

Monitoraggio di fenomeni di caduta massi mediante tecnica *radar* Doppler

Istvan Szokolczai



OGS

Istituto Nazionale
di Oceanografia
e di Geofisica
Sperimentale



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
FIRENZE

DST
DIPARTIMENTO DI
SCIENZE DELLA TERRA





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Piacenza dell'Ambiente

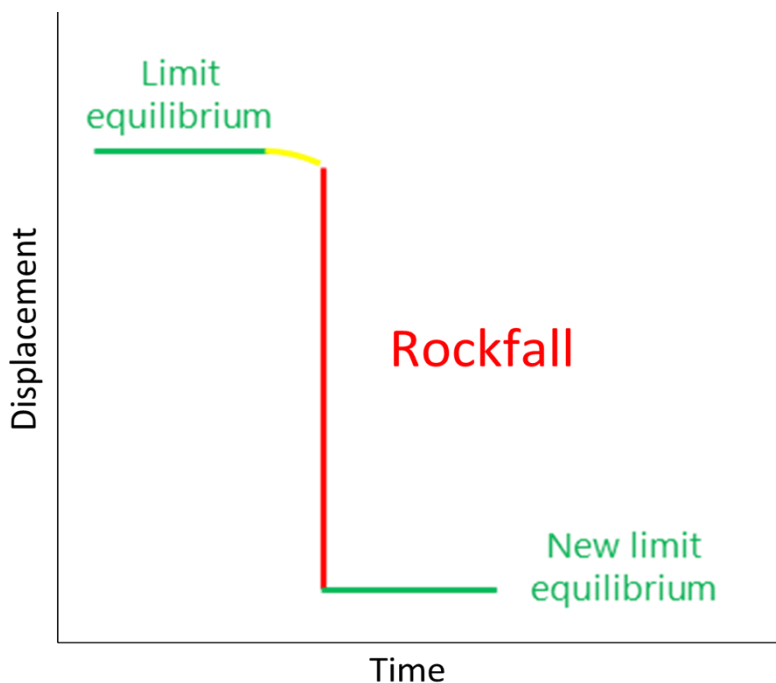


Indice

- Principi della tecnica *radar* Doppler
- Il sito di monitoraggio Geosciences IR
- Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Principi della tecnica *radar* Doppler

Imprevedibilità dei fenomeni di caduta massi



Velocity class	Description	Velocity (mm/s)	Typical velocity	Response ^a
7	Extremely rapid	5×10^3	5 m/s	Nil
6	Very rapid	5×10^1	3 m/min	Nil
5	Rapid	5×10^{-1}	1.8 m/h	Evacuation
4	Moderate	5×10^{-3}	13 m/month	Evacuation
3	Slow	5×10^{-5}	1.6 m/year	Maintenance
2	Very slow	5×10^{-7}	16 mm/year	Maintenance
1	Extremely Slow			Nil

(Hungar *et al.*, 2014)



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

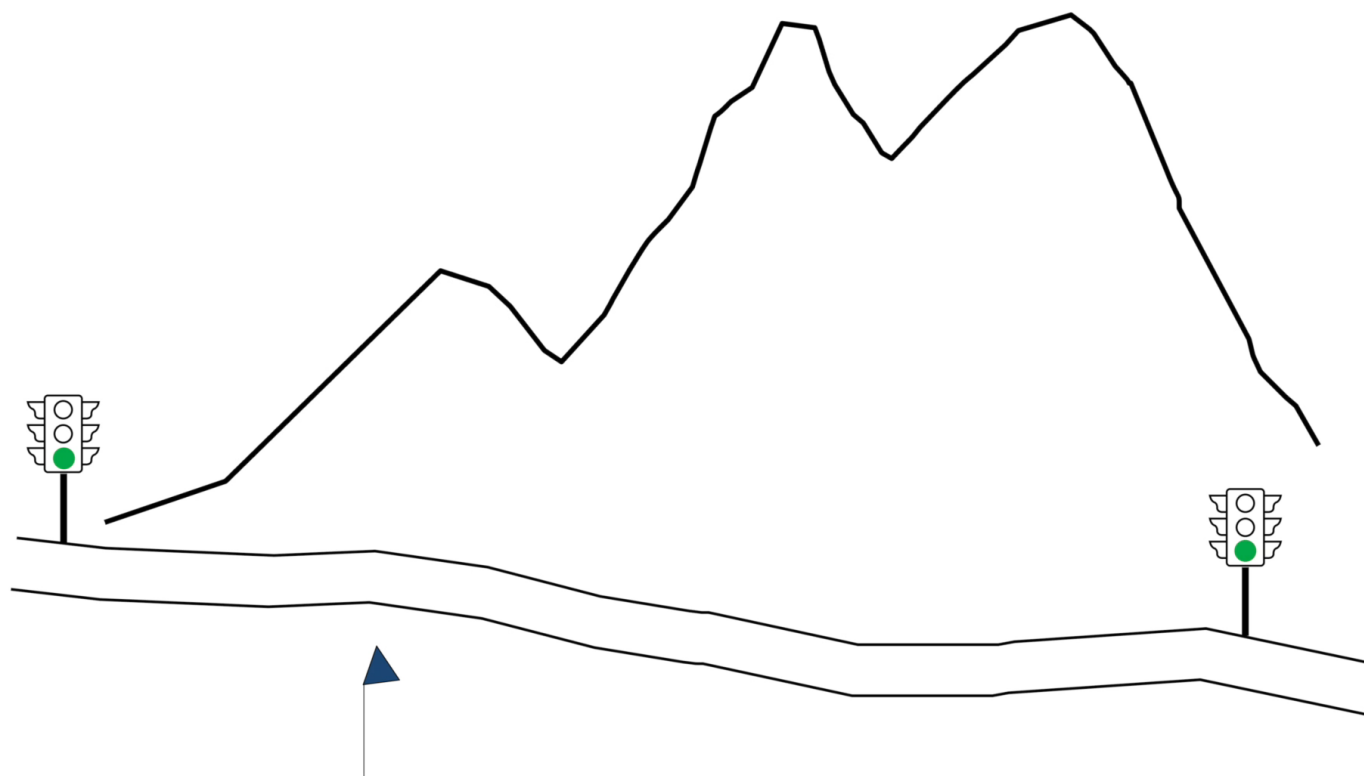


ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Principi della tecnica *radar Doppler*

Identificazione oggetti in caduta libera

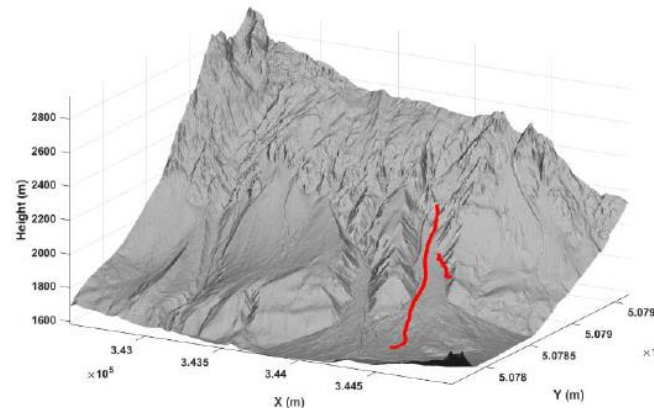
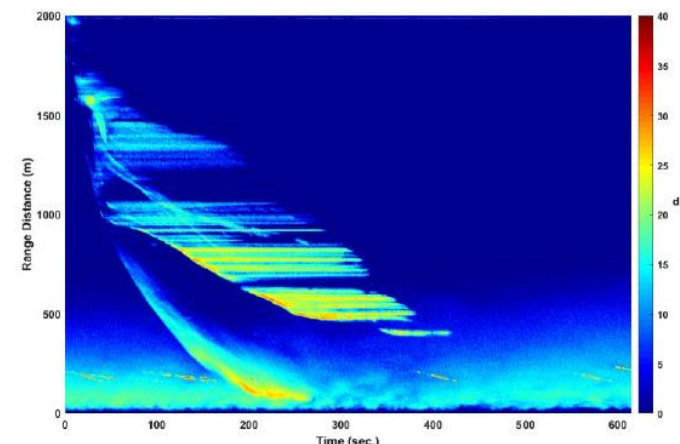
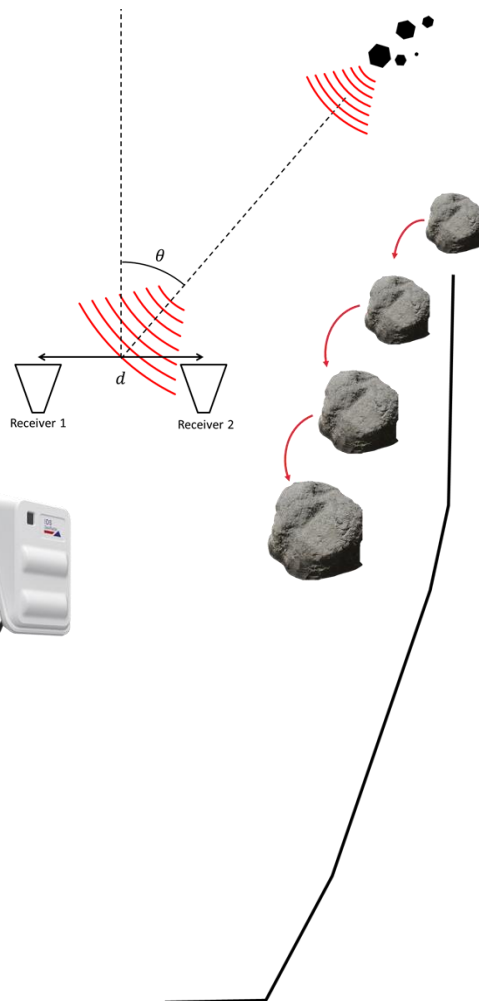


Principi della tecnica *radar* Doppler

Componenti del sistema

Alerts Notification*

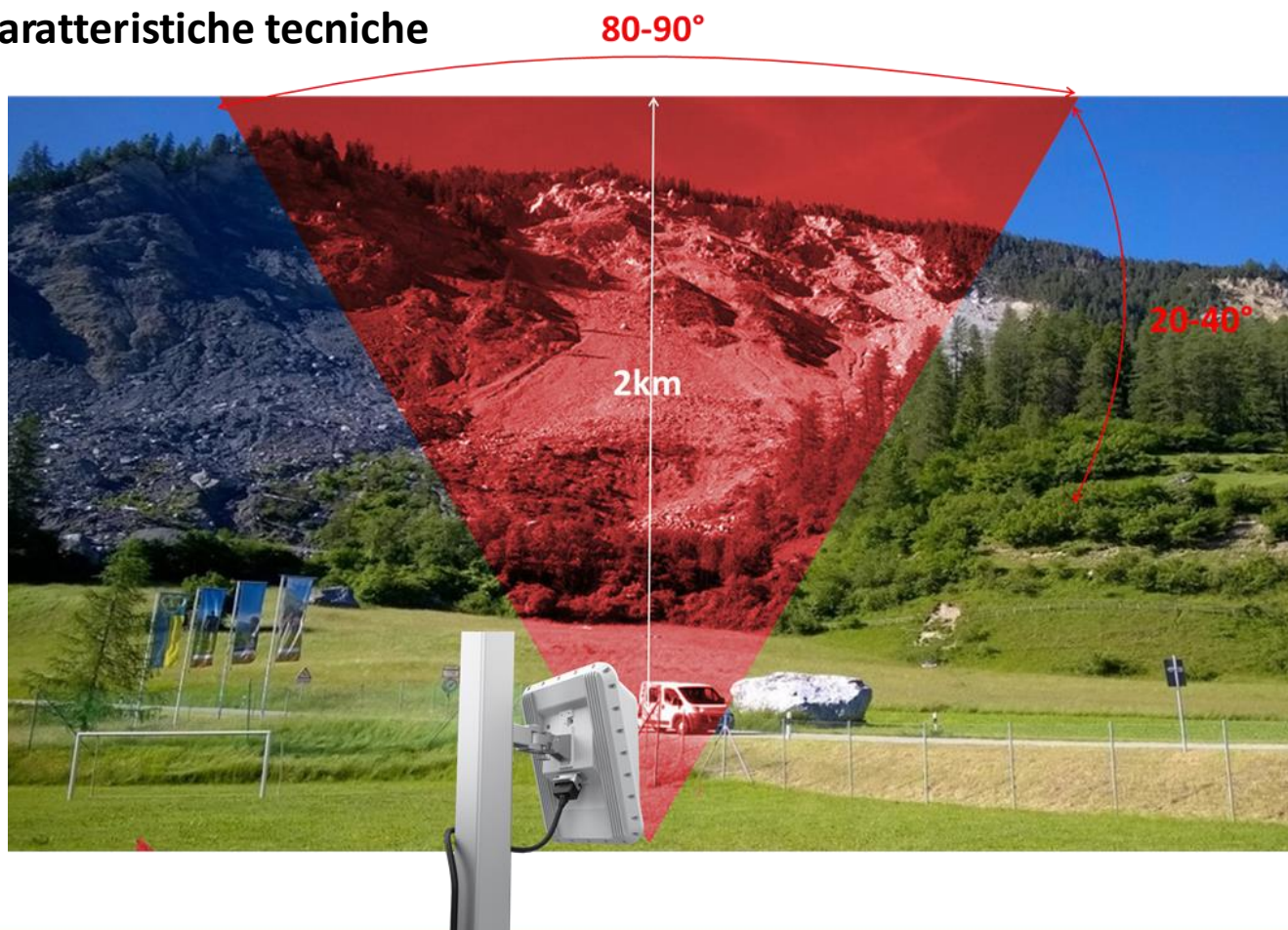
Local Alerts**



(Viviani *et al.*, 2021)

Principi della tecnica *radar* Doppler

Caratteristiche tecniche



Banda	X
Frequenza	10 – 10,6 GHz
Larghezza di banda	40 MHz
Volume minimo identificabile	~ 1 m ³ a 1 Km
Velocità minima identificabile	~ 4-5 m/s
Massima risoluzione spaziale in <i>range</i>	5 m
Massima risoluzione angolare in <i>azimuth</i>	3°
Frequenza di aggiornamento	2 Hz
Temperature operative	-30° – +50 °C
Peso complessivo	~ 40 kg
Consumo medio	~ 120 W



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca

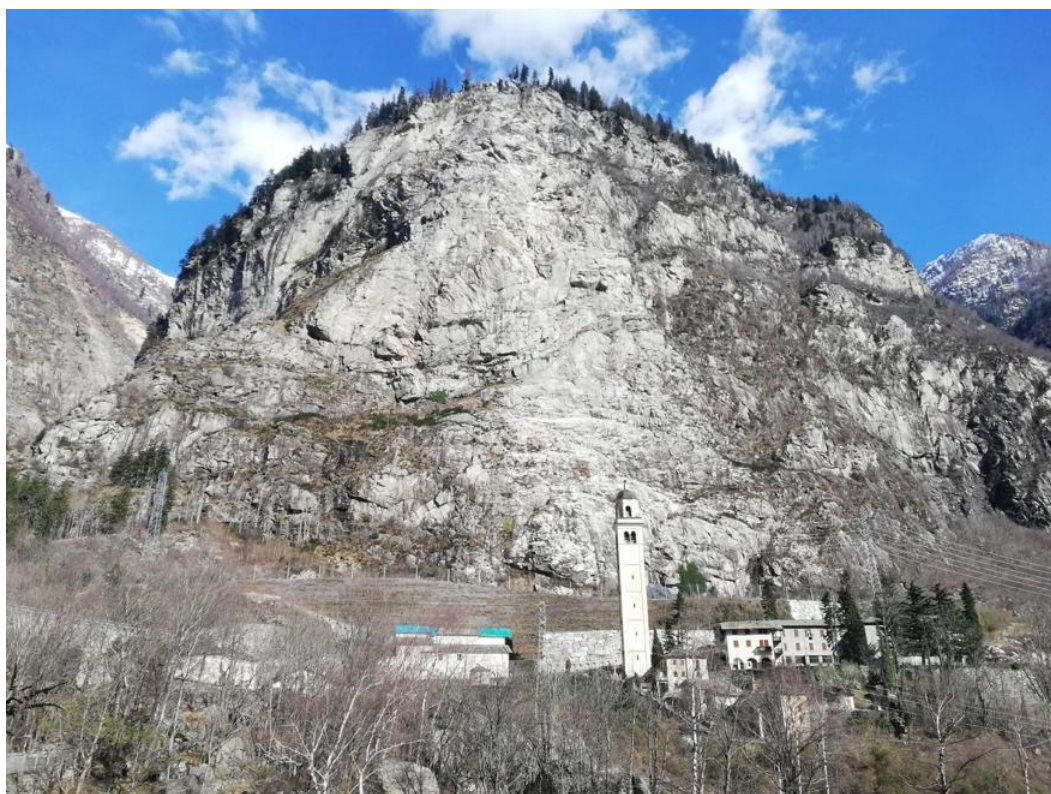


Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



Il sito di monitoraggio Geosciences IR

Santuario di Gallivaggio





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA

ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Il sito di monitoraggio Geosciences IR

Monitoraggio



Il sito di monitoraggio Geosciences IR

Piattaforma web

Rockfall map with a heat-map indicating the source and the magnitude of the events detected

Details of the observed phenomenon

The screenshot shows the GEO PREVENT web interface. On the left is a sidebar menu with the user's name 'Tommaso Carla' and various navigation options. The central part of the screen displays a map of a mountainous region with a red heat map overlay indicating rockfall activity. On the right, there is a details panel showing radar data and a camera image of a rocky peak. Red arrows point from descriptive text to these specific interface elements.

Information about the user logged in, the monitoring station, the status, possible communications and other utilities

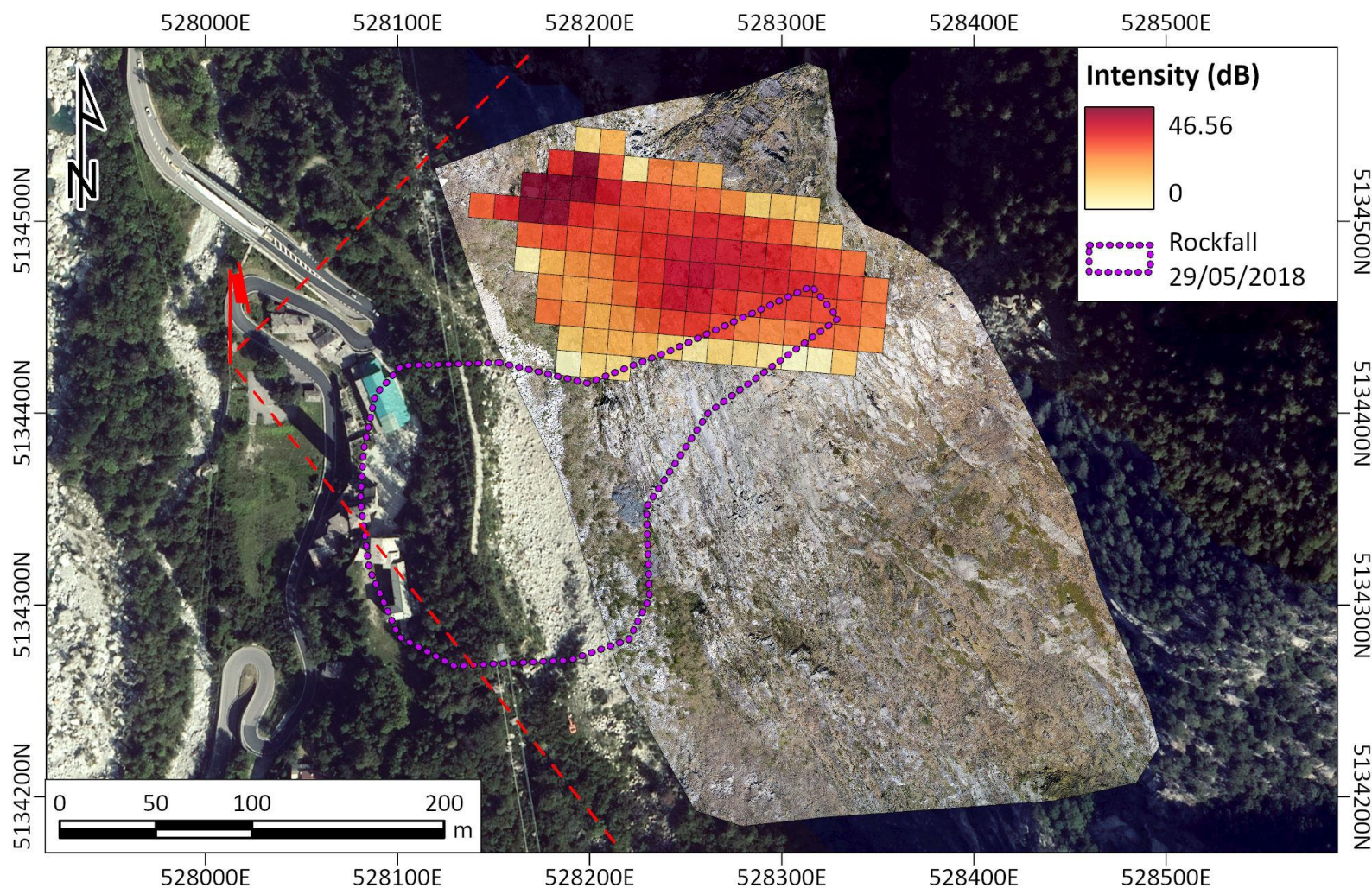
Images acquired by the rotating camera PTZ

Events registered by the radar Doppler

Il sito di monitoraggio Geosciences IR

Heat map evento 15 luglio 2024

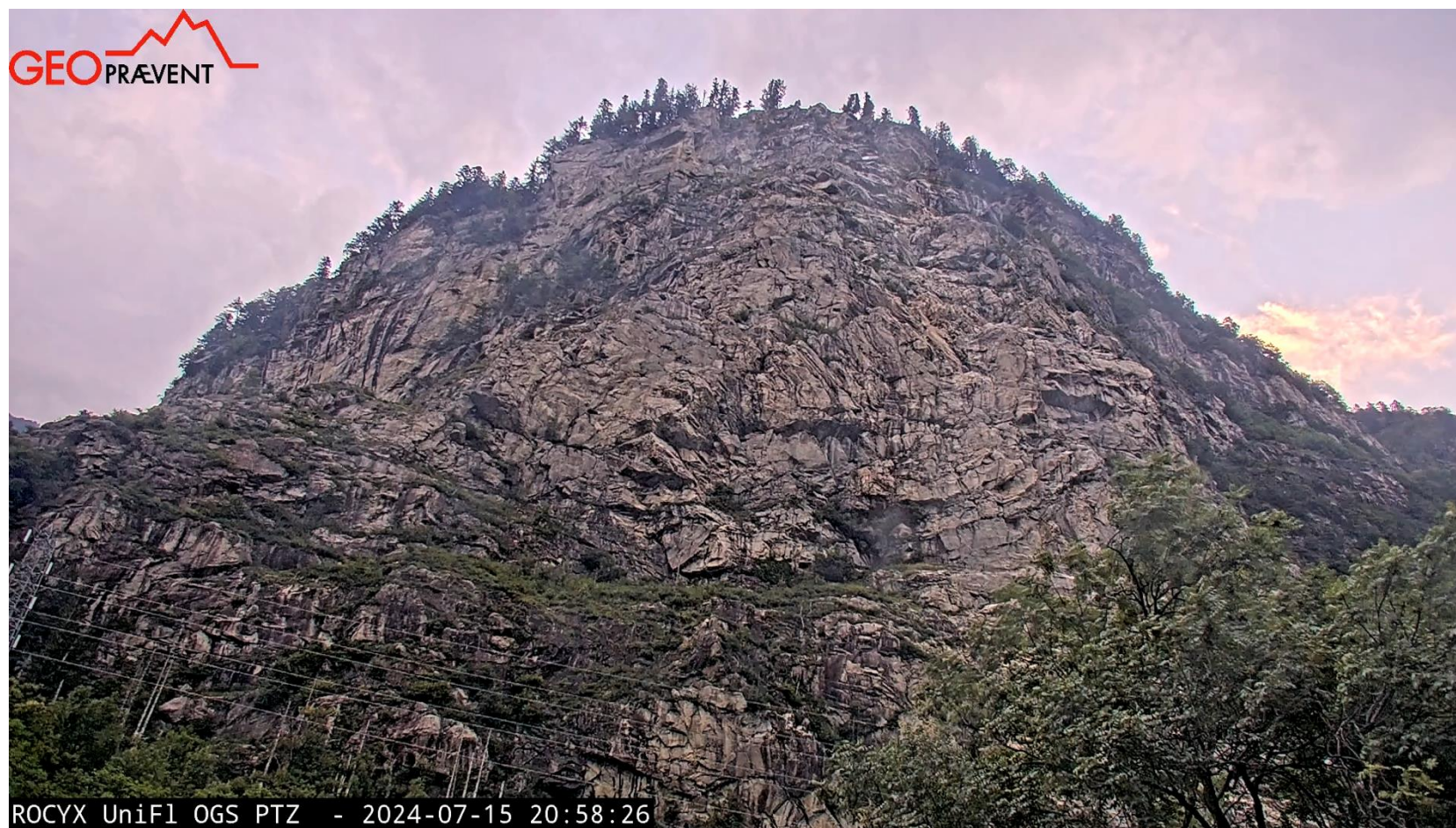
Orà di inizio	20:58:55
Durata	16 s
Distanza di propagazione	205 m
Velocità media	62 km/h



Il sito di monitoraggio Geosciences IR

Ripresa video evento 15 luglio 2024

Ora di inizio	20:58:55
Durata	16 s
Distanza di propagazione	205 m
Velocità media	62 km/h



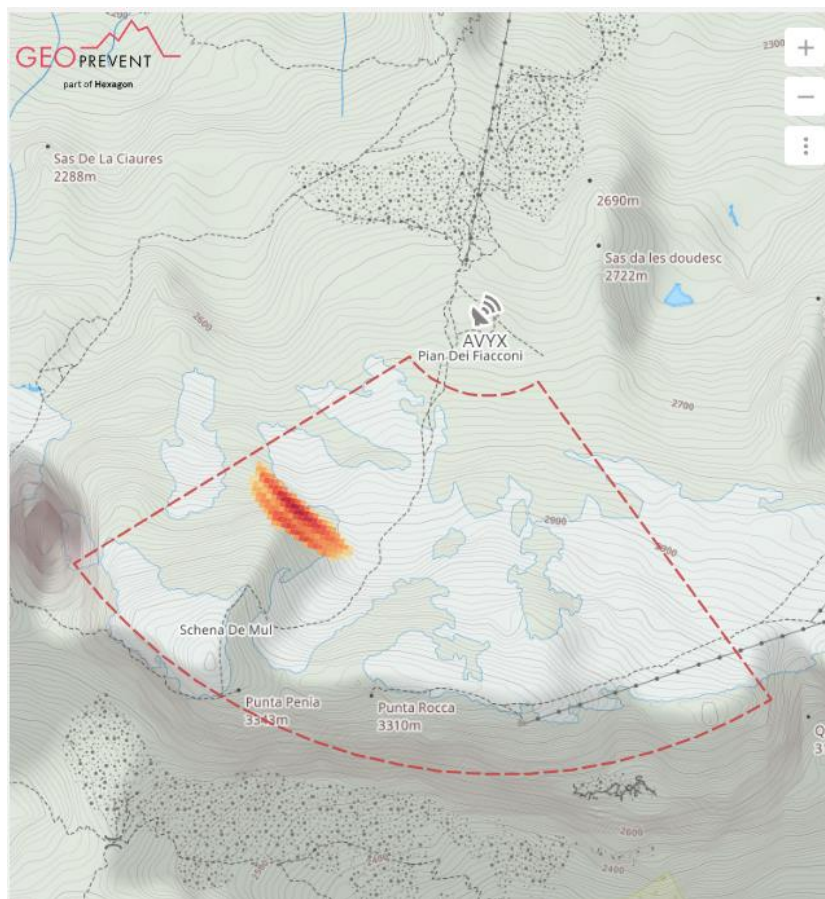
Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Ghiacciaio Marmolada



Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Ghiacciaio Marmolada



Radar AVYX	Start 8:46:43 AM	Duration 22s
Size 2.4	Length 90 m	Speed 22 km/h

PTZ

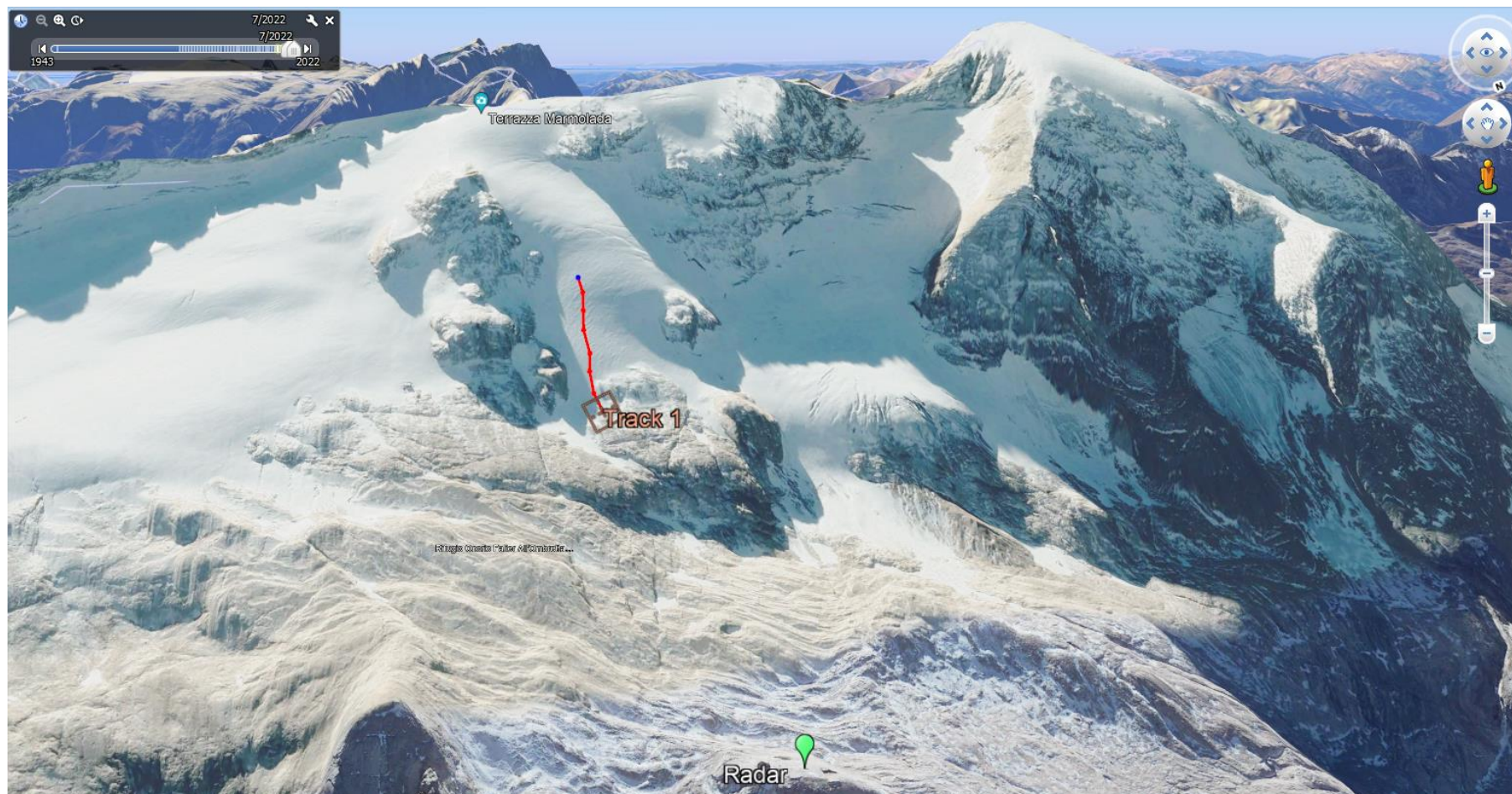
Recorded at 8:46:30 AM (1/11)

AVYX Marmolada PTZ, 2022-10-01 08:46:27

A PTZ camera view of the Marmolada glacier. The image shows a wide expanse of snow and ice with rocky outcrops. A red bounding box highlights a specific area on the right side of the frame. The 'GEO PREVENT' logo is visible in the top left corner of the video frame.

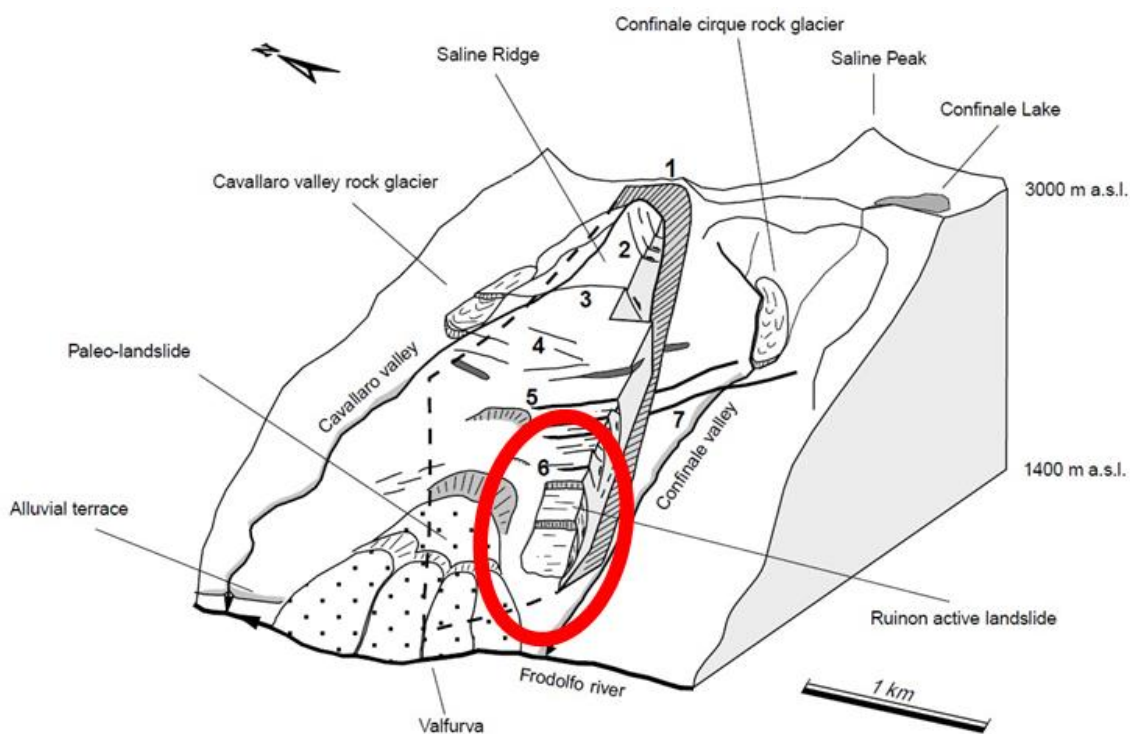
Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Ghiacciaio Marmolada

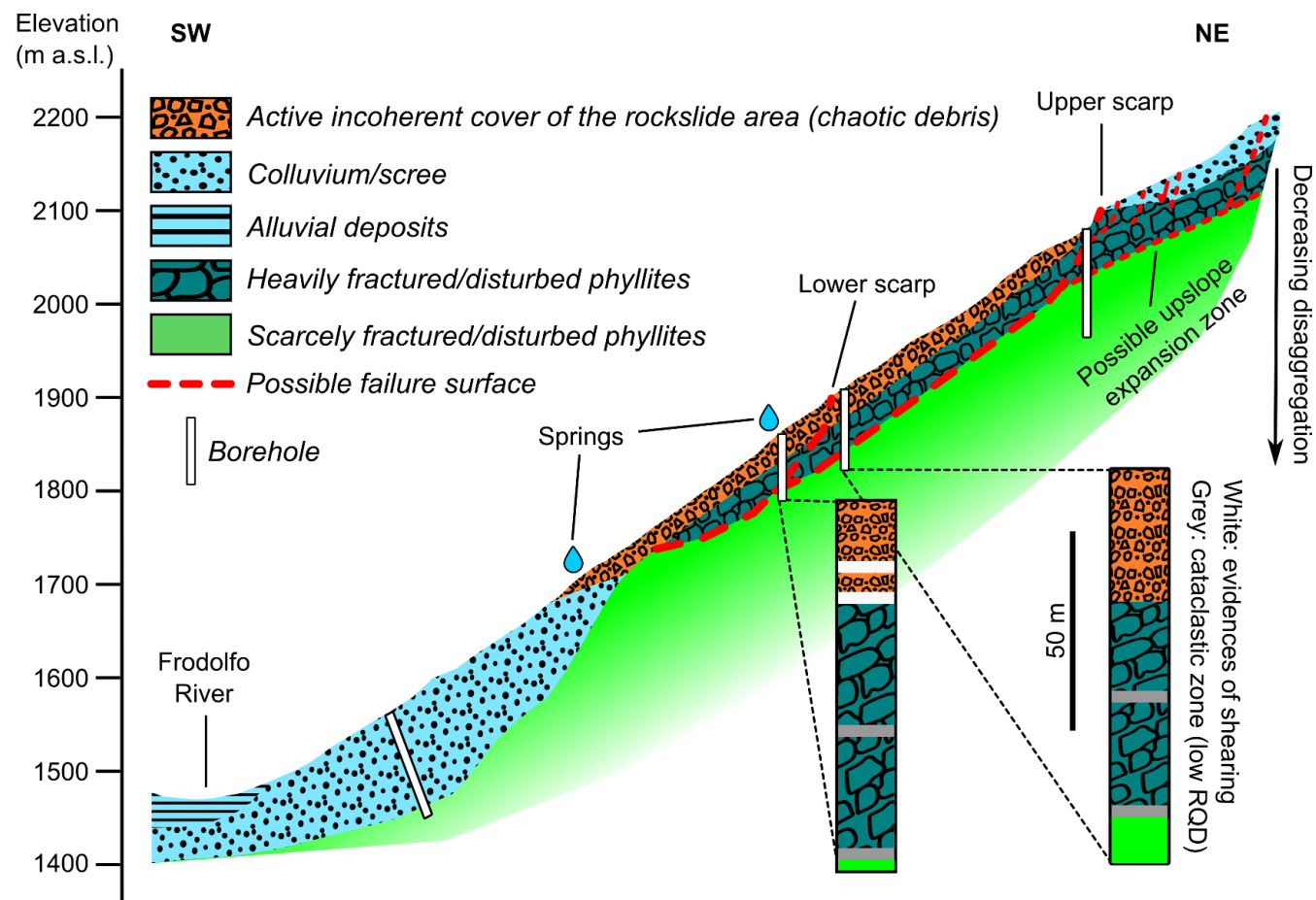


Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Frana del Ruinon



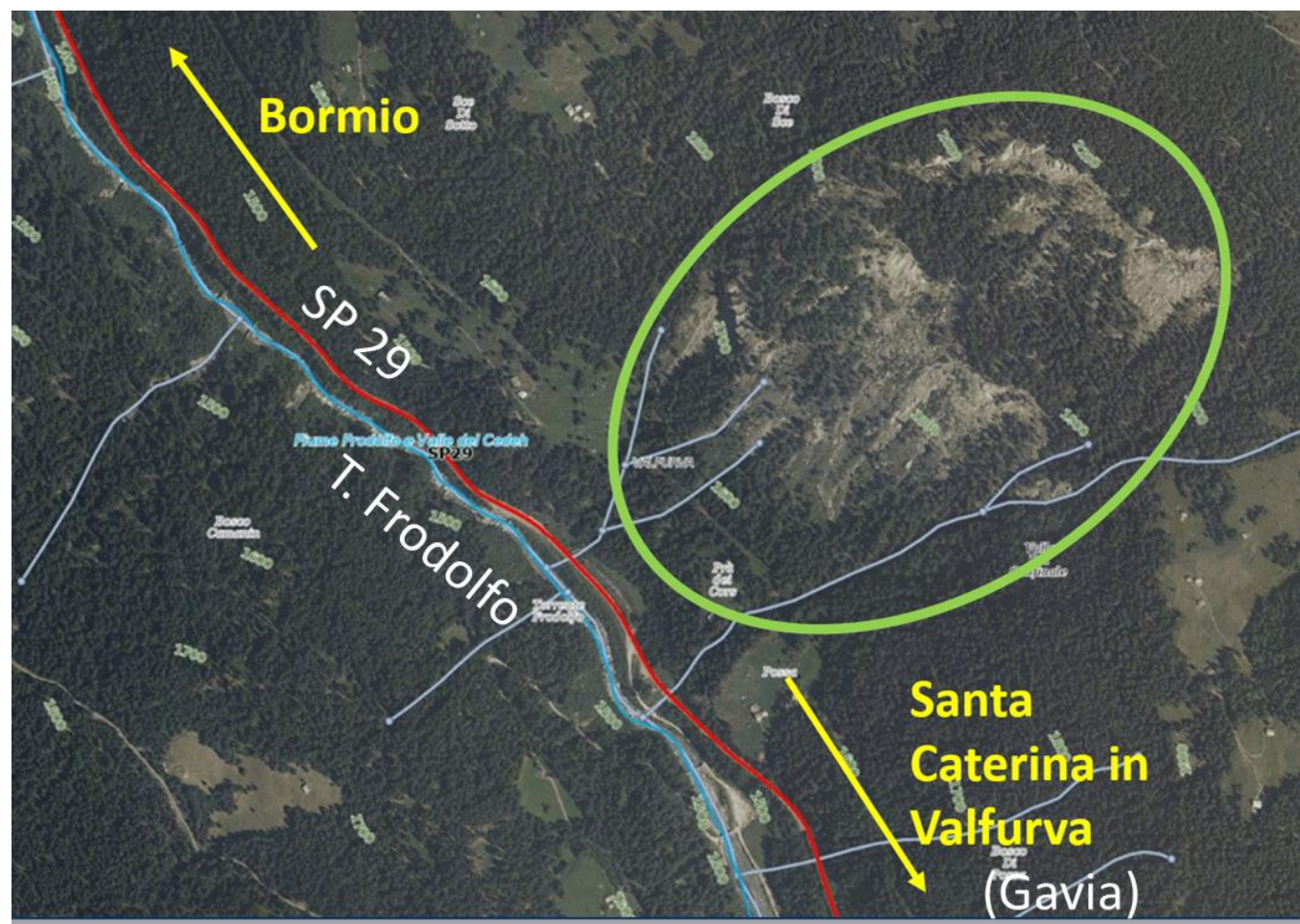
(Agliardi *et al.*, 2001)



(Carlà *et al.*, 2021)

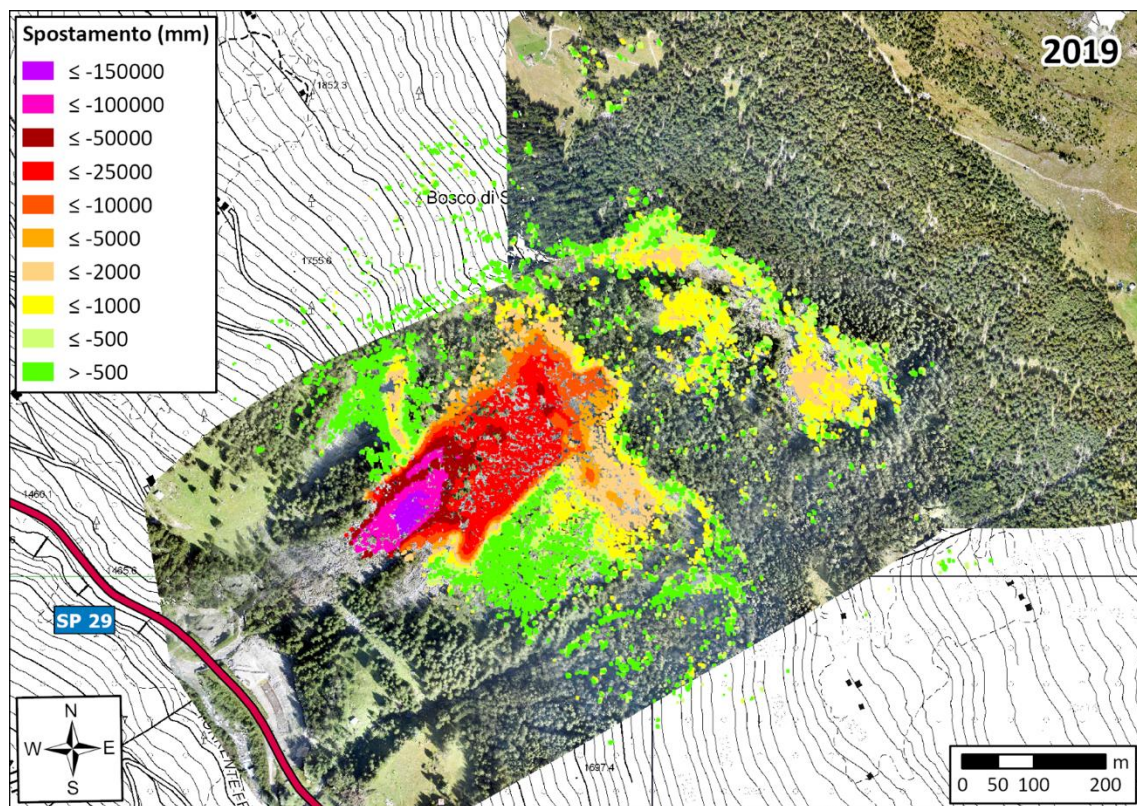
Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Frana del Ruinon



Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

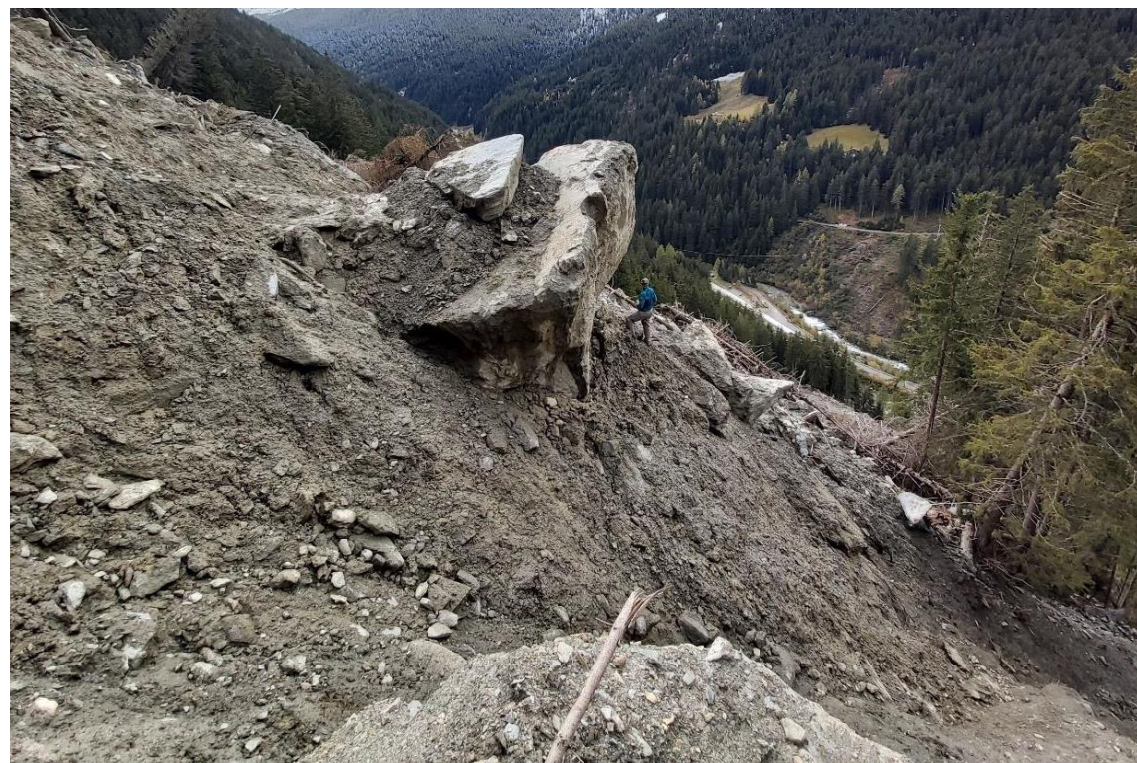
Frana del Ruinon



Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

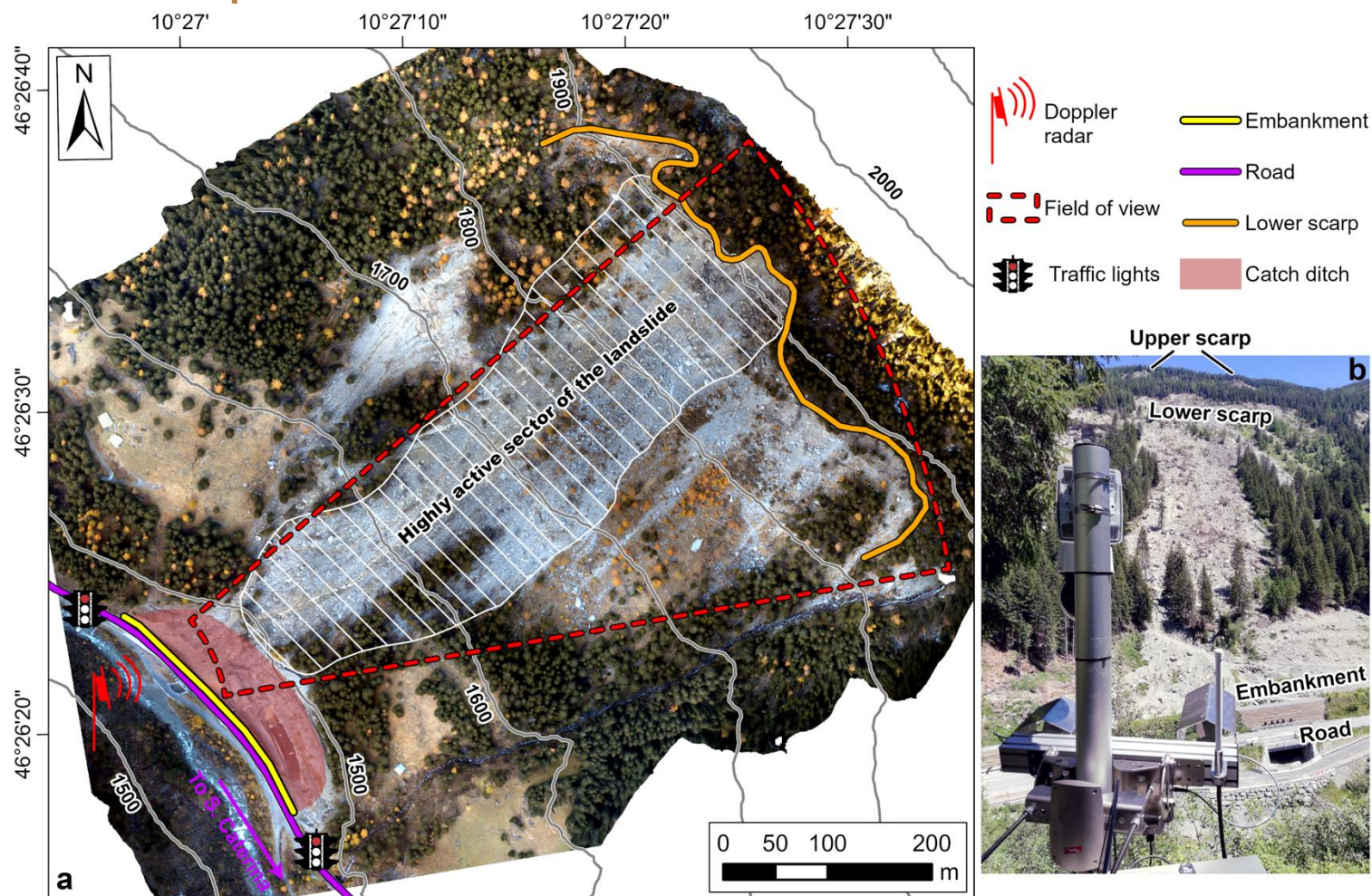
Frana del Ruinon

20 agosto 2019



Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

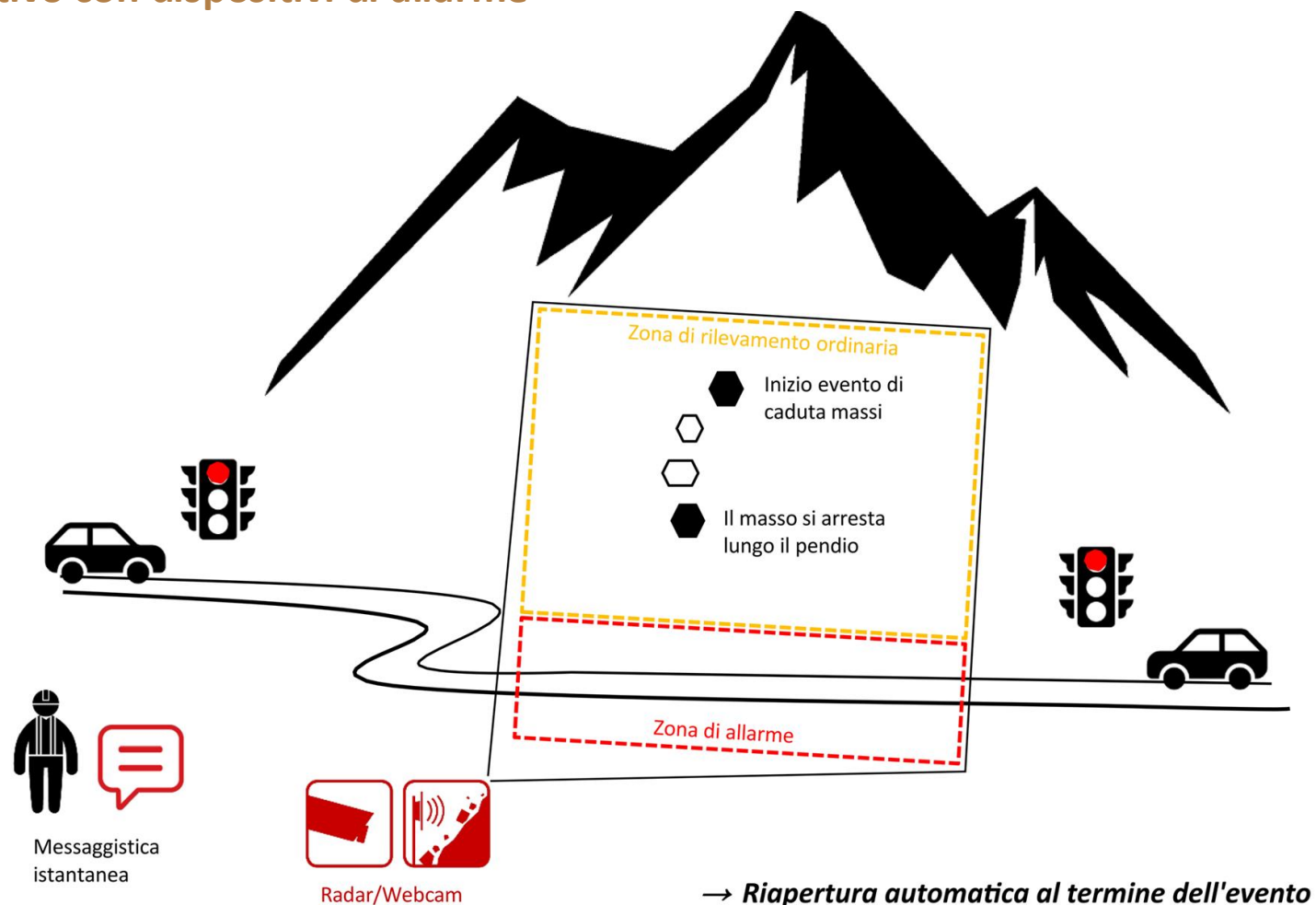
Frana del Ruinon



(Carlà *et al.*, 2024)

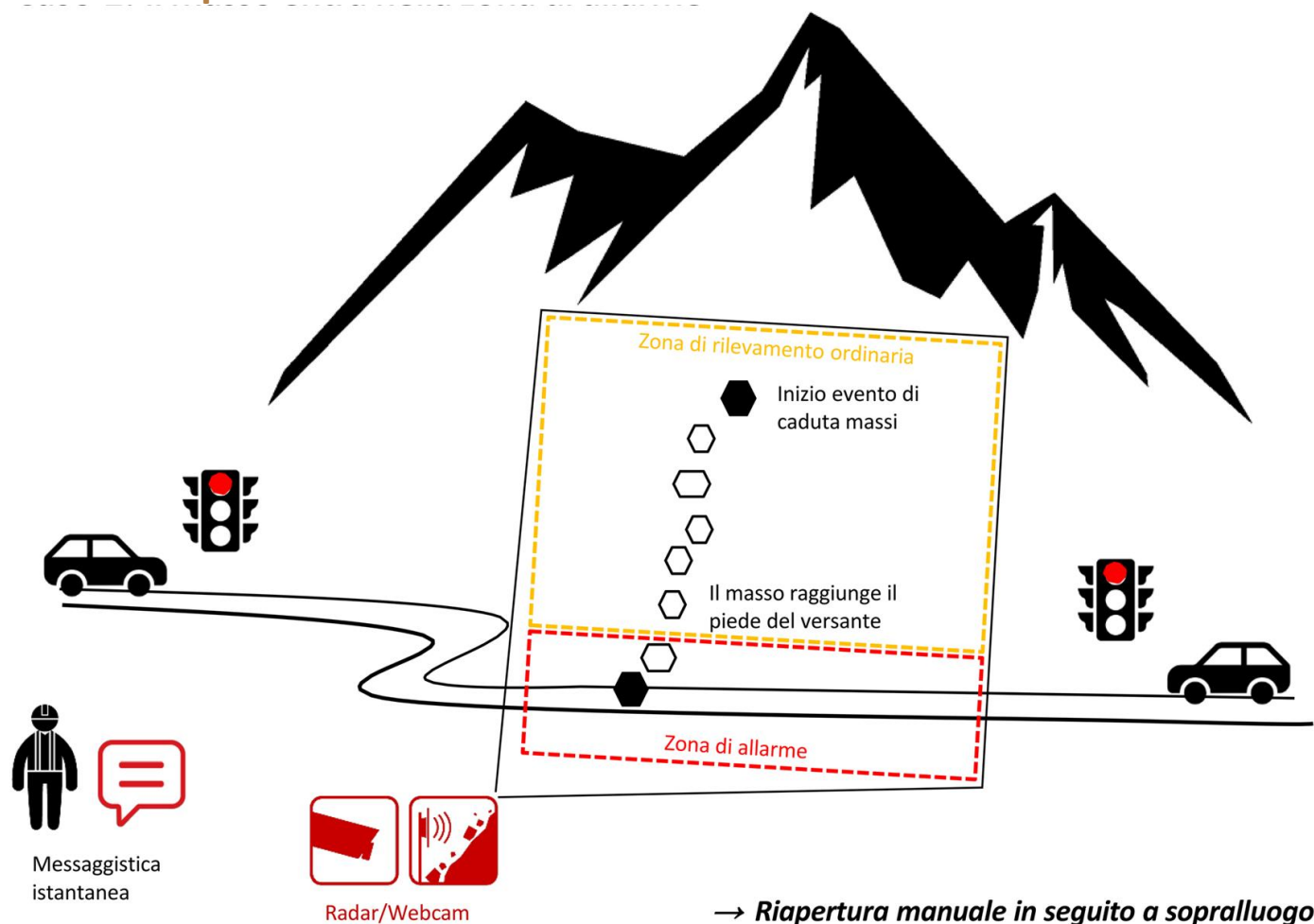
Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Frana del Ruinon



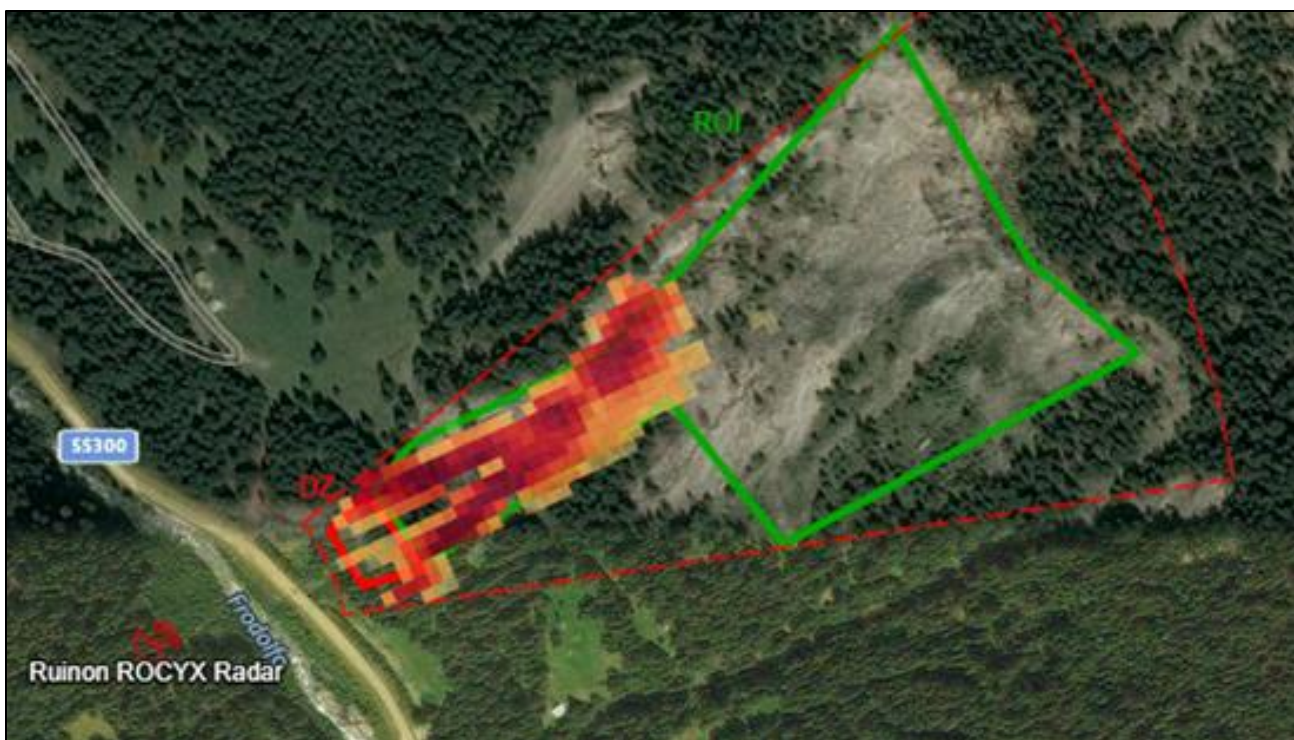
Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Frana del Ruinon



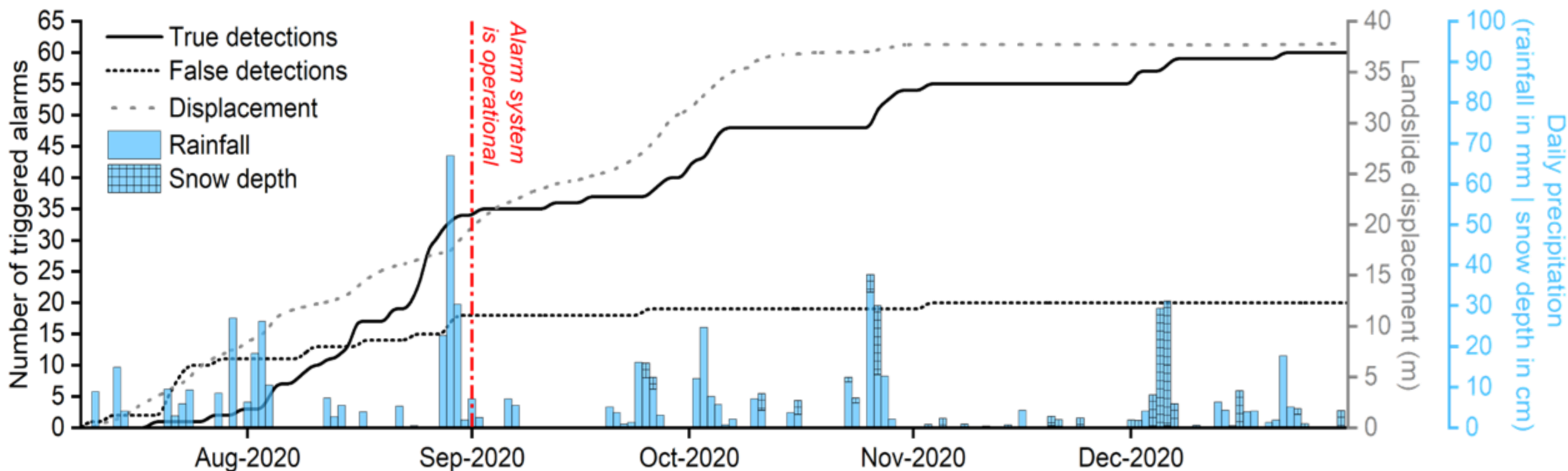
Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Frana del Ruinon



Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Frana del Ruinon



(Carlà et al., 2024)



Esempi di utilizzo operativo con dispositivi di allarme

Frana del Ruinon

L'evento rilevato alle ore [01.10.2020 18:18:53](#) ha interessato la zona di rilevamento ordinaria. SEMAFORO ROSSO.

18:18

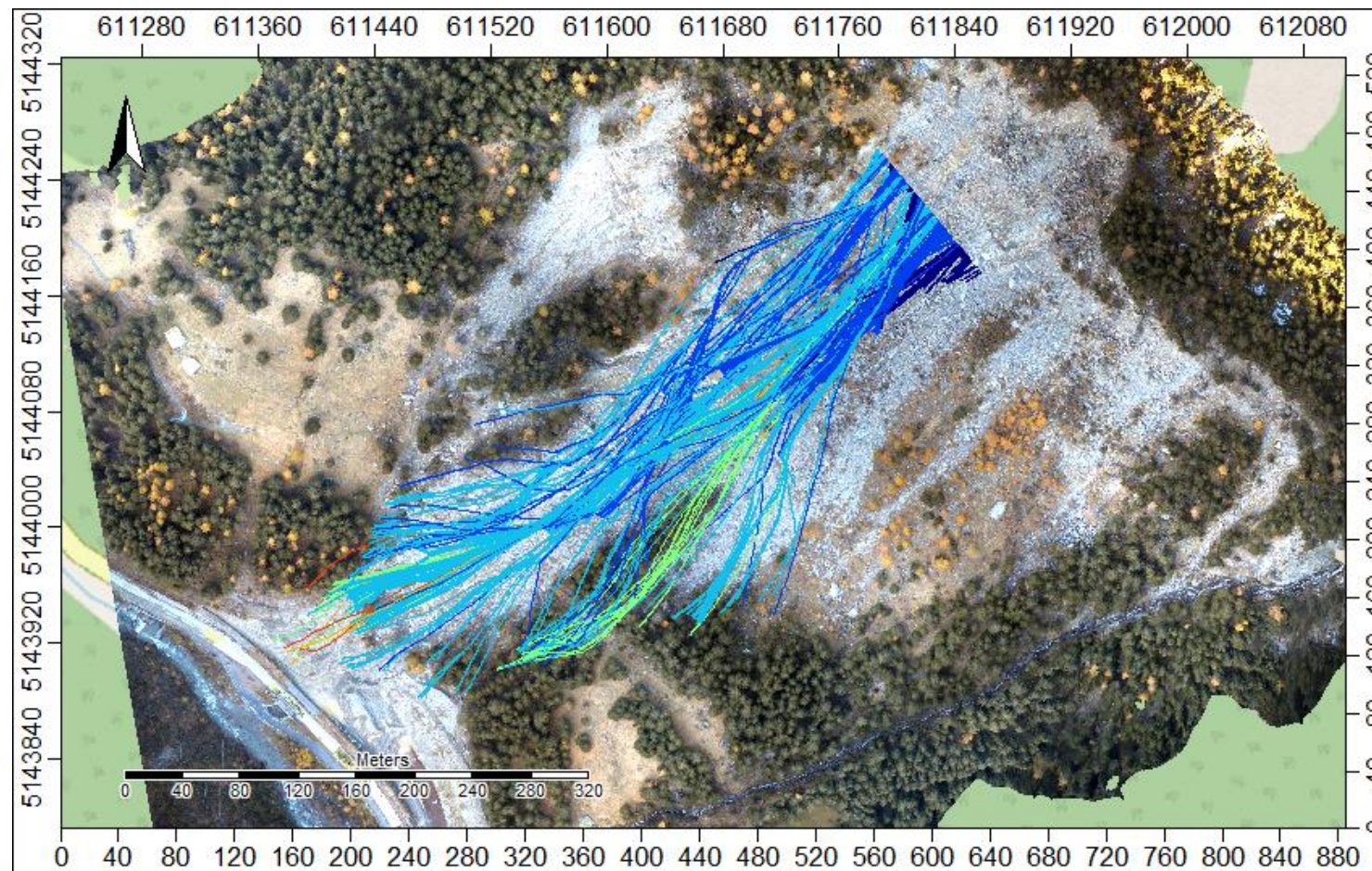
Evento rilevato alle ore: [01.10.2020 18:18:53](#); distanza tra radar e punto di innesco: [487.16](#) m; distanza di propagazione: [374.74](#) m; classe di dimensione: [3.78](#); velocità media: [48.64](#) km/h.

18:20

L'evento rilevato alle ore [01.10.2020 18:18:53](#) ha interessato la zona di allarme. SEMAFORO ROSSO – RICHIESTO RIPRISTINO MANUALE.

18:21

SEMAFORO VERDE ripristinato alle ore [01.10.2020 18:56:24](#).





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Piacenza dell'Ambiente



Grazie per l'attenzione





Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



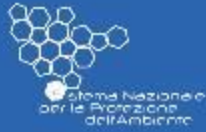
Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Piacenza dell'ambiente



Sistema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Bibliografia e sitografia

Agliardi F., Crosta G., Zanchi A. (2001) *Structural constraints on deep-seated slope deformation kinematics*. Engineering Geology 59, 83–102

Carlà T., Gigli G., Lombardi L., Nocentini M., Casagli N. (2021) *Monitoring and analysis of the exceptional displacements affecting debris at the top of a highly disaggregated rockslide*. Engineering Geology 294, 106345

Carlà T., Gigli G., Lombardi L., Nocentini M., Meier L., Schmid L., Wahlen S., Casagli N. (2024) *Real-time detection and management of rockfall hazards by ground-based Doppler radar*. Landslides 21, 155–163

Hungr O., Leroueil S., Picarelli L. (2014) *The Varnes classification of landslide types, an update*. Landslides 11, 167–194

Viviani F., Michelini A., Meier L. (2020) *RockSpot: an interferometric Doppler radar for rockfall/avalanche detection and tracking*. 2020 IEEE Radar Conference (RadarConf20), 21–25 September 2020, Florence, Italy



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Ministero
dell'Università
e della Ricerca



Italiadomani
PIANO NAZIONALE
DI RIPRESA E RESILIENZA



ISPRA
Istituto Superiore per la Protezione
e la Ricerca Ambientale



Systema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente

Disclaimer

L'Autore/gli Autori è/sono pienamente responsabile/i di tutti i contenuti inseriti nella presentazione. I contenuti di questa presentazione (testo, grafica, immagini e altri materiali) non violano i diritti di terzi e sono nella piena e libera disponibilità, avendo acquisito da ogni eventuale terzo avente diritto su di essi espressa autorizzazione alla pubblicazione; pertanto saranno utilizzati per le finalità strettamente connesse al progetto GeoSciencesIR.



PNRR "GeoSciences IR" - Missione 4 "Istruzione e Ricerca" - Componente 2 "Dalla ricerca all'impresa"
Linea di investimento 3.1 "Fondo per la realizzazione di un sistema integrato di infrastrutture di ricerca e innovazione"
Finanziato dall'Unione europea NextGenerationEU. CUP: I53C22000800006

