresta, riportata in tab. 4.10. Nel caso in cui non si riesca nemmeno ad isolare il blocco, la stabilità del manto dovrà essere verificata utilizzando altri test e/o osservazioni.

La propagazione della frattura è considerata *probabile* in pendii simili ed adiacenti a quello testato esclusivamente quando la frattura, indotta nello strato debole, si propaga fino al limite della colonna e la lunghezza dell'intaglio eseguito con la sega per indurre la fessurazione risulta inferiore al 50% della lunghezza della colonna [20, 21]. Negli altri casi, la propagazione della frattura è considerata *improbabile* (i.e. la propagazione della frattura si arresta prima di raggiungere il termine della colonna oppure la propagazione inizia quando l'intaglio indotto dalla sega da neve è maggiore del 50% della lunghezza della colonna).

Si possono perciò evidenziare tre tipologie di risultato (tab. 4.10):

- a) la fessurazione si arresta all'interno dello strato debole prima di raggiungere il limite superiore della colonna (Arr);

OSSERVAZIONE	DESCRIZIONE	CODICE	SCHEMA
Propagazione completa PROPAGATION TO END	La frattura si propaga all'interno dello strato debole, ininterrottamente, davanti alla lama della sega da neve per tutta la lunghezza della colonna	END	
Propagazione parziale Frattura del lastrone SLAB FRACTURE	La frattura si propaga all'interno dello strato debole, davanti alla lama della sega da neve e si arresta dove incontra una frattura attraverso il lastrone sovrastante	SF	
Auto arresto SELF - ARREST	La frattura si propaga davanti alla lama della sega da neve, ma si arresta da qualche parte lungo lo strato debole prima di raggiungere la fine della colonna	ARR	

Tabella 4.10: Descrizione della possibile evoluzione della fessurazione dello strato debole e relativi codici [24] e i risultati osservabili della propagazione della frattura: (b) propagazione alla fine (END); (c) frattura del lastrone e (d) arresto della fessurazione [20, 21, 22].

- b) la propagazione della frattura si esaurisce causando la fessurazione del lastrone sovrastante (SF);
- c) la frattura si propaga ininterrottamente fino alla fine del limite superiore della colonna (End).

Il doppio metro è utilissimo per misurare la lunghezza dell'intaglio e la lunghezza della colonna prima della valutazione dei risultati del test.

Dopo che le osservazioni sono state completate, rimuovere la colonna ed osservare come la sega ha inciso lo strato debole nella parte di manto nevoso adiacente la colonna testata: nel caso in cui la sega da neve abbia deviato dallo strato debole la prova deve essere ripetuta.

Il manto nevoso viene considerato instabile esclusivamente se la frattura si propaga per tutta la lunghezza della colonna dopo aver avuto origine da un intaglio di lunghezza inferiore al 50% della lunghezza della colonna.

5. *Ripristino del manto nevoso.* Sistemare in modo adeguato l'area di test per non creare ostacoli ad eventuali sciatori/escursionisti di passaggio, animali.

Vantaggi

- Essendo indipendente dal sovraccarico applicato, il PST è capace di indicare la propensione alla fessurazione anche per strati profondi.

Svantaggi

- Il PST ha purtroppo mostrato un gran numero di falsi stabili rispetto ai test comunemente eseguiti, in particolare per strati superficiali soffici [20, 21, 22];
- pre-selezionare ed identificare lo strato debole da testare può essere un ostacolo per l'esecuzione del test da parte di rilevatori inesperti o fruitori della montagna nel tentativo di svolgere il PST in un manto nevoso non consono al test;
- in analogia con tutte le altre prove di valutazione della stabilità, un unico test raramente è sufficiente per una valutazione accurata della stabilità del manto nevoso: il PST può essere supportato dal profilo stratigrafico, osservazioni manuali in sito ed altri test di stabilità.

4.5 RB vs ECT vs PST

Nell'intento di sottolineare i vantaggi ed i limiti operativi, vengono qui di seguito riportate osservazioni pratiche effettuate in campo per un confronto prestazionale dei test di stabilità considerati. Grazie ad una campagna di test ECT, RB e CT - accoppiati a profili stratigrafici del manto - nelle Alpi Svizzere [61], è stato evidenziato come l'ECT e l'RB presentino un'importante affidabilità nei risultati,

4 I rilievi per la valutazione della stabilità del manto nevoso

identificando nel 50% dei casi lo stesso strato debole critico del manto nevoso testato, percentuale che aumenta notevolmente con pendii in condizioni nettamente stabili o instabili, ed combinando risultati di più test, ad esempio n.1 RB e n.2 ECT. Considerando l'esecuzione di n.2 ECT sulla stessa porzione di manto nevoso, nell'87% dei casi l'ECT fornisce lo stesso risultato per entrambe le prove, verificando la ripetibilità del test; tale percentuale aumenta fino al 92% in condizioni di netta stabilità o instabilità del manto e si riduce al 72% in condizioni di equilibrio del manto nevoso [61]. Nel 65% dei casi studio il livello fragile individuato dal primo ECT coincide con quello individuato dal secondo, percentuale che aumenta fino all'83% per pendii nettamente instabili, il che prova l'affidabilità del test. L'ECT ha il vantaggio, oltre alla rapidità e alla facilità di valutazione dei risultati, di individuare e testare lo strato debole direttamente, sebbene richieda maggiore capacità tecniche di osservazione rispetto al test RB.

Tabella 4.11: Confronto tra i vari tipi di test [48] (“1” : difficoltoso per strati che sono difficili da trovare in una stratigrafia. [54] riportano risultati affidabili fino a 100 cm).

TEST	TEMPO NECESSARIO [min]	PENDIO	PROFONDITA' [cm]	CAPACITA' TECNICA	STRATIGRAFIA (Individuazione del livello fragile)	GENESI DELLA FRATTURA	PROPAGAZIONE DELLA FRATTURA
PROFILO STRATIGRAFICO	> 30	QUALSIASI	NESSUN LIMITE	ELEVATA	SI	NO	NO
SFT ¹ - SHEAR FRAME TEST	> 15 2	QUALSIASI	NESSUN LIMITE	ELEVATA	NO	SI	NO
ST ¹ - SHOVEL SHEAR TEST	10 2	QUALSIASI	NESSUN LIMITE	MODERATA	PARZIALE	SI	NO
ST - HAND SHEAR TEST	5	QUALSIASI	< 45	BASSA	PARZIALE	SI	NO
RUTSCHBLOCK TEST (grado + tipologia di frattura)	25 2	> 25°	30 - 90	BASSA	SI	SI	SI
CT - COMPRESSION TEST (grado + tipologia di frattura)	10 2	QUALSIASI 3	< 100	BASSA	SI	SI	PARZIALE
ECT - EXTENDED COLUMN TEST	15 2	QUALSIASI 3	30 - 70 4	BASSA	SI	SI	SI
PST ¹ - PROPAGATION SAW TEST	15 2	QUALSIASI 3	> 30	MODERATA	NO	PARZIALE	SI

Test svolti in British Columbia - Canada - hanno invece confrontato l'ECT e il PST al fine di ricavare correlazioni robuste tra durezza del lastrone, immersione dello strato debole e propensione alla propagazione della frattura. La campagna sperimentale indica un generale accordo nella previsione della tendenza alla propa-

gazione della frattura dello strato debole con distacco di lastroni di spessore compreso tra i 30 e i 70 - 90 cm. A profondità maggiori diventa impossibile sollecitare lo strato debole con l'ECT, mentre il PST ha fornito indicazioni sulla propensione alla fratturazione per strati deboli sepolti fino a 250 cm di profondità. E' per questo che il PST può essere adatto ad un rilievo in squadre in aree operative estese. Il PST evidenzia un 70-75% di corretta previsione dell'instabilità e un 25-30% di previsione di falsa stabilità [22]. Tuttavia il PST richiede l'identificazione dello strato debole prima della sua esecuzione, operazione problematica per un rilevatore poco esperto o in caso di manto nevoso molto diversificato: in questi casi si consiglia di accoppiare al PST un Extended Column Test per identificare gli strati di interesse, soprattutto in caso di lastroni soffici e sottili caratterizzati da grani fragili e di grandi dimensioni, situazione in cui il PST solitamente fornisce un falso stabile.

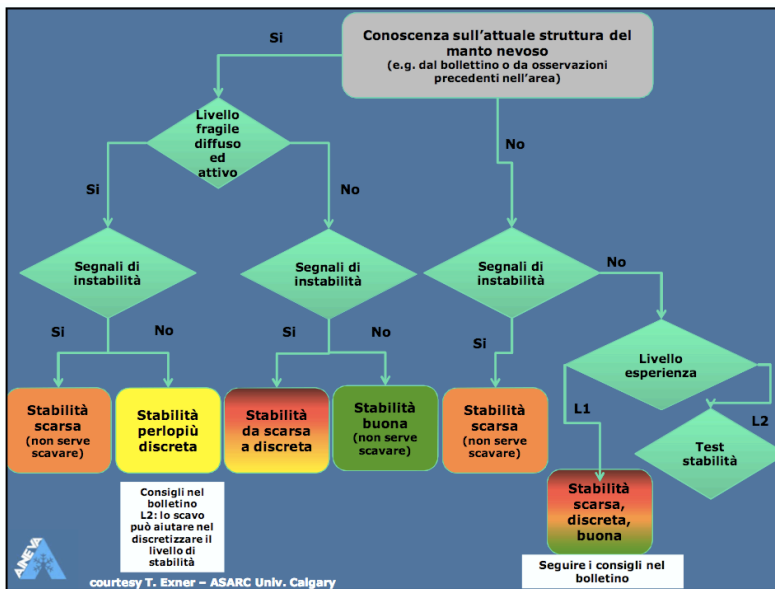


Figura 4.14: Schema decisionale per la stima della stabilità di un pendio in funzione della conoscenza delle condizioni del manto nevoso, dell'osservazione dei segni di instabilità, del livello di esperienza del rilevatore e dei risultati dei test di stabilità [3].

Al fine di un confronto tra le varie tipologie di rilievi in manto nevoso, la tab. 4.11 [48] presenta le tempistiche e il grado di capacità tecnica necessarie all'esecuzione dei test, unitamente ai loro limiti e alle informazioni fornite. Le informazioni riportate riguardano la formazione di valanghe a lastroni di neve asciutta. In tab. 4.11 viene indicato come test di stabilità anche l'esecuzione di un profilo stratigrafico: in realtà solo un rilevatore esperto potrebbe ricorrere al profilo stratigrafico

per la stima diretta della stabilità del manto. Considerando anche l'onere in termini di tempo, fatica e competenze tecniche, l'esecuzione del profilo stratigrafico è superfluo quando può essere assunta la stabilità del manto sulla base di conoscenze pregresse (ad esempio se sono stati osservati segni di instabilità durante il percorso oppure si ha l'informazione della presenza dello strato debole). Ciò nonostante, le informazioni da esso fornite possono essere un valido supporto ai test di stabilità (con riduzione della profondità di escavazione), al processo decisionale di indagine del manto nevoso, della valutazione del pericolo valanghe.

In fig. 4.14 viene riportato lo schema decisionale per la stima della stabilità di un pendio sulla base della conoscenza delle condizioni del manto nevoso, dell'osservazione dei segnali di instabilità e dell'esperienza del rilevatore [3]. Nello specifico, la scheda si basa sull'esecuzione di un test di compressione.

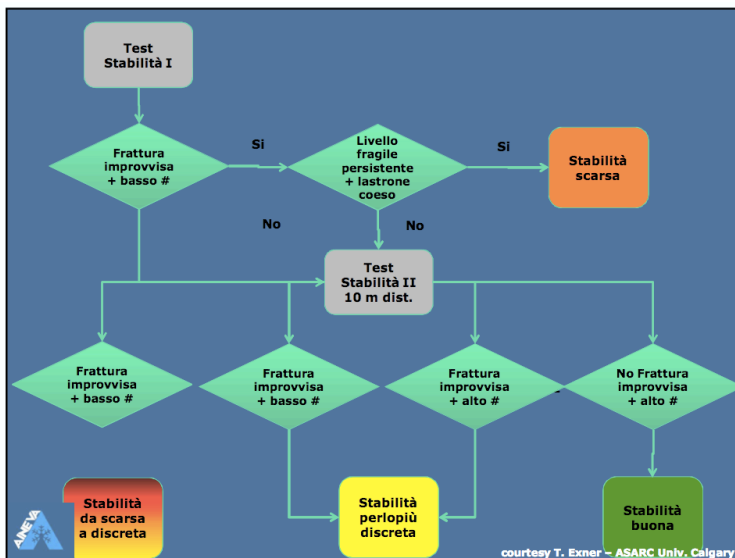


Figura 4.15: Dettaglio dello schema per l'interpretazione dei risultati dei test di stabilità [3].

In tab. 4.16 viene riportato un confronto tra test in funzione del grado e delle osservazioni relative e della stabilità del manto. La tabella, basata su dati di rilievi eseguiti in tempi e luoghi diversi, non è definitiva e deve comunque essere considerata un *work in progress* in evoluzione. In essa, il manto nevoso viene definito come [40]:

- *instabile* quando pendii valanghivi con condizioni simili (incluse esposizione e pendenza) daranno molto probabilmente luogo a valanghe al transito dello sciatore (debole sovraccarico);

STABILITA'	PUNTEGGIO NUMERICO	PUNTEGGIO	TIPO DI TEST				
			FORZA			TAGLIO	
		(SIGLA)	RUTSCHBLOCK RB	COMPRESSION TEST CT	EXTENDED COLUMN TEST ECT	STUFF BLOCK SB	SHOVEL SHEAR ST
INSTABILE (pendii simili possono cedere se sdati)	1	COLLASSO (C)	CEDE DURANTE IL TAGLIO DEL BLOCCO	CEDE DURANTE IL TAGLIO DELLA COLONNINA O ALL'APPOGGIO DELLA PALA	CEDE DURANTE IL TAGLIO DELLA COLONNINA O ALL'APPOGGIO DELLA PALA	TAGLIO NETTO ALLA PREPARAZIONE DELLA COLONNINA O AL CARICO DEL SACCO	IL BLOCCO SI ASSESTA DURANTE IL TAGLIO
			RB1	CTC o CT0	ECTC o ECT0	SBC	STC
INSTABILE	2	MOLTO FACILE (V)	IL BLOCCO CEDE ALL'ENTRATA DELLO SCIATORE	FRATTURA ENTRO 1 O 6 BATTUTE DAL POLSO	FRATTURA ENTRO 1 O 6 BATTUTE DAL POLSO	TAGLIO NETTO CON CADUTA SACCO DA 10 CM DI ALTEZZA	TAGLIO NETTO ALL'INSERIMENTO DELLA PALA
			RB2	CTV o CT1-CT6	ECTV o ECT1-ECT6	SBV	STV
INSTABILE	3	FACILE (E)	IL BLOCCO CEDE AL PRIMO FLESSIONE DELLO SCIATORE	FRATTURA ENTRO 7 O 12 BATTUTE DAL POLSO E GOMITO	FRATTURA ENTRO 7 O 12 BATTUTE DAL POLSO E GOMITO	TAGLIO NETTO CON CADUTA SACCO DA 20 CM DI ALTEZZA	TAGLIO NETTO CON MINIMA TRAZIONE DELLA PALA
			RB3	CTE o CT7-CT12	ECTE o ECT7-ECT12	SBE	STE
MODERATAMENTE INSTABILE	4	MODERATO (M)	IL BLOCCO CEDE AL PRIMO SALTO DELLO SCIATORE	FRATTURA ENTRO 13 O 18 BATTUTE DAL GOMITO	FRATTURA ENTRO 13 O 18 BATTUTE DAL GOMITO	TAGLIO NETTO CON CADUTA SACCO DA 30 CM DI ALTEZZA	TAGLIO NETTO CON MODERATA TRAZIONE DELLA PALA
			RB4	CTM o CT13-CT18	ECTM o ECT13-ECT18	SBM	STM
MODERATAMENTE INSTABILE	5	MODERATO O DIFFICILE (MH)	IL BLOCCO CEDE AL SECONDO SALTO DELLO SCIATORE	FRATTURA ENTRO 19 O 24 BATTUTE DAL GOMITO E DALLA SPALLA	FRATTURA ENTRO 19 O 24 BATTUTE DAL GOMITO E SPALLA	TAGLI IRREGOLARE CON CADUTA SACCO DA 40 CM O 50 CM DI ALTEZZA	TAGLIO IRREGOLARE CON MODERATA TRAZIONE DELLA PALA
			RB5	CTMH o CT19-CT24	ECTMH o ECT19-ECT24	SBMH	STMH
MODERATAMENTE STABILE (bassa probabilità di distacco)	6	DIFFICILE (H)	IL BLOCCO CEDE AL SALTO SENZA SCEI DALL'ESTERNO O A SALTII SPETUTI DELLO SCIATORE	FRATTURA ENTRO 25 O 30 BATTUTE DALLA SPALLA	FRATTURA ENTRO 25 O 30 BATTUTE DALLA SPALLA	TAGLI IRREGOLARE CON CADUTA SACCO DA > 50 CM DI ALTEZZA	TAGLIO IRREGOLARE CON FORTE E SOSTENUTA TRAZIONE DELLA PALA
			RB6	CTH o CT25-CT30	ECTH o ECT25-ECT30	SBH	STH
STABILE	7	NO FRATTURA (N)	IL BLOCCO NON CEDE	IL BLOCCO NON CEDE	IL BLOCCO NON CEDE	IL BLOCCO NON CEDE	IL BLOCCO NON CEDE
			RB7	CTN	ECTN	SBN	STN

Figura 4.16: Rough Comparison of Common Snowpack Tests (traduzione della Table 1 [40]).

- *moderatamente instabile* quando pendii valanghivi con condizioni simili (incluse esposizione e pendenza) potrebbero dar luogo a valanghe al transito dello sciatore (debole sovraccarico). Sono necessarie ulteriori indagini per valutare la stabilità del pendio;
- *moderatamente stabile* quando pendii valanghivi con condizioni simili (incluse esposizione e pendenza) difficilmente potrebbero dar luogo a valanghe al transito dello sciatore (debole sovraccarico), sebbene il distacco è ancora possibile con forte sovraccarico;
- *stabile* quando pendii valanghivi con condizioni simili (incluse esposizione e pendenza) molto difficilmente potrebbero dar luogo a valanghe al transito dello sciatore (debole sovraccarico). Il distacco con forte sovraccarico sarà ancora possibile, ma solo localmente.

Concludendo, si ricorda che non esiste attualmente un rilievo in campo che fornisca in maniera rapida un'affidabile valutazione della stabilità del manto nevoso. Ovviamente l'esecuzione dei test di stabilità non è sempre necessaria (per problemi di tempo, di accessibilità in sicurezza ai siti prescelti, per la ridondanza e variabilità delle loro informazioni - talvolta forvianti). Ad ogni modo essi sono comunque essenziali per la raccolta di importanti dati locali, per il monitoraggio nel tempo del comportamento dello strato debole, per affinare la previsione e confermare o mettere in discussione le valutazioni della stabilità del manto nevoso.

5 La codifica delle informazioni dei test per l'invio

Al fine di semplificare ed unificare l'invio delle informazioni rilevate durante il rilievo della stabilità del manto nevoso, sono state standardizzate due tipologie di stringhe - sintetica ed estesa - di codifica dei dati di un test, secondo le sequenze:

- stringa sintetica:
<codice_sottocodice_#><tipologia frattura><z><TDh><aaaammgg>
<note>
- stringa estesa:
<codice_sottocodice_#><tipologia frattura><z><TDh><località>
<inclinazione pendio><esposizione><quota><tipologia cristallo>
<dimensione cristallo><aaaammgg><note>

Particolare risulta essere la stringa di codifica del test PST che si presenta come:

- <PST x/y><condizioni arresto frattura Arr, SF o End><z>
<località profilo><caratteristiche livello fragile><commenti>

dove:

- x = lunghezza di taglio in cm;
- y = lunghezza della propagazione della frattura;
- z = profondità dello strato debole dalla superficie del manto (down).

Si ricorda che il blocco è instabile se la frattura si propaga lungo tutta la lunghezza del blocco (End) o se meno della metà della lunghezza del blocco è stata incisa.

Si consideri [15] il rilievo delle informazioni relative a due test, un Rutschblock Test ed un Extended Column Test, effettuati il 12 febbraio 2010 in località Mt. Bondone a quota 2300 m s.l.m. su un pendio con inclinazione pari a 35° ed esposizione NE. Entrambi i test hanno dato luogo ad un distacco “netto e rapido” dell'intero lastrone superficiale su un piano di scivolamento (strato debole) a 51 cm di profondità, costituito da cristalli di brina di fondo di dimensioni pari a 4 mm.

Il Rutschblock Test ha dato luogo al distacco del lastrone di 51 cm di profondità rispetto ad un blocco di 110 cm di altezza durante la rapida flessione dello sciatore

5 La codifica delle informazioni dei test per l'invio

campo	codice e sottocodice			# punteggio	unità di misura
<codice_sottocodice_#>	RB	W	blocco intero	da 1 a 7	numero
	RB	M	parte del blocco	da 1 a 7	numero
	RB	E	marginie del blocco	da 1 a 7	numero
	ECT	V	frattura al taglio	0	numero
	ECT	P	propagazione frattura	da 1 a 30	numero
	ECT	N	mancata propagazione frattura	da 1 a 30	numero
	ECT	X	mancata frattura	> 30	numero
	PST	x/y	lunghezza taglio/ lunghezza propagazione frattura	# / #	cm
<tipologia frattura>	Q1	SC	frattura netta e rapida collasso improvviso		
	Q1	SP	frattura netta e rapida planare improvviso		
	Q2	PC	frattura «media» compressione progressiva		
	Q2	RP	frattura «media» planare resistente		
	Q3	B	frattura irregolare non planare		
	Arr		solo per PST auto-arresto frattura		
	SF		solo per PST frattura nel lastrone		
	End		solo per PST distacco completo lastrone		
<z>	@z		profondità piano di frattura dalla superficie del manto	z	cm
<TDh>	TDh		altezza blocco test	h	cm
<località>			nome o codice località		
<inclinazione pendio>			inclinazione pendio test		numero
<esposizione pendio>	N		versante esposto a N		
	NE		versante esposto a NE		
	E		versante esposto a E		
	SE		versante esposto a SE		
	S		versante esposto a S		
	SW		versante esposto a SW		
	W		versante esposto a W		
	NW		versante esposto a NW		
<quota>			quota slmm sito test	#	m
<tipologia cristallo>	PP		particelle di precipitazione		
	DF		particelle di precipitazione decomposte e frammentate		
	RG		grani arrotondati		
	FC		cristalli sfaccettati		
	DH		brina di fondo		
	SH		brina di superficie		
	MF		grani bagnati		
	IF		masse di ghiaccio		
<dimensione cristallo>			dimensione grani		cm
<aaaammgg>			data anno, mese, giorno test		
<note>			commenti aggiuntivi		

Figura 5.1: Tabella dei codici AINEVA [15] (*errata corrige* nella seconda riga sostituire il sottocodice “M” con “P”).

sul blocco stesso, mentre l'ECT, eseguito su una colonna standard, ha dato luogo al distacco del lastrone dopo il quarto colpo indotto dalla spalla.

Secondo la tab. 5.1, la codifica per il Rutschbloch Test sarà:

- stringa sintetica:
RB3WQ1@51TD11020100212_+ECT
- stringa estesa:
RB3WQ1@51TD110MT_ BONDONE35NE2300DH420100212_+ECT

Mentre per l'ECT sarà:

- stringa sintetica:
ECTP24Q1SC@51TD11020100212_+RB
- stringa estesa:
ECTP24Q1SC@51TD110MT_ BONDONE35NE2300DH420100212_+RB

Un ulteriore esempio vede una prova PST con propagazione lungo l'intera colonna dopo 23 cm di intaglio e distacco avvenuto su uno strato di brina di fondo di spessore 6-10 cm a 135 cm dalla superficie del manto, sepolto il 22 novembre, con la seguente codifica:

- PST23/135 End down 135 ON DH 6.0-10.0 Nov. 22

Le stringhe di codifica sono utilizzate dai rilevatori per l'invio immediato tramite invio telefonico (via segreteria telefonica o sms) oppure via e-mail direttamente dal sito sperimentale. Oltre ad avere l'invio delle informazioni in tempo reale, i dati possono così essere automaticamente raccolti, validati e registrati in database specifici.

6 L'interpretazione dei dati a scala regionale

6.1 Validazione dei dati e delle stazioni nivometriche tradizionali - SNT

I dati nivo-meteorologici raccolti nei campi neve dai rilevatori, come dettagliatamente descritto nel Cap. 3, vengono trasmessi ai centri di previsione secondo metodologie e tempistiche definite dal centro stesso. Il sistema meno problematico è la digitazione su tastiera telefonica e invio dei dati a un server, da cui la stringa di dati viene importata e integrata senza altre interferenze sul database. Questo sistema, tuttavia molto costoso, è poco utilizzato negli uffici pubblici. La trasmissione avviene quindi secondo procedure diverse: dalla telefonata del rilevatore a un centro di raccolta, dove un secondo operatore riporta i dati, sotto dettatura, su un altro modulo cartaceo o direttamente sul database condiviso con il centro di previsione, alla stringa dati via e-mail; dal messaggio in segreteria telefonica, poi ascoltato e trascritto dal previsore, all'utilizzo diretto da parte del rilevatore del programma mirato all'inserimento sul database condiviso. In ogni caso, dalla misura/osservazione alla decodifica e, finalmente, all'integrazione nell'archivio complessivo, i passaggi sono molteplici e ad alto rischio di errore. Ne deriva l'importanza fondamentale di eseguire regolarmente una verifica attenta dei dati giornalieri antecedente l'analisi e l'utilizzo a fini previsionali. Gli Uffici Neve e Valanghe associati ad AINEVA, tra cui quelli di ARPA Piemonte e della Regione autonoma Valle d'Aosta, hanno definito e condiviso dei criteri di validazione, alcuni dei quali integrati nei *flags di validazione* contenuti all'interno del programma di gestione dei dati dei campi neve, strumento base per rilevare le incoerenze dei dati, confermati o modificati dal previsore dopo averne eventualmente verificato la correttezza o inesattezza contattando il rilevatore. Nel caso si modifichino dati senza tale verifica, è buona norma mantenere traccia del valore di origine nel campo note o, ancor meglio, con un travaso dei dati su una banca dati strutturata, quale Oracle oppure PostgreSQL, dove affluiscono i dati prima e dopo la validazione, mantenendoli separati nei campi specifici "dato non validato"/"dato validato".

Il primo controllo va eseguito sull'ora di rilevamento, che deve essere alle 8 a.m. locali, con flessibilità, per esigenze di servizio di ogni singolo gruppo di rilevatori, tra le 7 e le 9 a.m., salvo casi eccezionali ben evidenziati. L'orario dovrebbe essere concordato con ogni singolo campo neve a inizio stagione e mantenuto per tutto il periodo di rilevamento e negli anni successivi, per poter creare serie storiche confrontabili. È inoltre fondamentale il rigore nell'ora di rilevamento per la valutazione

corretta di alcuni parametri, quali altezza neve fresca - HN -, la temperatura dell'aria - Taria - e, per la confrontabilità nell'arco temporale di Taria, della temperatura in manto a 10 cm dalla superficie - Th0.1 -, nonché l'affondamento della sonda - PR - e le caratteristiche dello strato superficiale del manto - CS -, soprattutto in caso di rigelo notturno. Relativamente agli altri parametri misurati, se in alcuni casi diventa difficile verificare la validità dell'osservazione fatta sul campo, in altri le incoerenze sono palesi. Vediamone una sintesi a titolo di esempio. Per i criteri completi si rimanda alla "Tabella delle non compatibilità MOD 1 AINEVA".

Nell'arco delle 24h si può ritenere corretto l'assestamento del manto nevoso [$HS_{oggi} < HS_{ieri}$] compreso tra 1 cm fino al massimo di 30 cm: valori maggiori sono possibili in presenza di vento.

Differenze negative di altezza di neve al suolo tra oggi e ieri superiori ai 30 cm [$HS_{oggi} < HS_{ieri-30cm}$] sono corrette in presenza di vento, anche in corso di nevicate. Questo è vero per il campo neve in quanto un'eventuale azione eolica agente che determini un'erosione della neve tale da ridurre nelle 24h HS, anche in presenza di nevicate, può presentare la stessa azione di trasporto anche sulla tavoletta per la misura delle neve fresca. In tal caso, ovvero in corso di nevicata con vento tale da inficiare il dato di HN, la misura corretta prevede il valore di HS sull'asta e l'impossibilità di definire HN, riportata con "///", ed eventualmente indicata come range ipotizzato nel campo note.

Differenze positive di HS [$HS_{oggi} > HS_{ieri}$] senza che siano avvenute precipitazioni nevose [$HN = 0$] sono possibili solo in presenza di attività eolica con trasporto che determina un accumulo di neve in prossimità dell'asta nivometrica. Il controllo va fatto quindi con i valori del campo VQ che devono essere diversi da 00 e da 40 e non presentare una rugosità superficiale "1-liscia".

Un valore positivo di neve fresca non è considerato corretto se supera i 150 cm. Questo è valido per le nostre latitudini, dove i dati storici non confermano valori di neve fresca nelle 24h superiori ai 130-150 cm, anche in caso di nevicate eccezionali.

Valori di massa volumica diversi da zero non sono corretti in assenza di nevicate.

Le caratteristiche superficiali della neve non possono riportare i codici 11 e 21 in caso di sprofondamento della sonda nullo.

Non può essere riportato un codice di presenza di brina di superficie nel caso in cui le caratteristiche superficiali denotino un manto nevoso bagnato.

La rugosità superficiale non può essere nulla in presenza di valori di altezza del manto nevoso diversi da zero: se il manto nevoso è presente [$HS \neq 0$], un dato di rugosità deve essere riportato [$S \neq /$].

Se non vengono segnalati distacchi di valanghe spontanee [$L1 = 0$], il grado di pericolo valanghe non può essere superiore a 3 [$L7 > 3$].

Tabella delle NON-COMPATIBILITA' dei dati delle SNT riportati su MOD1 AINEVA

campo	codice	Non Compatibili
ww	14	$N < 4$
	36	$S \neq 5; CS=11,21; B \neq 0$
	44	$V > 2$
	45	$V \neq 1; N \neq /; VQ1 \neq /, VQ2 \neq /, L1+L6 \neq /$
	60	$V > 2; N < 5$
	61	$V > 2; N < 5$
	63	$V > 2; N < 5$
	65	$V \neq 1; N < 6; VQ1 \neq /, VQ2 \neq /, L1+L6 \neq /$
	67	$V > 2; N < 5$
	69	$V > 2; N < 5$
	81	$V > 2; N < 5$
	70	$V > 2; N < 5$
	71	$V > 2; N < 5$
	73	$V > 2; N < 5$
	75	$V \neq 1; N < 6; VQ1 \neq /, VQ2 \neq /, L1+L6 \neq /$
	84	$V > 2; N < 5$
88	$V > 2; N < 5$	
95	$V > 2; N < 6$	
96	$V > 2; N < 6$	
N	0-3	$WW \neq 00, 44$
	4-5	$WW \neq 00,14, 44$
	1-4	$V < 3$
	/	$WW \neq 45$
V	2-4	$WW = 36,45,75,65$
	3-4	$WW \neq 00, 44$
	/	$WW \neq 45$
VQ1	/	$VQ2 \neq /$
	0	$VQ2 \neq 0$
	1	$VQ2 = /; WW \neq 00,14$
	2-3	$VQ2 = /, 0; WW = 45$
4	$VQ2 \neq 0; WW = 45$	
VQ2	/	$VQ1 \neq /$
	0	$VQ1 = 2,3, /$
	1-5	$VQ1 = /, 0, 4$
Ta	Ta	$Ta < Tm; Ta > TM$
Tm	Tm	$Tm > Ta, TM$
TM	TM	$TM < Ta, Tm$
HS	HS	$HS < 0$
	HS=0	TH01 , TH03, PR, CS, R, B $\neq /$
	HS < 10	TH01 , TH03 $\neq /$
	HS < 30	TH03 $\neq /$
	HS (oggi) < HS (ieri)	$HS (oggi) < HS (ieri - 30 \text{ cm})$ and $VQ1 = 0$ or $VQ1 = 4$
	HS (oggi) < HS (ieri)	$HN \neq 0$ e $\rho < 180-200$
	HS (oggi) > HS (ieri)	$HS (oggi) > HS (ieri+150 \text{ cm})$ e $VQ1 \neq 3$
	HS (oggi) > HS (ieri)	$HN=0$ and $VQ1 \neq 2,3$
	HS (oggi) > HS (ieri)	$HN=0$ and $S = 1$
HS (oggi) > HS (ieri)	$\Delta HS > HN - 5$	
HN (24h)	HN > 5	$HS = 0 \text{ cm}$
	HN $\neq 0$	$Tm > 2^\circ\text{C}$
	HN $\neq 0$	$HN > \Delta HS + 5$
	HN $\neq 0$	$HN > 150 \text{ cm}$

6 L'interpretazione dei dati a scala regionale

campo	codice	Non Compatibili
RHO	rho >0	HN = 0
	rho ≠ 0	rho < 30 ; rho >300
	rho = /	HN = 0
TH 0,1	TH0,1 ≠ 0	HS < 10
	TH0,1 ≠ 0	TH 0,1 > 0
TH 0,3	TH 0,3 ≠ 0	HS < 30
	TH0,3 ≠ 0	TH 0,3 > 0
PR	PR ≠ 0	HS = 0
	PR ≠ 0	HN ≠ 0
	PR ≠ 0	PR > HS
	PR ≠ 0	CS = 12, 14
	PR = 0	CS = 11, 21
	PR = 0	B = 2
CS	CS ≠ /	HS = 0
	CS = 21 ÷ 25	TM < 0°C
	CS = 21 ÷ 25	Tm = Ta ≤ -1 °C
	CS = 11, 21	PR = 0
	CS = 12, 14	PR ≠ 0
	CS = 12,22,14,24	HN ≠ 0
	CS ≠ 11	WW = 71, 73, 75, 88
	CS ≠ 21	WW = 61, 63, 65, 69, 81, 84, 95, 96
	CS = 21 ÷ 25	B ≠ 0
S	S = /	HS > 0
	S = /	PR > 0
	S = /	CS ≠ /
	S ≠ 1	WW = 71, 73, 75, 88
	S = 1	WW = 36, 63, 65, 69, 81, 95, 96
B	B ≠ /	HS = 0
	B ≠ 0	CS = 21 ÷ 25
	B ≠ 0	VQ1 ≠ 0 e/o S = 5
	B = 1÷2	WW ≠ 00, 14; N>5
	B = 2÷3	HN ≠ 0
	B=3	WW ≠ 00, 14, 44, 45
L1	L1 = /	L2÷L6 ≠ /
	L1 = 0	L2÷L6 ≠ 0
	L1 = 0	L7 > 3
	L1 = 1	L2=2, L2=6
L2	L2 = 0	L1, L3÷L6 = 0
	L2 = 2, 6	L1 = 1
	L2 = 3	L1 > 3
L3	L3 = /	L1÷L2 ≠ /, L4÷L6 ≠ /
	L3 = 0	L1÷L2 ≠ 0 L4÷L6 ≠ 0
L4	L4 = /	L1÷L3 ≠ /, L5÷L6 ≠ /
	L4 = 0	L1÷L3 ≠ 0, L5÷L6 ≠ 0
L5	L5 = 0	L1÷L4 ≠ 0, L6 ≠ 0
L6	L6 = 2	L7 = 1
	L6 = 4	L7 = 1
	L6 = 5	L7 < 3
L7	L7 = 1	L8 = 1
	L7 = 1	L1 > 1
	L7 > 3	L1 < 3
	L7 = 5	L8 = 3
	L7= /	L8 ≠ /
L8	L8= /	L7 ≠ /

Oltre alla coerenza della stringa dei dati riportati quotidianamente è importante valutarne la rappresentatività in relazione alla posizione. Un campo neve che si trovi eccessivamente esposto all'azione eolica, in zona di accumulo o di erosione, non darà informazioni utili in merito all'andamento dello spessore del manto nevoso, ma potrà essere stato scelto per la sua panoramicità, visibilità in relazione alle creste e fornirà quindi un quadro completo sulle osservazioni del vento in quota e dell'attività valanghiva. Viceversa un campo neve meno esposto darà buone informazioni su altezze del manto nevoso e delle neviccate, ma potrebbe non fornire esaustive informazioni sull'attività eolica in quota o sull'attività valanghiva. È molto utile disporre quindi, oltre che di dettagliate schede analitiche dei singoli campi neve (vedi scheda - fonte: ARPA Piemonte), con informazioni su ubicazione, quota, dotazione strumentale, anche di una scheda di valutazione della rete nivometrica (vedi scheda - fonte: ARPA Piemonte), dove sono riportati in modo evidente la rappresentatività del sito rispetto all'innevamento e all'osservabilità dell'attività valanghiva e del vento in quota.

6.2 Integrazione con i dati delle stazioni nivometriche automatiche - SNA

Le strutture pubbliche che si occupano della previsione valanghe dispongono di Stazioni di rilevamento Nivo-meteorologiche Automatiche - SNA -, i cui dati vanno a integrare le informazioni ottenute dai campi neve. Le stazioni automatiche sono configurate con sensoristica differente in relazione al dato di interesse: nivometri, termometri aria, termometri neve, anemometri, idrometri, radiometri, pluviometri, tempo presente. Quelle nivometriche sono generalmente dislocate in siti non facilmente accessibili da un operatore con cadenza giornaliera, soprattutto durante l'inverno e sono quindi indispensabili per ampliare la rete di rilevamento e importanti per la valutazione dell'innevamento medio e della distribuzione delle neviccate. La scelta del sito per il posizionamento della stazione automatica segue i criteri del buon senso in funzione del dato da rilevare: una buona stazione nivometrica sarà una pessima stazione anemometrica e viceversa. Tuttavia, quando si installa una stazione automatica, si presentano molto spesso difficoltà logistiche che, per essere superate, richiedono scelte di compromesso, come il posizionare alcuni sensori a una distanza diversa dalla struttura principale. Per esempio, l'anemometro e l'anemoscopio andrebbero posizionati in cresta, mentre il nivometro dovrebbe stare in una zona a minor influenza eolica.

Le stazioni automatiche devono essere alimentate da energia elettrica che può essere fornita con pile a secco non ricaricabili oppure con accumulatori ricaricabili, attraverso il collegamento con la rete elettrica. Nel primo caso la stazione può trovarsi anche lontano da un allacciamento alla rete elettrica, ma richiede frequenti interventi di manutenzione per la sostituzione delle pile. Le stazioni con accumulatori ricaricabili sono solitamente dotate anche di pannelli fotovoltaici che integrano

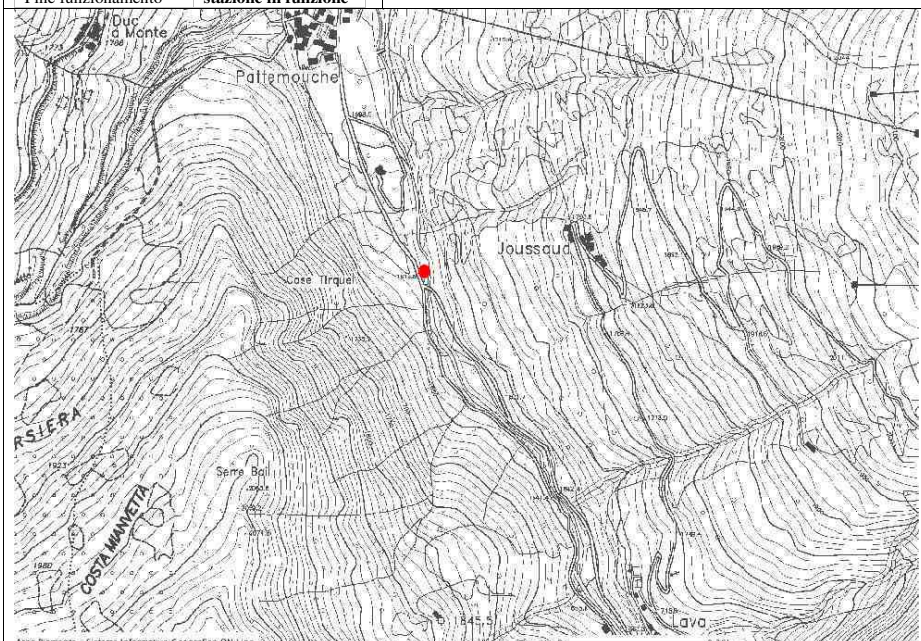
Stazione 702 PRAGELATO-Traverses

Comune	Pragelato
Località	Traverses
Valle	Chisone
Quota (metri)	1570
UTM X (metri)	336281
UTM Y (metri)	4983025

Rilevatore	gruppo a rotazione (Parco Val Tronca)
Indirizzo	-
Tel. ufficio	0122 - 788 49
Tel. cellulare	-

Strumenti in dotazione	Data della consegna
Asta Nivometrica	precedente al 2010
Tavoletta neve fresca	precedente al 2010
Sonda penetrometrica	precedente al 2010
Cilindro carotatore	precedente al 2010
Dinamometro	precedente al 2010
Termometro di massima e minima	precedente al 2010
Termometro neve	precedente al 2010
Codice Meteo-Nivometrico	precedente al 2010

Inizio funzionamento	
Fine funzionamento	stazione in funzione



SCHEDE DI VALUTAZIONE DELLA RETE NIVOMETEOROLOGICA MANUALE										
Cod	Nome	Pr	Quota	IDONEITA' DEL CAMPO NEVE IN MERITO AI SEGUENTI ELEMENTI			FORMAZIONE DEL RILEVATORE NIVOMETEO	NOTE	DATA VERIFICA	CHI HA FATTO VERIFICA
				Ubicazione del sito	Dotazione strumentale	Representatività dell'innnevamento rispetto al territorio circostante				
505	USSEGLIO/LAGO MALCIAUSSIA	TO	1815							
601	MONGENISIO/LAGO	TO	2000	buona	incompleta (manca asta nivo)	problematica (vento costante, VO 2)	ottima (L3,3 - subord. 1 - L4,7,8)			mensile
604	LAGO DI ROSCHEMOLLES	TO	1950							
702	PRAGELATO-TRAVERSESE	TO	1570							
802	CRISSOLO-BORGATA SERRE	CN	1380							
902	PONTECHIAIALE-CASTELLO	CN	1589							
903	SAMPEVRE	CN	930	problematica (continua la dis. snubi, su comando)	incompleta (manca asta nivo e lavoro neve fresca)	sufficiente	sufficiente (L3,3 - L4,4)	He calcolato mantenendo un forte di scaro - Hn rilevato su murabò		mensile
1007	CASTELMAGNO CHIAPPI	CN	1600	discreta	incompleta (manca capannina meteo per TA)	buona	discreta (vedi solo i versanti orientali)	RILEVA DI FRONTE A CASA PER PROBLEMI DI SICUREZZA DA LE VALANGHE CHE POSSONO RAGGIUNGERE IL PRECEDENTE CAMPO	PROLA / LANTO / JANTERI	13/15/2011
1011	MARMORA VERNETTI	CN	1225	ottima	completa (MANCA SOLO CAPANNINA TA, ma temporaneo riparo a trave del lato, protetto)	buona	discreta (vedi solo i versanti orientali)	Insegnato di persona l'applicazione del codice, fatto una settimana di raccolta dati e verifica telefonica- Andare con neve	PROLA / FALETTO	15/12/2011
1105	VINADIO-RIO FREDDO	CN	1200	sufficiente	incompleta (manca lav. neve fresca e tempo neve)	sufficiente (vento costante -VO,2)	sufficiente (L3,2 - L4,2,4)	He rilevato sul lato piano di un garage, non dove c'è lista, Valanghe incanalate.		
1116	ARGENTERA BERSEZIO (PARTENZA STAZIONE SCIISTICA)	CN	1728	ottima	incompleta (manca capannina meteo per TA)	buona	ottima		PROLA / FALETTO	15/12/2011
1117	ARGENTERA BERSEZIO (PIANO ENTRO AREA SCIABILE)	CN	2200	da verificare	incompleta (manca capannina meteo per TA)	buona	da verificare			
XXX	BACENO-Codoligo	VB	1860	buona	completa	buona (problematica presso la guardiana a causa del vento persistente da nord, ma buona in compattezza dell'asta nivo)	buona (L3,2,3 - L4,7,8)	Incontro formale effettuato il 06 Apr 2011 - rilievo Hn su parapetto - asta nivo già presente, consegnata comunque asta nivo per eventuale installazione supplementare	PROLA / FALETTO	15/12/2011

Per la compilazione dei campi utilizzare, a seconda dei casi, i seguenti termini:	problematica 1-3	sufficiente 3	buona 4	ottima 5
	deteriorata 1	incompleta 2	completa 5	da verificare

la richiesta di energia elettrica presa dalla rete solo in caso di lunghi periodi di tempo perturbato.

I dati sono campionati con tempi diversi in relazione al parametro e alla sua variazione temporale: la direzione del vento richiede tempi di campionamento molto rapidi, viceversa la temperatura della neve può essere misurata con cadenze maggiori. Tuttavia, per molti parametri, il tempo di campionamento è dettato dall'OMM: ne è un esempio la velocità del vento che deve essere campionata ogni 10 min. I valori misurati vengono registrati su una memoria locale (moduli EPROM, Flash Cards). Nei centri di previsione i dati vengono salvati su database e visualizzati mediante programmi specifici, forniti dalla casa produttrice della stazione di rilevamento, generalmente con software GIS, che geo-riferiscono anche il punto stazione. Visualizzare il dato non richiede particolari addestramenti. Tuttavia, anche in questo caso, tutti i dati ricevuti, prima di essere analizzati e integrati con i dati delle stazioni nivometriche manuali - SNT - necessitano di una verifica di validità. Il nivometro a ultrasuoni è costituito da una coppia di trasduttori ultrasonici in aria che misurano il tempo di percorrenza dell'impulso dalla trasmissione alla ricezione, dopo essere stato riflesso dalla superficie del manto nevoso. Tale valore viene compensato con il dato di temperatura dell'aria, con margine di incertezza di ± 1.5 cm, tollerato fino a ± 4 cm. Questo significa che è possibile avere un range di misura di ± 5.5 cm. Nonostante la compensazione, il grafico delle HS riporta oscillazioni anche di 10 cm, in particolare in corrispondenza di brusche variazioni di temperatura che si possono registrare nell'arco diurno nelle giornate di tempo sereno e stabile, ma anche durante i passaggi di fronti con precipitazioni associate. Le variazioni di spessore del manto nevoso non sono quindi facili da interpretare: derivare la consistenza di una precipitazione nevosa osservando i dati dei nivometri è una procedura che richiede attenzione ed esperienza. Si consiglia di visualizzare, sempre insieme al nivometro anche il grafico della temperatura dell'aria e, in caso di variazioni di spessore importanti, quello del vento (figg. 6.1, 6.2).

Come si sa, il manto nevoso è soggetto all'assestamento, riduzione di spessore con diminuzione degli spazi vuoti tra i cristalli, consequenziale principalmente al metamorfismo distruttivo. Gli incrementi di spessore del manto nevoso registrati dal nivometro a ultrasuoni non scorporano il dato dell'assestamento, sottostimando il reale apporto nevoso in corso di nevicata. Tale sottostima è particolarmente evidente quando le neviccate sono molto abbondanti e si impongono su un manto nevoso a debole coesione asciutto. I dati di HN ottenuti dalle differenze di altezza del manto nevoso vanno quindi letti non come altezza della neve fresca effettiva, ma come altezza della neve fresca stimata, derivante dalla differenza dell'andamento dell'altezza del manto nevoso. Il dato di HS viene campionato ogni 30 min, quindi in corso di nevicata si può seguire l'intensità della precipitazione e cogliere eventuali disturbi dovuti all'innescarsi di attività eolica durante o dopo la precipitazione. In caso di tormente di neve e di forte ventilazione, successiva alle precipitazioni nevose, il dato di HN misurato ogni 24h nei campi neve può risultare sfalsato, in positivo, in negativo e, in casi estremi di vento molto forte, essere addirittura nullo. L'integrazione dei dati di neve rilevati attraverso i due sistemi, SNT e SNA, permette di sopperire a questi errori di misura e dare un quadro più preciso dell'innevamento e

6.2 Integrazione con i dati delle stazioni nivometriche automatiche - SNA

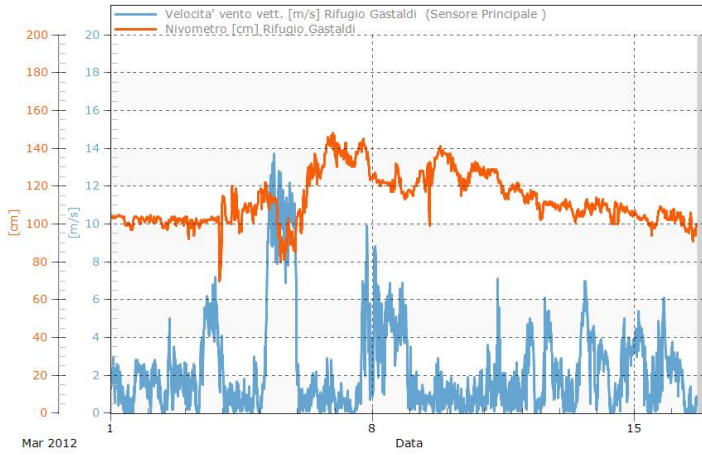


Figura 6.1: Variazioni di HS in relazione all'intensità del vento. (Fonte: ARPA Piemonte).

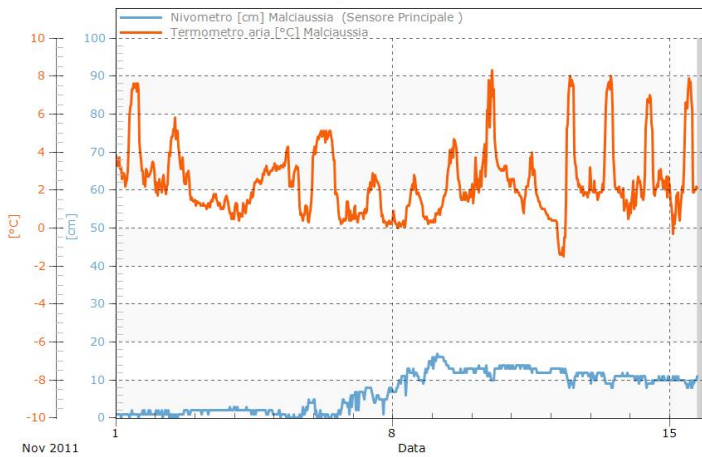


Figura 6.2: Variazioni di HS in relazione a Taria. (Fonte: ARPA Piemonte).

soprattutto delle nevicate, in atto o concluse. La difficoltà maggiore della lettura del dato neve dei nivometri automatici si ha in caso di precipitazione nevose di intensità minore ai 5-10 cm, soprattutto su suolo senza neve: in tali casi è molto difficile definire la quota delle nevicate autunnali e primaverili, in particolare se avvengono alle fasce medio-basse dove il dato rilevato dal nivometro è disturbato dalla presenza di erba (fig. 6.3).

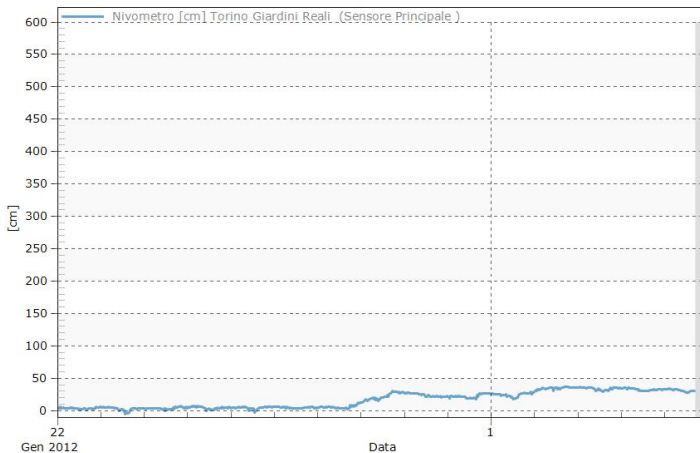


Figura 6.3: Andamento di HS in stazioni di pianura in caso di nevicate $> 10\text{-}20$ cm; dato non a zero in assenza di neve. (Fonte: ARPA Piemonte).

Per facilitare la lettura dei dati è importante impostare l'*off-set* a inizio stagione ovvero impostare, prima delle nevicate, il livello dello zero in relazione al livello minimo del tappeto verde sottostante alla stazione. Questo limita sicuramente l'errore, ma non facilita la comprensione della nevicata di debole intensità in pianura e in media montagna. Per derivarne la distribuzione spaziale e l'intensità, il dato del nivometro va confrontato con il dato del pluviometro riscaldato e il dato di temperatura: se nevicata debolmente si avranno temperature dell'aria inferiori a 2°C e un segnale dal pluviometro riscaldato. La conferma definitiva può essere ottenuta dall'abbinamento di una webcam che inquadrì l'area interessata dal cono di misura del nivometro. Le webcam associate alle stazioni nivometriche automatiche possono essere anche un ottimo supporto per la valutazione dell'innnevamento e delle variazioni della copertura nevosa stagionale [2]. A causa di tutti i motivi indicati, il dato nivometrico derivato dalle stazioni automatiche richiede un'attenta verifica prima dell'utilizzo, preferibilmente eseguita utilizzando i dati delle SNT prossimi alla stazione automatica stessa. I criteri sono molto simili a quelli per valutare gli andamenti di HS dei campi neve:

- alle nostre latitudini non sono compatibili variazioni positive di HS, nell'arco delle 24h, maggiori di 150 cm, in assenza di vento;
- non sono da considerare corrette variazioni negative di HS nell'arco delle 24h, maggiori di 30 cm in assenza di vento;
- il dato di HN va calcolato valutando l'andamento semiorario nell'arco delle 24h e non facendo la semplice differenza delle altezze del manto nevoso prese alle stessa ora di due giorni consecutivi.

6.3 Verifica dei rilievi periodici del manto nevoso

La definizione del grado di pericolo valanghe non può prescindere dalla valutazione del grado di consolidamento del manto nevoso. È quindi fondamentale eseguire i profili del manto nevoso e i test di stabilità, preferibilmente con cadenza settimanale. Per garantire una copertura il più possibile omogenea e una fitta rete di rilevamento, queste indagini vengono eseguite dal personale dell'ufficio in collaborazione con rilevatori presenti sul territorio, appositamente formati attraverso i preliminari corsi AINEVA. Ogni centro di previsione raccoglie durante la settimana molti profili che vengono eseguiti e inviati dai collaboratori sul territorio. Ogni rilievo, per essere considerato completo e dare un'esaustiva valutazione di tutte le caratteristiche fisiche e meccaniche della coltre nevosa, deve contenere il profilo delle resistenze, eseguito con la sonda *battage*, il profilo stratigrafico e almeno un test di stabilità. Il tutto si condensa nel MOD 4 AINEVA. Se il rilievo viene eseguito in un Campo Neve Occasionale - CNO [7]- è richiesta anche la precisa localizzazione mediante coordinate geografiche o cartografiche. L'esecuzione dei rilievi e la trascrizione dei dati possono essere soggetti ad errori: il previsore deve prima di tutto analizzare in modo critico il profilo, ovvero controllare dai dati tabellari, dai diagrammi e dalla coerenza dei diversi risultati che non vi siano errori di procedura.

6.3.1 Errate procedure e imprecisioni nel MOD 2 AINEVA

Il MOD 2 AINEVA riporta i dati tabellari del test di compressione eseguito con la sonda penetrometrica con cui si ottengono i valori di resistenza dei singoli strati che costituiscono l'intero manto nevoso.

Primo rigo deve avere $Q = 10$, $P = 0$, $N = 0$, $H = 0$, $X \geq 0$, $R = 10$.

È errata trascrizione o procedura:

$Q \neq 10$: è convenzionalmente definito a livello internazionale che il sondaggio deve iniziare con 1 m di sonda *battage* anche in presenza di spessori molto elevati di HS e/o con $HN > 100$ cm [7]. Nel caso di utilizzo della sonda modulare con singole unità da 0.5 m, è necessario assemblare i primi due moduli da 50 cm;

6 L'interpretazione dei dati a scala regionale

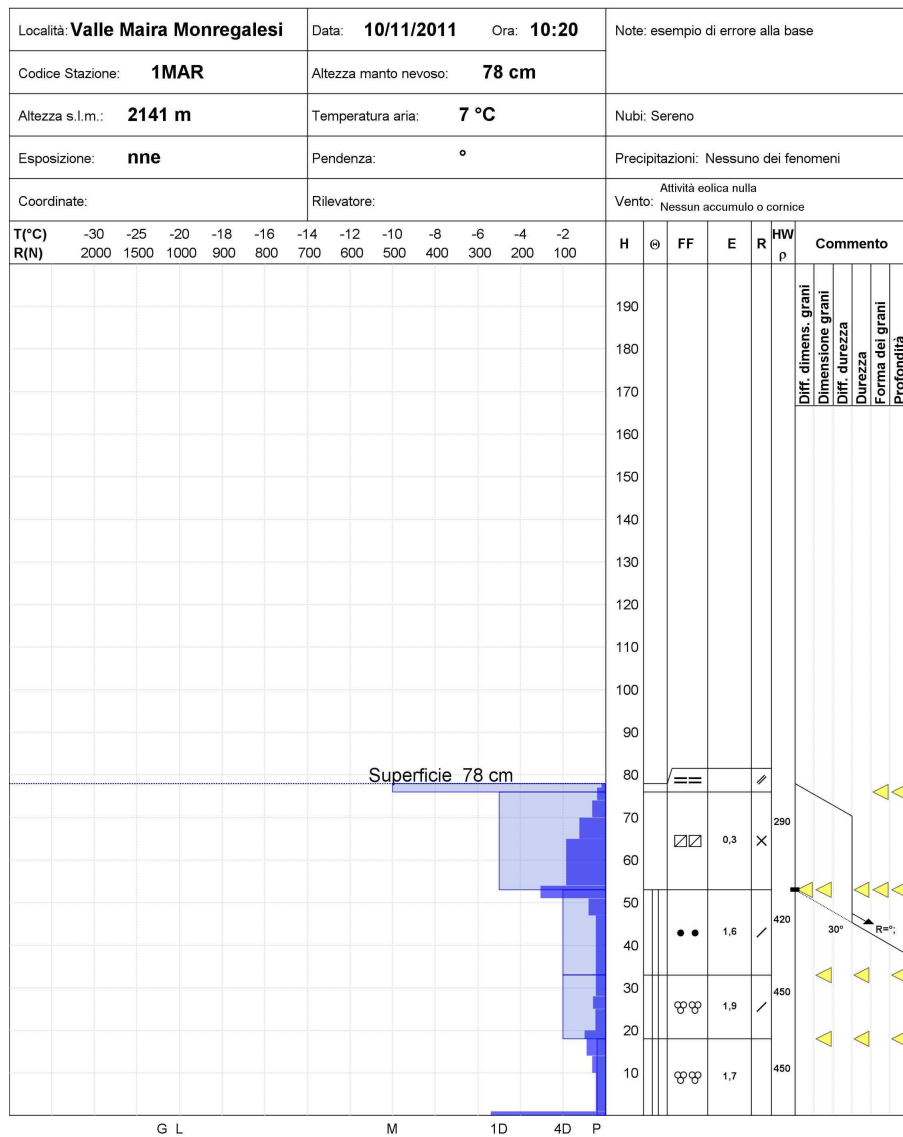


Figura 6.4: MOD 2 con errore alla base. (Fonte: ARPA Piemonte).

$P \neq 0, N \neq 0, H \neq 0$: se nell'appoggiare la sonda senza massa battente, *martello*, non vi è sprofondamento - registrazione di $X = 0$ - non è corretto continuare la procedura senza trascrivere il risultato sul modulo.

Secondo rigo deve riportare $Q = 10, P = 10, N = 0, H = 0, X \geq 0, R = 20$.

È errata trascrizione o procedura.

$Q = 10, P = 10, N \neq 0, H \neq 0, X > 0, R > 20$: se all'aggiunta del peso del martello non si ottengono variazioni nello sprofondamento è necessario registrare il dato prima di iniziare le battute.

Se $100 < HS < 200$ è errata trascrizione o procedura.

$Q = 10, P = 10, N > 0, H > 0, X > 100$: quando il manto nevoso ha spessori superiori a 100 cm, per continuare il sondaggio fino al terreno, è necessario aggiungere altri moduli della sonda. Lo standard internazionale prevede che vengano sempre aggiunti moduli da 1 m, ovvero 2 da 0.5 m. Poiché nella formula del calcolo delle resistenze il peso dei singoli moduli (Q) rientra come somma è accettato che si aggiungano moduli da 0.5 m se ci si trova su pendio a $30 - 35^\circ$, dove l'esecuzione della prova è più disagiata. D'altra parte, consistenti strati deboli di spessori compresi tra i 100 e i 200 cm possono essere meglio indagati se le sollecitazioni sono graduali. Il secondo modulo deve essere aggiunto quando $70 < X < 90$ e non in corrispondenza di strati deboli, preventivamente indagati con il sondino da valanga.

Ultimo rigo: è errato $Q \geq 10, P = 10, N > 0, H > 0, X = X(n - 1) + 1 \Delta = 1$
 $R \gg R(n - 1)$

Nei CNO non sempre è nota la tipologia del substrato su cui poggia la coltre nevosa. In presenza di pascolo non gelato può succedere che si facciano alcune battute che portano la punta conica della sonda ad interessare il terreno, dando necessariamente un valore di resistenza R molto più elevato di quanto realmente sia per la restante parte basale del manto nevoso (fig. 6.4). In tal caso, è necessario correggere il valore di HS o ignorarne la presenza nell'analisi complessiva del profilo, oltre che prevedere un aggiornamento con i rilevatori per migliorare la sensibilità nell'esecuzione del sondaggio.

Per avere un profilo delle resistenze dettagliato (fig. 6.5) che metta in evidenza il più possibile le variazioni tra i diversi strati - resistenza relativa - e rilevi gli strati deboli (pur sapendo che strati deboli molto sottili non possono verosimilmente essere tracciati con tale metodo), è preferibile porre molta attenzione ai singoli sprofondamenti. Si consiglia quindi che essi siano compresi tra 0.5 cm e al più 2 cm [$0.5 \leq (X_{n+1} - X_n) \leq 2$], oltre ad essere sequenzialmente omogenei. Affondamenti di 2 cm a battuta sono tuttavia sconsigliati in caso di strati di neve a debole coesione con resistenze inferiori ai 200 N, perché la probabilità di non registrare strati deboli attraverso il sondaggio penetrometrico è inversamente proporzionale alla resistenza, soprattutto se gli strati deboli sono intercalati a strati a bassa-media resistenza.

6 L'interpretazione dei dati a scala regionale

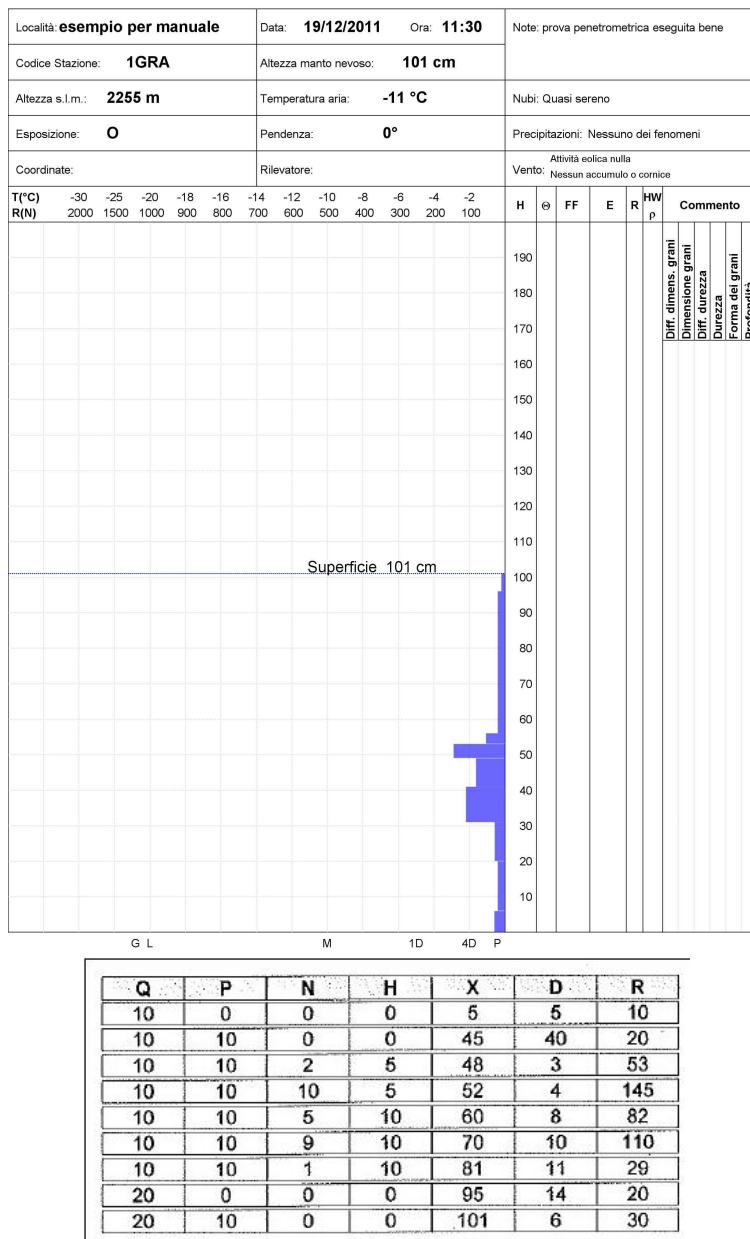
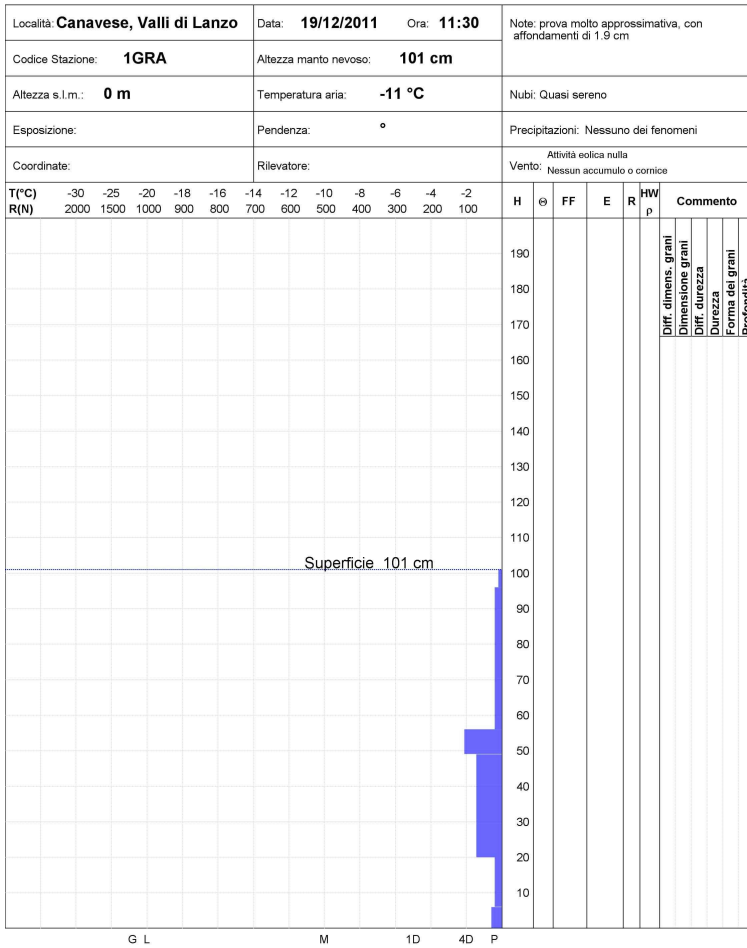


Figura 6.5: MOD 2 corretto: profilo delle resistenze e tabella dei dati. (Fonte: ARPA Piemonte).

6.3 Verifica dei rilievi periodici del manto nevoso



Q	P	N	H	X	D	R
10	0	0	0	5	5	10
10	10	0	0	45	40	20
10	10	12	5	52	7	108
10	10	15	10	81	29	72
20	0	0	0	95	14	20
20	10	0	0	101	6	30

Figura 6.6: MOD 2 approssimativo: profilo delle resistenze e tabella dei dati. (Fonte: ARPA Piemonte.)

Nel caso il previsore trovi nei dati tabellari della prova penetrometrica - MOD 2 - con valori di Δ superiori ai 2 cm, è consigliato provvedere ad un momento di aggiornamento con il rilevatore, per correggere la sua procedura, non molto dettagliata. Il rilievo così prodotto riporta dei valori medi di resistenza senza mettere in risalto la presenza degli strati deboli (fig. 6.6), oggetto ultimo di indagine dei sondaggi stessi del manto nevoso, in quanto costituenti punti potenziali principali di rottura [38].

6.3.2 Errate procedure e imprecisioni nel MOD 3 AINEVA

Nel MOD 3 AINEVA sono riunite molte informazioni che completano il quadro nivologico della porzione di manto nevoso indagato: tipo e dimensione dei cristalli, umidità, resistenza, densità, temperatura neve. Tutti questi dati sono correlati tra di loro e, se raccolti in modo corretto, danno il quadro delle diverse condizioni termodinamiche e meccaniche a cui il manto nevoso è stato sottoposto fino al momento del rilievo. Alcuni dati sono osservazioni, altri misurati e altri ancora derivano da test pragmatici - test della mano per la resistenza e l'umidità. Fatta eccezione per i dati misurati con strumenti - T_s , T_a , densità, misura delle dimensioni dei cristalli -, gli altri dati hanno una forte componente soggettiva, influenzata molto dall'esperienza e dalla frequenza di rilievi/anno eseguiti. Questo si riflette sulla precisione di identificazione degli strati, sulla classificazione delle sottoclassi, sulla precisione del test della mano. Il previsore che riceve il MOD 3 in ufficio ha indubbie difficoltà a validare la correttezza dei dati osservati e di quelli raccolti in modo pragmatico. Alcune incoerenze e inesattezze tuttavia possono essere evidenziate. È possibile anche in questo caso valutare delle non-compatibilità, ovvero delle sequenze di dati che risultano poco coerenti e che quindi devono essere valutati con il rilevatore.

$F = RG$ [3]¹ or $F = FC$ [4] and $E < 1$ and $R < 3$: in presenza di cristalli di neve in fase metamorfica medio-avanzata con dimensioni inferiori al millimetro, il test della mano difficilmente può dare esito "pugno" o "4-dita";

$F = PP$ [1] or $F = DF$ [2] and $E > 1$ and $R > 2$: in presenza di neve fresca o di neve recente nelle iniziali fasi metamorfiche, che non abbia subito un reiterato e intenso trasporto eolico, il test della mano deve evidenziare strati di neve a debole resistenza;

$F = DF$ and $E > 2$: trattandosi di particelle di precipitazione in fase di frammentazione per processi termodinamici o meccanici hanno generalmente dimensioni inferiori ai 2 mm. Se la misura è certa, devono sorgere dei dubbi sulla forma osservata, talora confusa con i cristalli FC;

$T_n < 0$ and $\theta > 1$: quando la temperatura della neve è inferiore a 0°C essa deve risultare asciutta. Può succedere che, in presenza di temperature dell'aria miti, maggiori di 0°C, la sezione del manto nevoso analizzata resti per molto tempo esposta a temperature elevate e i primi cm di neve, in prossimità della

¹Tra parentesi quadre è riportata la numerazione della Classificazione dei Cristalli del 1990.

sezione, si riscaldino a sufficienza dando una parvenza di umidità. Per ovviare a questo errore di valutazione, prima di eseguire il test empirico dell'umidità, è consigliato asportare 5-10 cm di neve, prendendo il campione da testare più interno al manto;

$T_n > 0$: i termometri digitali hanno sovente degli errori di misura, di solito indicati dalla casa costruttrice, che possono essere di $\pm 0.5^\circ\text{C}$ fino anche a $\pm 1.0^\circ\text{C}$. Le batterie che alimentano questi strumenti perdono facilmente la carica riducendo la sensibilità ed efficienza del termometro. Se vengono registrati tali valori bisogna verificare la taratura e lo stato delle batterie del termometro;

$R < 30$ or $R > 600$: alle nostre latitudini i valori di densità sono raramente inferiori ai 30 kg/m^3 o superiori ai 600 kg/m^3 . Se vengono riportati valori esterni a tali soglie, già molto cautelative, si consiglia di verificare la procedura di esecuzione e i calcoli applicati.

6.3.3 IL MOD 4 AINEVA: quadro di insieme e strumento di verifica

Il MOD 4 AINEVA riunisce il profilo delle resistenze, i dati della stratigrafia, solitamente eseguita subito dopo il sondaggio con la sonda penetrometrica, e il risultato dei test di stabilità (fig. 6.7). Avere in un unico profilo tutte le informazioni permette efficaci e rapide verifiche di congruità dei dati, nonché l'esame completo della porzione di manto nevoso indagata, indispensabili per comprendere lo stato di consolidamento, la presenza di livelli fragili, la risposta alla trasmissione delle sollecitazioni esercitate dal sovraccarico (RB e/o ECT tests). L'obiettivo del modello è di valutare nell'insieme delle informazioni raccolte, mediante il confronto con altri profili eseguiti in punti diversi dello stesso settore, se il punto indagato e, conseguentemente il profilo, sia o meno rappresentativo della stabilità di pendii con simili caratteristiche altimetriche e di esposizione dell'area di cui il previsore deve indicare un grado di pericolo valanghe. Definita la sua rappresentatività per l'area di indagine, il MOD 4 ha la capacità di far scaturire analogie o differenze con altre porzioni del territorio alpino di competenza. Esso può essere anche parzialmente compilato con una delle prove di indagine del manto nevoso: penetrometrica, stratigrafica e test di stabilità. Tuttavia, mentre un MOD 4 che riporti solo la stratigrafica e un test di stabilità può dare già una risposta esaustiva del grado di consolidamento e della propensione alla trasmissione della frattura, il solo test di compressione o la sola stratigrafica non sono mai rispondenti ai quesiti che il previsore si pone in fase di definizione del grado di pericolo valanghe. In caso quindi di tempi limitati per l'esecuzione dei test o di lunghi percorsi per la scelta di uno o più punti di rilevamento, è preferibile eseguire test di stabilità (ECT) con relativi profili stratigrafici associati, anziché prediligere il *battage* che, seppur dia risultati oggettivi, alla fine non riporta le informazioni sufficienti per la valutazione della stabilità.

6 L'interpretazione dei dati a scala regionale

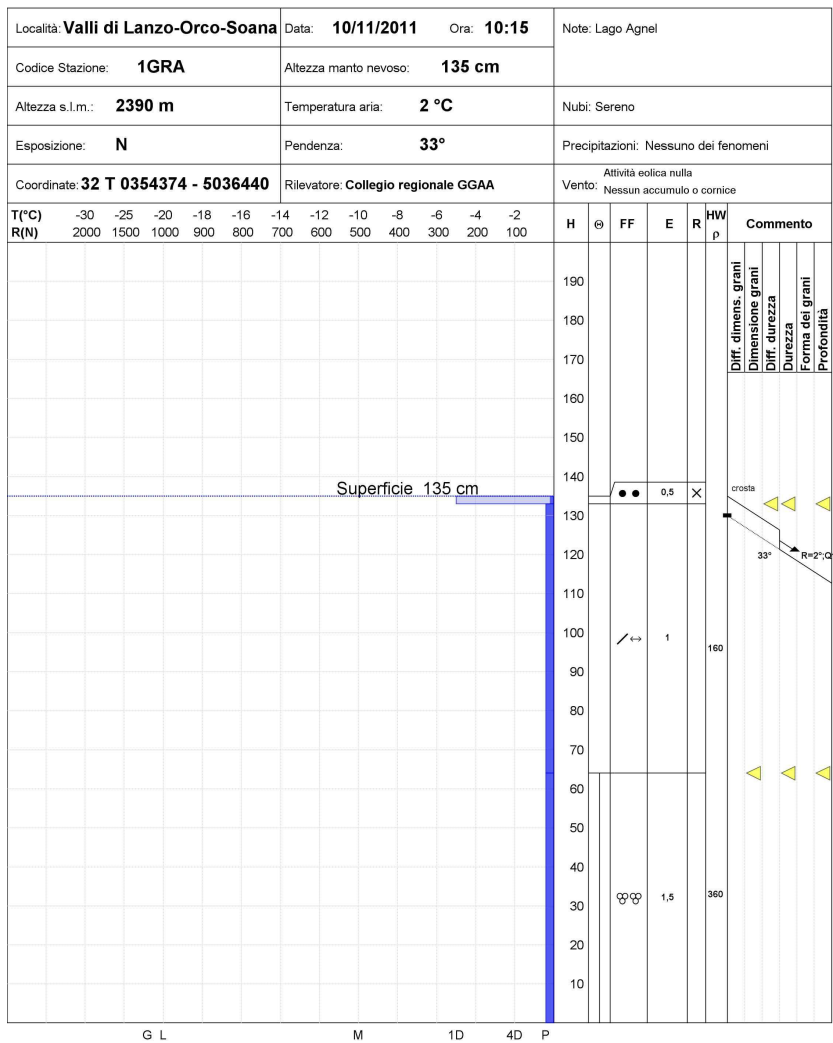


Figura 6.7: Esempio di MOD 4 AINEVA completo. (Fonte: ARPA Piemonte.)

6.3.4 Errate procedure e imprecisioni nel MOD 6 AINEVA

Il MOD 6 AINEVA, quadro di insieme delle condizioni di innevamento, delle recenti precipitazioni nevose e/o piovose, degli effetti dell'attività eolica, delle possibilità e conseguenze dell'attività sciistica fuori dalle piste battute, nonché verifica dei distacchi di valanghe spontanei, provocati e/o programmati, nasce come documento riepilogativo di complemento al profilo stratigrafico. Nasconde tuttavia una serie di difficoltà oggettive nella fase di compilazione che impongono una sua lettura molto critica e attenta. Il modello prevede misure e osservazioni e, nel caso in cui il rilevatore non sia stato presente nell'area di indagine per alcuni giorni, la ricerca di informazioni *in situ* quali la presenza/assenza di attività eolica, gli effetti sul manto nevoso, la data delle valanghe spontanee osservate e gli effetti dei distacchi provocati in modo artificiale, nel caso siano già stati mascherati dalle attività di gestione e utilizzo del comprensorio/tratto stradale interessato dal controllo preventivo, siti dove più frequentemente viene utilizzato il distacco programmato/artificiale per la gestione del rischio. Tutte le informazioni riportate sono fondamentali per la redazione del Bollettino Neve e Valanghe e devono quindi necessariamente riportare il quadro più recente possibile, non antecedente all'ultima settimana (fig.3.4). Questa cadenza può essere garantita se il modello è compilato presso il SNT e dalla stessa coppia di rilevatori o da rilevatori che si alternano a rotazione in modo da garantire il passaggio delle informazioni (ab, bc, ca). Questo *trait d'union* tra i rilevatori può risultare importante per i dati osservati (valanghe, accumuli e/o cornici), per limitare la probabilità di ri-segnalare quelli osservati la settimana prima o risalenti a un periodo maggiore dell'arco temporale utile. Se per raggiungere il SNT i rilevatori utilizzano mezzi motorizzati - motoslitte, impianti di risalita -, o percorrono piste da sci, senza prevedere tappe intermedie utili a indagare gli spessori della neve al suolo e la presenza/consistenza dello strato di neve a debole coesione superficiale, i dati riportati nei campi ad essi relativi non sono compilati o, più spesso, sono il risultato di una stima, inficiata da soggettività. Analogamente sono difficili da compilare le informazioni sullo strato superficiale se non sono state osservate attraverso un idoneo percorso fuori pista. Nel caso in cui il modello sia compilato durante l'esecuzione di un rilievo itinerante - CNO - i valori di neve al suolo, di neve a debole coesione e le caratteristiche dello strato superficiale sono più facilmente compilabili con dati misurati e testati, previa apposita ricerca delle esposizioni e dei punti misura alle quote richieste (1500-2000 m s.l.m.). Difficili da riportare sono invece i dati sulla pioggia in quota, i quantitativi di neve fresca, i singoli eventi di attività eolica con i relativi effetti sul manto nevoso e la data o il periodo a cui risalgono le eventuali tracce di attività sciistica fuori pista, così come il periodo a cui risalgono le eventuali valanghe osservate. Queste imprecisioni si riducono se il CNO è in realtà una porzione di pendio scelta come rappresentativa e quindi, seppur non delimitata da una idonea recinzione, venga raggiunto con una frequenza settimanale o, al più, quindicinale facendo un percorso sci-alpinistico di almeno 800-1000 m di dislivello che permette di toccare una serie di fasce altimetriche utili ad evidenziare le eventuali differenze dello strato superficiale. Il MOD 6 può risultare un ottimo strumento di analisi sull'innnevamento e sulla presenza di

criticità e instabilità latenti nell'area indagata, complemento dei test di stabilità e dei profili del manto nevoso, indispensabile alla definizione del grado di pericolo valanghe. In un contesto di turnazione nell'attività di previsione può risultare molto difficile trovare le incongruenze e le inesattezze riportate nel modello e possono essere tratte conclusioni molto errate nel caso riporti informazioni superate o, diversamente, non ne segnali per mancanza di visibilità e di ricerca di informazioni *in situ* per assenza di testimoni o per disattenzione. Le verifiche che si possono fare sono poche e fanno riferimento a dati palesemente errati, casi rari di errata compilazione senza effettive conseguenze sulle valutazioni complessive.

Si possono fare alcuni semplici esempi non così fondamentali al fine delle valutazioni complessive, ma che esplicitano quali siano le verifiche di base, utili a comprendere la rappresentatività del modello:

- i dati di copertura neve al suolo devono essere coerenti con quelli della copertura nevosa e le quote dello strato superficiale. Ad esempio, se a 1500 m di quota, alle esposizioni nord, HS è minore di 10 cm, la copertura nevosa alle stesse esposizioni non potrà essere assente fino a 1600 m, ovvero continua oltre i 1500 m;
- il riquadro relativo alla pioggia dovrà essere coerente con le quote e le date dell'ultima nevicata e con lo strato superficiale. Ad esempio, se è segnalata pioggia fino a 2000 m il giorno antecedente il rilievo, lo strato superficiale non potrà essere costituito da neve a debole coesione asciutta o crosta da vento alle quote inferiori ai 2000 m;
- se nei giorni precedenti il rilievo è stato osservato un vento da moderato a forte dalle stazioni automatiche o dalle SNT, nel riquadro relativo all'attività eolica non dovrà essere indicato il valore "assente";
- la neve al suolo dovrà essere coerente con i dati di neve a debole coesione in superficie. Ad esempio se a 1500 m, esposizioni N, la neve al suolo è di 10 cm la neve a debole coesione non potrà essere maggiore di 10;
- i valori di neve a debole coesione in superficie devono essere coerenti con le caratteristiche dello strato superficiale. Ad esempio, se a 1500 m, esposizioni N, la neve a debole coesione in superficie è di 10 cm, lo strato superficiale non potrà essere diverso da neve a debole coesione, asciutta o bagnata [$SS = A, B$];
- lo strato superficiale deve trovare corrispondenze anche con le informazioni sull'attività eolica in quota. Ad esempio, se viene riportata attività eolica in quota moderata dai giorni antecedenti il rilievo con accumuli sui versanti sud e nessuna precipitazione nevosa successiva, lo SS quanto meno dalle zone oltre il limite del bosco non potrà essere A, B, C, D e H.

6.4 Check-list delle osservazioni e previsioni per la definizione del grado di pericolo valanghe

Fase ultima, fondamentale per giungere alla definizione del grado di pericolo valanghe di ogni settore alpino in cui è suddiviso il territorio di competenza, è l'integrazione di tutte le diverse informazioni e dei diversi dati analizzati nei paragrafi precedenti. Alcuni di essi saranno più significativi di altri in base alla specifica situazione nivologica e meteorologica del momento: ad esempio in inverno il temporaneo rialzo dello Zero Termico a 3000 m in presenza di manti nevosi da debolmente a moderatamente consolidati, con temperature degli strati superficiali molto basse, sarà importante e a favore dei processi di consolidamento e della stabilità, mentre un analogo rialzo termico che agisca su manto nevoso primaverile, umidificato da persistente copertura nuvolosa sarà molto importante e agirà contro la stabilità. I dati da prendere in considerazione per la valutazione del grado di consolidamento, e quindi del grado di pericolo valanghe, sono molteplici: spessore della neve a debole coesione, precipitazioni, presenza/diffusione/tipologia di lastroni, azione dei venti sul manto nevoso, temperatura aria, tipologia dei profili, risultati dei test di stabilità, osservazione dell'attività valanghiva in atto, e così via. Il previsore deve analizzare una moltitudine di informazioni nell'arco di poche ore, a volte molto differenziate geograficamente e morfologicamente nei diversi contesti territoriali in cui è suddivisa l'area di competenza - zone appenniniche, fasce prealpine, zone di confine che raggiungono quote elevate. È fondamentale quindi dotare il previsore di strumenti di lavoro che possano agevolare l'analisi che, ad oggi, non può ancora generalmente prescindere dalla soggettività del singolo, non disponendo di un modello informatizzato condiviso da tutti gli uffici previsionali italiani ed europei, simile alla catena previsionale SAFRAN/CROCUS/MEPRA utilizzata da Météo-France (FR). In Italia, il Bollettino Neve e Valanghe viene emesso tre giorni la settimana, ad eccezione di configurazioni meteorologiche con associate precipitazioni, particolarmente sfavorevoli da richiedere aggiornamenti più ravvicinati. Nel Bollettino Neve e Valanghe viene quindi espresso il grado di pericolo valanghe, frutto dell'analisi della situazioni nivologica dei giorni precedenti e altresì un grado di previsione comprensivo dell'evoluzione nei giorni successivi, ottenuto sulla base della previsione meteorologica, che diventa fondamentale per una corretta valutazione delle variazioni delle condizioni di stabilità del manto nevoso alle diverse quote, esposizioni e realtà geografiche. Anche in questa fase i parametri da considerare hanno pesi diversi in relazione al contesto nivologico su cui andranno ad agire: ad esempio, la corretta previsione dell'intensità, orientazione e spazializzazione geografica e altimetrica dei venti è fondamentale quando agisce su nevi a debole coesione, mentre è secondaria in primavera o quando agisce su manti nevosi già completamente trasformati in firn o siano presenti croste superficiali portanti difficilmente erodibili dall'azione del vento. In tale contesto può essere utile e consigliato applicare una *check-list* dei dati osservati e previsti, allo scopo di promemoria delle fasi analitiche da seguire, di riflessione sulla rappresentatività e contestualizzazione dei dati in esame, di ricostruzione a posteriori di situazioni analoghe per le quali

sarebbe opportuno giungere a conclusioni uguali con emissione dello stesso grado di pericolo indipendentemente dal previsore, e in ultimo, ma non secondario, la possibilità di ricostruzione del processo decisionale in caso di richiesta di testimonianza durante processi per incidenti da valanga che abbiano coinvolto dei professionisti citati in giudizio.

La *check-list* qui riportata deriva dall'elaborazione di un analogo documento utilizzato da alcuni anni nel centro di previsione di Arabba (BL). Si suddivide in due grandi sezioni, le quali ricalcano la logica dei Bollettini Neve e Valanghe italiani: situazione e previsione. A loro volta ogni sezione è suddivisa in classi di informazioni: le osservazioni nivo-meteorologiche, lo stato del manto nevoso e le valanghe osservate costituiscono la sezione *Situazione*; le previsioni meteorologiche e i consequenziali effetti attesi sull'attività valanghiva costituiscono le tre sezioni della *Previsione* - pomeriggio, il giorno dopo e i giorni successivi. I dati nivo-meteorologici hanno, di volta in volta, rilevanze diverse che possono essere indicate nel campo "IMP" ("Importanza") con il *SI*, quando siano significativi ai fini della valutazione. I dati del manto nevoso invece, oltre ad avere Importanza, devono essere anche valutati in relazione alla Rappresentatività (campo "RAP") del sito ove sono stati eseguiti: ad esempio, in caso di condizioni di pericolo marcato o forte, il rilevatore eseguirà il profilo in un contesto sicuro per la sua incolumità, quindi potrebbe non avere riscontri dell'instabilità dal RB o dal profilo. In tal caso, l'osservazione dell'attività valanghiva o gli assestamenti del manto nevoso percepiti nel fare l'itinerario per raggiungere il CNO daranno al previsore maggiori informazioni. In questo esempio il campo RAP del test stabilità sarà non-compilato, mentre quello relativo a "Valanghe spontanee e/o valanghe provocate e/o gli assestamenti" sarà *SI*. Tutti i dati giocano un ruolo nel fattore stabilità (pro, contro o neutro) a seconda del parametro e delle variabili nivologiche: questo fattore viene indicato nel campo "Stabilità" con le tre possibilità, P (pro), C (contro), N (neutro). In talune situazioni possono mancare alcuni dati nivo-meteorologici, possono non essere stati eseguiti i profili o i test di stabilità e, in caso di precipitazioni nevose intense, possono non esserci le osservazioni relative all'attività valanghiva per mancanza di visibilità: tutte queste evenienze devono essere riportate nel campo "No Data". La sezione *Previsione* si suddivide principalmente in due parti: la previsione meteo e la consequenziale previsione sulle condizioni di stabilità del manto nevoso, riassunte sulla previsione delle possibili valanghe e del tipo di sovraccarico necessario per provocare il distacco di masse nevose. La *Previsione* si distingue inoltre in tre momenti: il pomeriggio del giorno di emissione del Bollettino Neve e Valanghe il cui grado di pericolo valanghe deve contenere le eventuali variazioni; il giorno successivo al giorno di emissione e, infine, la previsione per il terzo e quarto giorno, i cui effetti sono riuniti nella tendenza per i giorni successivi. I campi note per ogni parametro e lo spazio per le eventuali osservazioni lasciano margine al previsore per annotare eventuali riflessioni sulle decisioni prese.

6.4 Check-list delle osservazioni e previsioni per la definizione del grado di pericolo valanghe

CHECK LIST BOLLETTINO VALANGHE

DATA:		SETTORE:		Gradi Pericolo Valanghe:					
SITUAZIONE		Dati	IMP (Si/null)	RAP (Si/null)	Stabilità (P/C/N)	No data	note		
osservazioni nivo-meteorologiche	HS 2000 (cm)	2500							
	HN 2000 (cm)	2500							
	ΣHN *	2000							
		2500							
	quota neve (m slm)								
	pioggia su MN (Si/No)								
	VV (m/s)								
	DV								
	ore di attività eolica								
	effetti su MN (Si/No)								
tipo di lastroni prevalenti									
Zero Termico (m slm)									
Copertura nuvolosa (S/NS)**									
Manto nevoso	Profilo/i:	<input type="checkbox"/> bc <input type="checkbox"/> mc <input type="checkbox"/> dmc <input type="checkbox"/> dc							
	Test stabilità	<input type="checkbox"/> Rutschblock <input type="checkbox"/> ECT <input type="checkbox"/> ECT <input type="checkbox"/> ST <input type="checkbox"/> J							
	Gradiente termico	<input type="checkbox"/> basso <input type="checkbox"/> medio <input type="checkbox"/> alto							
	Temperatura strati sup.	<input type="checkbox"/> 0<T<-5 °C <input type="checkbox"/> -8<T<-15 °C <input type="checkbox"/> T<-16 °C							
Valanghe	Valanghe spontanee	<input type="checkbox"/> piccole <input type="checkbox"/> medie <input type="checkbox"/> molte medie <input type="checkbox"/> singole grandi <input type="checkbox"/> molte grandi							
	Valanghe provocate	<input type="checkbox"/> debole sovrac. <input type="checkbox"/> forte sovrac.							
	Assestamenti manto nevoso	<input type="checkbox"/> si, diffusi <input type="checkbox"/> si, localizzati <input type="checkbox"/> no							
	bocche di balena	<input type="checkbox"/> si, diffusi <input type="checkbox"/> si, localizzati <input type="checkbox"/> no							
	PREVISIONE	pomeriggio	IMP (Si/null)	RAP (Si/null)	Stabilità (P/C/N)	No data	note		
Previsione meteo	Precipitazioni	<input type="checkbox"/> assenti <input type="checkbox"/> previste							
	quantitativi fino alle ore 6 mattino succ.	<input type="checkbox"/> deboli <input type="checkbox"/> moderate <input type="checkbox"/> forti							
	quota neve	<input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> moderato <input type="checkbox"/> forte -molto forte							
	vento	<input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> moderato <input type="checkbox"/> forte -molto forte							
Previsione meteo	azione vento prevista su MN	<input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> marcata							
	Zero Termico								
prev.valanghe	Valanghe spontanee	<input type="checkbox"/> piccole <input type="checkbox"/> medie <input type="checkbox"/> molte medie <input type="checkbox"/> singole grandi <input type="checkbox"/> molte grandi							
	Valanghe provocate	<input type="checkbox"/> debole sovrac. <input type="checkbox"/> forte sovrac.							

CHECK LIST BOLLETTINO VALANGHE

PREVISIONE		per il _____	IMP (Si/null)	RAP (Si/null)	Stabilità (P/C/N)	No data	note
prev. meteo	Precipitazioni	<input type="checkbox"/> assenti <input type="checkbox"/> previste					
	quantitativi fino alle ore 6 mattino succ. quota neve	<input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> moderato <input type="checkbox"/> forte					
	vento	<input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> moderato <input type="checkbox"/> forte - molto forte					
	azione vento prevista su MN	<input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> marcata					
	Zero Termico						
prev. valanghe	Valanghe spontanee	<input type="checkbox"/> piccole <input type="checkbox"/> medie <input type="checkbox"/> molte medie <input type="checkbox"/> singole grandi <input type="checkbox"/> molte grandi					
	Valanghe provocate	<input type="checkbox"/> debole sovrac. <input type="checkbox"/> forte sovrac.					
PREVISIONE		dal _____ al _____	IMP (Si/null)	RAP (Si/null)	Stabilità (P/C/N)	No data	note
prev. meteo	Precipitazioni	<input type="checkbox"/> assenti <input type="checkbox"/> previste					
	quantitativi fino alle ore 6 mattino succ. quota neve	<input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> moderato <input type="checkbox"/> forte					
	vento	<input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> moderato <input type="checkbox"/> forte - molto forte					
	azione vento prevista su MN	<input type="checkbox"/> assente <input type="checkbox"/> debole <input type="checkbox"/> marcata					
	Zero Termico						
prev. valanghe	Valanghe spontanee	<input type="checkbox"/> piccole <input type="checkbox"/> medie <input type="checkbox"/> molte medie <input type="checkbox"/> singole grandi <input type="checkbox"/> molte grandi					
	Valanghe provocate	<input type="checkbox"/> debole sovrac. <input type="checkbox"/> forte sovrac.					

Eventuali osservazioni aggiuntive:

Nome Previsore/i:

firme:

7 Dai dati e dalle osservazioni al grado di pericolo nel Bollettino Neve e Valanghe

Ancor oggi per la valutazione del grado di pericolo valanghe, funzionale alla redazione del Bollettino Neve e Valanghe, è utilizzato il Metodo detto Convenzionale. Si tratta di un metodo di sintesi che consente di ottenere un'approssimazione del grado di stabilità del manto nevoso e la sua funzione inversa, il pericolo di valanghe (www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/neve/metodologia). Successivamente all'analisi dei dati, trattata nel capitolo precedente, il Bollettino Neve e Valanghe viene sviluppato attraverso una metodologia interattiva “nel senso che la previsione è riveduta di volta in volta sulla base di dati effettivamente osservati” [8]. L'Istituto Federale Svizzero per lo Studio della Neve e delle Valanghe di Davos (CH), da molti anni sta sviluppando un modello di evoluzione del manto nevoso, *Snowpack*, ottimo strumento per derivare informazioni relative alla stabilità del manto nevoso. Tuttavia, pur considerando gli effetti del trasporto da vento e le conseguenziali variazioni sulla stabilità alle diverse esposizioni, si limita a un dato puntuale, difficile da spazializzare a livello di pendio e, ancor più, a livello di settore alla cui scala si deve esprimere il grado di pericolo. L'esperienza del previsore ad applicare la logica induttiva rimane la base della redazione del Bollettino Neve e Valanghe: la componente soggettiva sulla valutazione delle singole situazioni e sull'applicazione della scala di pericolo in situazioni analoghe è intrinseca in ogni Bollettino Neve e Valanghe.

7.1 Rappresentatività del dato ottenuto e spazialità

Il manto nevoso è un “oggetto” di assai difficile studio a causa della sua elevata variabilità, spaziale e temporale, e della pressoché completa impossibilità di effettuare analisi non distruttive: una volta eseguito il profilo e/o i test di stabilità, il manto nevoso in quel punto risulta altamente disturbato e successivamente avrà caratteristiche totalmente diverse, non più riconducibili al manto preesistente. Inoltre il dato derivante dall'analisi del manto nevoso attraverso la stratigrafia, la prova penetrometrica e il test di stabilità è un valore puntuale di una matrice che varia in modo continuo nello spazio. Come dimostrato dalle ricerche sulla variabilità della stabilità condotte in Svizzera e in Nord-America [16, 26], l'elevata variabilità spaziale delle proprietà del manto nevoso determina un'altrettanta variabilità nelle caratteristiche della stabilità. E' risaputo che i risultati ottenuti da un'analisi stra-

tigrafica, o dai test di stabilità, possono restituire valori completamente opposti già a distanza di pochi metri all'interno dello stesso pendio. Interpretare i dati raccolti in campo tramite analisi puntuali del manto nevoso con l'intento di definire un grado di pericolosità oggettivo, valido per un'area la cui estensione non deve essere inferiore ai 100 km² per i Bollettini Neve e Valanghe a scala regionale, è un processo che deve necessariamente prendere in considerazione i fattori che determinano la variazione spaziale delle caratteristiche della stabilità della neve. La conoscenza della variabilità della stabilità del manto a scala regionale, è uno degli obiettivi per la valutazione del pericolo valanghe. Di fondamentale importanza risulta quindi la contestualizzazione del dato. I risultati di analisi eseguite con metodologie standard sono senza dubbio dati oggettivi, mentre la scelta del luogo dove eseguire le misurazioni può essere legata ad un fattore soggettivo e, di conseguenza, è necessario giustificarne la scelta. In effetti è abbastanza complicato riuscire a definire secondo schemi un processo che viene fatto mentalmente in modo quasi automatico. Tuttavia può risultare utile conoscere quanto meno le motivazioni che hanno spinto il rilevatore ad effettuare le analisi nel punto stabilito: rappresentatività dell'innevamento, ricerca delle situazioni più critiche, mancanza di ulteriori localizzazioni sicure in relazione alla sensazione di pericolosità, e così via. Il profilo del manto potrebbe essere eseguito in qualsiasi punto, sicuro/non sicuro, lastrone, zona erosa/accumulo, in quota/in pendio/in piano, l'importante è riuscire ad individuare quali possano essere i fattori che fanno variare le caratteristiche del manto nevoso e, soprattutto, come le fanno variare a partire dal punto di analisi fino a tutto il contesto del settore. Il profilo può essere visto come uno strumento con cui validare o confutare le ipotesi di pericolosità formulate salendo lungo il percorso o nei giorni precedenti l'analisi dei dati. In relazione al percorso effettuato per raggiungere il luogo di campionamento, il rilevatore è in grado di quantificare e descrivere la distribuzione delle condizioni di "stabilità" principali che caratterizzano l'area percorsa. Il profilo completo può essere eseguito nel luogo ritenuto rappresentativo di una delle situazioni principali riscontrate durante il percorso, mentre in una o più delle altre situazioni si possono eseguire test di stabilità speditivi, quali ECT o stratigrafiche semplificate. Questa metodologia permette di comprendere il tipo e l'entità dei fattori che influiscono principalmente sulla variabilità della stabilità del manto nevoso (quota, esposizione, pendenza, distanza dalle creste, morfologia, substrato ...), al fine di poter meglio definire il grado di pericolo valanghe, esemplificazione delle "situazioni principali" che caratterizzano l'area analizzata.

7.2 Matrice Bavarese

I servizi valanghe europei da molti anni sono impegnati nell'individuare uno strumento di lavoro che aiuti il previsore nell'applicazione coerente della scala di pericolo valanghe, ovvero nell'utilizzo dello stesso grado di pericolo nelle medesime condizioni di livello di consolidamento del manto nevoso e diffusione di pendii critici. Nei primi anni 2000 gli uffici competenti in materia di previsione valanghe di Francia, Svizzera e Baviera, nell'ambito delle attività dell'EAWS - European

Bavarian Matrix (auxiliary matrix for preparing the avalanche bulletin)									
Probability of avalanche release									
	generally only with high additional loads	particularly with high additional loads (possibly also with low additional loads)	already with low additional loads possible	with low additional loads probable	OR	spontaneous release of small-sized avalanches possible	spontaneous release of medium-sized, in some cases large-sized avalanches possible	spontaneous release of many medium-sized, in several cases large-sized avalanches probable	spontaneous release of numerous large-sized, often large-sized avalanches probable
single hazard sites (specificable in the AR*)	1	2	2	2		1	2		
hazard sites on some steep slopes (specificable in the AR*)	2	2	3	3		2	3	3	
hazard sites on many/most steep slopes (specificable in the AR*)	2	2	3	4		2	3	4	4
hazard sites on many/most steep slopes (not definable in the AR*)	2	3	4	4		3	4	4	5
hazard sites also in moderately steep slopes				5			4	5	5

Effective 2011-09-01

AR= avalanche report

* specificable with respect to altitude, exposition and/or relief

** The hazard sites are too numerous or too diffusely distributed to be specificable with respect to altitude, exposition and/or relief.

Figura 7.1: Matrice Bavarese - tratta da www.avalanches.org

Avalanche Warning Services -, proposero delle matrici che prendevano in considerazione il sovraccarico necessario al distacco provocato, la probabilità dell'evento, la distribuzione dei pendii critici, la densità dei distacchi spontanei, e descrivevano in modo univoco i gradi di pericolo riportati nella scala europea. Dopo alcuni anni di test, nel 2005, l'EAWS concordò di concentrare gli studi sulla Matrice Bavarese (fig. 7.1), per giungere alla versione oggi utilizzata, seppur non ancora nella versione definitiva. Essa risulta essere un ottimo aiuto nella fase di definizione del grado di pericolo e conseguentemente nella descrizione corretta delle situazioni tipo, con tangibile riduzione della componente soggettiva ed emotiva nell'emissione del grado stesso. La matrice si divide di due parti: la prima riguardante l'attività valanghiva spontanea, la seconda i distacchi provocati. Le intestazioni di colonna riportano il livello di sovraccarico in relazione al modo - solo/particolarmente - e al grado di eventualità che il distacco accada - possibili/probabili - per le valanghe provocate, le dimensioni delle valanghe, in relazione al numero ed alla distinzione tra possibilità e probabilità per le valanghe spontanee. Le intestazioni di riga distinguono la diffusione del fenomeno: da pochissimi luoghi pericolosi, a luoghi pericolosi sulla maggior parte dei pendii ripidi e su pendii moderatamente ripidi. A ben vedere la matrice non è nient'altro che l'esplicitazione delle definizioni della scala di pericolo la cui applicazione non prevede possibilità di omissioni. Per fare alcuni esempi:

- il grado *1-debole*, dove sono ben definiti sovraccarico e diffusione per i distacchi provocati, lascia sottointeso, permettendone la libera interpretazione, la diffusione dei distacchi spontanei -“sono possibili scaricamenti e piccole valanghe spontanee”. Anche il grado *2-moderato* e, in particolari situazioni il grado *3-marcato*, prevedono la possibilità di valanghe di piccole dimensioni: la distinzione quindi può essere fatta in funzione della diffusione (“pochissimi” - grado 1, “alcuni o molti” - grado 2). Leggendo solo la descrizione sussiste la possibilità che venga scelto uno dei due gradi su base soggettiva, mentre applicando la matrice non sorgono dubbi interpretativi;
- il grado *3-marcato* recita: “il distacco è possibile con debole sovraccarico soprattutto sui pendii ripidi indicati”. Tuttavia, se il debole sovraccarico è possibile su pochissimi luoghi pericolosi si rientra nella situazione descritta dal grado *2-moderato*, che riporta “il distacco è possibile soprattutto con forte sovraccarico sui pendii ripidi indicati”, quindi prevede che su pochissimi pendii siano possibili distacchi provocati con debole sovraccarico. Anche in questo caso l'uso della matrice riduce molto il rischio di abusare del grado *3-marcato* per descrivere situazioni critiche circoscritte, meglio dettagliate nel testo del Bollettino Neve e Valanghe e creare quella diffusa sensazione, da parte degli utenti, che il Bollettino Neve e Valanghe si esprima sempre in modo eccessivamente cautelativo;
- il grado *4-forte* riporta “il distacco è *probabile* già con debole sovraccarico su molti pendii ripidi”, tuttavia non esprime che il distacco sia *possibile* sulla maggior parte dei pendii ripidi, lasciando al previsore la scelta del grado in base alla sua personale visione di pericolosità in relazione alla diffusione della

criticità, rischiando in tal caso di esprimersi con un grado che sottostima la reale situazione di pericolo. Analogamente per il distacco spontaneo, la scala descrive una probabilità di distacchi - "...sono da aspettarsi ..." - senza prevedere la possibilità, qualora sia presente sulla maggior parte del territorio, permettendo anche in questo caso il rischio di una sottostima nell'espressione del grado. La matrice specifica bene queste due evenienze confortando il previsore nell'utilizzo del grado corretto.

La condivisione al livello nazionale ed europeo dell'utilizzo sistematico della Matrice Bavarese garantisce, oltre alla riduzione della componente soggettiva nella valutazione, anche una maggiore uniformità sull'espressione del grado di pericolo da parte degli uffici previsionali, riducendo i contrasti di valutazione sulle zone di confine tra regioni e stati, fornendo agli utenti un servizio di prevenzione omogeneo.

8 La validazione del grado di pericolo emesso dal Bollettino Neve e Valanghe

Il passo finale di una catena di produzione deve necessariamente prendere in considerazione la verifica dei prodotti ottenuti. Nel caso specifico di un servizio di previsione, regionale o locale, questo processo si traduce nella valutazione dell'affidabilità del Bollettino Neve e Valanghe emesso. Verificare la previsione del pericolo valanghe significa stabilire se il grado emesso sintetizza correttamente le informazioni disponibili sulla distribuzione della stabilità del manto nevoso e, in ultima analisi, la possibilità che le zone di instabilità determinino distacchi di masse nevose. Riuscire a cogliere gli errori della previsione del grado di pericolo è un passo importante per migliorare le previsioni successive. La verifica del grado emesso diventa così il punto di partenza per l'analisi del nuovo Bollettino Neve e Valanghe. I primi metodi di verifica proposti alla fine degli anni '80 [32, 23] si basavano sull'indice di attività valanghiva osservata.

Seppur risultato importante come primo *feedback* del grado emesso rilevare i distacchi spontanei di masse nevose e la loro dimensione, diffusione e tipologia (indici indiscutibili della presenza e della distribuzione di instabilità), l'esperienza sviluppata dai servizi di previsione dimostra che sono frequenti le situazioni in cui esiste un marcato pericolo di valanghe senza l'evidenza di attività valanghiva spontanea, la quale può risultare molto ridotta o addirittura assente [17]. Ne deriva che l'indice di attività valanghiva spontanea, importante indicatore per i gradi maggiori della scala (4-forte e 5-molte forte), non è sufficiente per validare i gradi bassi (1-debole e 2-moderato) e, soprattutto, il grado 3-marcato, grado già elevato per le attività di fuori pista s.l., che in molte situazioni nivo-meteorologiche non è evidenziato da attività valanghiva spontanea. I servizi valanghe europei, nell'ambito dell'attività proposte dall'EAWS, si sono adoperati per trovare una metodologia per la validazione del grado di pericolo valanghe emesso nei Bollettini Neve e Valanghe. In Italia, il primo servizio ad occuparsene fu il centro sperimentale valanghe di Arabba (BL) nella stagione invernale 1993-94 [55] che propose un metodo, poi ulteriormente sviluppato dal Centro Nivo-Meteorologico di Bormio (SO) con la collaborazione del gruppo previsori AINEVA, di cui fanno parte tutti gli uffici di previsione dell'arco alpino italiano afferenti all'associazione. Tale metodo giunse alla sua versione definitiva alla fine degli anni '90 [41] ed è tutt'oggi applicato nella maggior parte degli uffici di previsione delle Regioni e Province autonome appartenenti all'AINOVA.

8.1 Metodo AINEVA per la verifica del grado emesso nel Bollettino Neve e Valanghe

Il metodo di verifica AINEVA prevede la raccolta di dati di terreno, prova penetrometrica, RB e l'osservazione di attività valanghiva spontanea e/o programmata senza prescindere delle attività dei rilevatori. Per ogni processo è previsto un diagramma di flusso, il cui risultato finale diventa dato di input di una matrice a quattro blocchi. Il risultato finale sarà il grado più volte ottenuto come risultato di output dei singoli diagrammi di flusso (fig. 8.1).



Figura 8.1: Metodo AINEVA di verifica del Bollettino Neve e Valanghe. (Fonte: AINEVA).

Il dato più importante, perché oggettivo e quantificato, è il risultato della prova penetrometrica (fig. 8.2), il quale tuttavia deve trovare conferma in almeno un'altra prova. Fatta eccezione per il grado *5-molto forte*, che descrive situazioni di elevata criticità in cui l'attività valanghiva spontanea è senza dubbio presente, evidente e frequente con conseguenze sui contesti antropizzati - viabilità e abitati -, la verifica del Bollettino Neve e Valanghe valanghe richiede sempre l'esecuzione dell'attività dei rilevatori (fig. 8.3), che consiste nell'eseguire dei tracciati scialpinistici fuori traccia, percorrendo il più possibile il manto nevoso inalterato, in modo da poterne percepire gli eventuali assestamenti. Questo passaggio è fondamentale perché dà garanzia di applicabilità al modello anche se il test del blocco non viene eseguito; ad esempio, in caso di assenza di condizioni sicure per raggiungere un pendio a 30° ove eseguire il RB e in caso di non osservabilità di attività valanghiva spontanea. Altro presupposto fondamentale, per la corretta applicazione del metodo, è l'oculata scelta dell'itinerario e quindi dei pendii che i rilevatori devono scegliere di attraversare, in relazione al grado di pericolo valanghe da validare.

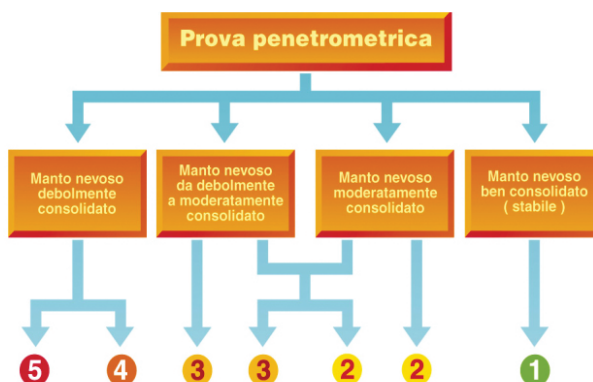


Figura 8.2: Diagramma di flusso per la prova penetrometrica. (Fonte: AINEVA)

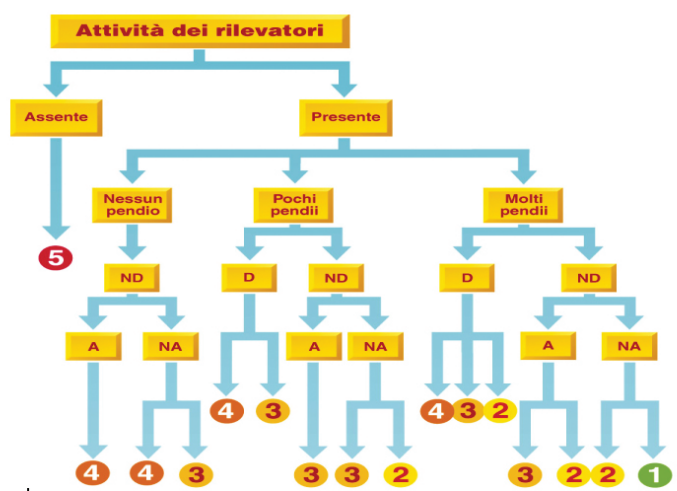


Figura 8.3: Diagramma di flusso per l'attività dei rilevatori. (Fonte: AINEVA).

I pendii indicati nel diagramma di flusso dell' "attività dei rilevatori" (fig. 8.3) presentano inclinazione di circa 30°; con il termine "pochi" si intende una percentuale inferiore al 25-30%, ovvero se vengono attraversati solo "pochi pendii" significa che per 2/3 il percorso scelto è in piano, ovvero in prossimità di pendii a inclinazione minore dei 26°-30°. Altro concetto da tener presente è che per "pendii ripidi attraversati" non si intendono solo quelli effettivamente percorsi, ma anche quelli a cui si espone lungo il percorso. La corretta scelta della quantità di pendii ripidi da attraversare risulta essere il punto di partenza fondamentale per la buona riuscita del metodo: se il Bollettino Neve e Valanghe indica grado *2-moderato* e i rilevatori optano per un percorso con nessun pendio critico, il test non darà risultati utilizzabili. Il passo successivo è segnalare se durante il percorso sono stati provocati dei distacchi [D: distacchi, ND: Nessun Distacco], oppure se sono stati percepiti degli assestamenti (*whoom*) [A: Assestamenti, NA: Nessun Assestamento]. Da osservare che, in caso di gradi elevati della scala in cui si opti per non attraversare pendii ripidi, il flusso non prevede il distacco perché questo può avvenire solo da pendii con inclinazioni di 26-30°, esclusi in partenza.

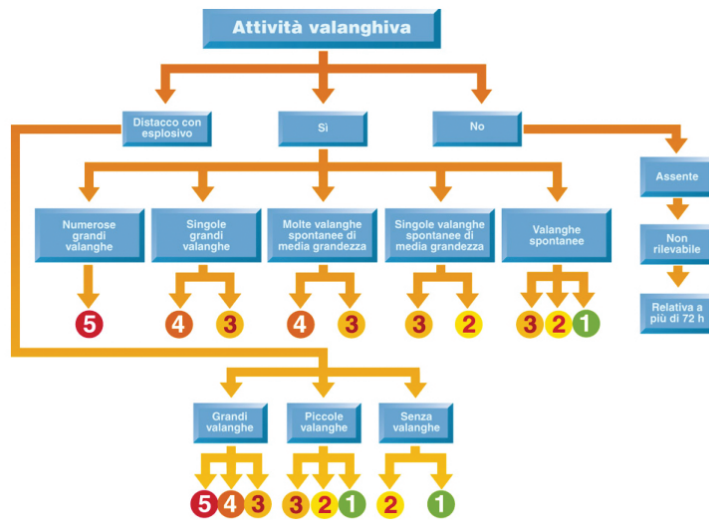


Figura 8.4: Diagramma di flusso per l'attività valanghiva osservata. (Fonte: AINEVA).

L'attività valanghiva osservata durante l'escursione rientra nel diagramma di flusso specifico (fig. 8.4) e, nel caso si verifichi un distacco provocato da altri sciatori, in zona prossima all'itinerario scelto, non deve essere considerata in questo contesto perché al di fuori del processo di applicazione del metodo: non si è a conoscenza di quanti pendii ripidi tali sciatori abbiamo percorso (molti o pochi). Il diagramma di flusso dell'attività valanghiva osservata e programmata (distacco con esplosivo)

ricalca le definizioni dettate dalla scala di pericolo valanghe europea, senza applicare il distinguo tra dimensioni e frequenza adottato nella Matrice Bavarese, per altro in fase di studio negli stessi anni in cui il metodo veniva affinato in Italia. Si lascia quindi al rilevatore/previsore la scelta tra i gradi: 4 e 3 nel caso di singole grandi valanghe e molte valanghe spontanee di media grandezza; 3 e 2 con singole valanghe spontanee di media grandezza; 3, 2, 1 nel caso in cui non si riesca a quantificare con esattezza il numero delle valanghe spontanee osservate in relazione alle dimensioni. La poca precisione per i gradi bassi si giustifica in quanto questa parte del metodo svolge la sua funzione in situazioni di grado di pericolo elevato, ovvero quando l'uscita sul terreno dei rilevatori é sconsigliata (grado 5) o condotta in modo prudente (gradi 4 e 3). In tutti gli altri casi il test del blocco e l'attività dei rilevatori andranno a integrare il risultato ottenuto dall'osservazione dell'attività valanghiva a supporto del risultato della penetrometrica.



Figura 8.5: Diagramma di flusso per il test del blocco di slittamento. (Fonte: AINEVA)

Il flusso del blocco di slittamento - RB - (fig. 8.5) si basa sui risultati noti e riportati in letteratura [16] tenendo altresì conto dello spessore del blocco staccatosi (>< 10 cm) e la rappresentatività del sito ove effettuato. Anche in questo processo sussiste la possibilità di non eseguire il test, eventualità sopperita da altre prove (attività rilevatori e/o osservazione attività valanghiva spontanea). Se non si ottiene il distacco del blocco si assegna il grado più basso della scala di pericolo, ovvero non lo si considera se il punto ove eseguito viene ritenuto non rappresentativo. Il diagramma della prova penetrometrica (fig. 8.2) correla il livello del consolidamento con il grado di pericolo, in analogia ai presupposti base della scala europea. Il punto

fondamentale è interpretare correttamente il profilo per classificarlo, processo non scevro da soggettività per la grande variabilità intrinseca nella natura del manto nevoso.

Classificazione dei profili penetrometrici AINEVA						
Tipo di profilo	spessore della neve					
	30 cm	60 cm	90 cm	120 cm	150 cm	180 cm
1	bc	bc	bc	bc	bc	bc
2	mc	mc	mc	mc	bc	bc
3	bc	bc	bc	bc	mc	mc
4	dmc	dmc	dmc	mc	mc	mc
5	bc	bc	mc	mc	dmc	dmc
6	mc	mc	mc	dmc	dmc	dmc
7	bc	bc	mc	mc	dmc	dmc
8	bc	mc	mc	dmc	dmc	dmc
9	mc	dmc	dmc	dmc	dmc	dmc
10	dmc	dmc	dmc	dmc	mc	mc
11	mc	dmc	dc	dmc	mc	mc
12	bc	mc	dmc	dmc	dc	dc
13	mc	dmc	dc	dmc	dmc	mc
14	dmc	dc	dc	dc	dc	dc
15	mc	dmc	dc	dc	dc	dc
16	dmc	dmc	dc	dc	dc	dmc

bc
ben consolidato

mc
moderatamente consolidato

dmc
da moderatamente a debolmente consolidato

dc
debolmente consolidato

Figura 8.6: Classificazione dei profili penetrometrici. (Fonte: AINEVA).

Ogni profilo presenta delle caratteristiche peculiari sue proprie e solo dall'analisi complessiva può derivare la corretta classificazione. A supporto sono stati analizzati i profili eseguiti da tutti gli uffici di previsione nei primi 15 anni di attività dell'AINEVA con la definizione di una dettagliata matrice che mette in relazione il tipo di profilo con lo spessore complessivo da cui è scaturito il profilo stesso: è l'intersezione dei due fattori che definisce il livello del consolidamento (fig. 8.6). 16 classi di profili, 6 range di spessori definiscono 96 possibili tipologie di manto

nevoso e meglio inquadrano i livelli di consolidamento. A titolo di esempio, il profilo 7 può essere considerato: da *moderatamente* a *debolmente consolidato* con spessori complessivi superiori ai 150 cm, quindi con almeno 50 cm di neve a debole coesione sopra un manto nevoso per 2/3 idrostatico, oppure da *moderatamente consolidato* fino a *ben consolidato* per spessori della parte a debole coesione inferiori a 30-50 cm con altezza di manto nevoso complessiva inferiore ai 90-150 cm. Classificato il profilo e definito il livello di consolidamento si ottiene il grado di pericolo da mettere nel riquadro relativo della matrice riassuntiva. A questo punto, quest'ultimo troverà conferme dai gradi ottenuti nei precedenti diagrammi di flusso (fig. 8.1): il grado definitivo coinciderà con quello relativo alla prova penetrometrica qualora confermato da almeno uno degli altri 3. Nel caso di mancata conferma, la scelta del grado definitivo ricadrà sul grado più rappresentato, segno che il sito scelto per il sondaggio non era rappresentativo delle generali condizioni di pericolo valanghe dell'area indagata [18, 8].

Bibliografia

- [1] H. Bader and B. Salm. On the mechanics of snow slab release. *Cold Regions Science and Technology*, 17:287–299, 1990.
- [2] H. Bader and B. Salm. On the mechanics of snow slab release. *Cold Regions Science and Technology*, 17:287–299, 1990.
- [3] S. Bellaire, B. Jamieson, and J. Schweizer. When to dig? thoughts on estimating slope stability. In *ISSW 2010: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, Lake Tahoe, California, USA, 2010.
- [4] K. Birkeland and R. Johnson. The stuffblock snow stability test: Comparability with the rutschblock, usefulness in different snow climates, and repeatability between observers. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 30:115–123, 1999.
- [5] K. Birkeland and R. Simenhois. The extended column test: test effectiveness, spatial variability, and comparison with the propagation saw test. In *ISSW 2008: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 401–407, Whistler, B.C., Canada, 2008.
- [6] A. Cagnati. *La valutazione della stabilità del manto nevoso. Guida pratica per gli sci alpinisti ed escursionisti*. 1999.
- [7] A. Cagnati. Strumenti di misura e metodi di osservazione nivometeorologici: Manuale per i rilevatori dei servizi di previsione valanghe. Technical report, Associazione Interregionale Neve e Valanghe - AINEVA, 2003.
- [8] A. Cagnati, M. Valt, G. Soratroi, J. Gavaldá, and C. Sellès. A field method for avalanche danger-level verification. *Ann. Glaciol.*, 26:343–346, 1998.
- [9] A. Carpinteri. *Meccanica dei materiali e della frattura*. Pitagora Edizioni, 1992.
- [10] B. Chiaia, P. Cornetti, and B. Frigo. Triggering of dry snow slab avalanches: stress versus fracture mechanical approach. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 53:170–178, 2008.
- [11] B. Chiaia and B. Frigo. A scale-invariant model for snow slab avalanches. *Journal of Statistical Mechanics: Theory and Experiment*, 2009(2), 2009.
- [12] I. Chiambretti. Field observation methods in italy: Ect vs rb stability tests. first results. September 2011.

- [13] H. Conway and J. Abrahamson. Snow stability index. *J. Glaciol.*, 30(106):321–327, 1984.
- [14] H. Conway and J. Abrahamson. Snow-slope stability - a probabilistic approach. *J. Glaciol.*, 34:No 117, 1988.
- [15] A. I. N. e Valanghe. Modello 2-3 aineva. Trento, IT, 2011. Quaderno di campo.
- [16] P. Föhn. *Avalanche Formation, Movement and Effects*, volume 162, chapter The rutschblock as a practical tool for slope stability evaluation, pages 195–211. IAHS-AISH, 1987.
- [17] P. Föhn and J. Schweizer. Verification of avalanche danger with respect to avalanche forecasting. In *Les apports de la recherche scientifique à la sécurité neige, glace et avalanche*, pages 151–156, Grenoble, France, 1995.
- [18] C. Franzolin, E. Rettore, G. Tognoni, and P. Tosi. Validazione dell'indice di pericolo valanghe: analisi dei dati di meteo-trentino. *Neve e Valanghe*, 72:4–9, 2011.
- [19] D. Gauthier and B. Jamieson. Understanding the propagation of fractures and failures leading to dangerous and destructive snow avalanches: recent developments. In *Annual Conference of the Canadian Society for Civil Engineering, 1st Conference on Disaster Mitigation*, Calgary, AB, Canada, 2006.
- [20] D. Gauthier and B. Jamieson. Evaluating a prototype field test for fracture and failure propagation in weak snowpack layers. *Cold Regions Science and Technology*, 51(2-3):87–97, 2008.
- [21] D. Gauthier and B. Jamieson. Fracture propagation propensity in relation to snow slab avalanche release: Validating the propagation saw test. *Geophysical Research Letters*, 35, 2008.
- [22] D. Gauthier, C. Ross, and B. Jamieson. Validation of the propagation saw test near whumpfs and avalanches. In *ISSW 2008: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 408–414, Whistler, B.C., Canada, 2008.
- [23] G. Giraud, J. Lafeuille, and E. Phauth. *Avalanche Formation, Movement and Effects*, volume 162, chapter Evaluation de la qualité de la prévision du risque d'avalanche, pages 583–591. IAHS-AISH, 1987.
- [24] E. Greene, D. Atkins, K. Birkeland, K. Elder, C. Landry, B. Lazar, I. McCammon, M. Moore, D. Sharaf, C. Sternenz, B. Tremper, and K. Williams. *Snow, Weather and Avalanches: Observation Guidelines for Avalanche Programs in the United States*. American Avalanche Association, 2010.
- [25] J. Hendrikx and K. Birkeland. Slope scale spatial variability across time and space: comparison of results from two different snow climates. In *ISSW 2008: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 155–162, Whistler, B.C., Canada, 2008.

- [26] B. Jamieson and C. Johnston. Experience with rutschblock. *Avalanche Review*, 11(2):1, 4–5, 1992.
- [27] B. Jamieson and J. Schweizer. Using a checklist to assess manual snow profiles (yellow flags). *Avalanche News*, pages 62–71, 2005.
- [28] J. Jamieson and C. Johnston. Experience with rutschblocks. In *ISSW 1992: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 150–159, Breckenridge, Colorado, USA, 1992.
- [29] J. Jamieson and C. Johnston. Rutschblock precision, technique variations and limitations. *J. Glaciol.*, 39:666–674, 1993.
- [30] R. Johnson and K. Birkeland. Effectively using and interpreting stability tests. In *ISSW 1998: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 562–565, Sunriver, Oregon, USA, 1998.
- [31] R. Johnson and K. Birkeland. Integrating shear quality into stability test results. In *ISSW 2002: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 508–513, Penticton, BC, Canada, 2002.
- [32] A. Judson and R. King. An index of regional snow-pack stability based on natural slab avalanches. *J. Glaciol.*, 31(108):67–73, 1985.
- [33] I. McCammon and J. Schweizer. A field method for identifying structural weaknesses in the snowpack. In *ISSW 2002: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 477–481, Penticton, BC, Canada, 2002.
- [34] I. McCammon and D. Sharaf. Integrating strength, energy and structure into stability decisions. *Avalanche Rev.*, 23(3):18–19, 2005.
- [35] D. McClung. Shear fracture precipitated by strain softening as a mechanism of dry slab avalanche release. *J. Geophys. Res.*, 84(B7):3519–3526, 1979.
- [36] D. McClung. Fracture mechanical model of dry slab avalanche release. *J. Geophys. Res.*, 86(B11):783–790, 1981.
- [37] D. McClung and I. for Research in Construction (Canada). *Mechanics of Snow Slab Failure from a Geotechnical Perspective*. IRC paper. National Research Council Canada, Institute for Research in Construction, 1987.
- [38] D. McClung, P. Schaerer, G. Peretti, and G. Peraldini. *Manuale delle valanghe. Formazione. Dinamica ed effetti. Prevenzione e sicurezza. Soccorso*. Zanichelli, 1996.
- [39] I. Moner, J. Gavaldà, M. Bacardit, C. Garcia, and G. Marti. Application of the field stability evaluation methods to the snow conditions of the eastern pyrenees. In *ISSW 2008: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 386–392, Whistler, B.C., Canada, 2008.

- [40] M. Moore. Rough correlations of common snowpack stability tests. In *ISSW 2006: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 428–434, Telluride, USA, 2006.
- [41] C. Pedrazzoli, M. Nemesi, A. Praolini, and F. Berbenni. Bollettino nivo-meteo e grado di pericolo valanghe: nuove proposte per la verifica della previsione del grado di pericolo delle valanghe. *Neve e Valanghe*, 36:20–29, 1999.
- [42] R. Perla and E. LaChapelle. Theory of snow slab failure. *J. Geophys. Res.*, 75:7619–7627, 1970.
- [43] C. Ross and B. Jamieson. Comparing fracture propagation tests and relating test results to snowpack characteristics. In *ISSW 2008: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 376–385, Whistler, B.C., Canada, 2008.
- [44] M. Schneebeli and J. Johnson. A constant-speed penetrometer for high-resolution snow stratigraphy. *Ann. Glaciol.*, 26:107–111, 1998.
- [45] J. Schweizer. Review of dry snow slab avalanche release. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 1999.
- [46] J. Schweizer. The rutschblock test: procedures and application in Switzerland. *Avalanche Review*, 20:14–15, 2002.
- [47] J. Schweizer, C. Fierz, and B. Jamieson. Assessing the probability of skier triggering from snow layer properties. In *ISSW 2004: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 192–198, Jackson Hole, Wyoming, USA, 2004.
- [48] J. Schweizer and J. Jamieson. A threshold sum approach to stability evaluation of manual snow profiles. *Cold Regions Science and Technology*, 47(1-2):50–59, 2007.
- [49] J. Schweizer and M. Lütshg. Measurements of human-triggered avalanches from the Swiss Alps. In *ISSW 2000: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, Big Sky, Montana, USA, 2000.
- [50] J. Schweizer and M. Lütshg. Snow profile interpretation. In *ISSW 2000: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, Big Sky, Montana, USA, 2000.
- [51] J. Schweizer, M. Schneebeli, C. Fiers, and P. Föhn. Snow mechanics and avalanche formation: field experiments on the dynamic response of snow cover. *Survey in Geophysics*, 16(5-6):621–633, 1995.
- [52] C. Sigrist. *Measurement of fracture mechanical properties of snow and application to dry snow slab avalanche release*. PhD thesis, Swiss Federal Institute of Technology, 2006.

- [53] C. Sigrist and J. Schweizer. Critical energy release rates of weak snowpack layers determined in field experiments. *Geophysical Research Letters*, 34, 2007.
- [54] R. Simenhois and K. Birkeland. The extended column test: a field test for fracture initiation and propagation. In *ISSW 2006: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 79–85, Telluride, Colorado, USA, 2006.
- [55] G. Soratroi. La verifica del grado di pericolo di valanghe: proposta di una nuova metodologia operativa. *Neve e Valanghe*, 29:18–27, 1996.
- [56] K. Stewart and B. Jamieson. Spatial variability of slab stability in avalanche start zones. In *ISSW 2002: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 544–548, Penticton, Canada, 2002.
- [57] A. van Herwijnen and B. Jamieson. An update on fracture character in stability tests. 66:26–28, 2003.
- [58] A. van Herwijnen and B. Jamieson. Fracture character in compression tests. In *ISSW 2004: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, Jackson Hole, Wyoming, USA, 2004.
- [59] A. van Herwijnen and B. Jamieson. More results on fracture characterization in compression tests. *Avalanche News*, 68:38–41, 2004.
- [60] J. van Herwijnen, A.F.G. and Jamieson. Interpreting fracture character in stability tests. In *ISSW 2002: Proceedings of the International Snow Science Workshop*, pages 514–520, Penticton, Canada, 2002.
- [61] K. Winkler and J. Schweizer. Comparison of snow stability tests: extended column test, rutschblock test and compression test. *Cold Reg. Sci. Technol.*, 59(2-3):217–226, 2009.

