

GHIACCIAIO di PLANPINCIEUX

P. Perret, F. Troilo, V. Segor
Fondazione Montagna Sicura,
Regione Autonoma Valle d'Aosta

Monitoring and research in a site subject to glacial risk

Instabilities occurring on temperate glaciers in the Alps have been the subject of several studies, which have highlighted preliminary conditions and possible precursory signs of break-off events.

Since 2013, the Planpincieux glacier, located on the Italian side of Mont Blanc massif (Aosta Valley), has been studied to analyse the dynamics of ice collapses in a temperate glacier. These analysis have been conducted for several years, enabling the assessment of surface kinematics on the lower glacier portion and the different instability processes at the glacier terminus. During the period of the study, especially in the summer seasons, increases in velocities of the whole right side of the glacier tongue have been recorded.

This fast sliding movement is mainly induced by water flow at the bottom of the glacier. In the 2019 summer season, the increase of speed coincided with the opening of a large crevasse, which outlined a fast moving ice volume, assessed by photogrammetric techniques as 300.000 m³.

According to the risk scenarios, the collapse of this ice volume from the glacial body would have reached the valley floor, potentially affecting the municipal road. Considering the potential risk, a civil protection plan has been deployed. This work outlines and summarises the steps used to develop the scientific knowledge into an integrated monitoring plan for the Planpincieux glacier.

MONITORAGGIO E RICERCA IN UN SITO SOGGETTO A RISCHIO GLACIALE

Le instabilità che si verificano sui ghiacciai temperati delle Alpi sono state oggetto di numerosi studi che, nel corso degli anni, hanno permesso di evidenziare possibili segni precursori del fenomeno delle valanghe di ghiaccio. Dal 2013, il ghiacciaio di Planpincieux, situato sul versante italiano del massiccio del Monte Bianco, viene studiato come esempio di ghiacciaio temperato la cui dinamica alla fronte è caratterizzata da frequenti crolli, che spesso evolvono in valanghe nel ripido pendio sottostante. Le analisi sono state condotte per diversi anni, consentendo la valutazione della cinematica superficiale sulla parte inferiore del ghiacciaio e i diversi processi di instabilità alla fronte. Durante il periodo di studio, specialmente nelle stagioni estive, sono stati registrati importanti aumenti di velocità del flusso di ghiaccio nel lobo destro del corpo glaciale. Questo movimento a scorrimento rapido è principalmente indotto dalla presenza di acqua sul fondo del ghiacciaio. Nella stagione estiva del 2019, l'aumento di velocità ha coinciso con l'apertura di un grande crepaccio, separando un volume di ghiaccio in rapido movimento che, grazie all'uso di tecniche fotogrammetriche, è stato stimato in 300.000 m³. Secondo gli scenari di rischio, la valanga generata dal crollo di tale volume avrebbe raggiunto il fondovalle, interferendo con la strada di accesso alla Val Ferret. Considerato il rischio potenziale, è stato implementato un piano di protezione civile. Il lavoro presentato in questo articolo descrive le attività svolte per integrare le conoscenze scientifiche all'interno delle procedure di monitoraggio del ghiacciaio di Planpincieux.



INTRODUZIONE

*Nella pagina precedente:
fig. 1 - Vista generale
del ghiacciaio di
Planpincieux e del
canale Montitaz.*

Nei bacini che ospitano masse glaciali, variazioni climatiche anche di lieve entità sono associate ad un'elevata dinamicità ambientale, per effetto dell'azione morfogenetica compiuta dai ghiacciai durante le fasi di avanzata e di regresso. Questa continua modifica dell'ambiente d'alta quota non di rado si associa a fenomeni di instabilità naturale, talvolta caratterizzati da un elevato grado di pericolosità a causa della magnitudo e dell'imprevedibilità che essi possono assumere.

Il ghiacciaio di Planpincieux è un ghiacciaio politermico valdostano situato sul versante italiano del Massiccio del Monte Bianco ad altitudini comprese tra 2600 e 3500 m (Fig.1 pagina introduttiva). L'area di accumulo del ghiacciaio è formata da due circhi, di cui il più importante si trova alla base delle Grandes Jorasses.

Il ghiaccio di questi circhi converge in un'area a conca che alimenta due lobi inferiori, le cui fronti si trovano ad una quota di circa 2600 m. Il flusso di ghiaccio si incanala quindi principalmente nel lobo destro, che risulta essere una regione dinamicamente molto attiva, con una pendenza media di 32° ed una morfologia

fortemente crepacciata.

La sua fronte è caratterizzata da una parete di ghiaccio verticale alta da 20 a 30 m che si immette nel ripido canale Montitaz, dove, principalmente durante la stagione estiva, si verificano numerosi crolli di ghiaccio (Fig.2).

In passato si sono verificati diversi grandi eventi attribuibili al ghiacciaio (valanghe di ghiaccio e piene glaciali) che, in alcuni casi, hanno minacciato il villaggio di Planpincieux e danneggiato la strada comunale (1929, 1952, 1982, 2005, 2017).

Una maggiore attenzione è stata posta su questo ghiacciaio dal 2011, quando un grande crepaccio si è aperto nella parte inferiore del lobo destro (Fig. 3). Da allora, il ghiacciaio è stato intensamente monitorato, utilizzando diverse tecnologie e metodologie.

Durante il periodo di studio, specialmente nelle stagioni estive, sono stati registrati aumenti di velocità dell'intero lato destro della lingua del ghiacciaio. Questo movimento a scorrimento rapido è principalmente indotto dal flusso d'acqua presente sul fondo del ghiacciaio.

Nell'estate 2019, una parte del lobo frontale dal volume di circa 300.000 m³ ha

evidenziato diverse condizioni predisponenti uno stato di disequilibrio meccanico. La pendenza elevata del substrato roccioso, le fasi di marcate accelerazioni e decelerazioni del flusso di ghiaccio, la rete di drenaggio subglaciale distribuita sotto la maggior parte della lingua e lo stato di fratturazione pervasiva sono condizioni esistenti in tutti i casi noti di destabilizzazione di ghiacciai temperati (Le Tour – 1949, Allalin – 1965, Fee glacier – 2009, Allalin – 2000).

Queste condizioni di instabilità possono portare al distacco improvviso di un'intera porzione del ghiacciaio, generando una valanga di ghiaccio di grandi dimensioni che può raggiungere il fondovalle.

SISTEMI DI MONITORAGGIO

Il Ghiacciaio di Planpincieux è monitorato dal 2013 con una stazione fotografica installata sul versante opposto della valle rispetto al ghiacciaio. Il sistema è composto da due fotocamere DSLR a diverse lunghezze focali e un computer che gestisce l'acquisizione delle immagini. Entrambi i moduli scattano ogni ora ed il computer invia automaticamente ogni fotografia su

*Fig. 2 - Vista frontale
dei lobi del ghiacciaio
di Planpincieux.*



un server dedicato.

Tale frequenza di acquisizione è necessaria per collocare nel tempo i differenti fenomeni che interessano il ghiacciaio. Ogni immagine subisce quindi un processo di coregistrazione che la rende perfettamente sovrapponibile alle altre.

Il sistema fotografico (Fig. 4) viene inoltre utilizzato per una procedura di analisi dei movimenti e delle deformazioni superficiali del ghiacciaio tramite la Digital Image Correlation. Questa metodologia è in grado di fornire mappe bidimensionali delle componenti di movimento perpendicolari alla linea di vista (LOS) con una sensibilità sub-pixel.

Nel 2019 è stato installato un Radar Gbln-SAR per monitorare le deformazioni del ghiacciaio in tempo reale anche in condizioni meteo avverse o in assenza di luce. Durante le fasi dinamicamente più attive, il ghiacciaio ha registrato movimenti pari a 200 cm al giorno nel suo settore a maggiore instabilità, mentre gli spostamenti nell'area stabile e nel lobo sinistro sono risultati pari a 20 cm al giorno. Tale separazione e differenza nelle velocità superficiali risulta estremamente marcata durante il periodo estivo.



Fig. 3 - Evidente separazione morfologica nel settore frontale del lobo in destra orografica.

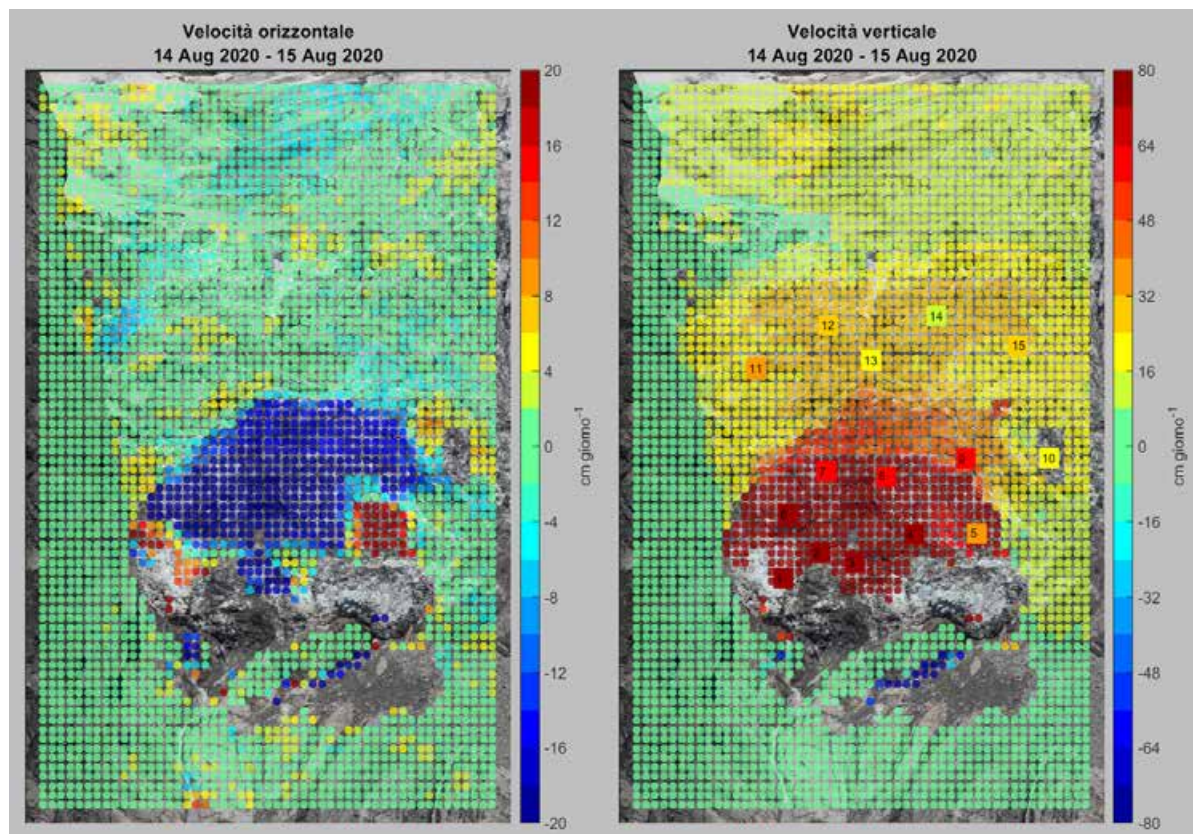


Fig. 4 - Movimenti del lobo frontale destro registrati ad Agosto 2020 dal sistema fotografico (vista frontale).

Fig. 5 - Movimenti del lobo frontale destro registrati ad Agosto 2020 dal sistema GbInSAR (rappresentato in pianta). Nella zona attenzionata sono stati superati valori di 200 cm al giorno, dieci volte maggiori rispetto ai valori registrati nella zona soprastante.

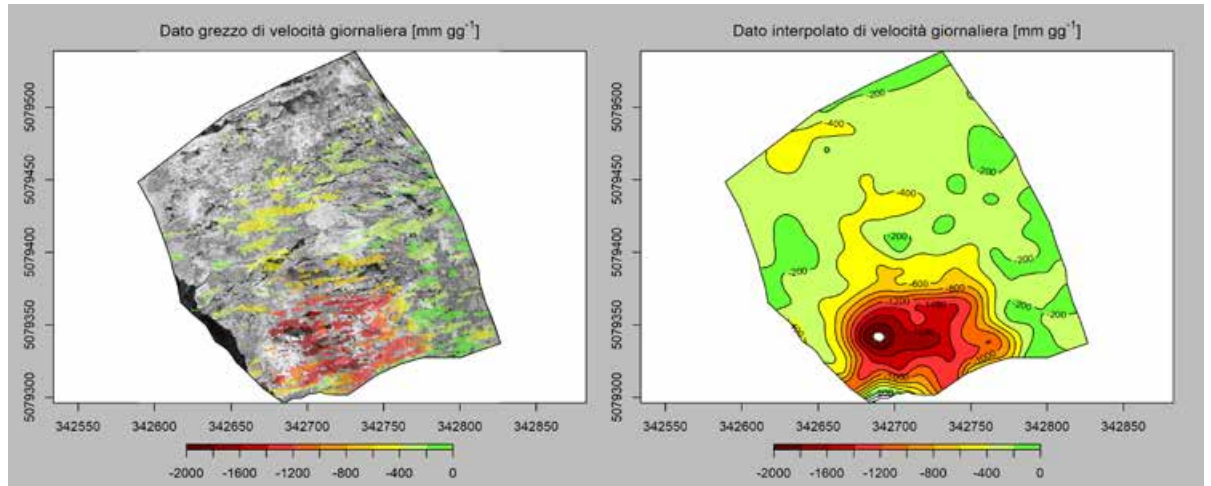


Fig. 6 - Nuvola di punti del rilievo fotogrammetrico.

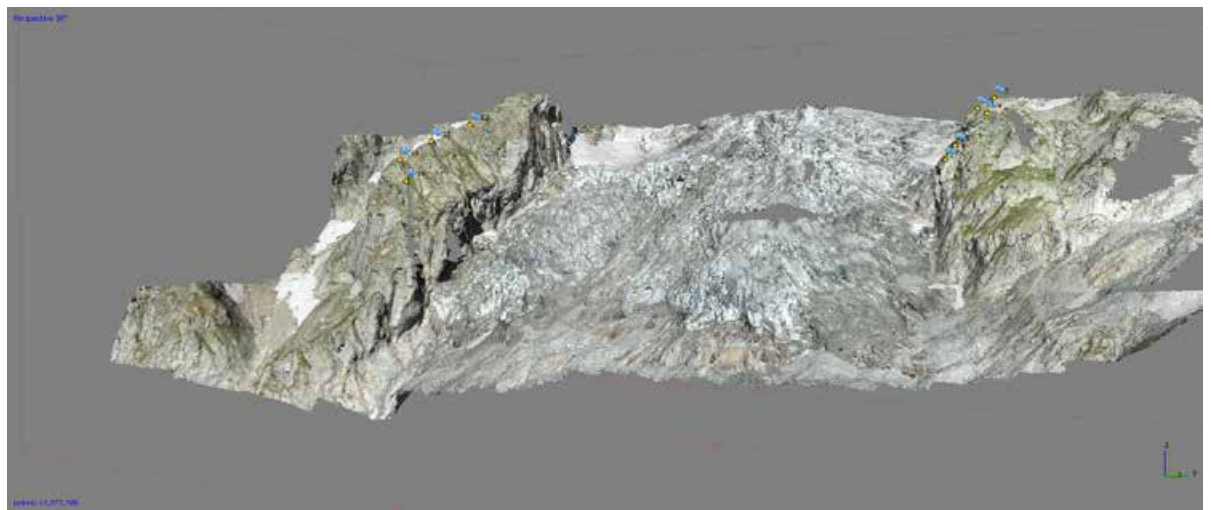
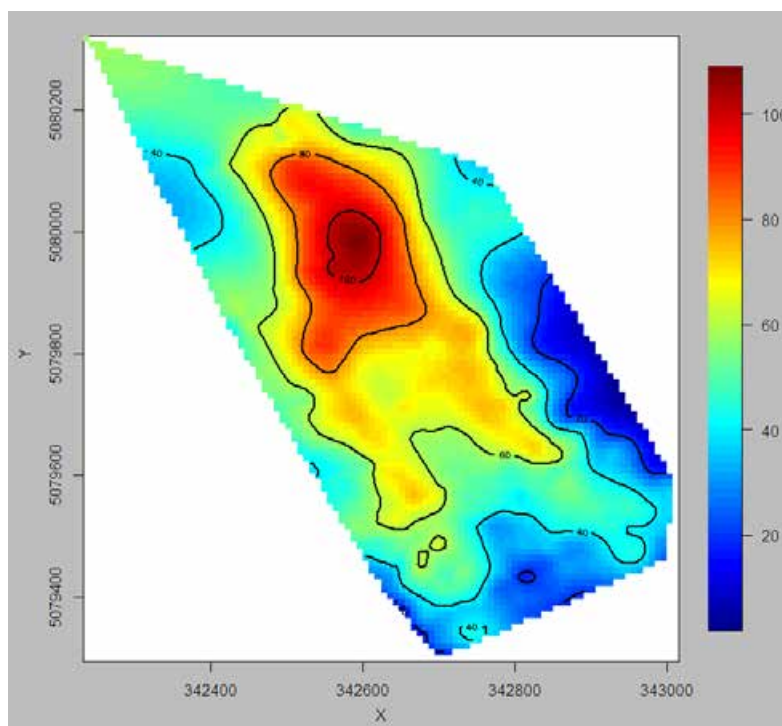


Fig. 7 - Distribuzione dello spessore [m] del ghiaccio nel lobo frontale destro.



Nel 2020 è stato installato un Radar Doppler, un sistema di early warning, già utilizzato in diversi siti valanghivi, che permette la detezione automatica delle valanghe di

ghiaccio provenienti dal ghiacciaio (Fig. 5). Il sistema è collegato ad un impianto semaforico che viene armato automaticamente in caso di un evento di crollo e di relativa

valanga di ghiaccio nel canale Montitaz. Infine, nell'estate del 2020 è stato messo a punto, nell'alveo del canale Montitaz, un sistema di misurazione del livello di acqua in uscita dal ghiacciaio.

RILIEVI DELLA SUPERFICIE E DEL SUBSTRATO ROCCIOSO

A partire dal 2019 sono stati svolti numerosi rilievi della topografia del ghiacciaio al fine di individuare e determinare in maniera quantitativa le modifiche morfologiche della zona attenzionata. I rilievi fotogrammetrici (Fig. 6) sono stati effettuati tramite l'utilizzo di una fotocamera DSLR gestita dall'operatore a bordo di elicottero oppure tramite SAPR (Sistema Aeromobile a Pilotaggio Remoto). In relazione alla valutazione degli spessori di ghiaccio del lobo inferiore destro del ghiacciaio di Planpincieux, nel 2013 e nel 2020 sono state svolte due indagini tramite Ground Penetrating Radar (GPR)

elitrasportato.

Gli spessori del ghiaccio dell'intero ghiacciaio variano tra 10 e 100 m, con valori tra 20 e 60 m registrati nel lobo inferiore destro (Fig. 7).

Da un confronto con il dato GPR ottenuto dalle due campagne di misura, si può affermare che i due set di dati non forniscono alcuna prova di un cambiamento significativo dello spessore del ghiaccio alla fronte durante gli ultimi 7 anni.

SIMULAZIONE NUMERICA DI ESPANSIONE DELLE VALANGHE DI GHIACCIO

Nel 2012 e nel 2020 sono state effettuate due attività di simulazione numerica di valanghe di ghiaccio provenienti dal Ghiacciaio di Planpincieux tramite il software RAMMS::Avalanche model e RAMMS::RKE Rock-Ice model a cura

dell'Istituto per lo Studio della Neve e delle Valanghe (SLF) (Fig.8).

In parallelo, la Fondazione Montagna sicura di Courmayeur in collaborazione con L'Università di Vienna, ha svolto le stesse simulazioni tramite l'uso dei software r.randomwalk e r.avaflo.

I risultati ottenuti dalle due differenti metodologie sono comparabili e confermano la robustezza delle analisi, che, per la calibrazione dei parametri, si sono basate sulla back calculation di valanghe di ghiaccio provenienti dal ghiacciaio di Planpincieux avvenute e mappate tra il 2017 e il 2020. Le simulazioni così ottenute sono state quindi tradotte in scenari di rischio sulla base della volumetria della zona instabile del ghiacciaio (Fig. 9).

CONCLUSIONI

Presso il sito del ghiacciaio di Planpincieux si verifica un fenomeno di instabilità glaciale poco comune sulle Alpi ma ben

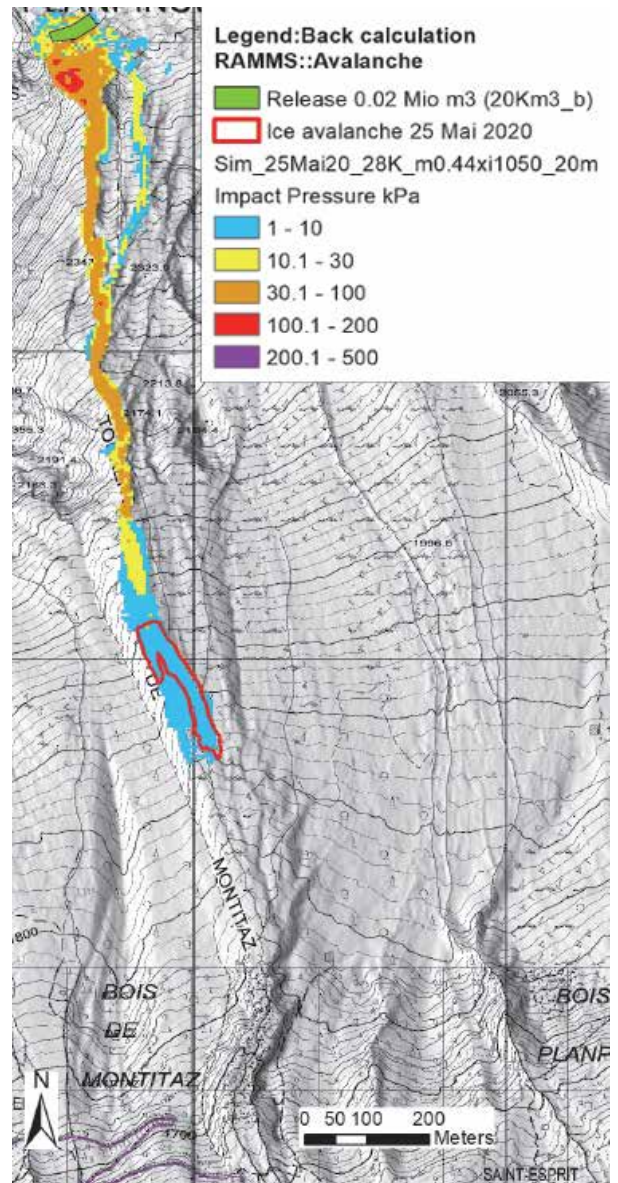
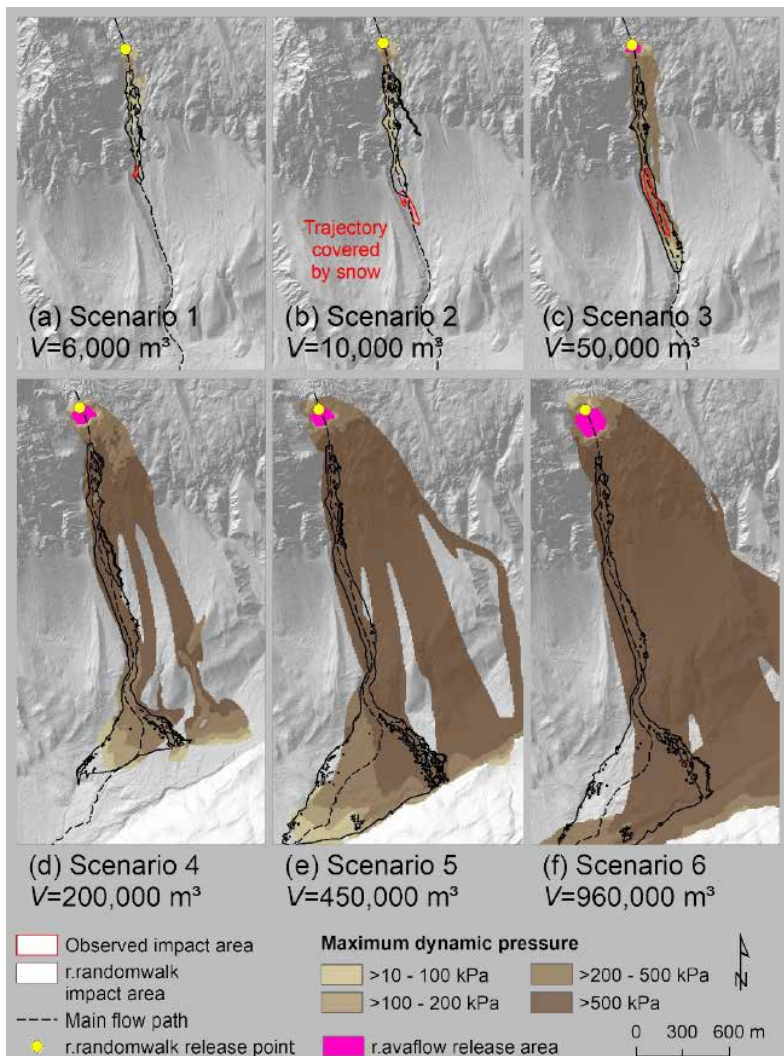


Fig. 8 - Back calculation di una valanga di ghiaccio avvenuta nel 2020. Il perimetro in rosso indica la zona reale di deposito.



A sinistra: Fig. 9 - Risultati delle simulazioni di valanga di ghiaccio per differenti volumi di crollo effettuate con r.avaflo.

conosciuto nella letteratura scientifica di settore. La sua previsione è ad oggi ancora molto complessa se non impossibile. Al fine di garantire la fruizione del territorio è stata messa in piedi una rete di monitoraggio sofisticata che permette di limitare al massimo evacuazioni e misure di sicurezza da intraprendere a valle. Tuttavia, la configurazione attuale del ghiacciaio determinerà altri periodi in cui, durante la stagione estiva, i parametri di movimento e di fratturazione dell'ammasso glaciale non rientrano in limiti accettabili. Molte azioni di alto livello scientifico sono state intraprese per inquadrare al meglio il fenomeno in termini di magnitudo possibile e di dinamica a valle, sebbene ulteriore ricerca specifica sia necessaria per comprendere in maniera più approfondita questa tipologia di eventi naturali.