



## **Rapporto di sintesi del gruppo di esperti riguardo agli avvenimenti del Cengalo / di Bondo per la conferenza stampa**

15.12.2017

### **Obiettivo e delimitazione**

Dopo la valanga di roccia del 23 agosto 2017, sotto la guida dell'Ufficio foreste e pericoli naturali (UFPN), il Cantone dei Grigioni ha iniziato immediatamente ad analizzare l'accaduto al fine di trarne gli opportuni insegnamenti per il futuro. Già una settimana dopo la prima valanga di roccia, su invito del Cantone, un gruppo di esperti svizzeri con specialisti provenienti dagli uffici cantonali si è incontrato per la prima volta e ha avviato i lavori.

Il gruppo interdisciplinare di esperti è composto da specialisti provenienti da tutta la Svizzera, i quali formano un team che collabora con gli specialisti dell'UFPN. Esso si compone di specialisti provenienti dal settore scientifico e dall'ambito pratico nonché da diverse discipline e settori come geologia, glaciologia, neve/valanghe, sistemazione dei corsi d'acqua, metodi di misurazione e colate detritiche.

Gli esperti contribuiscono a realizzare un'analisi completa dell'accaduto riguardo alla valanga di roccia dal Cengalo e alle colate detritiche di Bondo. Lo scopo è quello di trarre conoscenze più approfondite su questa concatenazione molto rara a livello mondiale di una valanga di roccia con colate detritiche/flussi di detriti immediatamente successivi. Il gruppo fornisce indicazioni e basi specialistiche agli incaricati e alle autorità in vista delle prossime decisioni a breve, medio e lungo termine. Indicazioni riguardanti aspetti a breve termine sono state utilizzate già nella fase di reazione agli eventi. Le evidenze più importanti vengono raccolte nel presente rapporto di sintesi.

Il rapporto di sintesi non ha la pretesa di fornire una spiegazione dell'accaduto sotto il profilo scientifico, bensì di sintetizzare i fatti e le conoscenze attuali nella maniera più comprensibile possibile anche per i non esperti.

Non è stato possibile dare una risposta definitiva a varie questioni emerse nel quadro dei lavori del gruppo di esperti. In parte esistono incertezze importanti. Sarà compito di ulteriori studi scientifici trovare risposta a queste domande, in particolare riguardo al modo in cui i cambiamenti climatici in alta montagna influiranno sulla frequenza e sull'intensità di movimenti di masse e, nello specifico, di concatenamenti di processi. In tale contesto sono di particolare interesse l'importanza dello scioglimento del permafrost, dell'acqua in fessure, la trasformazione di ghiaccio in acqua quando del ma-



teriale roccioso impatta su ghiacciai e lo sviluppo dell'acqua e del tenore d'acqua in depositi prodotti da frane.

## Valanga di roccia Pizzo Cengalo

### *Antefatti*

Il Pizzo Cengalo era sotto osservazione dalla valanga di roccia verificatasi nel 2011 e periodicamente sono state svolte delle misurazioni. Dal 2012 sono state svolte misurazioni con il radar interferometrico almeno una volta all'anno. In tale contesto è stato constatato che sono in movimento porzioni di roccia che potrebbero precipitare dal versante nordorientale o da quello nordoccidentale.

I movimenti delle masse rocciose instabili sul *versante nordorientale* del Pizzo Cengalo si collocavano nell'ordine di grandezza di pochi centimetri all'anno. Negli anni tra il 2012 e il 2016 non è stata misurata nessuna accelerazione o un'accelerazione solamente ridotta. La misurazione radar effettuata nell'estate del 2017 ha poi evidenziato una sensibile accelerazione rispetto al 2016.

In aggiunta alle misurazioni radar, negli anni 2013, 2015 e 2016 sono state effettuate delle misurazioni con laser scanner. Dai valori misurati sono risultati gli spostamenti complessivi verificatisi tra due misurazioni e in particolare è emerso dove sono avvenuti crolli di roccia e dove delle masse rocciose sono in movimento.

In base alle osservazioni e alle misurazioni effettuate dalla valanga di roccia del 2011, dal *versante nordorientale* del Pizzo Cengalo erano attesi un crollo di roccia o una valanga di roccia. Il lasso temporale per un possibile crollo è stato descritto come segue:

2012: "nei prossimi decenni"

2015: "nei prossimi 1-30 anni"

14 agosto 2017: "nelle prossime settimane o mesi".

Il fatto che il lasso di tempo per un possibile crollo sia stato continuamente abbreviato è dovuto tra l'altro alle misurazioni da cui è emersa una netta accelerazione in particolare tra il 2016 e il 2017. Fino al 14 agosto non erano noti altri indizi evidenti per un'evoluzione acuta del pericolo di crolli, ossia "nei prossimi giorni".

Valanghe di roccia di grandi dimensioni sono di solito precedute da una frequenza più elevata di crolli. Il 21 agosto 2017 si è verificato il crollo di circa 100'000 m<sup>3</sup> di



roccia dal *versante nordoccidentale*. Tale massa rocciosa instabile era stata individuata a seguito di osservazioni svolte in occasione del volo di ricognizione del 12 agosto 2017. In conformità alle attese, il crollo era stato preceduto da una frequenza più elevata di crolli dal *versante nordoccidentale*.

Fino al 21 agosto 2017 sul *versante nordorientale* erano state registrate solamente cadute di massi. Una frequenza più elevata di crolli paragonabile come è stata osservata sul *versante nordoccidentale* non è stata documentata per il *versante nordorientale* prima della valanga di roccia. Nei giorni che hanno preceduto la grande valanga di roccia staccatasi dal *versante nordorientale* non vi erano quindi indizi immediati che facessero presumere una valanga di roccia imminente.

### *Valanga di roccia del 23 agosto 2017*

Il 23 agosto 2017 alle ore 09:30 si è verificata una valanga di roccia con una cubatura pari a 3,1 mio. di m<sup>3</sup>. Dal *versante nordorientale* si è staccata la massa rocciosa individuata come instabile.

Valanghe di roccia nell'ordine di grandezza di circa un milione di metri cubi o più sono un fenomeno raro nelle Alpi svizzere. Secondo quanto noto, negli ultimi tre secoli si è verificata una dozzina scarsa di fenomeni di crolli di tali dimensioni. Il rilevamento di valanghe di roccia prima del XX secolo però non è completo.

Quali cause per la valanga di roccia del 23 agosto 2017 entrano in considerazione tra l'altro combinazioni tra i seguenti fattori: topografia, disposizione geologica, fratturazione fragile del granito della Bregaglia, pressione interstiziale esercitata da acque di fessura e conseguente ridotta stabilità in seguito di acque meteoriche, acque di scioglimento da ghiaccio e neve o dello scioglimento del permafrost.

Topografia e geologia sono considerati fattori disposizionali che in una prospettiva di lungo termine cambiano solo lentamente e in misura ridotta. Le variazioni nel tenore di acqua di fessura o lo sviluppo di pressione interstiziale esercitata da acque di fessura presentano un orizzonte temporale a medio e breve termine. Per tale ragione, la pressione esercitata da acque di fessura dovrebbe avere avuto un ruolo fondamentale quale fattore scatenante (Trigger). Del ghiaccio (fessure riempite di ghiaccio) è stato osservato nel 2011 su varie superfici e nel 2017 solo puntualmente sulle superfici di stacco dopo i crolli. Il suo scioglimento può contribuire a creare pressione interstiziale dovuta all'acqua di fessura. Dopo la valanga di roccia del 23 agosto 2017 erano ben visibili le superfici di stacco bagnate.

Altri fattori subordinati che possono aver influito, ma che in questo caso hanno probabilmente avuto un ruolo minore per lo stacco, sono la pressione esercitata dal



ghiaccio ed effetti termici. Un terremoto può essere escluso quale fattore scatenante immediato. In questo caso non risulta essere un fattore di primo piano nemmeno lo sgravi di versanti montani in seguito allo scioglimento dei ghiacciai.

### *Evoluzione futura*

Le misurazioni effettuate con radar e laser scanner dopo la valanga di roccia del 23 agosto 2017 hanno evidenziato che sul Pizzo Cengalo vi sono ulteriori masse rocciose instabili (più di 3 mio. di m<sup>3</sup>). È possibile che si verifichino ulteriori valanghe di roccia indipendentemente dalla stagione.

Volume per cui vi è un rischio di crollo nei prossimi 30 anni	> 1 mio. m <sup>3</sup>
Volume per cui vi è un rischio di crollo nei prossimi 300 anni	> 3 mio. m <sup>3</sup>

Questi sono gli scenari per gli orizzonti temporali che vengono presi in considerazione di consueto per le carte dei pericoli. Essi sono legati a incertezze e i volumi indicati possono staccarsi anche suddivisi in più crolli.

### **Interazione tra valanga di roccia e ghiacciaio**

Direttamente sotto il *versante nordorientale* del Cengalo si trova la parte orientale del ghiacciaio Vadrec dal Cengal. L'impatto del materiale franato su questo ghiacciaio ha comportato l'erosione di un volume di ghiaccio pari a  $0,6 \pm 0,1$  mio. di m<sup>3</sup>. Questo volume è stato definito grazie al confronto di modelli digitali del terreno (date di rilevamento: 30.08.2015 e 25.08.2017), combinato a calcoli aggiuntivi relativi al bilancio delle masse (scioglimento dei ghiacci, accumulo). La maggior parte del ghiacciaio nel settore interessato dalla valanga di roccia è stata asportata.

### *Evoluzione futura*

È lecito attendersi che nel corso dei prossimi 20 anni la parte orientale del ghiacciaio Vadrec dal Cengal (tra Ferro da stiro e Pizzo Cengalo) si riformerà per via dell'elevato accumulo di neve a livello locale. Tuttavia, in un'ottica di lungo termine, la parte orientale del Vadrec dal Cengal dovrebbe continuare a sciogliersi per via delle condizioni climatiche e scomparire del tutto entro il 2060 circa. Ciò significa che in caso di un'ulteriore valanga di roccia entro il 2040 circa è lecito attendersi che possa nuovamente essere eroso ghiaccio in un ordine di grandezza compreso tra 0,3 e 0,6 mio. di m<sup>3</sup>. La quantità di ghiaccio erosa dipende anche dal punto d'impatto di una futura valanga di roccia sul ghiacciaio.

### **Flusso di detriti immediato e colate detritiche**

Il fronte della massa della valanga di roccia del 23 agosto 2017 si è fermato in zona Laret (a circa 3 km dal punto ai piedi del *versante nordorientale* del Cengalo). In im-



mediata successione alla valanga di roccia, dal deposito in Val Bondasca si è formato un flusso di detriti (colata detritica viscosa) che ha raggiunto Bondo. Il sistema di allarme esistente a Prä ha funzionato bene.

Il concatenamento tra valanga di roccia e immediato flusso di detriti è considerato un fenomeno molto raro a livello mondiale. La mobilitazione diretta di parti della massa interessata dal crollo e la trasformazione immediata in un flusso di detriti richiede la disponibilità immediata di acqua in quantità sufficienti. Quali possibili fonti d'acqua entrano in considerazione: il ghiaccio eroso dal ghiacciaio, acqua dalle fessure presenti nella massa rocciosa crollata, acque sotterranee, acqua nella roccia incoerente (morene, massa crollata nel 2011) e acqua di scioglimento dal bacino imbrifero. È probabile che il contributo in termini di acqua fornito dal ghiaccio eroso dal ghiacciaio in seguito all'impatto della valanga di roccia sia stato il più importante.

### *Evoluzione futura*

Il deposito creato dalla valanga di roccia costituisce il materiale di partenza per future colate detritiche e in linea di principio produce una disposizione elevata per colate detritiche dalla Val Bondasca. A causa della pendenza dei depositi e dei corsi d'acqua già erosi nei depositi, bisogna partire dal presupposto che colate detritiche possano formarsi quando si aggiunge molta acqua (ad es. in seguito di precipitazioni, scioglimento della neve, ecc.). Per colate detritiche future sono decisive la saturazione idrica del materiale e l'intensità delle piogge. In assenza di nuovi episodi di crollo, nel corso di pochi decenni il materiale di deposito dovrebbe stabilizzarsi, così che la disposizione per colate detritiche si ridurrà.

Depositi da nuovi crolli di roccia come quelli del 15 settembre 2017 (circa 400'000 metri<sup>3</sup>) possono però far aumentare nuovamente la disposizione per colate detritiche. È lecito attendersi il verificarsi di episodi di colate detritiche dopo precipitazioni intense come quelle del 31 agosto 2017. Sono possibili anche nuove colate detritiche immediatamente dopo un importante episodio di crollo senza precipitazioni come il 23 e il 25 agosto 2017. Non è possibile escludere un tale concatenamento di processi nemmeno in inverno.

### **Concatenamenti estremi di processi**

Già il concatenamento tra valanga di roccia e immediato flusso di detriti è un fenomeno molto raro a livello mondiale. Nel quadro della pianificazione delle misure però sono stati tenuti in considerazione concatenamenti di eventi ancora più estremi in Val Bondasca, come ad esempio grandi valanghe di neve bagnata mischiata con le masse interessate dal crollo nonché la formazione di dighe naturali e il loro cedimento improvviso. In base alle conoscenze attuali, tali scenari sono però stati classificati come improbabili. Ciò vale anche per inondazioni a valle di Bondo.



Amt für Wald und Naturgefahren  
Uffizi da guaud e privels da la natira  
Ufficio foreste e pericoli naturali

Gli scenari per la carta dei pericoli e il calcolo delle opere di protezione devono tenere conto di concatenamenti di eventi come si sono verificati nel 2017. Essi si sono verificati e devono essere valutati per quanto riguarda la probabilità che accadano. Tenere conto in modo generalizzato di concatenamenti di eventi così rari in sede di elaborazione di carte dei pericoli nel Cantone dei Grigioni non risulta però indicato.



Amt für Wald und Naturgefahren  
Uffizi da guaud e privels da la natira  
Ufficio foreste e pericoli naturali

## **Esperti esterni**

Florian Amann, Prof. Dr., titolare della cattedra di geologia applicata e idrogeologia, RWTH Aachen University

Yves Bonanomi, geologo, responsabile Bonanomi AG - Geologische Beratungen, Igis

Martin Funk, Prof. Dr., responsabile della sezione glaciologia presso il laboratorio di idraulica, idrologia e glaciologia (VAW), PF Zurigo (facente parte del gruppo di esperti fino al 28.10.2017)

Matthias Huss, Dr., docente presso il laboratorio di idraulica, idrologia e glaciologia (VAW), PF Zurigo (facente parte del gruppo di esperti dal 29.10.2017; al posto di Martin Funk)

Christoph Graf, collaboratore tecnico Idrologia dei sistemi montani e movimenti di massa, torrenti e movimenti di massa, Stazione federale di ricerche WSL Birmensdorf

Nils Hählen, capo della sezione pericoli naturali, Ufficio forestale del Cantone di Berna KAWA

Andrew Kos, Dr., CEO di Terrasense Switzerland AG - Geological risk prevention, Buchs SG

Marcia Phillips, Dr., capogruppo neve e permafrost, permafrost e climatologia della neve, FNP - Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe SNV, Davos

Jürg Schweizer, Dr., capo del FNP - Istituto federale per lo studio della neve e delle valanghe SNV, Davos

Christian Tognacca, Dr., direttore Beffa Tognacca sagl - Economia delle acque & costruzioni fluviali, Claro



Amt für Wald und Naturgefahren  
Uffizi da guaud e privels da la natira  
Ufficio foreste e pericoli naturali

## **Organo tecnico cantonale**

Reto Hefti, capo dell'Ufficio foreste e pericoli naturali (UFPN)

Urban Maissen, vice capo dell'UFPN

Christian Wilhelm, Dr., responsabile della sezione Pericoli naturali, UFPN

Andreas Huwiler, geologo, UFPN

Martin Keiser, specialista in pericoli naturali, regione 5, UFPN

Roderick Kühne, capoprogetto consulente locale specializzato in pericoli naturali (CLPN), UFPN

Eva Lunz, collaboratrice tecnica pericoli naturali, UFPN

Marcel Roth, responsabile della sezione Opere idrauliche, Ufficio tecnico cantonale (UTC)