



METODI INTEGRATI MULTI-SCALA PER LA VALUTAZIONE E IL MONITORAGGIO DELLE PERICOLOSITÀ GEOLOGICHE INTERFERENTI CON IL TRACCIATO FERROVIARIO

LA GESTIONE DEL RISCHIO IN AMBITO FERROVIARIO – 23/06/2026

DOTT. ALESSANDRO BRUNETTI

CHI SIAMO



- NHAZCA è leader internazionale di soluzioni di analisi e **monitoraggio** per la gestione e il controllo dei **Rischi Geologici** per il **territorio** e le **infrastrutture**
- Spinoff dell'**Università Sapienza** di Roma (Italia) e **PMI Innovativa**
- Incubata presso dell'**Agenzia Spaziale Europea** tramite BIC Lazio
- Costante investimento in **Ricerca e Innovazione** e forte legame con **l'Accademia**
- **Integrazione** e scalabilità delle **tecnologie**
- Team integrato di **personale qualificato** (100% diplomato)
- **Geologi, ingegneri, professionisti, ricercatori e accademici**
- **ISO 9001:2015, ISO 14001, ISO 45001, UNI PdR 125:2022 Certificazione**

FORMAZIONE

12TH



ICGSM

INTERNATIONAL COURSE
ON GEOTECHNICAL
AND STRUCTURAL MONITORING

8-11 JUNE 2026

Golden
UNITED STATES

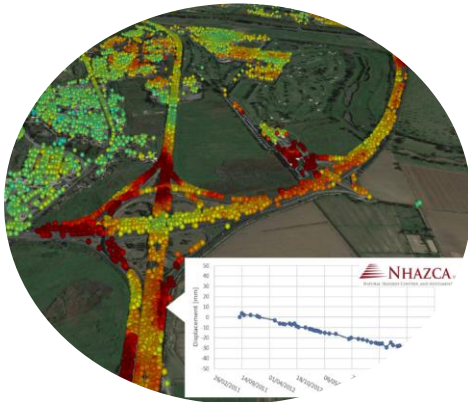


www.geotechnicalmonitoring.com

PRINCIPALI TECNOLOGIE



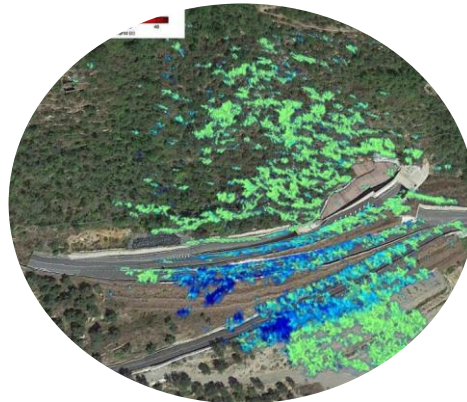
Satellite InSAR



16 anni di esperienza



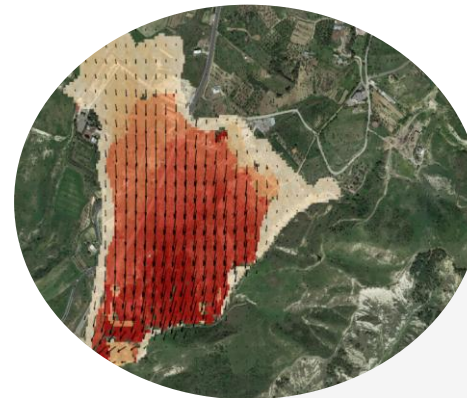
Terrestrial InSAR



20 anni di esperienza



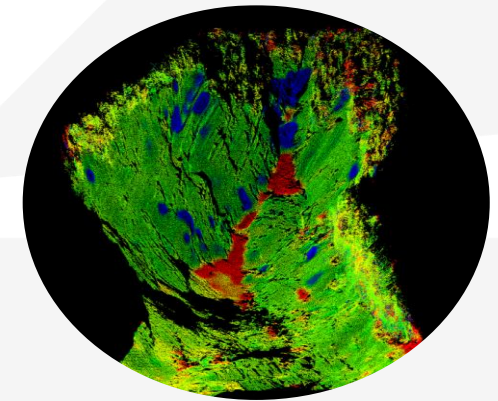
PhotoMonitoringTM



10 anni di esperienza



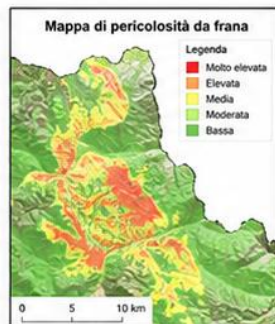
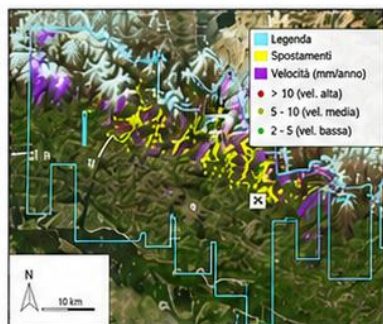
Laser Scanning/Drones



14 anni di esperienza

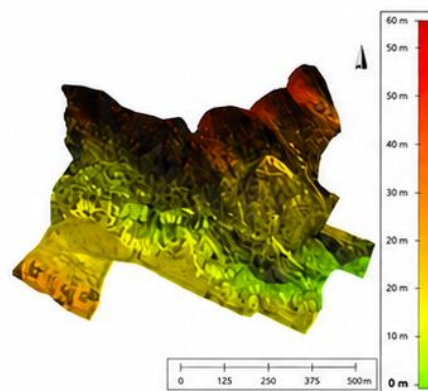
LE PERICOLOSITA' GEOLOGICHE: DALL'ANALISI DI CONTESTO AL MONITORAGGIO LOCALE

Satelliti e database geospaziali



>100 km²
>0.5 m
giorni

Veicoli aerei senza pilota (UAV)



1-100 km²
>1 cm
ore

Sensori e monitoraggio automatizzato



<1 km²
locale
secondi



IL PRODOTTO SGAM: DAL DATO ALL'INFORMAZIONE



SGAM (Smart Geotechnical Asset Management)

- Prodotto sviluppato con il supporto dell'**Agenzia Spaziale Europea (ESA)** con progetti di business application
- Analisi dei rischi connessi all'**interazione tra le opere infrastrutturali e il contesto geotecnico** (interferenze con le **pericolosità geologiche**)
- **Utilizzo integrato di dati** satellitari di Osservazione della Terra (OT), di database geospaziali dei geohazards e di eventuali altri dati disponibili circa lo stato di salute delle infrastrutture.
- **Quando è utile SGAM?**

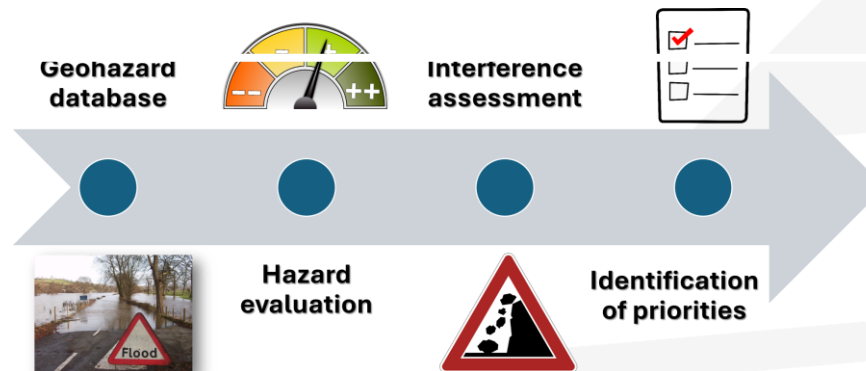


Fase di progettazione delle infrastrutture

supporto per l'individuazione dei migliori corridoi di progetto

Fase di gestione delle infrastrutture

supporto decisionale tramite la prioritizzazione di intervento degli asset maggiormente interferenti con geohazards



IL PRODOTTO SGAM: DAL DATO ALL'INFORMAZIONE



SISTEMA INTEGRATO DI VALUTAZIONE

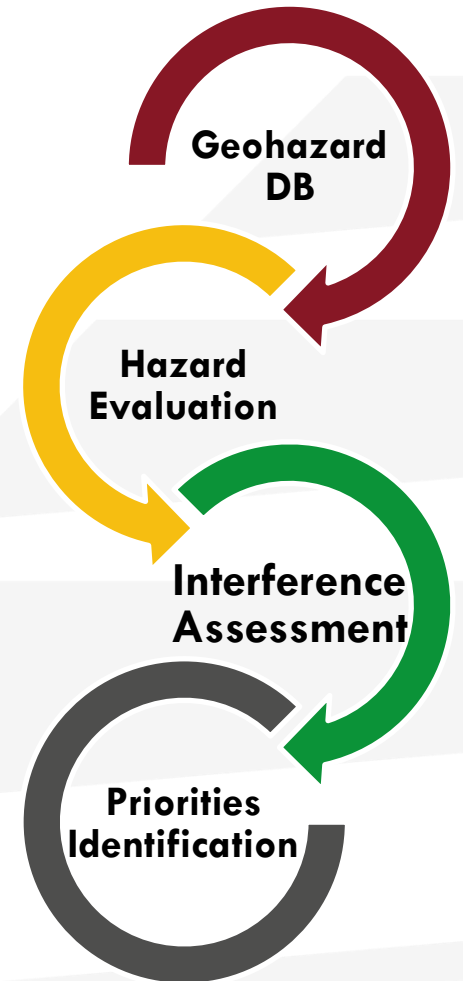
- Analisi predittiva del rischio frane su infrastrutture lineari (esistenti o di progetto)
- Integrazione di dati geospaziali multi-sorgente
- Machine Learning e Data Fusion per assessment quantitativo su area vasta.

FOCUS INFRASTRUTTURALE

- Valutazione specifica per tracciati stradali/ferroviari/pipeline
- Segmentazione automatica del tracciato
- Prioritizzazione interventi basata su punteggi di pericolosità.

APPROCCIO SCIENTIFICO

- Modelli addestrati e validati su dati storici
- Analisi multi-parametrica
- Conformità normative tecniche di settore



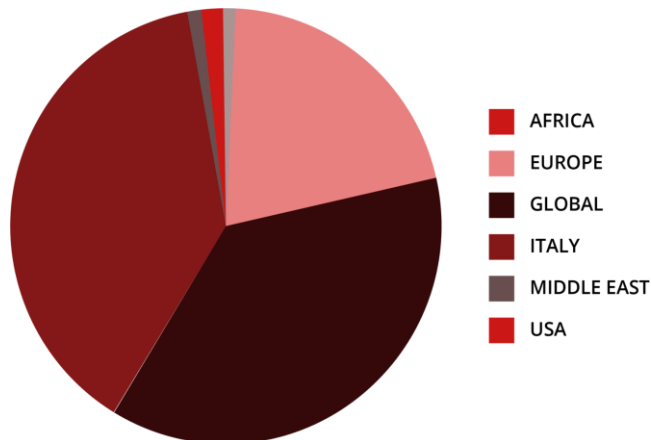
IL DATABASE SGAM



SGAM non si limita a raccogliere dati: li sintetizza !

DATABASE GEOSPAZIALE PROPRIETARIO

- Integrando una varietà di database, SGAM si avvale di un unico potente DB specificamente progettato per comprendere i rischi geologici attivi che potrebbero minacciare le infrastrutture;
- SGAM sfrutta l'enorme quantità di dati disponibili e li trasforma in una risorsa preziosa per un'analisi completa.



DETTAGLI

- 100+ database
- I terremoti sono gli eventi più frequenti (25%)
- Frane e inondazioni per circa il 15%

DISTRIBUZIONE GEOGRAFICA

- 38% Italia e Dataset globali
- 20% Europa

CHI HA PROVATO SGAM?



GENERALI
Global Corporate & Commercial

Almaviva

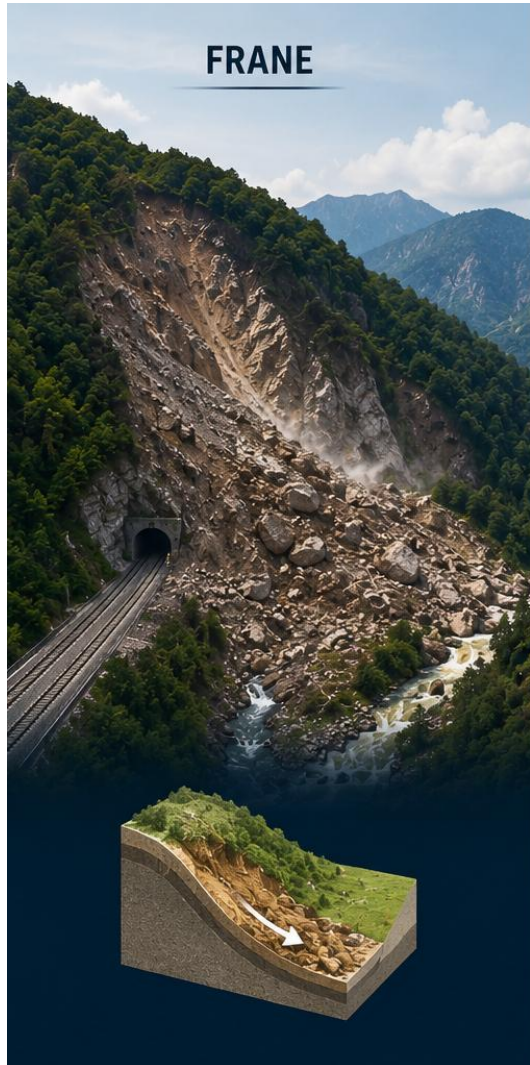


**autostrade
per l'Italia**

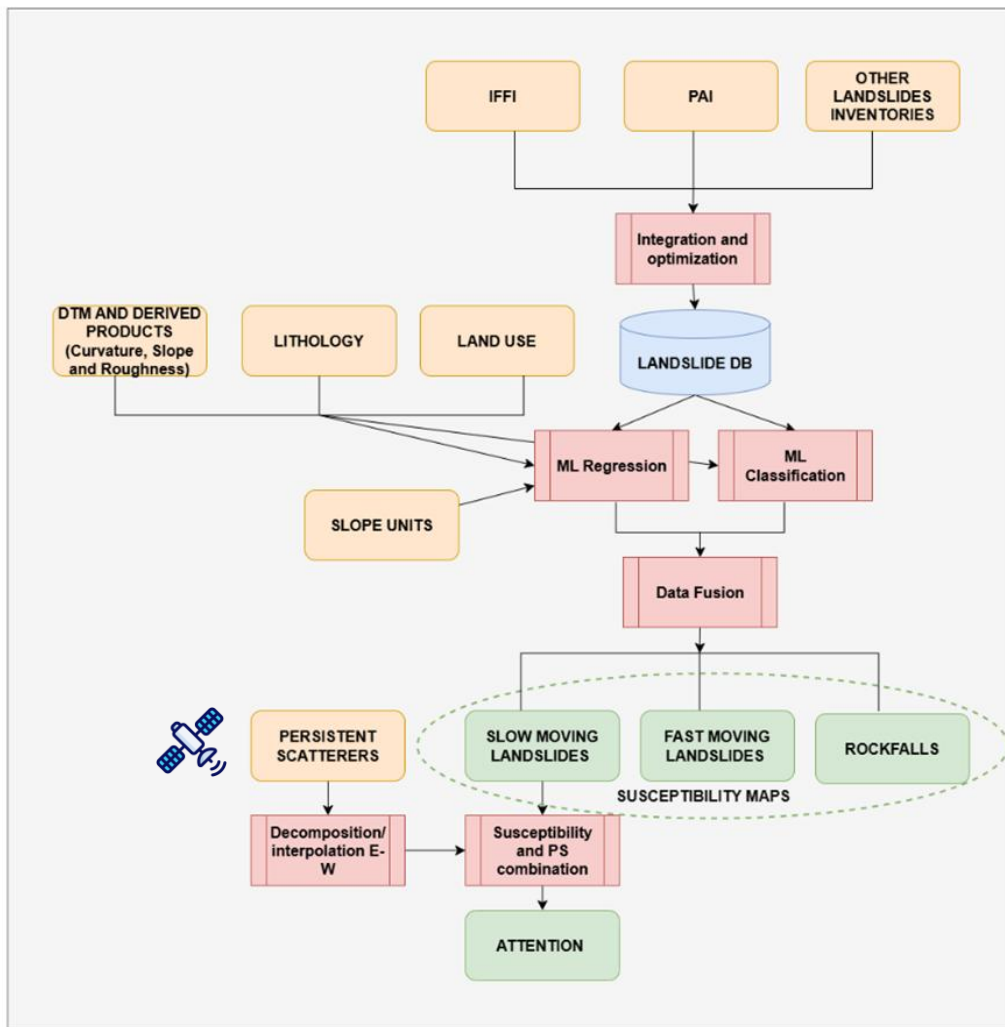


SALT

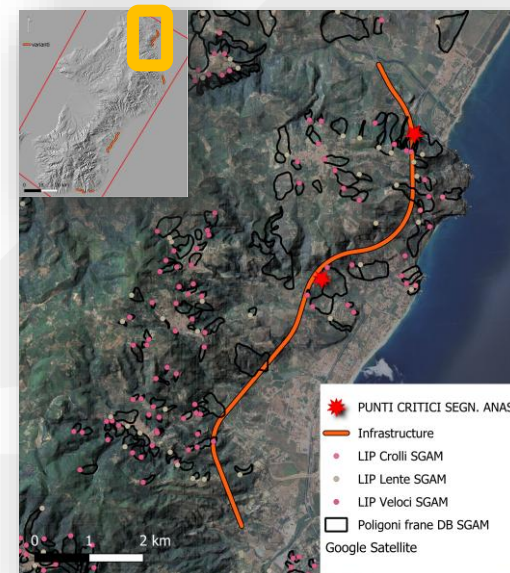
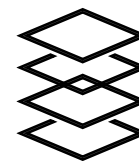
LE ATTUALI APPLICAZIONI DI SGAM



SGAM PER LE FRANE

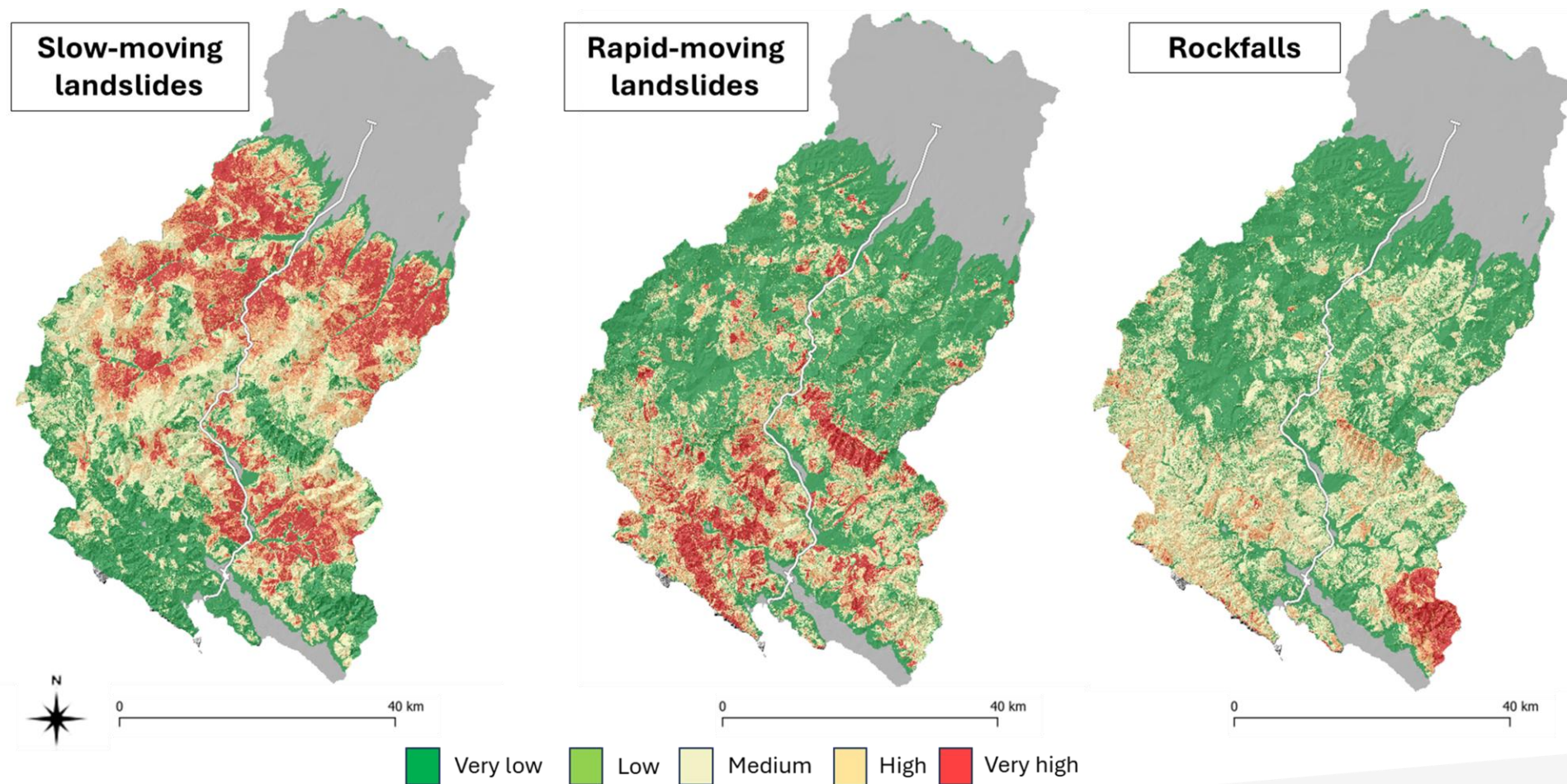


- DTM TINITALY 10m
- Uso del Suolo
- Litologia
- Elevazione Relativa
- Rugosità
- Acclività (Slope)
- Curvatura
- Aree Stabili
- Unità di Versante

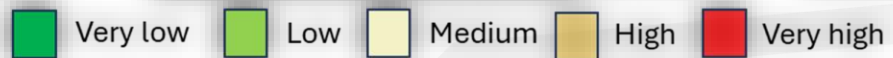
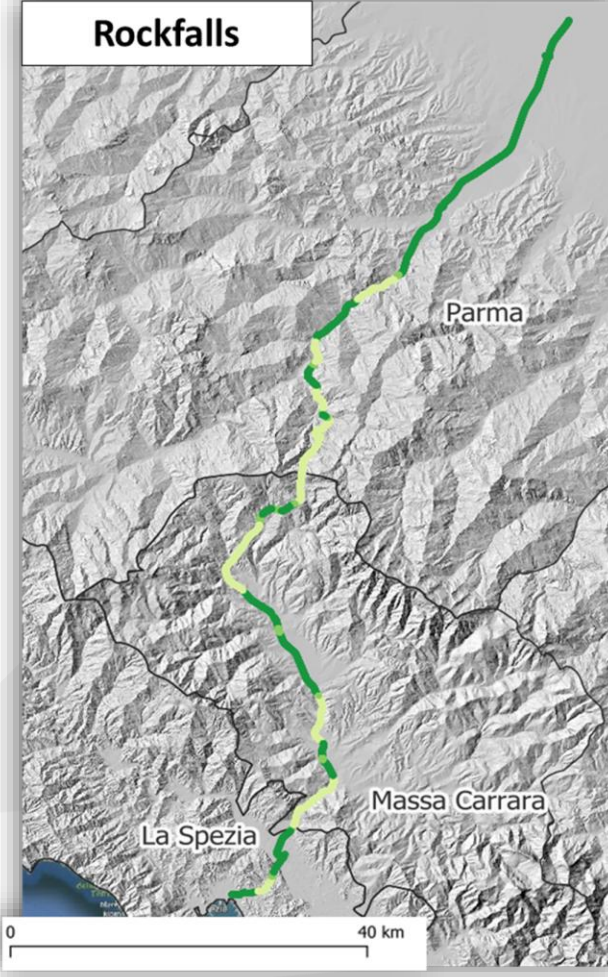
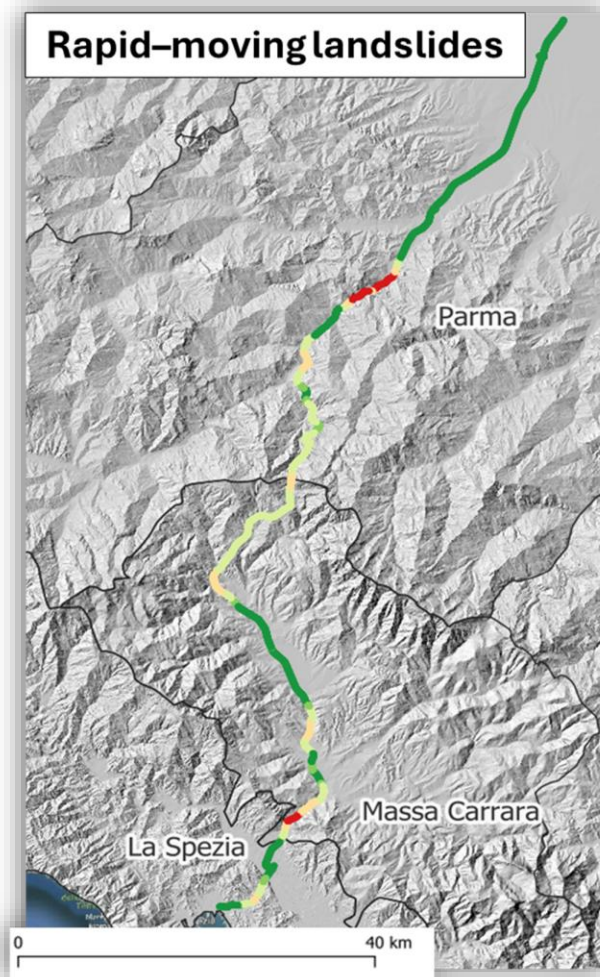
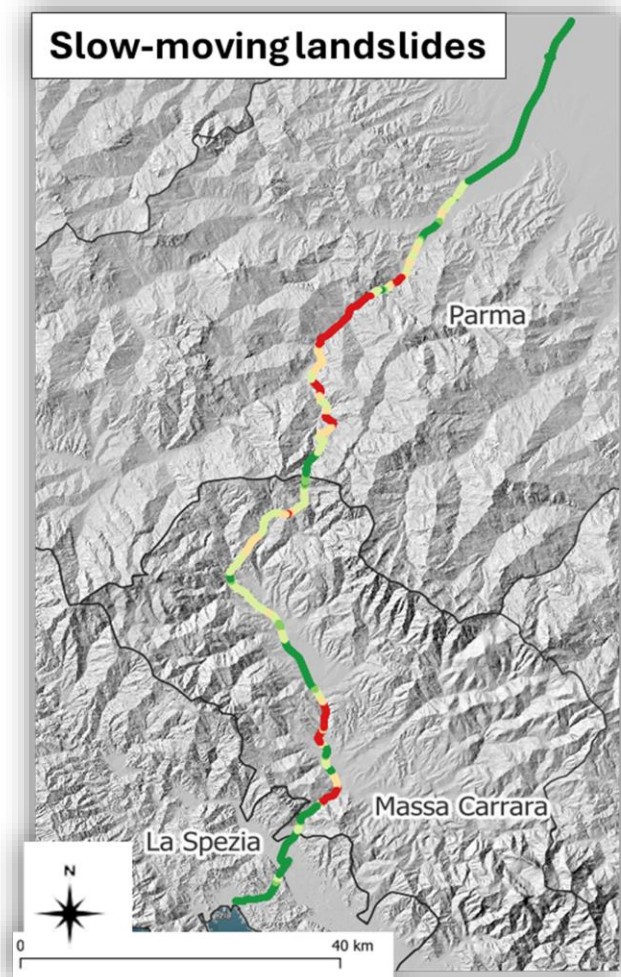


**DATASET DI ADDESTRAMENTO (DATO) PER ANALISI DI
SUSCETTIBILITÀ (INFORMAZIONE)**

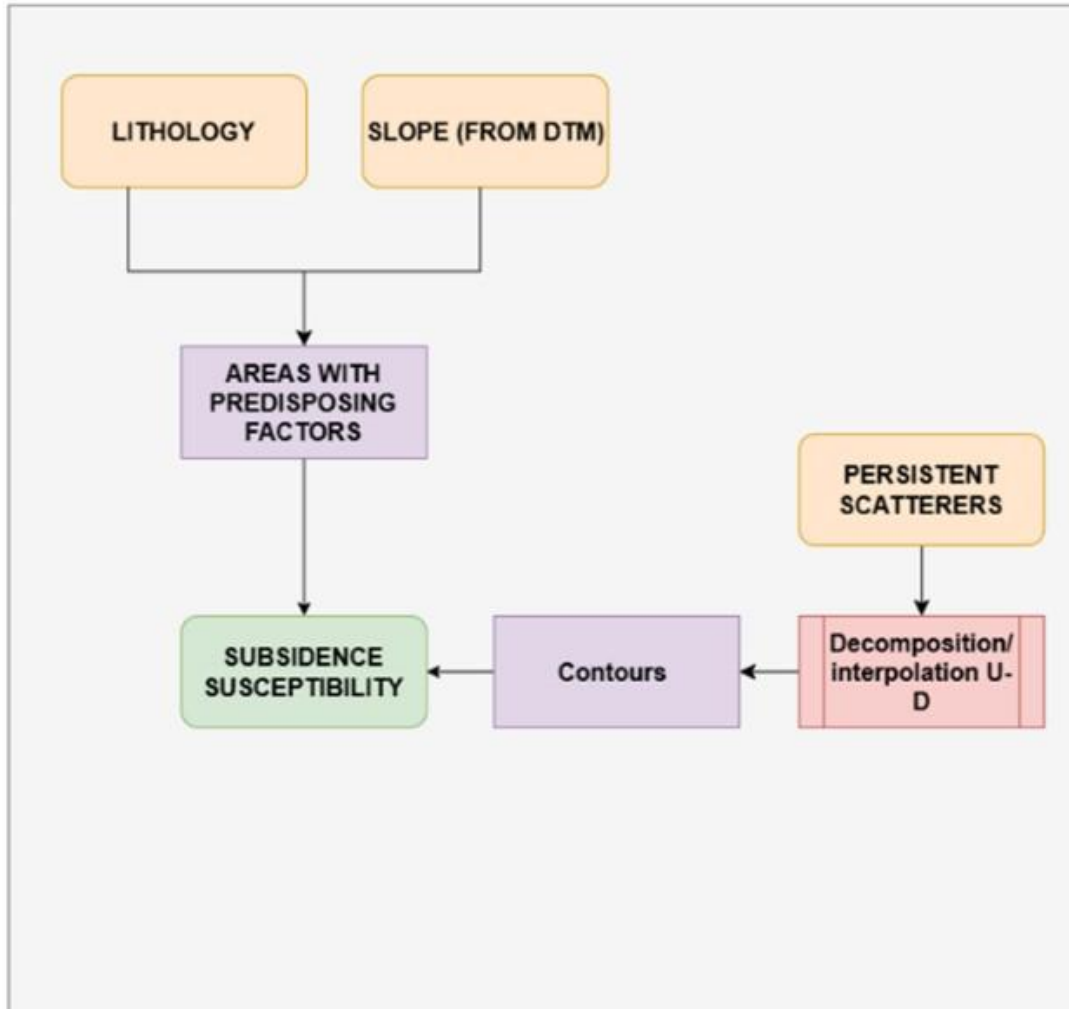
SGAM - FRANE



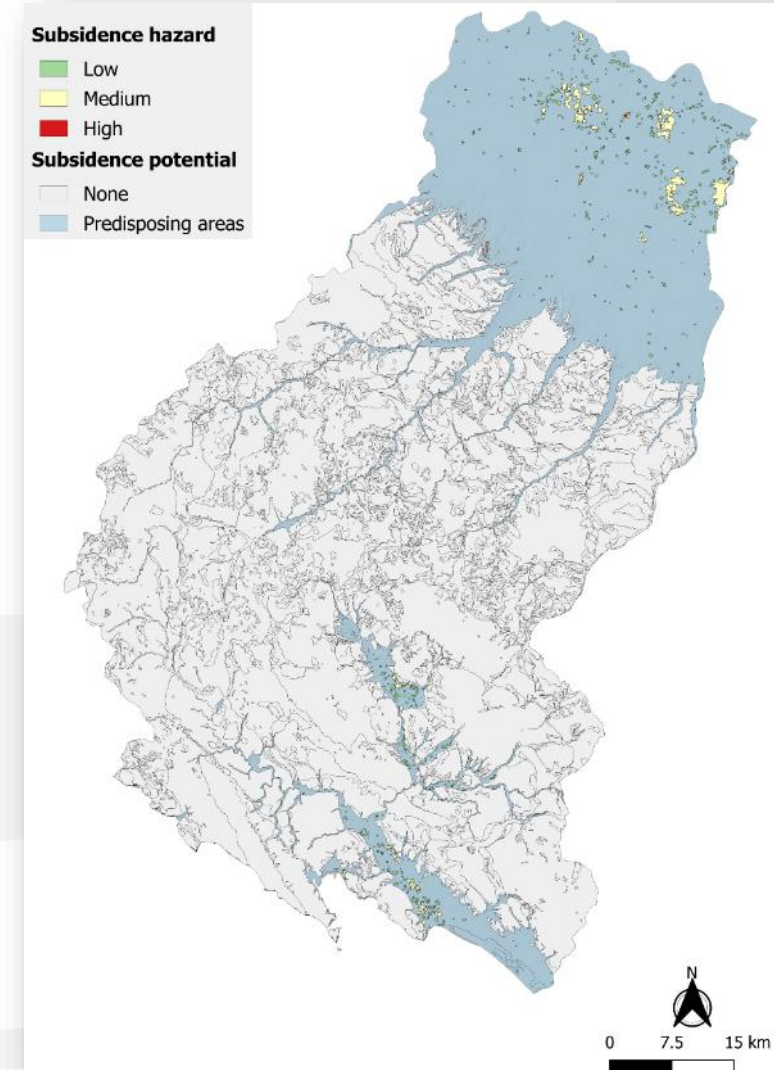
SGAM - FRANE



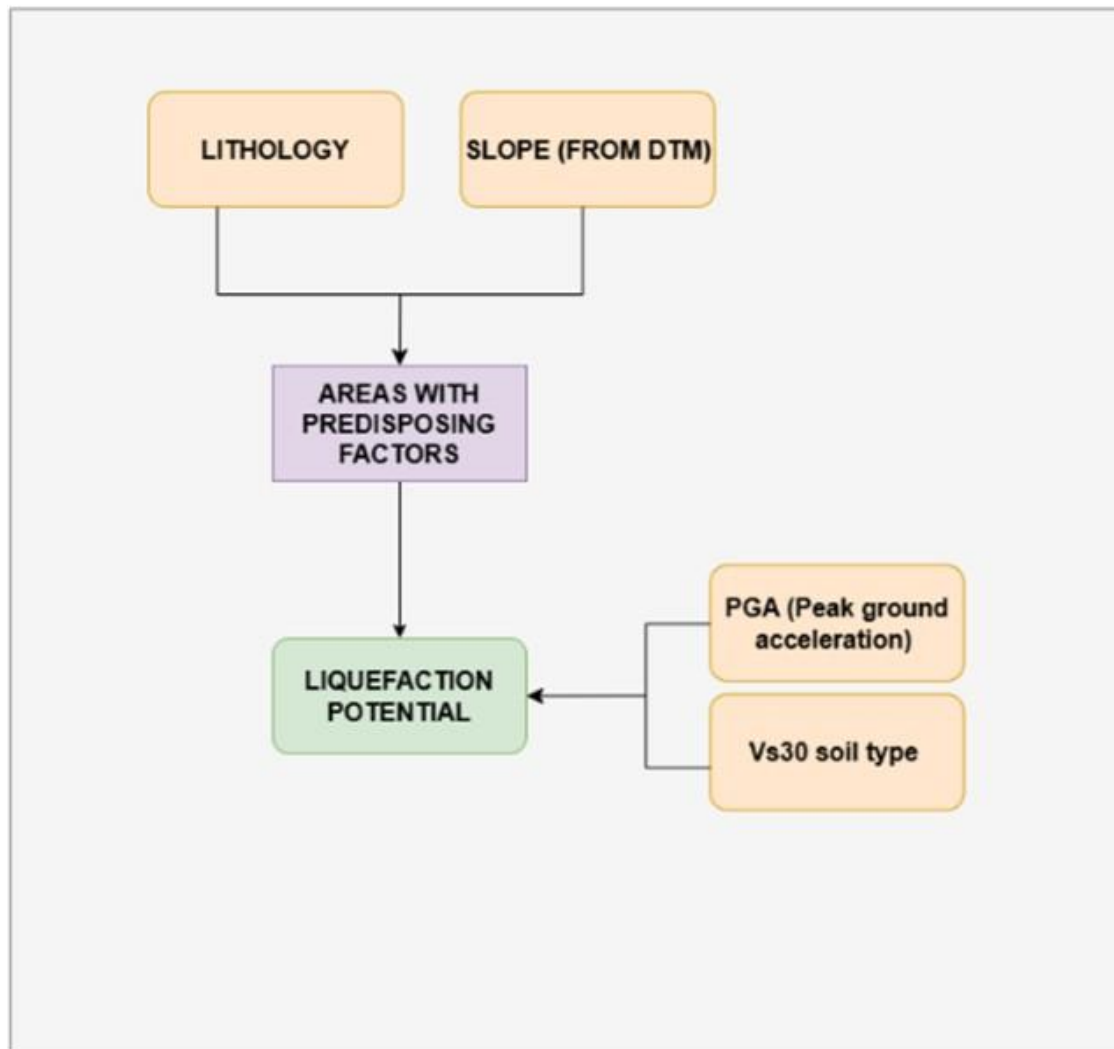
SGAM - SUBSIDENZA



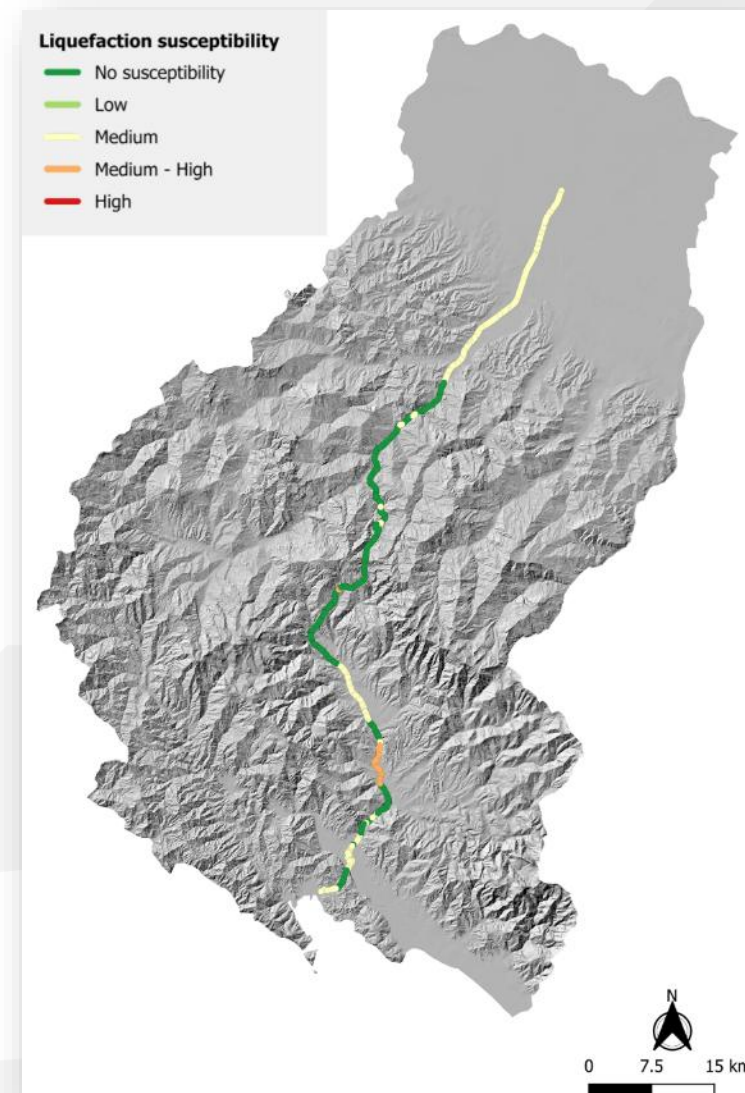
- *Potenziale*: basata su fattori predisponenti
- *hazard*: aree con movimenti verticali in atto (da dati satellitari)



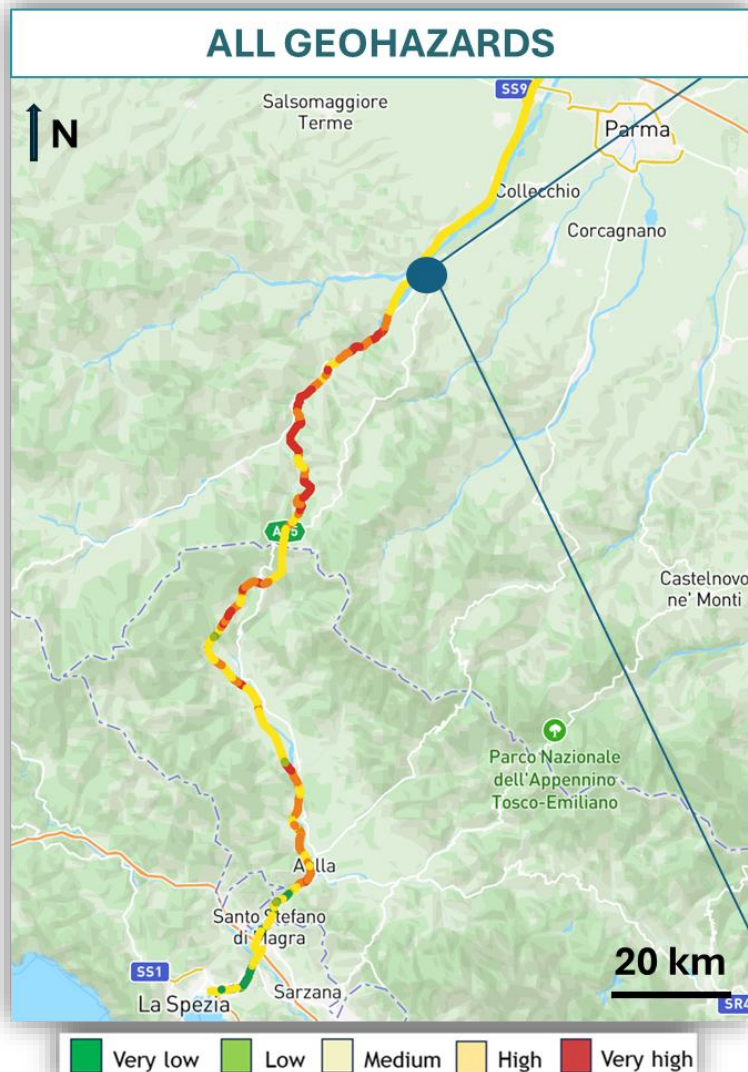
SGAM - LIQUEFAZIONE



- Fattori predisponenti
- Parametri sismici (PGA, Vs30)

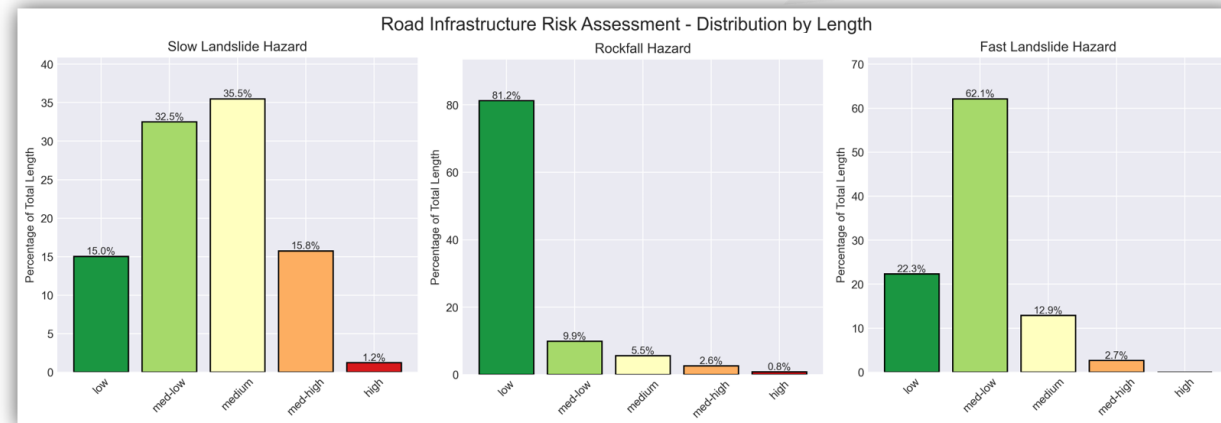


SGAM – IL PRODOTTO FINALE



SGAM Feature	
Hazard Levels	
Structure:	BRIDGE
Subsidence:	LOW
Liquefaction:	MEDIUM
Landslide Fast:	LOW
Landslide Slow:	LOW
Landslide Slow Attention:	LOW
Landslide Rockfall:	LOW
Summary:	MEDIUM
Latitude:	44.69904
Longitude:	10.08711

- ✓ La mappa finale rappresenta il **valore più alto** della suscettibilità considerando tutti i processi.
- ✓ Nella mappa è possibile **selezionare un asset** specifico per ottenere un riepilogo completo di tutti i livelli di pericolo



Metric	Value
Total Road Segments	5,757
Total Road Length (m)	37,939.86
Average Segment Length (m)	6.59
Slow Landslide Hazard (High + Med-High)	19.7%
Slow Landslide Attention (High + Med-High)	14.4%
Fast Landslide Hazard (High + Med-High)	55.5%
Rockfall Hazard (High + Med-High)	15.9%
Overall Risk Summary (High + Med-High)	67.2%

SGAM - FRANE

CASO STUDIO CON VERIFICA SUL CAMPO



DOCFAP CZ392

Potenziamento e ammodernamento della
SS 106 Jonica



SGAM - FRANE

CASO STUDIO CON VERIFICA SUL CAMPO



- Dati topografici e modelli digitali del terreno.



- Dati geologici e litologici di riferimento.



- Dati di copertura e uso del suolo.



- Inventari e tematismi relativi ai fenomeni franosi.



- Dati interferometrici satellitari PS-InSAR (Sentinel-1, COSMO-SkyMed, SAOCOM).



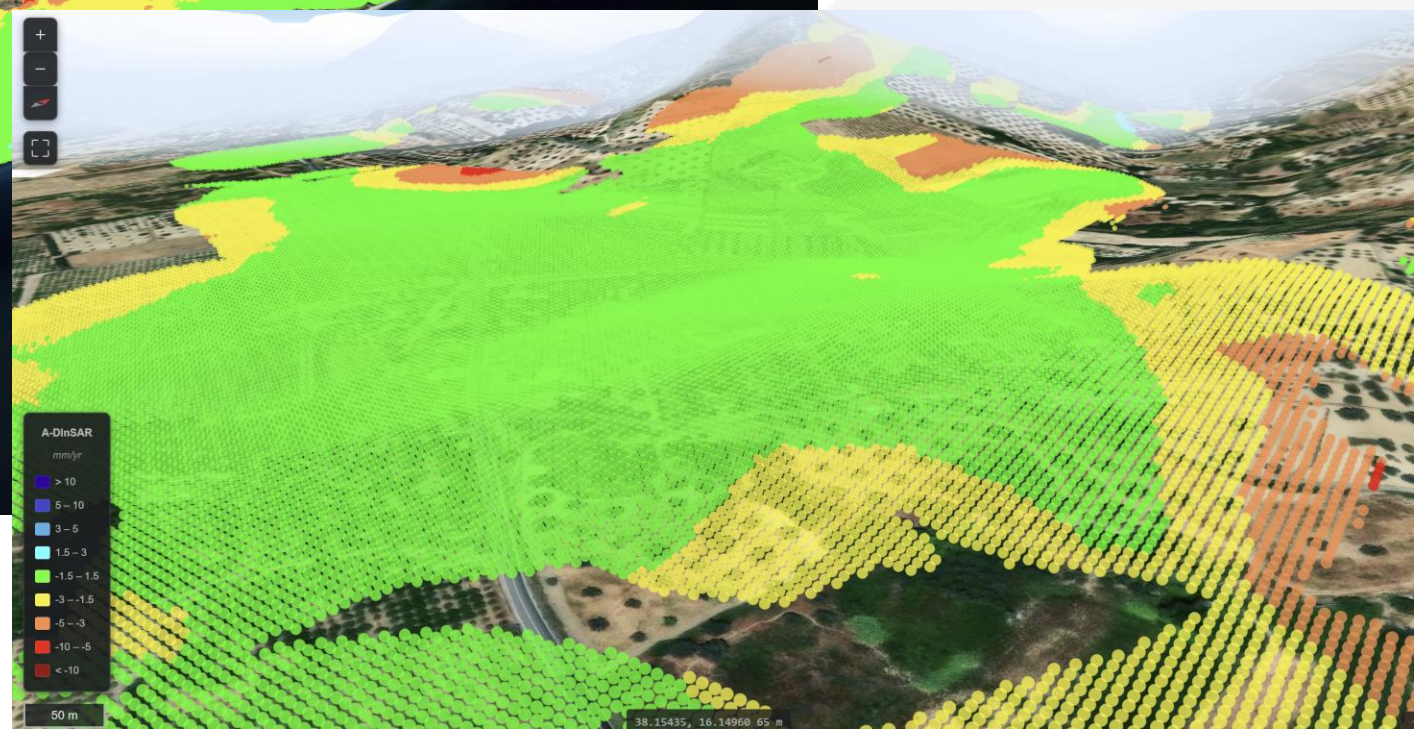
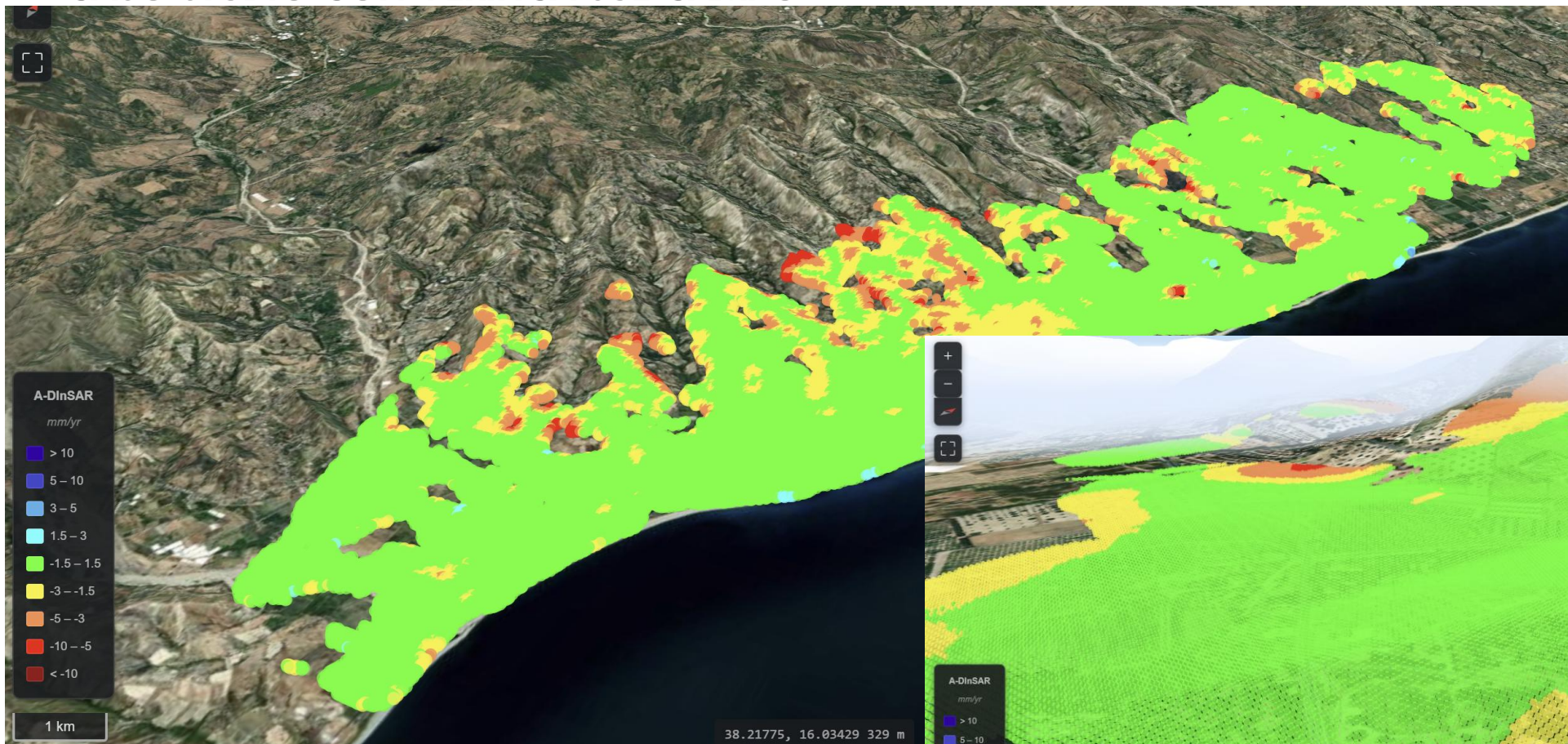
- Geometrie del tracciato o dei corridoi di progetto.



DOCFAP CZ392
Potenziamento e ammodernamento della
SS 106 Jonica

SGAM - FRANE

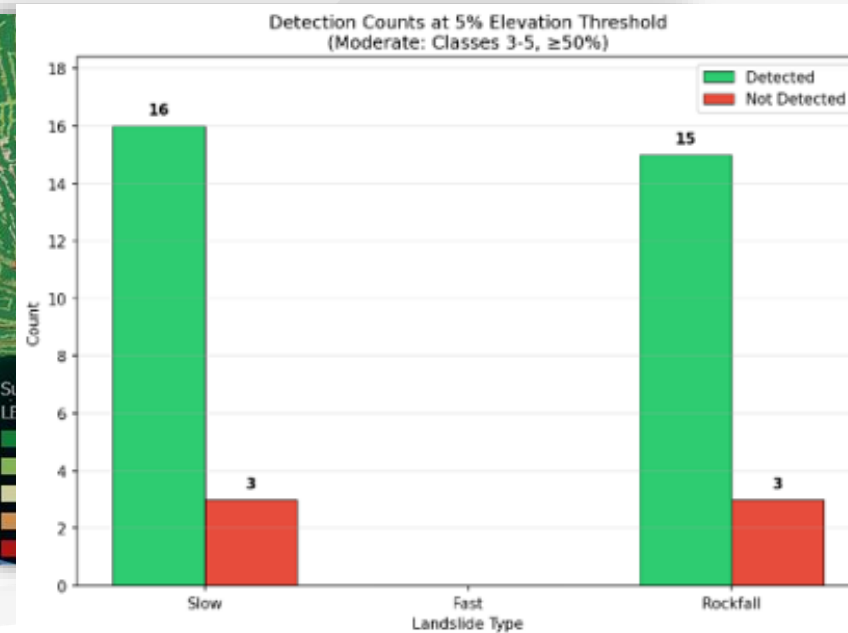
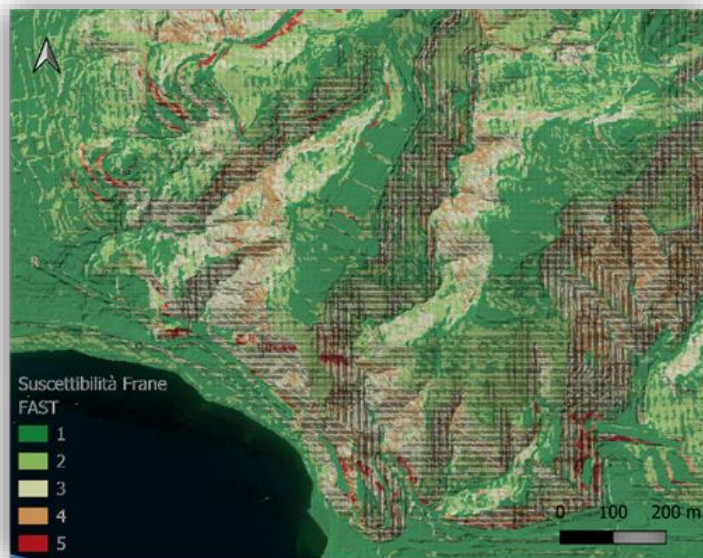
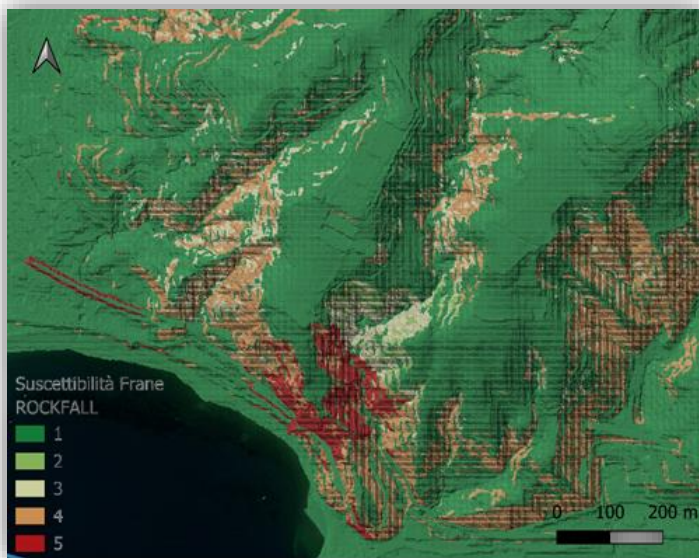
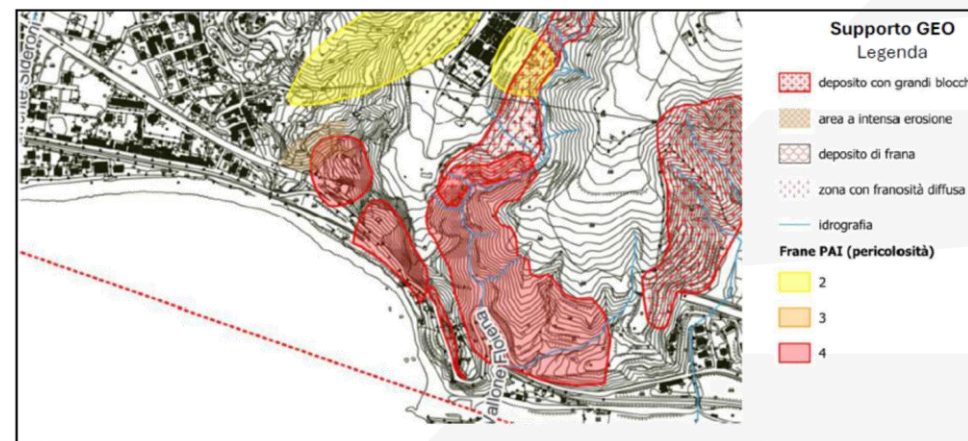
CASO STUDIO CON VERIFICA SUL CAMPO



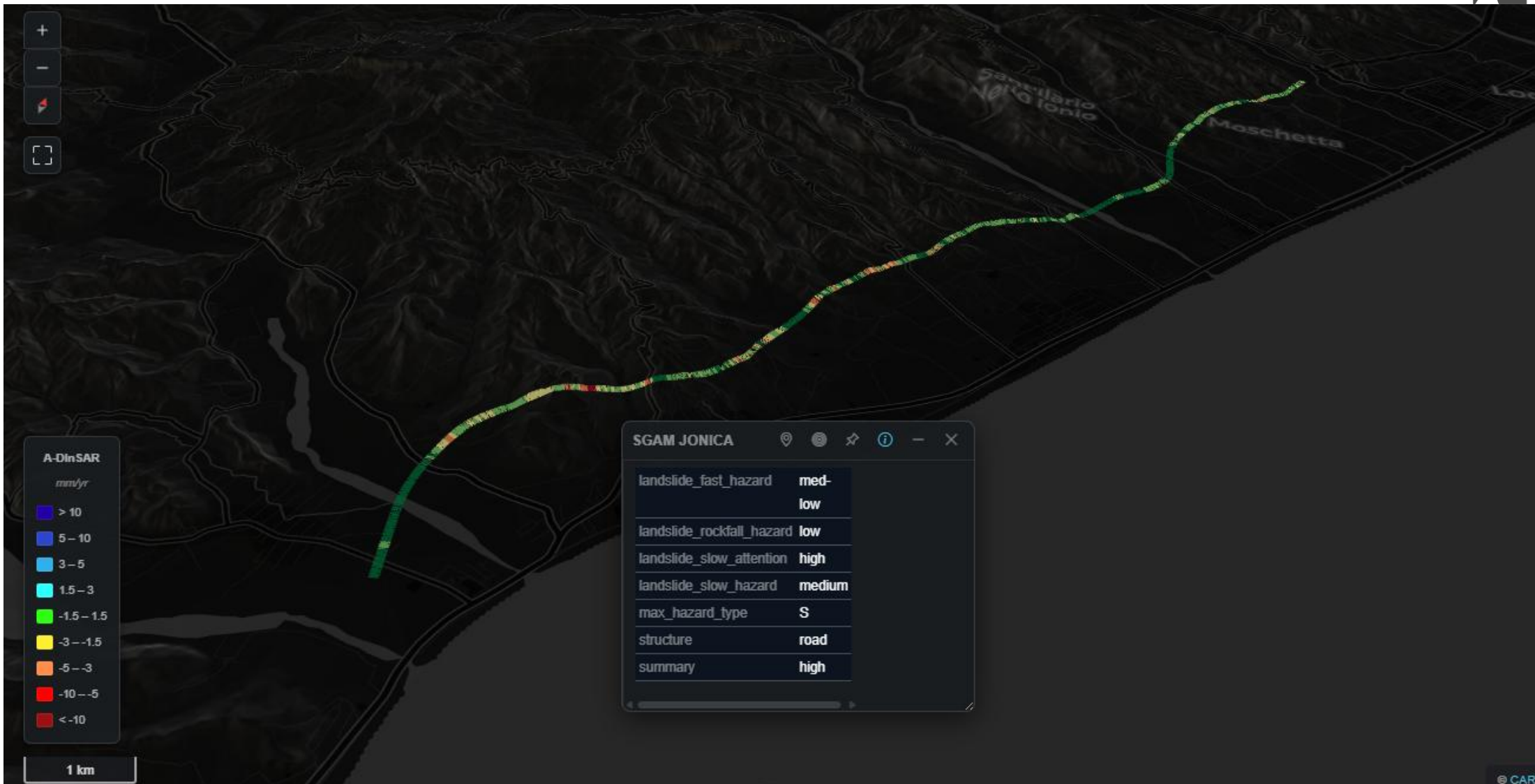
SGAM - FRANE

CASO STUDIO CON VERIFICA SUL CAMPO

✓ Il confronto tra le suscettibilità modellate alle frane e i risultati della mappatura del campo mostra una correlazione ottimale.

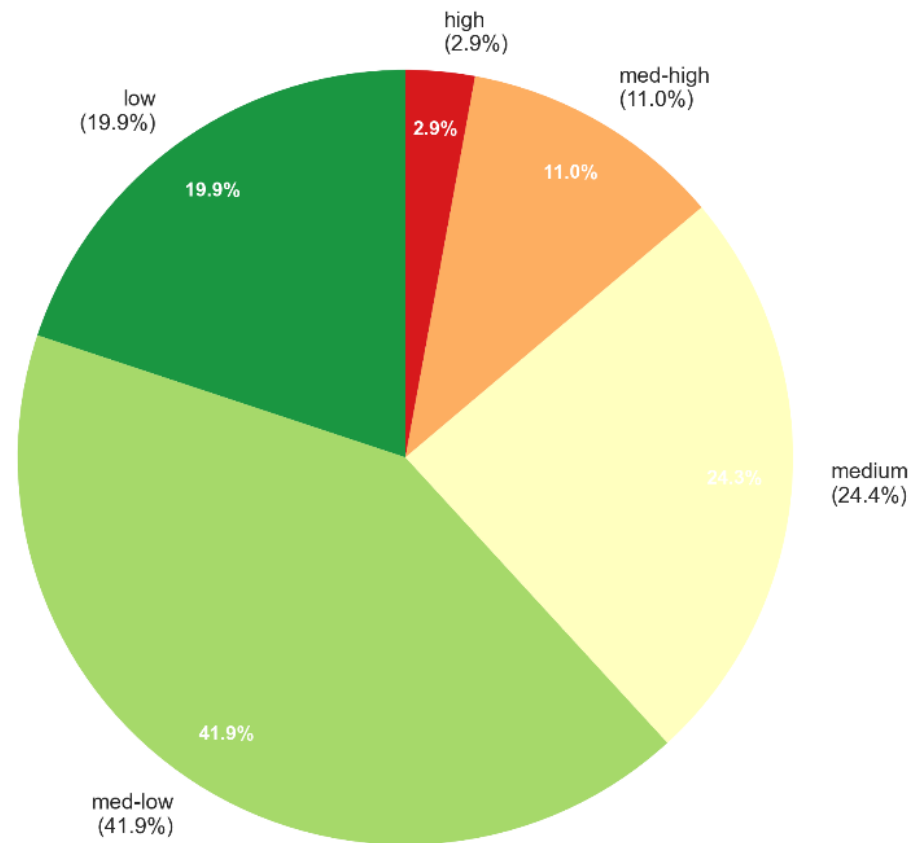
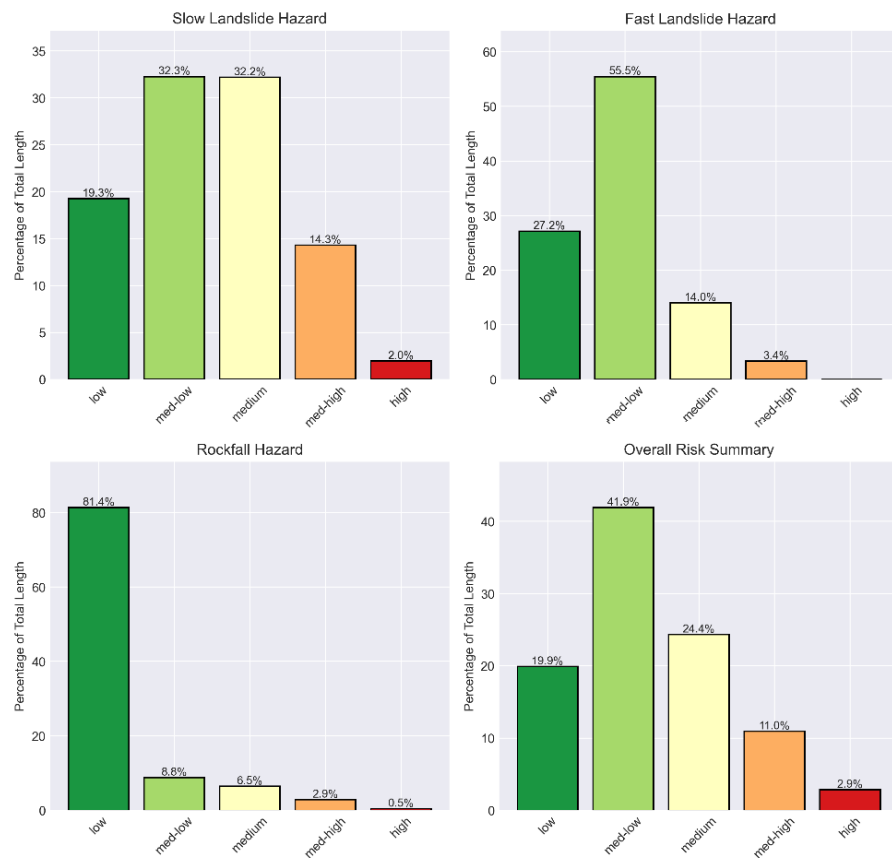


SGAM - FRANE



SGAM - FRANE

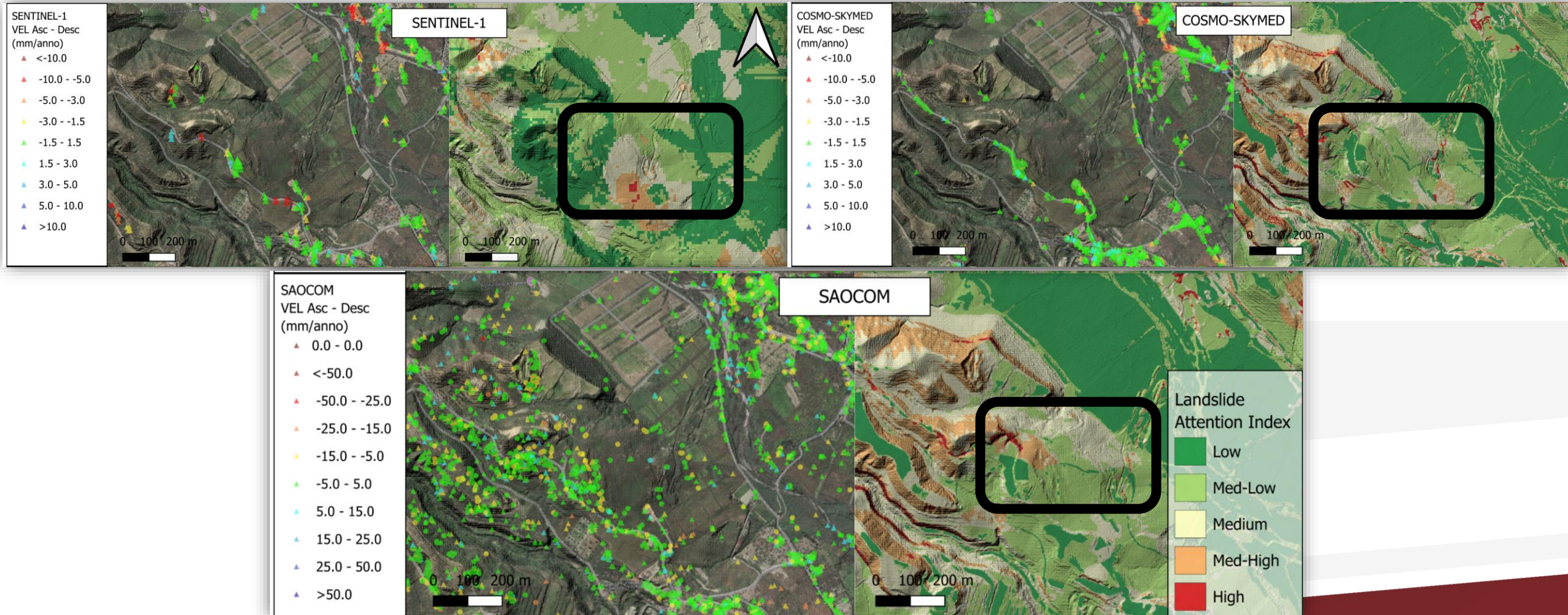
CASO STUDIO CON VERIFICA SUL CAMPO



SGAM - FRANE

CASO STUDIO CON VERIFICA SUL CAMPO

✓ Fusione dati PS-InSAR multi-satellite



DALL'ANALISI DI CONTESTO AL MONITORAGGIO DI SITO

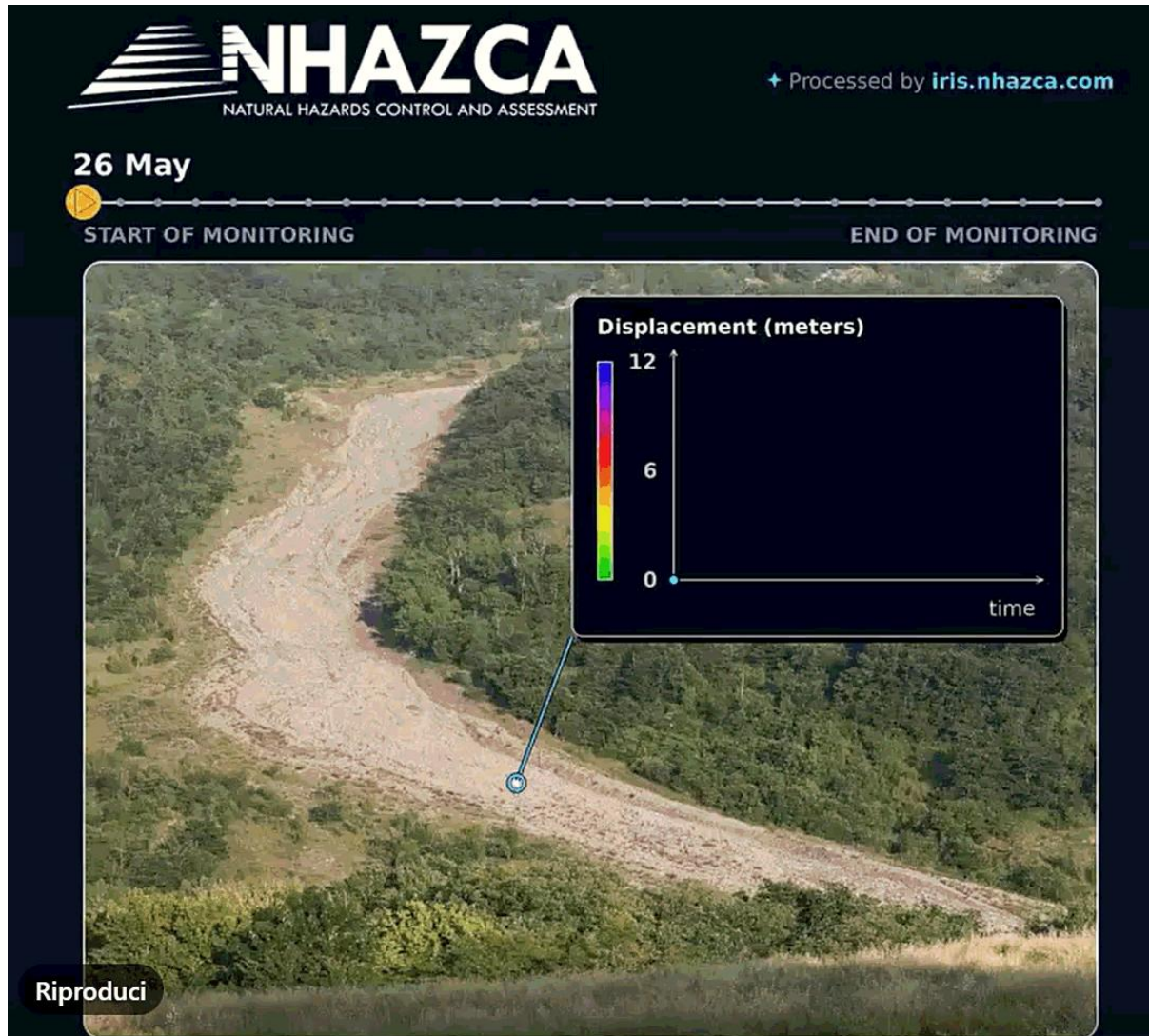
IL MONITORAGGIO COME METODO DI INTERVENTO NON STRUTTURALE



Il **Photomonitoring** è una tecnica di monitoraggio che utilizza immagini acquisite nel tempo da fotocamere o droni per osservare e misurare le variazioni di un ambiente o di una struttura. Confrontando fotografie scattate in momenti diversi, è possibile rilevare **movimenti**, **deformazioni**, **crolli** o altri cambiamenti, supportando la valutazione dei rischi e la gestione della sicurezza.

DALL'ANALISI DI CONTESTO AL MONITORAGGIO DI SITO

IL MONITORAGGIO COME METODO DI INTERVENTO NON STRUTTURALE



Digital Image Correlation

Misura degli **spostamenti** attraverso il tracciamento, nel tempo, degli oggetti presenti nella scena di ripresa (pixel tracking)

DALL'ANALISI DI CONTESTO AL MONITORAGGIO DI SITO

IL MONITORAGGIO COME METODO DI INTERVENTO NON STRUTTURALE



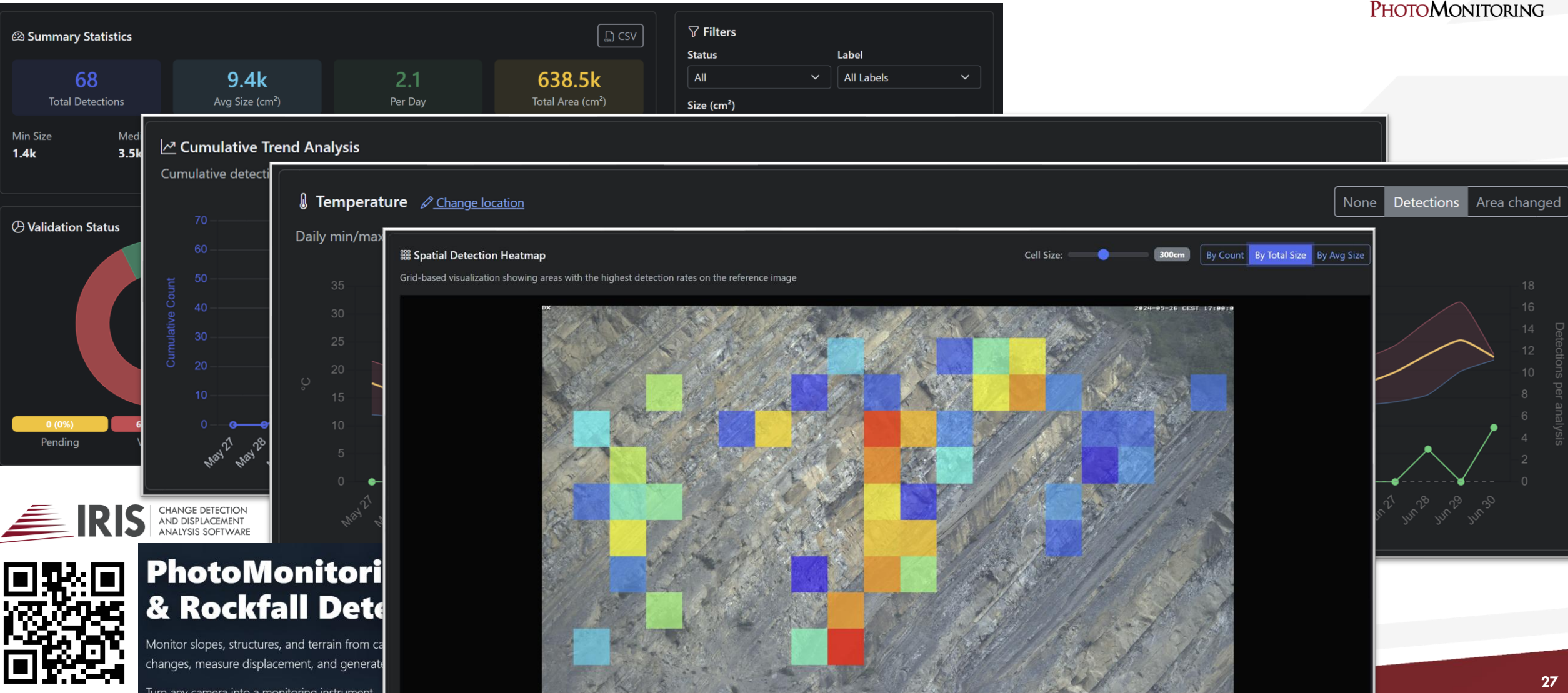
Change Detection

Misura dei **cambiamenti** attraverso il confronto



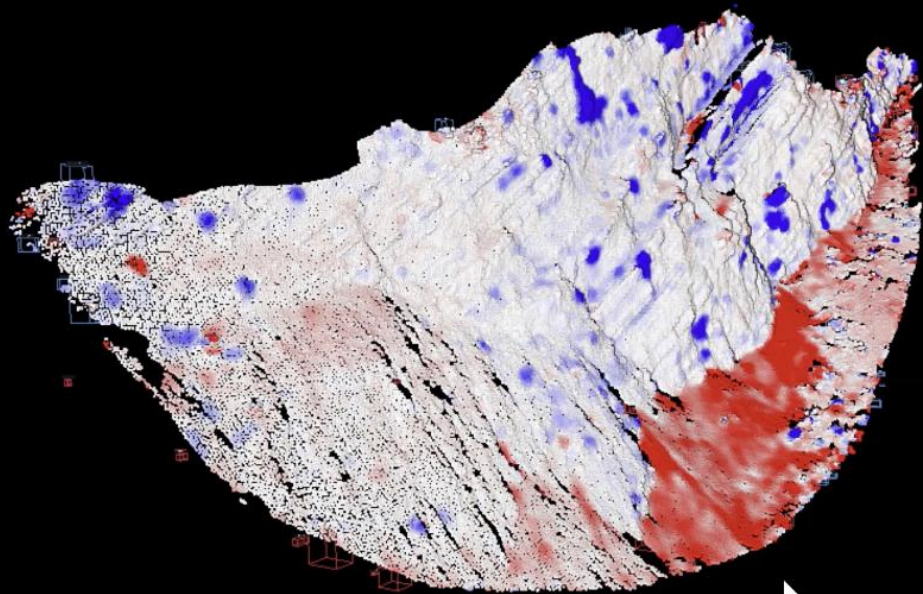
DALL'ANALISI DI CONTESTO AL MONITORAGGIO DI SITO

IL MONITORAGGIO COME METODO DI INTERVENTO NON STRUTTURALE



DALL'ANALISI DI CONTESTO AL MONITORAGGIO DI SITO

IL MONITORAGGIO COME METODO DI INTERVENTO NON STRUTTURALE



PhotoMonitoring for Landslide & Rockfall Detection

Monitor slopes, structures, and terrain from cameras, drones, satellites, or point clouds. Detect changes, measure displacement, and generate evidence packages — **automatically**.

Turn any camera into a monitoring instrument.

DALL'ANALISI DI CONTESTO AL MONITORAGGIO DI SITO

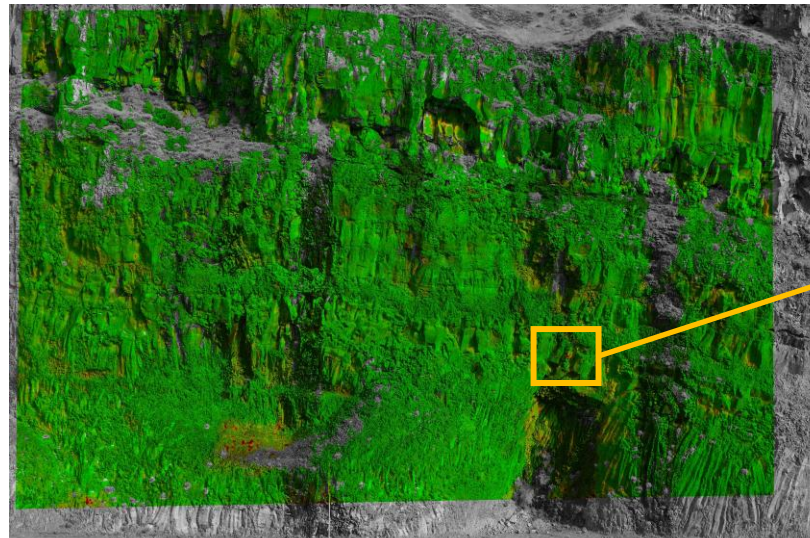
IL MONITORAGGIO COME METODO DI INTERVENTO NON STRUTTURALE



DIPARTIMENTO DEI TRASPORTI DELLO STATO DI WASHINGTON (USA)



- Tratto di strada di c.a. 500 m
- Scarpata in roccia 20.000 metri quadri
- Rilievi drone multi-temporali
- Identificazione automatica crolli in roccia e mappatura zone attive



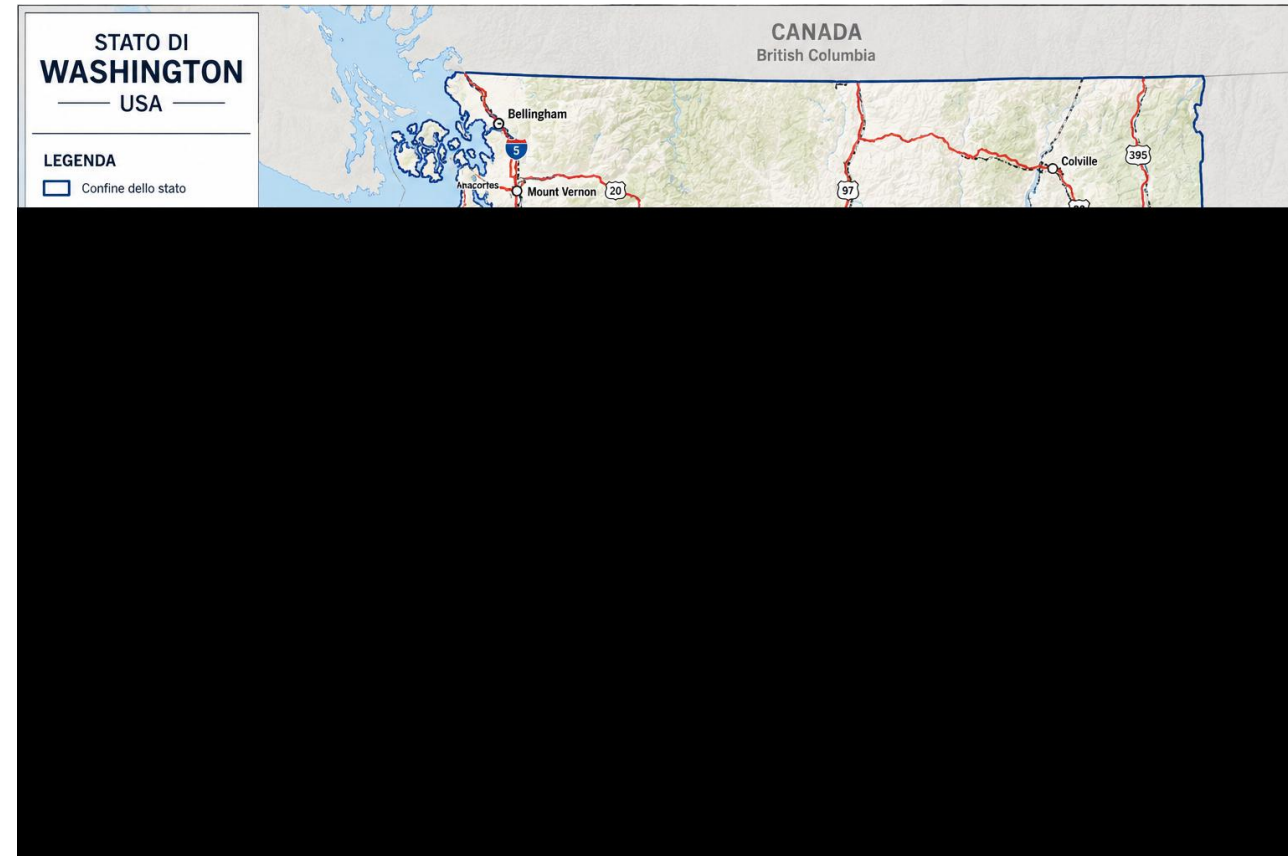
DALL'ANALISI DI CONTESTO AL MONITORAGGIO DI SITO

IL MONITORAGGIO COME METODO DI INTERVENTO NON STRUTTURALE



DIPARTIMENTO DEI TRASPORTI DELLO STATO DI WASHINGTON (USA)

- **Monitoraggio di versanti instabili ad alto rischio** lungo le reti viarie
- **Rilievi periodici da drone** per l'analisi delle variazioni alla media scala di rilievo
- **Monitoraggio continuo con telecamere fisse** per monitoraggio frane e crolli in roccia per analisi alla scala locale (x 21 siti prioritari)
- **Allertamento e supporto decisionale** tramite piattaforma web integrata



CONCLUSIONI

- Una gestione efficace delle infrastrutture non può ignorare le **informazioni, i dati e le tecnologie** disponibili oggi, consentendo una **manutenzione predittiva** e decisioni basate sui dati
- **SGAM** è un servizio che risponde a tali esigenze, integrando background scientifico e know-how
- Il monitoraggio geotecnico e strutturale in loco svolge un ruolo chiave nella valutazione dei rischi geologici e nello SHM, ma può essere efficacemente **guidato da approcci su larga scala**, come lo SGAM
- Tra le tecnologie che consentono valutazioni e analisi sito-specifiche, il **Photomonitoring** è una soluzione versatile e promettente per migliorare le capacità di indagine e monitoraggio degli Asset Manager.

Contact:

NHAZCA S.r.l.

Via V. Bachelet 12, 00185 Roma (IT)

Tel.: (+39) 06 95 065 820

E-mail:

info@nhazca.com

alessandro.brunetti@nhazca.com

WEB

www.nhazca.com

