

# VALANGHE da SLITTAMENTO AFFRONTARE le BOCCHE di BALENA?

**Christoph Mitterer**

Servizio di Previsione  
Valanghe del Tirolo  
Innsbruck

**Jürg Schweizer**

Direttore del WSL Istituto per lo studio  
della neve e delle valanghe SLF  
Davos

## **GLIDE-SNOW AVALANCHES: ATTACK OF THE GLIDE-SNOW CRACKS?**

*The winter seasons 2008-2009, 2011-2012, 2017-2018 e 2018-2019 proofed particularly that glide-snow avalanches are still notoriously difficult to predict. Often, glide-snow cracks are precursor signals for glide-snow avalanches, but not every glide-snow crack necessarily evolves to an avalanche. In addition, the timing between glide-snow crack opening and the glide-snow avalanche release may vary from only a few minutes to several weeks. Conditions favouring glide-snow avalanche activity are commonly known. The most prominent prerequisite for glide-snow avalanche activity is a wet snow layer at the interface between soil and snowpack. Based on these different formation processes we can classify glide-snow avalanches into cold or warm-temperature events.*

*Our observations and measurements at our test site Dorfberg show that water may be produced at the interface atmosphere - snow and snowpack - soil. Conditions that produced water at the interface atmosphere - snow prevail mostly for a short span of time and depend on weather conditions: Enhanced melting or rain-on-snow events produce water which penetrates through the entire snowpack increasing glide-snow avalanche danger. Glide-snow avalanche danger will decrease as soon as weather conditions change, e.g. with spells of cold air.*

*Other processes, though, do not rely on meteorological conditions. For these cases, the processes driving the water production occur at the interface between soil and snow (heat exchange, capillary forces directed towards the snowpack). Once this wet basal snow layer is developed, it may remain active throughout weeks.*

*In summary, glide-snow avalanches based on warm-temperature events may be predicted on the conditions prevailing during melt and/or rain-on-snow events followed by a progressive penetration of water through the snowpack. This is not the case for glide-snow avalanches during cold-temperature events. Here, the only option for better predicting this type of avalanches is to survey the velocity of glide-snow crack opening.*

Gli inverni del 2008-2009, 2011-2012, 2017-2018 e 2018-2019 hanno mostrato, come le valanghe da slittamento sono tra quelle più difficili da prevedere. Spesso una valanga da slittamento viene preannunciata da una bocca di balena, ma non ogni bocca di balena si traduce in una valanga. Il tempo che trascorre tra l'apertura di una bocca di balena e il distacco di una valanga può essere di solo pochi minuti, ma può protrarsi anche per diverse settimane. Le condizioni che possono favorire il distacco di una valanga da slittamento sono note. La più importante è rappresentato da uno strato lubrificante tra suolo e manto nevoso. A seconda di come si forma l'acqua presente in questo strato si parla di valanghe da slittamento calde o fredde. Le nostre osservazioni e misurazioni effettuate al Dorfberg mostrano, che la produzione di acqua può avvenire all'interfaccia atmosfera-manto nevoso. Le condizioni perché questo si verifichi si creano in un breve lasso di tempo: caldo o pioggia portano alla formazione di acqua, che penetrerà all'interno del manto, facendo aumentare il pericolo di valanghe da slittamento. Il pericolo torna a diminuire quando cambiano le condizioni di partenza, ovvero quando cambia il tempo, per esempio con il sopraggiungere di un marcato calo delle temperature.

Altri processi però non dipendono primariamente da condizioni meteo esterne. In questi casi i processi fondamentali avvengono tra l'interfaccia suolo manto nevoso (scambio di calore, risalita capillare dell'acqua dal suolo). Una volta che si è creato questo strato umido tra suolo e manto nevoso, è probabile che lo strato basale del manto rimanga umido anche per le settimane a seguire.

In sostanza le valanghe da slittamento calde possono essere previste in base a condizioni primaverili, pioggia e un progressivo inumidimento del manto nevoso. Questo non si applica alle valanghe da slittamento fredde. In questo caso l'unica opzione è tenere sott'occhio la velocità (accelerazione) dell'apertura della bocca di balena.



## VALANGHE

Dicembre 2008, siamo in mezzo a una bocca di balena. Nevica e fa freddo. Ci avviciniamo per fare un profilo del manto nevoso sul lato superiore del punto di frattura. Improvvisamente il mio collega mi guarda dicendo „Senti anche tu questo scricchiolio?“ Prima di poter rispondere, l'intera lastra sotto la bocca di balena si stacca, precipitando a valle. Accidenti, cos'è successo?

Valanghe da slittamento hanno caratterizzato le stagioni invernali del 2008-2009, 2011-2012 e del 2018-2019 in tutto l'arco alpino. Specialmente nel 2011-2012 e nel 2018-2019 ci sono stati distacchi di grandi valanghe da slittamento durante quasi tutti i mesi invernali, che hanno messo in pericolo piste da sci, e singole case e colpito tratti di strade. Sui giornali regionali capitava di leggere di cadute in crepacci al di fuori dai ghiacciai. Sciatori che si erano recati fuori pista erano caduti nelle bocche di balena, potendo a volte liberarsi dalla situazione solo con l'intervento di un elicottero.

Passaggi nel bollettino valanghe che recitavano "Il distacco di una valanga da slittamento è possibile a qualsiasi ora del giorno e della notte e avviene normalmente in maniera spontanea," hanno sicuramente provocato qualche notte insonne ai membri delle commissioni valanghe. Per loro i periodi di forte intensità di valanghe da slittamento rappresentano una sfida particolare, in

quanto è praticamente impossibile prevedere con certezza quando una tale valanga si staccherà. A volte si staccano in maniera inattesa il giorno più freddo dell'inverno, altre volte il loro distacco viene preannunciato da una rapida espansione delle bocche di balena. Non sono riconoscibili nemmeno dei precisi andamenti giornalieri. Perché mentre molte valanghe da slittamento si staccano il pomeriggio, alcune invece sono cadute in piena notte. Ricapitolando si può dire che le condizioni per le valanghe da slittamento erano ideali in questi tre inverni. Ma cosa vuol dire ideale? Queste condizioni ideali possono essere identificate e predette?

Fin dal 1960 sono noti i requisiti principali per il manifestarsi di frequenti valanghe da slittamento:

- Una superficie di scorrimento liscia, rappresentata spesso da erba schiacciata o placche di roccia.
- Nevicata su suolo caldo, quindi o tardo autunno o inizio inverno.
- Molta neve e quindi un manto spesso (>1.5m) senza particolari strati deboli.
- Una interfaccia umida o bagnata tra il manto nevoso e il suolo.

Tramite diverse analisi di parametri meteorologici abbiamo tentato di fare luce su quali siano le condizioni meteo che favoriscono il distacco di valanghe da slittamento. Lo scopo era quello di identificare regole e misure general-

mente valide per la gestione di questo fenomeno. Tuttavia, ad oggi bisogna ammettere che non risultano metodi efficaci per prevederne il momento di distacco o causarne un distacco artificiale programmato. Le valanghe da slittamento rappresentano quindi un'oscura bestia indomabile oppure esiste uno schema che ne preannuncia il prossimo distacco?

## COME FUNZIONANO LE VALANGHE DA SLITTAMENTO?

Già il nome è tutto un programma: una valanga da slittamento si forma tramite un accelerato movimento di slittamento dell'intero manto nevoso sul suolo sottostante. Le valanghe da slittamento si staccano spontaneamente. Tutto il manto scivola sul suolo sottostante. Contrariamente a quanto succede per le valanghe a lastroni bagnate o asciutte, le valanghe da slittamento non avvengono a causa della frattura in uno strato debole presente nel manto, ma a causa di una perdita di attrito tra il manto nevoso e il suolo sottostante. Questa perdita di attrito avviene ad opera dell'acqua, quindi il manto nevoso deve avere una base bagnata o umida.

Il rapido slittamento (da pochi mm fino a diversi cm al giorno) causa l'apertura di una crepa parallela al pendio, la cosiddetta bocca di balena. La porzione del manto slittata è di conseguenza appoggiata solo sul suo piede, mentre lateralmente la tenuta è scarsa. Il distacco della valanga a lastroni avviene poi in seguito ad un aumento del carico sul piede della porzione slittata a causa di un ulteriore slittamento, oppure se il piede perde di stabilità in seguito ad un cambiamento delle caratteristiche della neve.

Però non ogni bocca di balena porta al distacco di una valanga da slittamento. Specialmente se si verifica il cedimento del piede a causa di un ulteriore movimento di slittamento, è determinante la condizione dell'interfaccia tra neve e suolo. Di conseguenza è importante conoscere i processi che portano alla for-



mazione di una interfaccia neve-suolo bagnata o umida.

## DA DOVE VIENE L'ACQUA?

Esistono almeno quattro processi responsabili per la formazione di un'interfaccia bagnata tra manto nevoso e suolo:

- Pioggia o acqua di scioglimento penetrano in tutto il manto. Il manto risulta essere isotermico a 0°C (Figura 1a).
- Dopo la prima nevicata il calore immagazzinato nel suolo viene trasferito al manto nevoso e di conseguenza si sciolgono i primi centimetri della base (Figura 1b). L'acqua di scioglimento rimane nei cm alla base.
- Recentemente è stato dimostrato che l'acqua nel terreno può essere risucchiata per via capillare e raggiungere i primi cm del manto nevoso. (Figura 1b).
- In prossimità di rocce scure può avvenire lo scioglimento del manto, la cui acqua può infiltrarsi lateralmente nel manto. Questo può succedere anche con acqua altrimenti presente sul pendio o nel suolo.

Il primo processo (a) avviene con condizioni meteo simili a quelle che si registrano quando si verificano valanghe a lastroni bagnate: l'acqua di scioglimento o della pioggia penetra nel manto nevoso, accumulandosi in corrispondenza del suolo che è meno permeabile. L'accumulo di acqua riduce l'attrito sull'interfaccia suolo-manto nevoso e favorisce così lo scioglimento della neve. Le valanghe per scivolamento che si distaccano dopo un periodo caldo o in seguito alla pioggia possono essere definite valanghe da slittamento calde. (Figura 2a). Per questo tipo di valanga per scivolamento esiste un chiaro collegamento tra le temperature alte e l'attività valanghiva. Durante l'inverno di forte attività di valanghe da slittamento 2011-2012 abbiamo osservato che al Dorfberg, sopra Davos, si erano aperte molte bocche di balena ed erano cadute molte valanghe per sci-

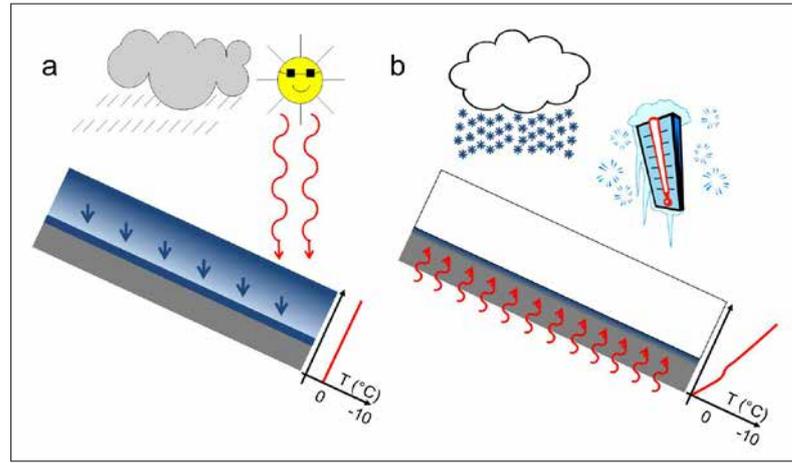


Fig. 1 - (a) Valanghe da slittamento calde: Tutto il manto nevoso è isotermico. L'acqua di scioglimento che si è prodotta in superficie oppure la pioggia penetrano nel manto nevoso. Quest'acqua si accumula all'interfaccia con il suolo, riducendo l'attrito. Questa situazione è tipica in primavera, in situazioni di irruzione di clima caldo, oppure in caso di pioggia. (b) Valanghe da slittamento fredde: le prime importanti nevicate della stagione coprono il suolo ancora caldo. Il calore del suolo viene ceduto agli strati basali del manto, producendo acqua di scioglimento. È anche possibile che l'acqua raggiunga la base del manto nevoso tramite processi capillari nel suolo. Gli strati superiori del manto sono freddi, con temperature nettamente sotto i 0°C. Questa situazione si verifica tipicamente ad inizio inverno.

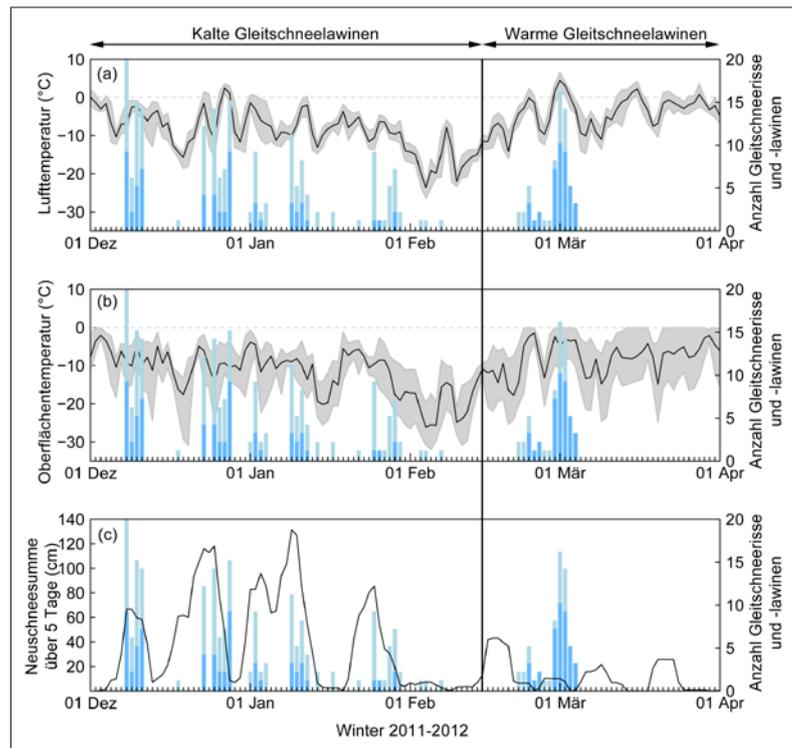


Fig. 2 - (a) Temperatura dell'aria e della superficie (b) temperatura della superficie misurata alla stazione del Dorfberg sopra Davos. La linea nera mostra la media giornaliera, e l'area grigia mostra i valori minimi e massimi di temperatura per ciascun giorno. (c) Somma giornaliera della neve fresca misurata a Davos. Le barre azzurre mostrano il numero di bocche di balena al giorno, mentre quelle blu il numero di valanghe da slittamento al giorno. Le bocche di balena e le valanghe da slittamento sono entrambe state misurate al Dorfberg durante l'inverno 2011-2012.

volamento proprio in corrispondenza del forte rialzo delle temperature di fine febbraio e inizio marzo. La temperatura era salita nettamente al di sopra dei 0°C (Figura 2a), riscaldando rapidamente la superficie del manto nevoso (Figura 2b). La temperatura della superficie del manto era poi rimasta a 0°C per diversi giorni, favorendo la comparsa di acqua liquida in superficie che era poi andata ad infiltrarsi fino al suolo. Questo ha fatto sì che l'attrito tra manto e suolo diminuisse, con conseguenti numerosi distacchi di valanghe da slittamento. Questo netto aumento delle temperature dell'aria e della superficie del manto non era stato, tuttavia, osservato durante i 5 periodi precedenti di forte attività di

valanghe per scivolamento, oppure era stato osservato solo in grado minore (Figura 2a). Le temperature si erano avvicinate agli 0°C ma il riscaldamento giornaliero dell'aria insieme all'effetto della radiazione solare non avevano abbastanza forza da permettere la formazione di acqua liquida sulla superficie del manto nevoso. Di conseguenza non c'era acqua che poteva infiltrarsi nel manto nevoso e raggiungerne la base. Inoltre, il manto nevoso era ancora freddo, ovvero, sotto gli 0°C. Da questo si può desumere che l'interfaccia tra suolo e manto nevoso si sia bagnata a causa dell'acqua proveniente dal suolo (Processi b e c, Figura 1b). Le valanghe da slittamento che si verificano in que-

Fig. 3 - Attenzione! Il distacco può verificarsi anche a monte della bocca di balena



sta maniera vengono definite fredde. In questi casi la causa era stata il suolo caldo che aveva fatto sì che i centimetri basali del manto si inumidissero. Oppure, il movimento di acqua capillare dovuto a una differenza di pressione aveva permesso la risalita di acqua dal suolo, interessando i centimetri basali del manto. È difficile determinare quale di questi due processi sia stato quello dominante. Di rilievo è anche il fatto che l'attività di valanghe da slittamento fredde è strettamente collegata con ingenti quantità di neve fresca (Figura 2c). L'apporto di neve fresca aumenta il peso del manto e di conseguenza la forza che lo fa scivolare più rapidamente verso valle.

## OGNI BOCCA DI BALENA TERMINA CON UNA VALANGA DA SLITTAMENTO?

Generalmente non si può prevedere se e quando una bocca di balena si traduce in

una valanga da slittamento. La nozione per molto tempo diffusa, che un pendio sotto una bocca di balena sia sicuro, è sbagliata. È però vero che in presenza di bocche di balena, non si trovano evidenti strati deboli all'interno del manto. Spesso valanghe da slittamento si staccano sotto ad una bocca di balena e quindi è buona prassi valutarle con occhio critico. Tuttavia, riprese in time lapse del Dorfberg (Figura 3) mostrano che le valanghe da slittamento possono staccarsi anche al di sopra di una bocca di balena, ragione per la quale anche la zona a monte può risultare pericolosa. L'analisi delle valanghe da slittamento al Dorfberg degli inverni 2008-2009 e 2011-2012 mostra che c'è una leggera tendenza di un'attività valanghiva maggiore durante le ore centrali della giornata e durante il pomeriggio. Questo riguarda specialmente le valanghe da slittamento calde. D'altro canto, è stato osservato un numero simile di valanghe

verso sera e durante la notte, in questo caso prevalentemente valanghe da slittamento fredde.

Dato che le valanghe da slittamento avvengono in seguito a un movimento accelerato per scivolamento del manto nevoso, abbiamo provato a misurare l'accelerazione usando le immagini del Dorfberg. A conferma di questo abbiamo potuto constatare che le bocche di balena che si espandevano a velocità costante raramente portavano a valanghe da slittamento (area grigia in Figura 4). Se, invece, c'era un'accelerazione nell'apertura della bocca di balena, spesso si verificava una valanga da slittamento (area arancione e rossa in Figura 4). Tuttavia, non è stato possibile determinare il momento esatto del distacco (linea tratteggiata in Figura 4).

## COME POSSIAMO GESTIRE IL PERICOLO DI VALANGHE DA SLITTAMENTO?

Nel caso di valanghe da slittamento calde il progressivo inumidimento del manto nevoso è un chiaro segnale per un aumento della propensione del distacco. Un aumento delle temperature e dell'incidenza della radiazione solare ne possono essere un indicatore. Quando le temperature dell'aria e della superficie del manto restano per un periodo prolungato sopra gli 0°C è probabile un aumento di distacchi di valanghe da slittamento. Per quanto riguarda le valanghe da slittamento fredde non esiste un pattern meteo evidente che

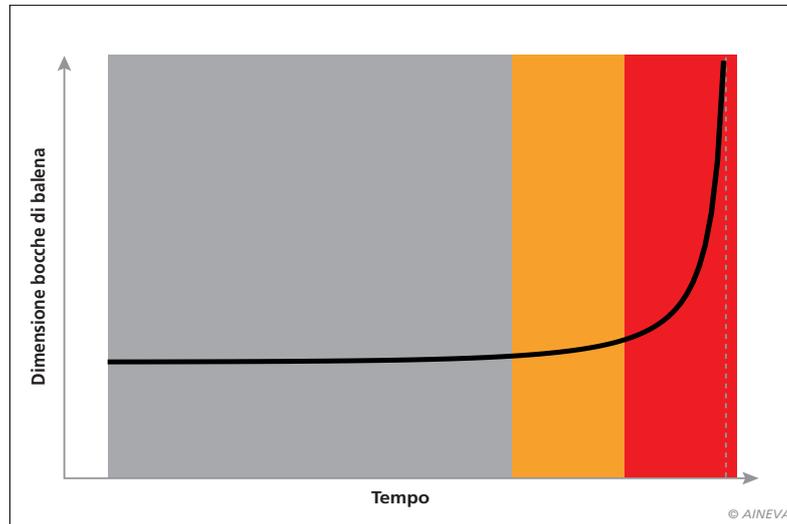
ne preannuncia il distacco. Dato che è difficile provocare il distacco artificiale, programmato o no, di valanghe da slittamento, esiste solo un modo per ridurre il rischio: evitare le zone che presentano bocche di balena o ridurre la permanenza in queste zone al minimo.

Questa misura è molto facile da applicare per uno scialpinista. Per i servizi di prevenzione locali, questa misura per minimizzare il rischio non è veramente utile, dato che a inizio inverno bocche di balena aperte possono perdurare per settimane al di sopra di strade o piste da sci, senza che sia tuttavia applicabile la chiusura di esse per un periodo di tempo così prolungato. In questi casi esistono solo due possibilità: o si tenta di provocare il distacco togliendo il piede di supporto al di sotto della bocca di balena (molto rischioso), oppure si prova a misurare l'accelerazione nell'apertura della bocca di balena. Questa seconda opzione può essere fatta tramite una

webcam oppure tramite un metro di misura. Se viene registrata un'accelerazione nell'apertura della bocca di balena, allora si può supporre un prossimo distacco di una valanga da slittamento e quindi chiudere la strada o la pista in maniera mirata. Tuttavia, non è comunque possibile determinare il momento esatto del distacco.

## Bibliografia

- Jones, A., 2004. Review of glide processes and glide avalanche release. *Avalanche News*, 69: 53-60.
- Newesely, C., Tasser, E., Spadinger, P. and Cernusca, A., 2000. Effects of land-use changes on snow gliding processes in alpine ecosystems. *Basic and applied ecology*, 1: 61-67.



*Fig. 4 - Se la bocca di balena si apre in maniera costante (area grigia), allora il distacco di una valanga da slittamento è improbabile. Se l'apertura è accelerata, allora il distacco di una valanga da slittamento diventa progressivamente più probabile (area arancione e rossa). Il momento esatto del distacco (linea grigia tratteggiata), non può, tuttavia, essere determinato.*

