

Convegno Finale

La sperimentazione delle Linee Guida per la classificazione e la gestione del rischio, la valutazione della sicurezza e il monitoraggio dei ponti esistenti



**Accordo tra il CSLLPP ed il Consorzio ReLUIS
attuativo dei DM 578/2020 - DM 204/2022 - DM 304/2024**

**Approfondimenti sulla classe di attenzione frane
Aspetti geologici ed idrogeologici
Giuseppe Sappa**

Roma, 19-20-21 novembre 2025

Personale Coinvolto:



Responsabile e coord.: **prof. Giuseppe Sappa**

Coordinatore: **prof. Gerardo Grelle**

Supporto Tecnico: **dott.ssa Valentina Marinelli**

Borsista ReLuis dal 02/11/2022 al 31/10/2023 : **Geol. Simone Palumbo**

Borsista ReLuis dal 02/11/2022 ad oggi: **Geol. Giuseppe Maio**

Collaborazioni:

DIST – Università degli Studi di Napoli Federico II
prof. Domenico Calcaterra

DICEA – Politecnico di Bari
prof. Angelo Doglioni

Studio documentazione:

Cartografie ufficiali:

PAI, IFFI, PUC

Supporti mappali

Google Earth, DEM

Dati Monit. su campo

Misure di spostamento superficiale profondo

Dati Monit. da remoto

Misure SAR or Gb-SAR

Altro Materiale

Test di caratterizzazione geofisica geomeccanica in situ e in laboratorio

Sopralluoghi:

Geologia:

Tipologia dei terreni, assetti deposizionali strutture tettoniche

Geomorfologia

Morfometrie, forme tipiche, forme di attività

Assetto Idrogeologico

Circolazione Idrica superficiale e sotterranea

Mappatura

Elementi e settori cinematici

Report fotografico

Testimonianza di evidenze

Interviste

Supporto cronologico

Analisi:

Restituzione ed elaborazione cartografica:

«GIS supported»

Report

Caratterizzazione ed elementi a supporto per l'attribuzione della CA



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA
CIVILE EDILE E AMBIENTALE

Cartografia Frane

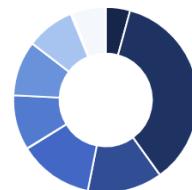
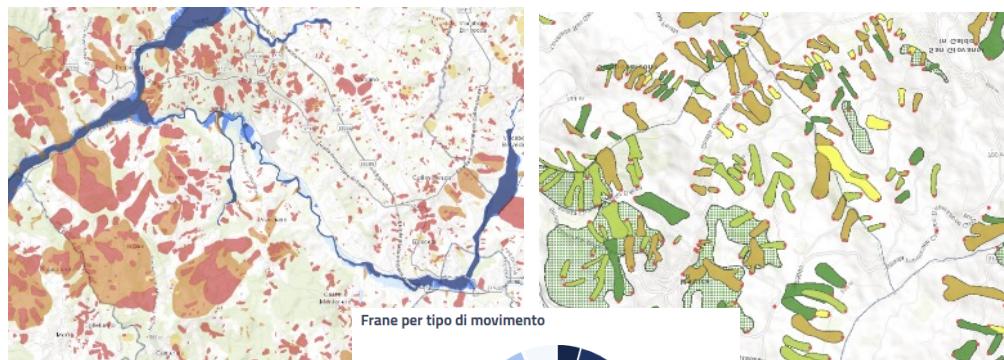
IdroGEO

La piattaforma italiana sul dissesto idrogeologico

La piattaforma IdroGEO consente la consultazione, il download e la condivisione di dati, mappe, report, documenti dell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - IFFI, delle mappe nazionali di pericolosità per frane e alluvioni e degli indicatori di rischio

Pericolosità e rischio

Inventario Frane IFFI

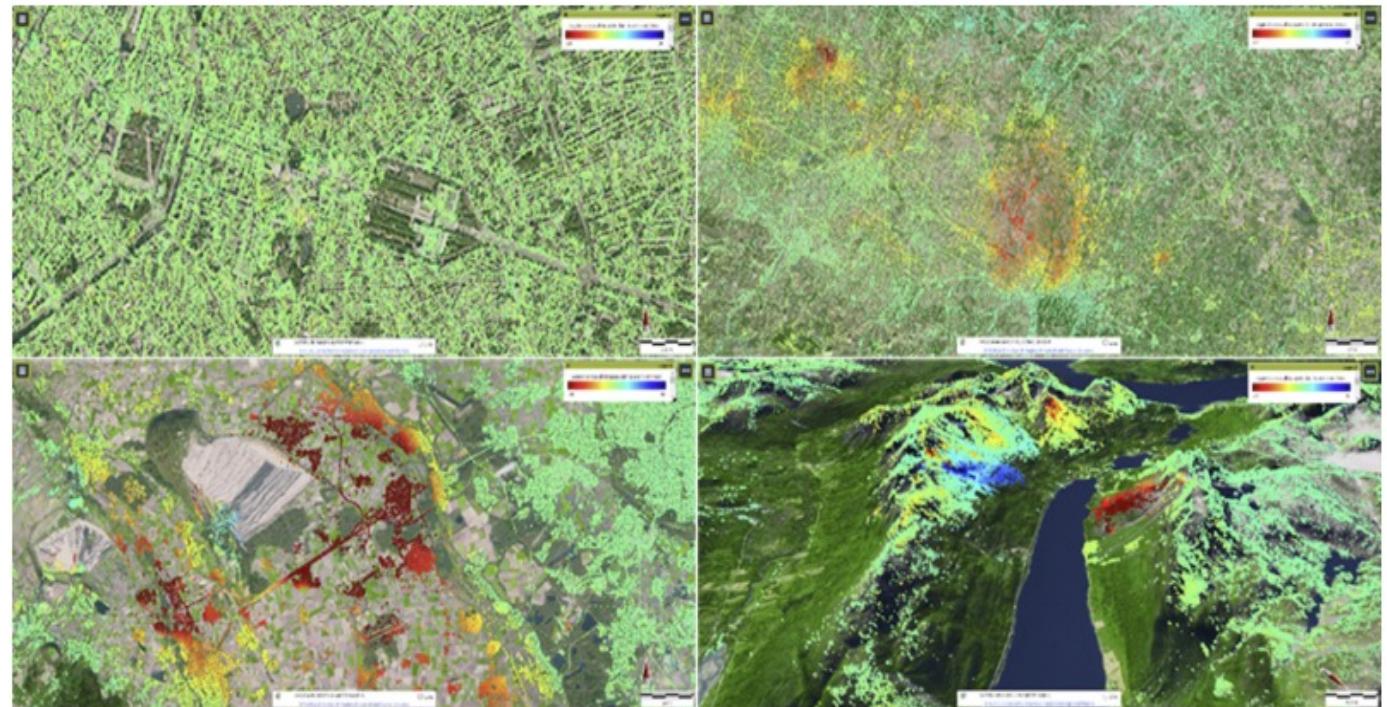


■ Crollo/Ribalamento
■ Espansione
■ Colamento rapido
■ Complesso
■ Sprofondamento
■ Aree con crolli/ribalamenti diffusi
■ Aree con frane superficiali diffuse
■ n.d.
■ DGPV

ISPRA – Progetto IFFI<https://beta.idrogeo.isprambiente.it/app/>

Open Resource:

Immagini InSAR

**Copernicus - EU**<https://egms.land.copernicus.eu/>

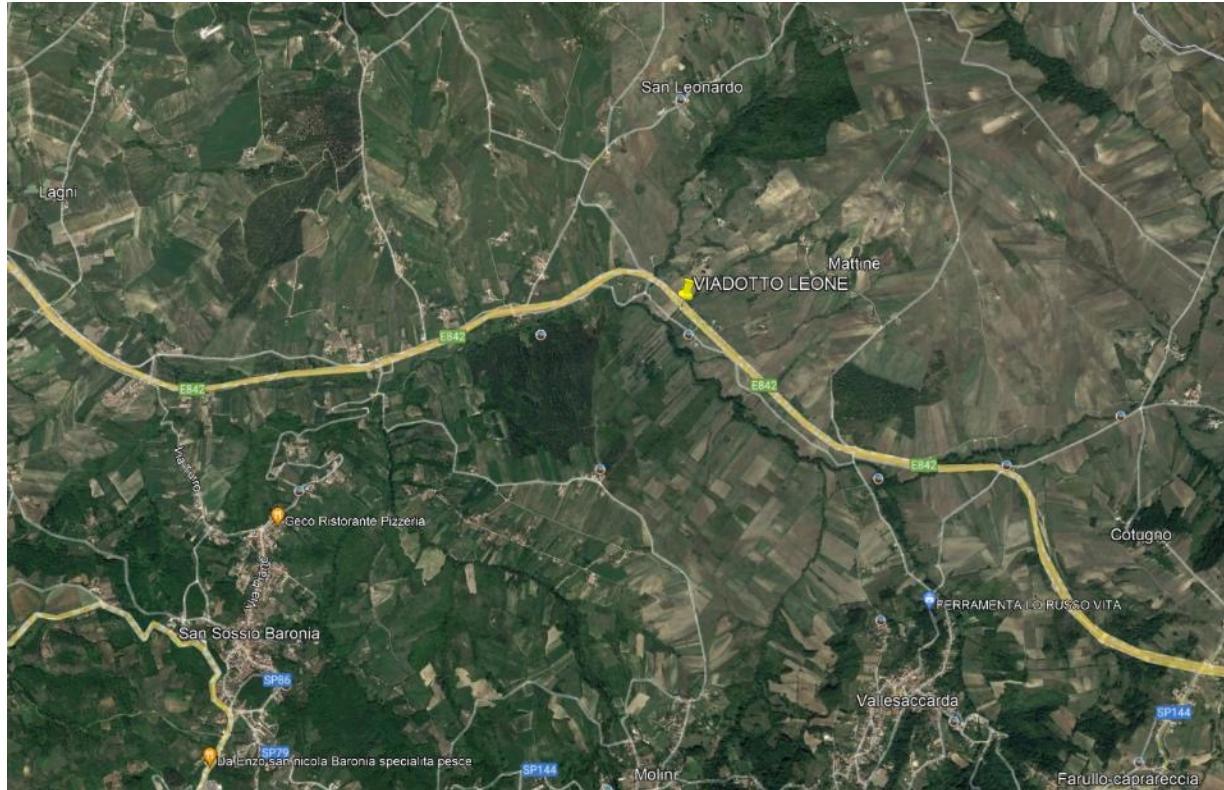
Periodo di operatività combinata: Dal 14 settembre 2016 al dicembre 2021 Frequenza di acquisizione combinata: Ogni 6 giorni (grazie alla copertura combinata di Sentinel-1A e Sentinel-1B)

Modalità Interferometric Wide (IW): 5 m x 20 Periodo di acquisizione: Sentinel-1A: Ogni 12 giorni; Sentinel-1B: Ogni 12 giorni (attualmente fuori servizio); Combinato (Sentinel-1A e 1B): Ogni 6 giorni (quando entrambi i satelliti erano operativi). Direzione della Linea di Vista (LoS): Ascendente e descendente



VIADOTTO LEONE – A16 NA-BA - SAN SOSSIO BARONIA (AV)

km 98 – 210 (direzione Canosa) km 98 – 310 (direzione Canosa)



Codice IOP:
TAU0016PODHGBIWUW

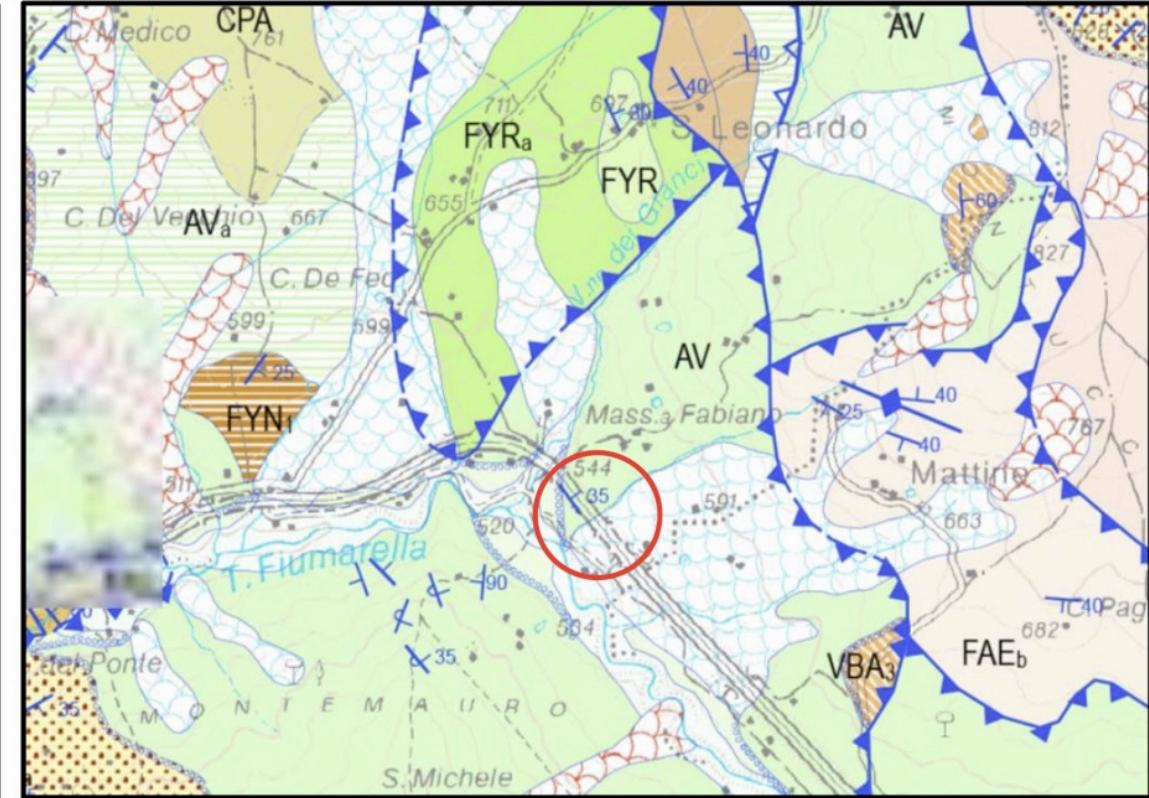


VIADOTTO LEONE – A16 NA-BA - SAN SOSSIO BARONIA (AV)

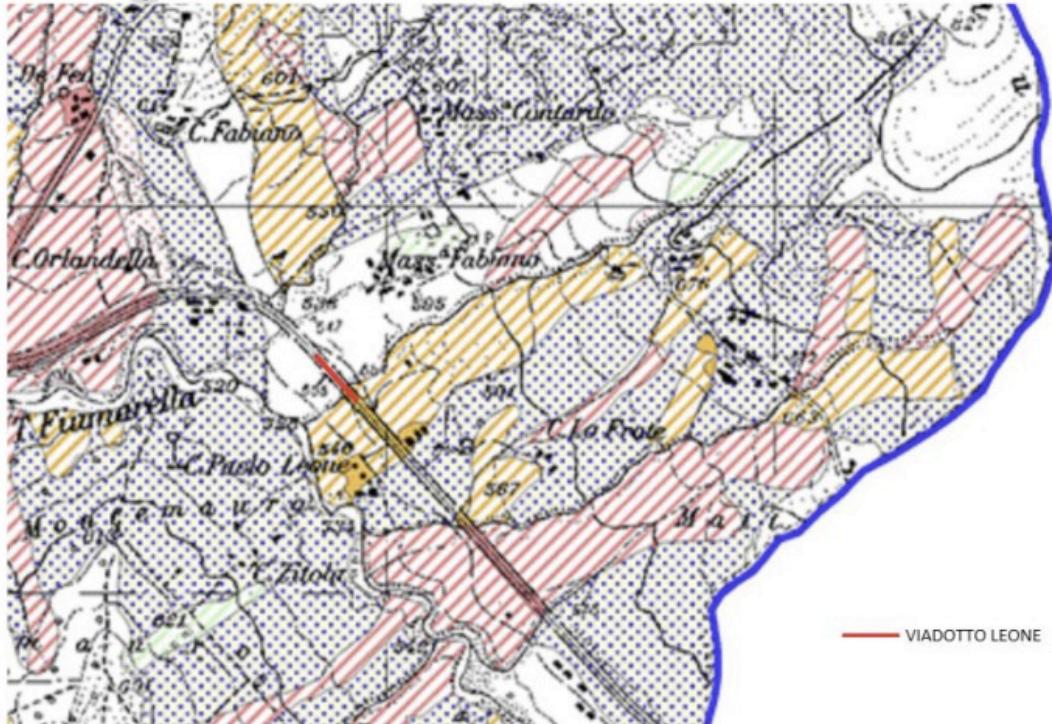
km 98 – 210 (direzione Canosa) km 98 – 310 (direzione Canosa)



Opera di regimazione di contenimento nei pressi del Viadotto Leone



Cartografia



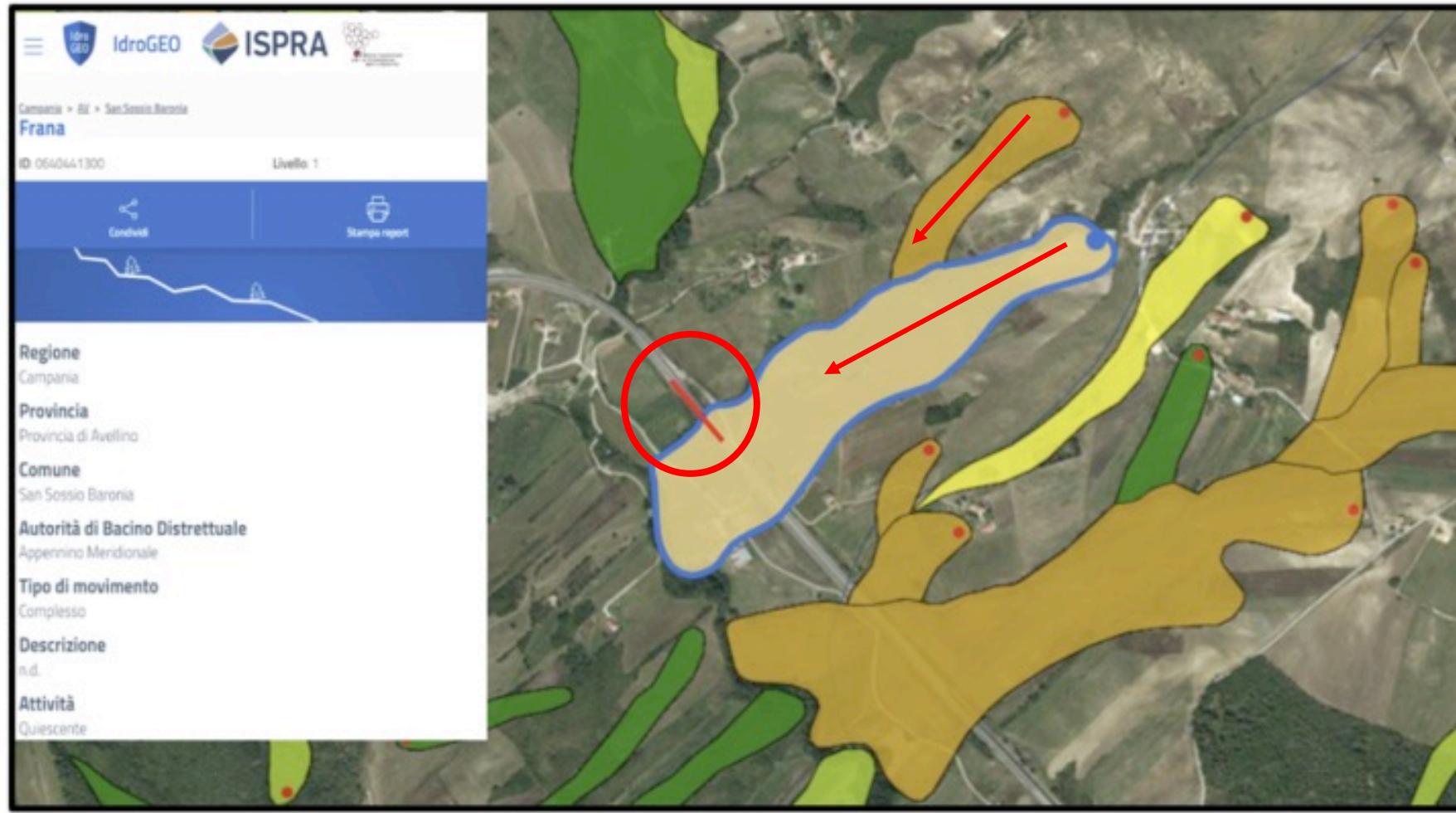
Stralcio Cartografico RISCHIO FRANE "Distretto Appennino Meridionale - Ex Adb Liri Grigliano e Volturno"

	AREA A RISCHIO ELEVATO - R3
	<i>Nella quale per il livello di rischio presente, sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.</i>
	AREA DI MEDIO - ALTA ATTENZIONE - A3
	<i>Area non urbanizzata, ricadente all'interno di una frana attiva a massima intensità attesa media o di una frana quiescente della medesima intensità in un'area classificata ad alto grado di sismicità.</i>



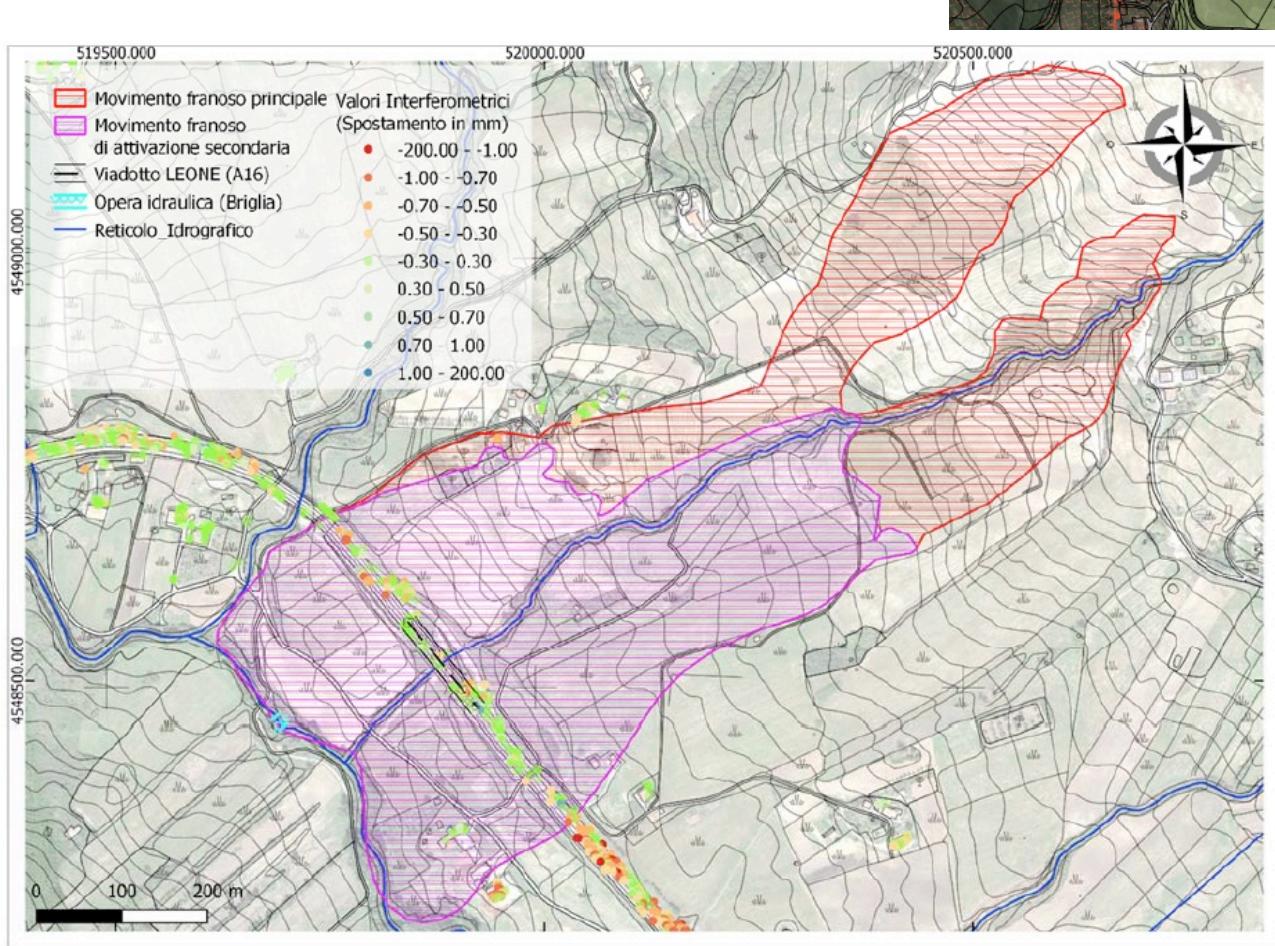
Stralcio Cartografico Inventario Frane IFFI area d'interesse – IDROGEO

Cartografia



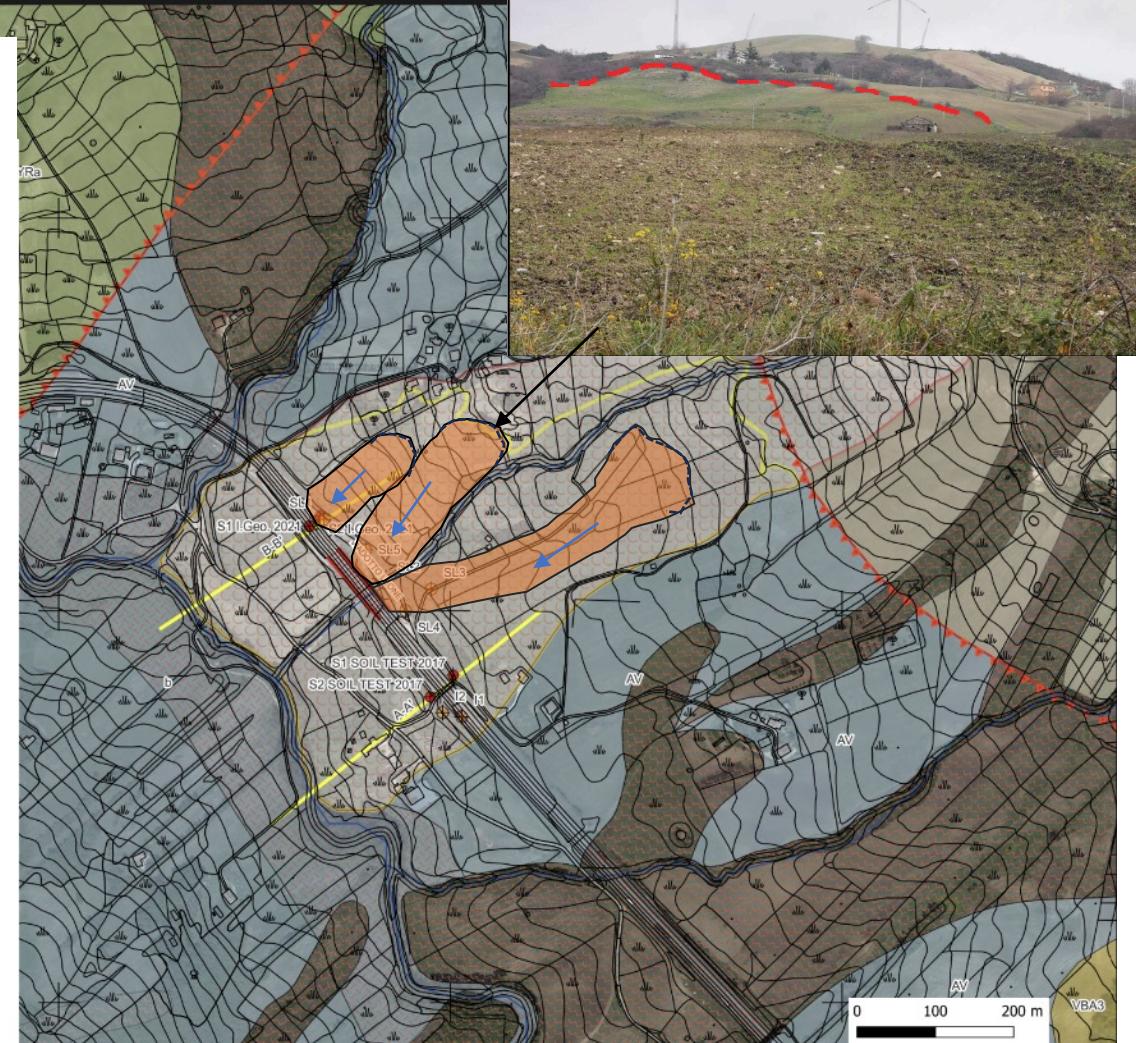
Stralcio Cartografico Inventario Frane IFFI area d'interesse – IDROGEO

Rilevamento - Analisi cartografica

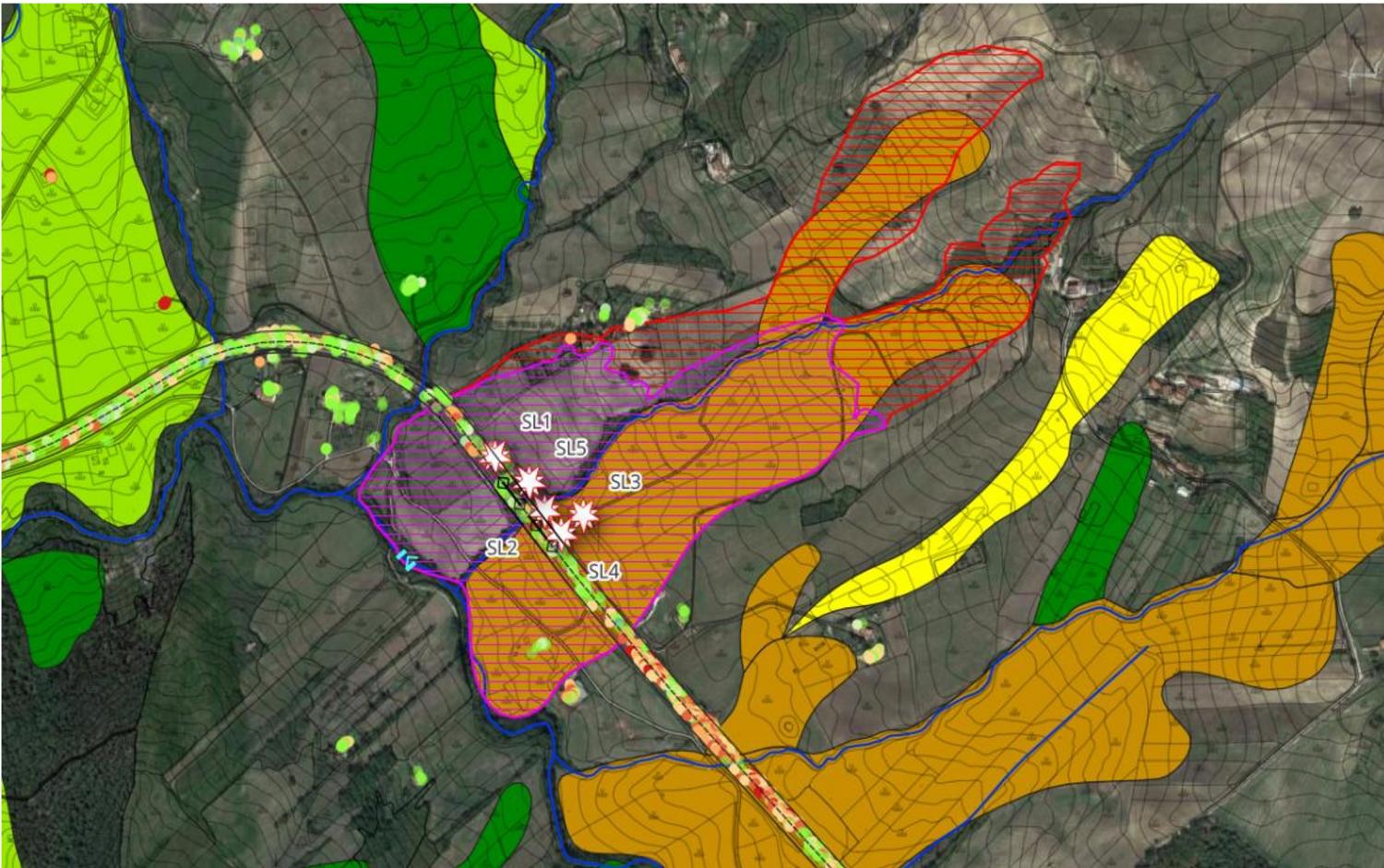


Dettaglio dell'area oggetto di studio con ubicazione dei PS e relative velocità di spostamento in mm.

Google Satellite

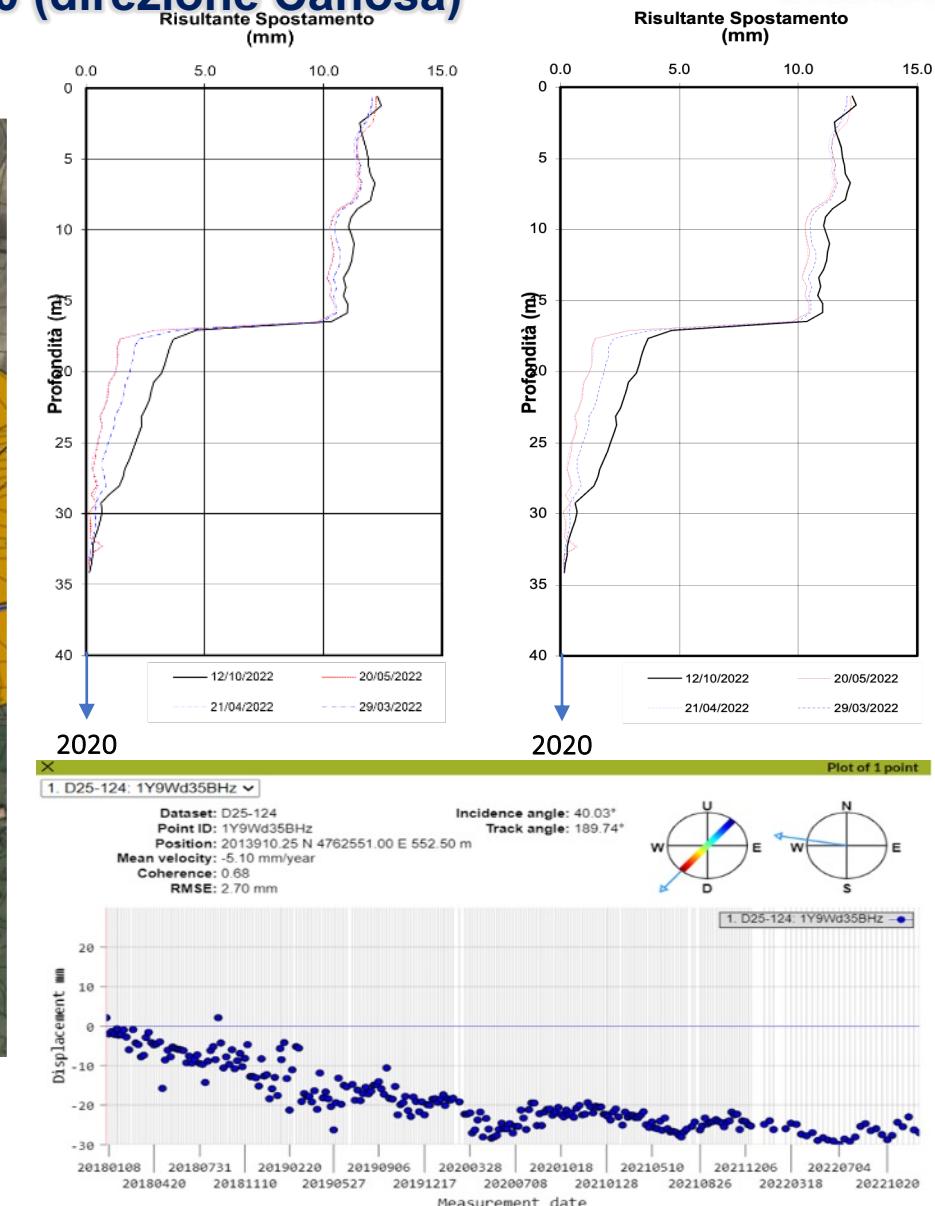


Monitoraggio

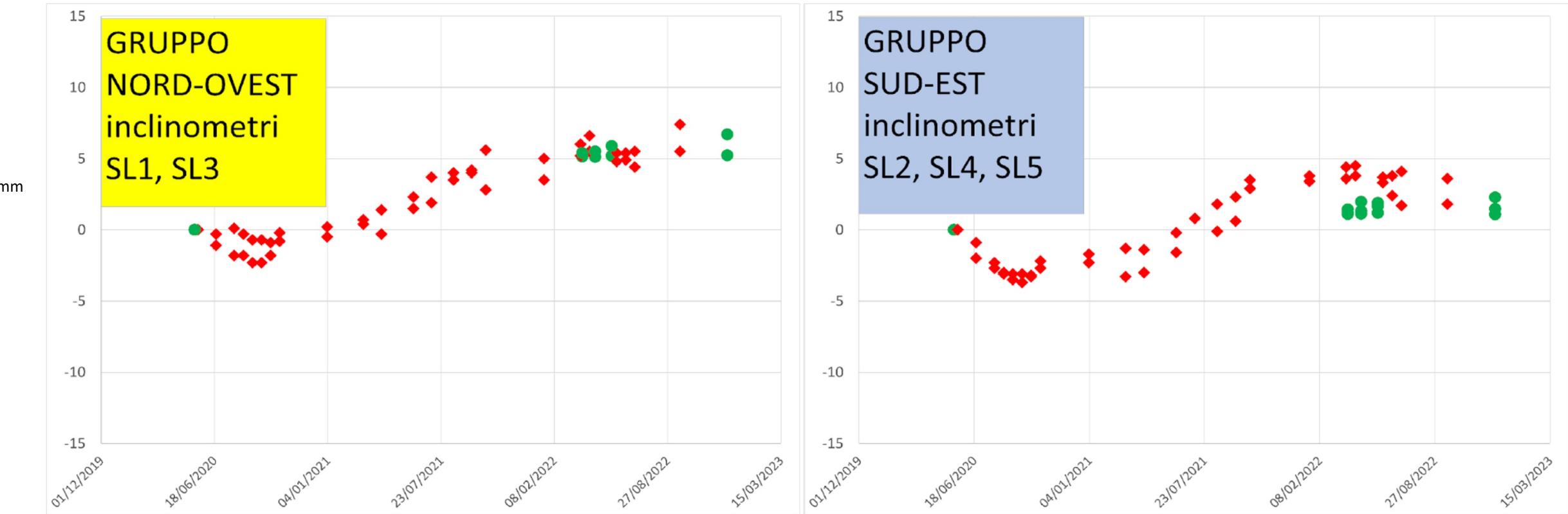


Movimento franoso principale

Movimento franoso di attivazione secondaria



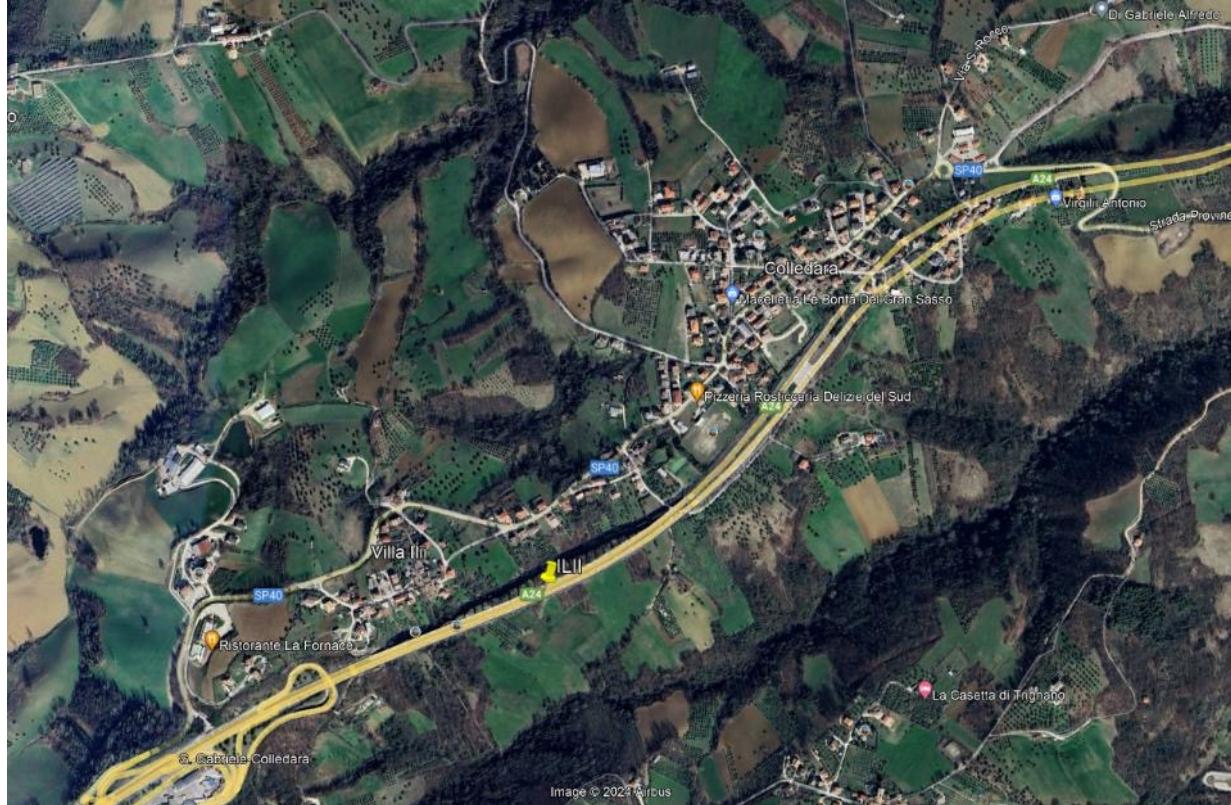
Monitoraggio - Analisi



- ◆ Serie temporale interferometrica
- Serie temporale inclinometrica (Riproiettata lungo la LoS)

VIADOTTO VILLA ILII -A24 – COLLEDARA (TE)

km 136+670 (direzione Teramo) km 137+468 (direzione Teramo)



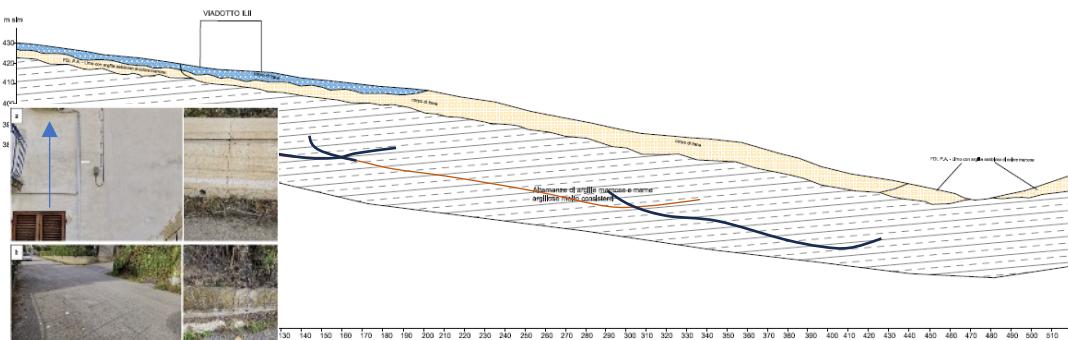
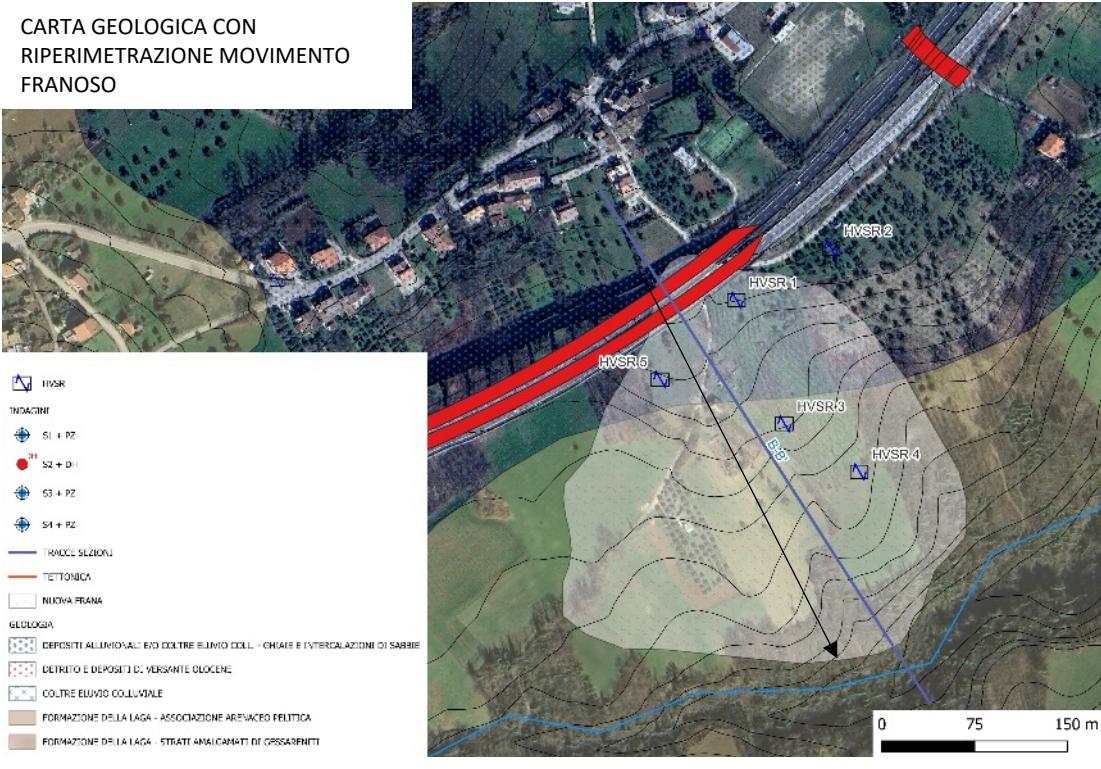
Codice IOP:
STAU0024PNJJPPUO38



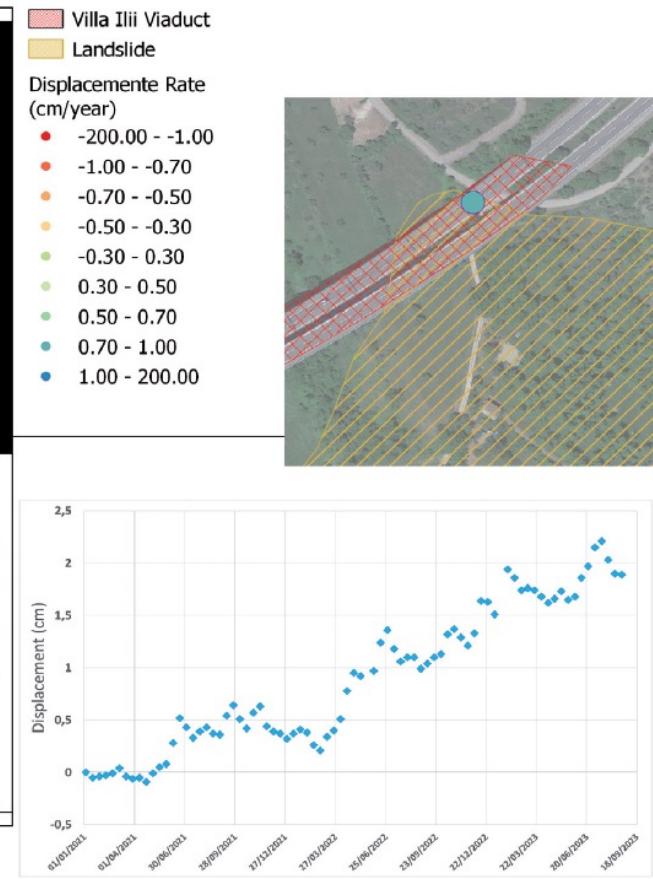
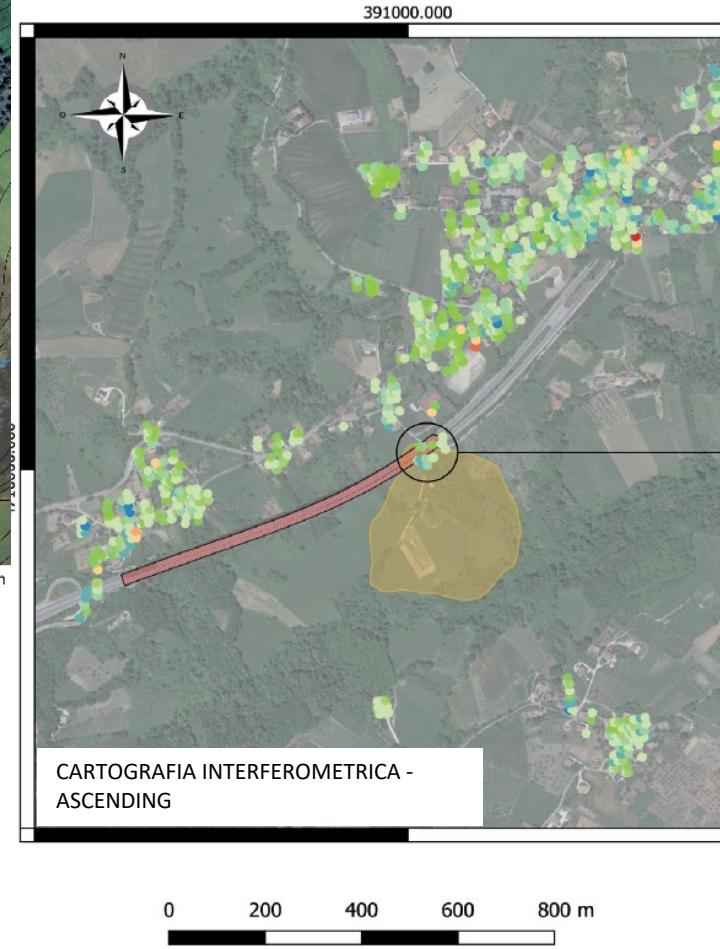
VIADOTTO VILLA ILLI -A24 – COLLEDARA (TE)

km 136+670 (direzione Teramo) km 137+468 (direzione Teramo)

CARTA GEOLOGICA CON
RIPERIMETRAZIONE MOVIMENTO
FRANOSO



L'inventario dei fenomeni franosi IFFI non segnala questo movimento franoso.

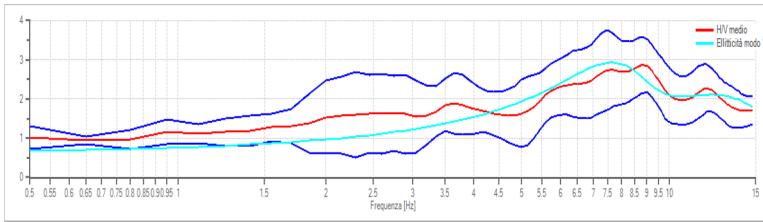


VIADOTTO VILLA ILII -A24 – COLLEDARA (TE)

km 136+670 (direzione Teramo) km 137+468 (direzione Teramo)

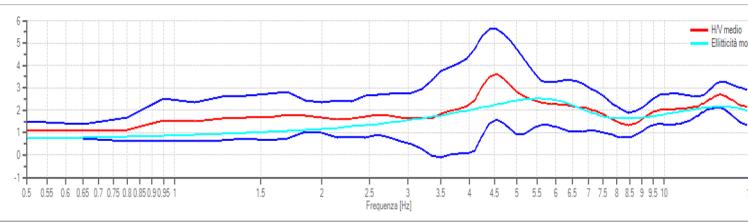
HVS R 1

Frequenza di picco del rapporto H/V: **8.90 Hz ± 0.25 Hz**



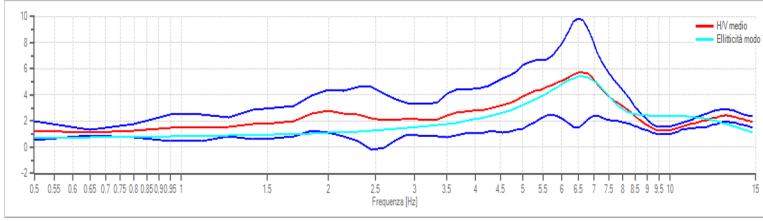
HVS R 4

Frequenza di picco del rapporto H/V: **4.55 Hz ± 0.56 Hz**



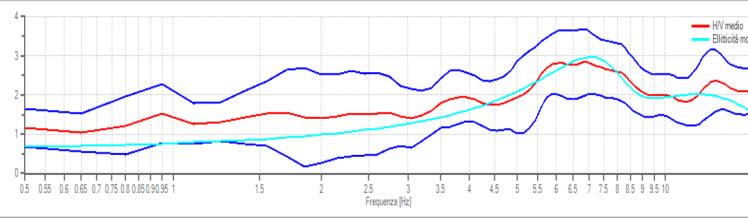
HVS R 2

Frequenza di picco del rapporto H/V: **6.65 Hz ± 0.69 Hz**



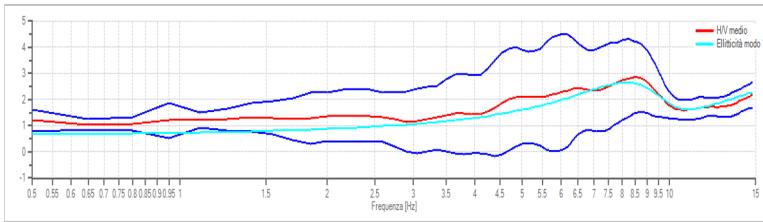
HVS R 5

Frequenza di picco del rapporto H/V: **6.95 Hz ± 0.29 Hz**



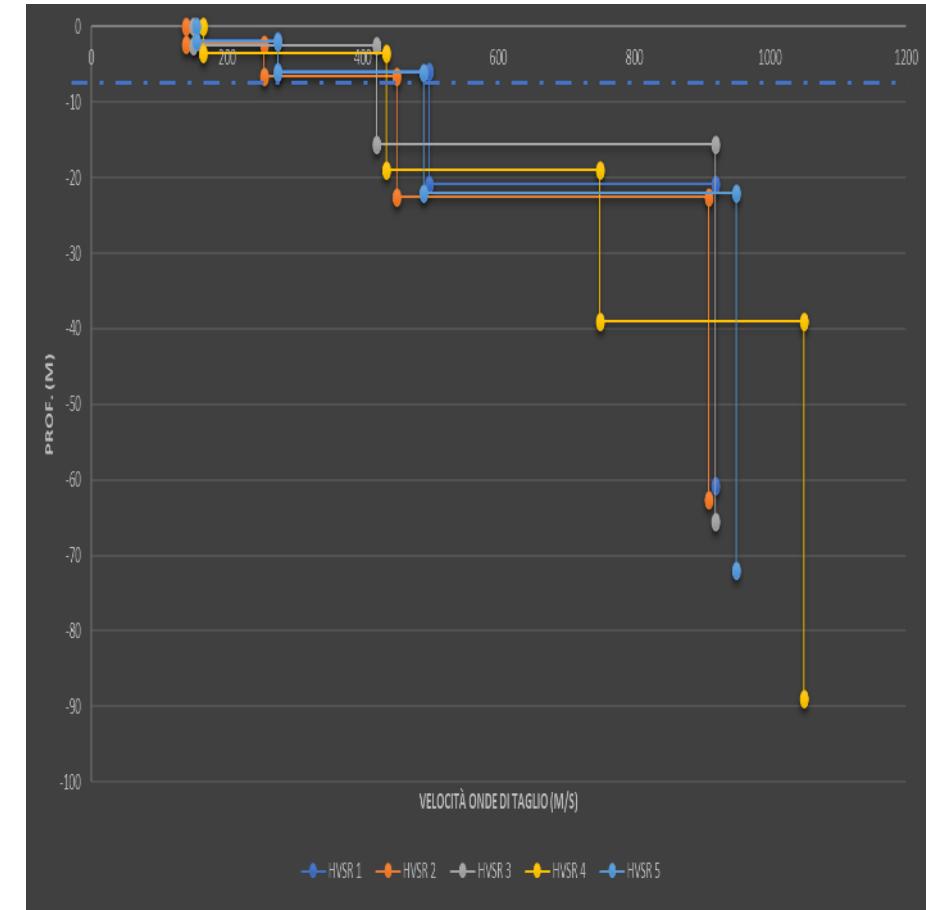
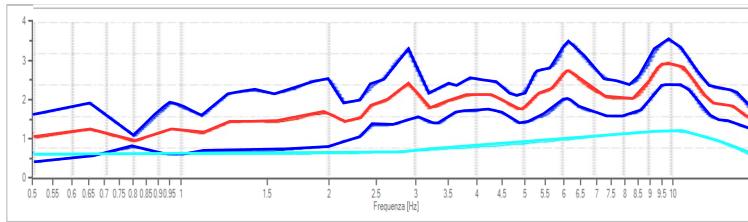
HVS R 3

Frequenza di picco del rapporto H/V: **8.45 Hz ± 0.49 Hz**



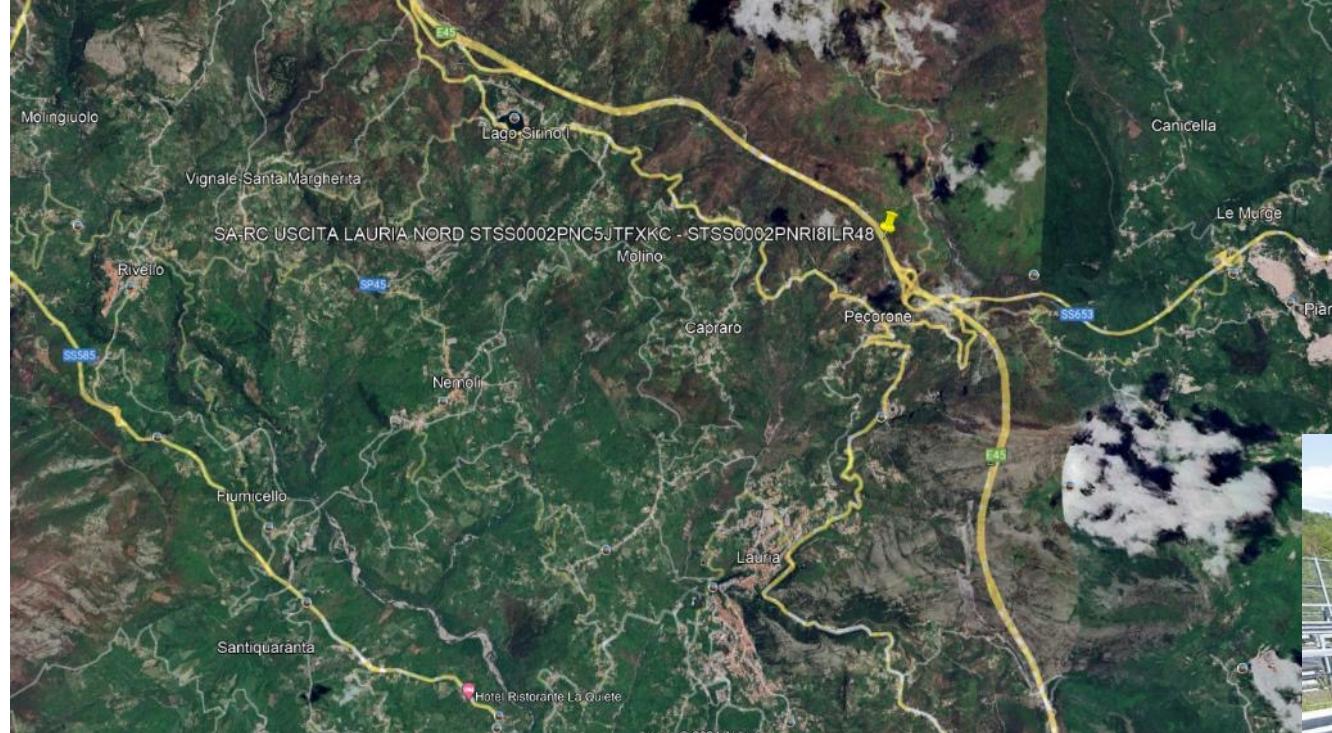
HVS R P31 MZS (indagine bibliografica)

Frequenza di picco del rapporto H/V: **9.80 Hz ± 0.19 Hz**



VIADOTTO CALANCHI III «SA-RC» USCITA LAURIA NORD (PZ)

Km 140+465 (direzione RC) km 140+688 (direzione RC)

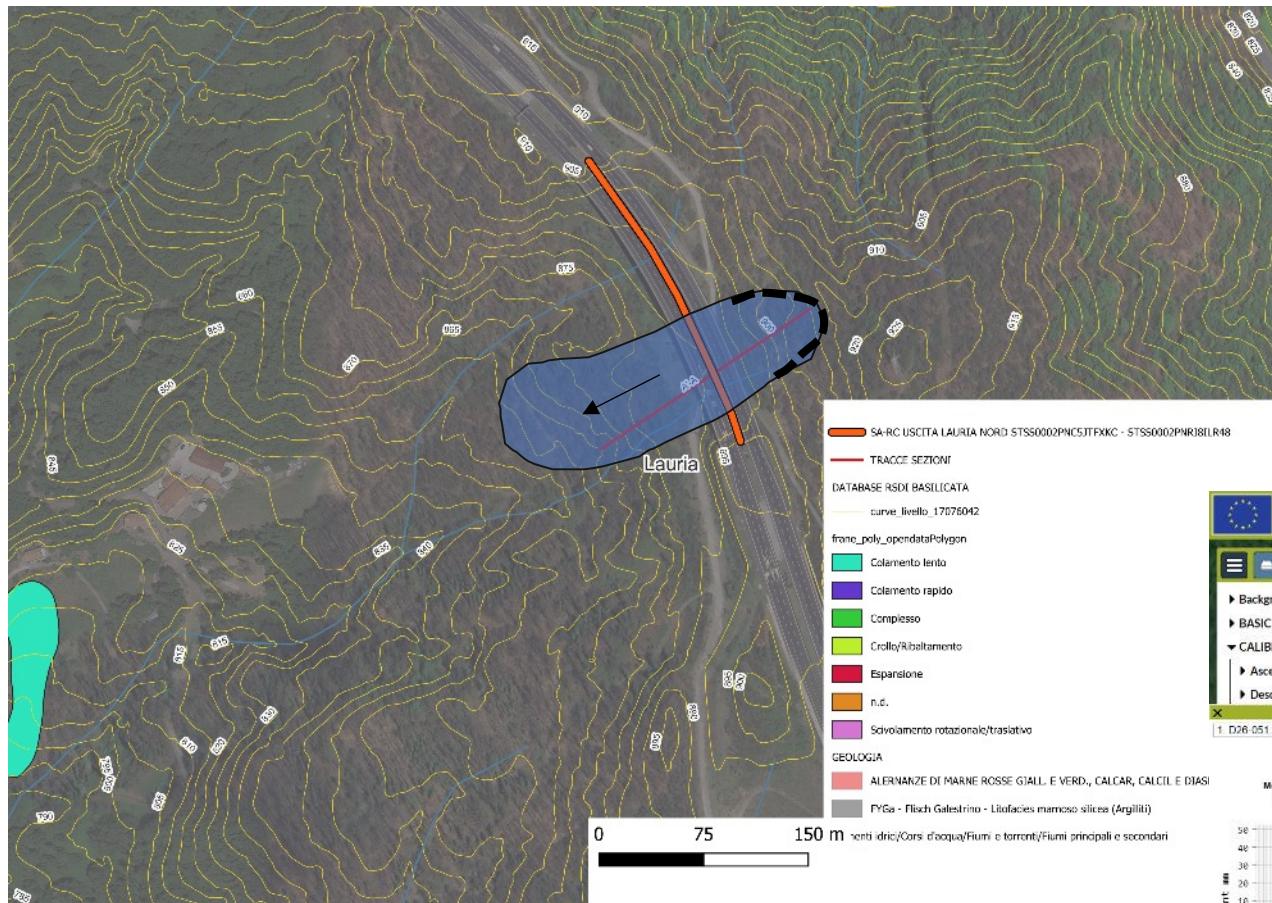


Codice IOP:
STSS0002PNC5JTFXKC - STSS0002PNRI8ILR48

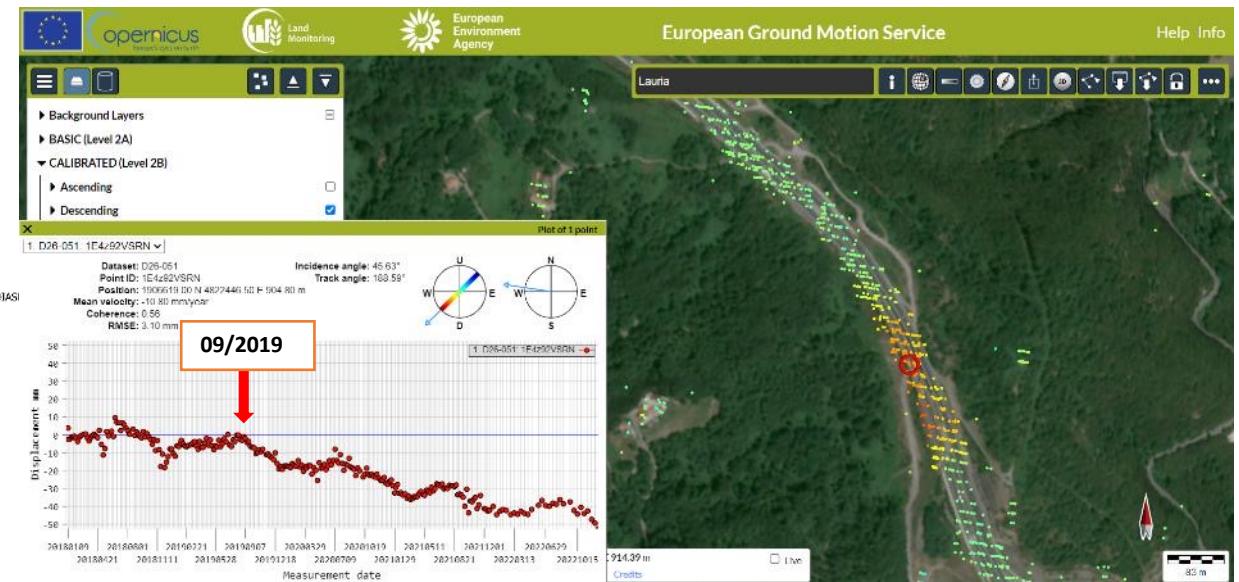


VIADOTTO CALANCHI III «SA-RC» USCITA LAURIA NORD (PZ)

Km 140+465 (direzione RC) km 140+688 (direzione RC)



L'inventario dei fenomeni franosi IFFI non segnala questo movimento franoso.



SS 372 - TELESINA (BN)

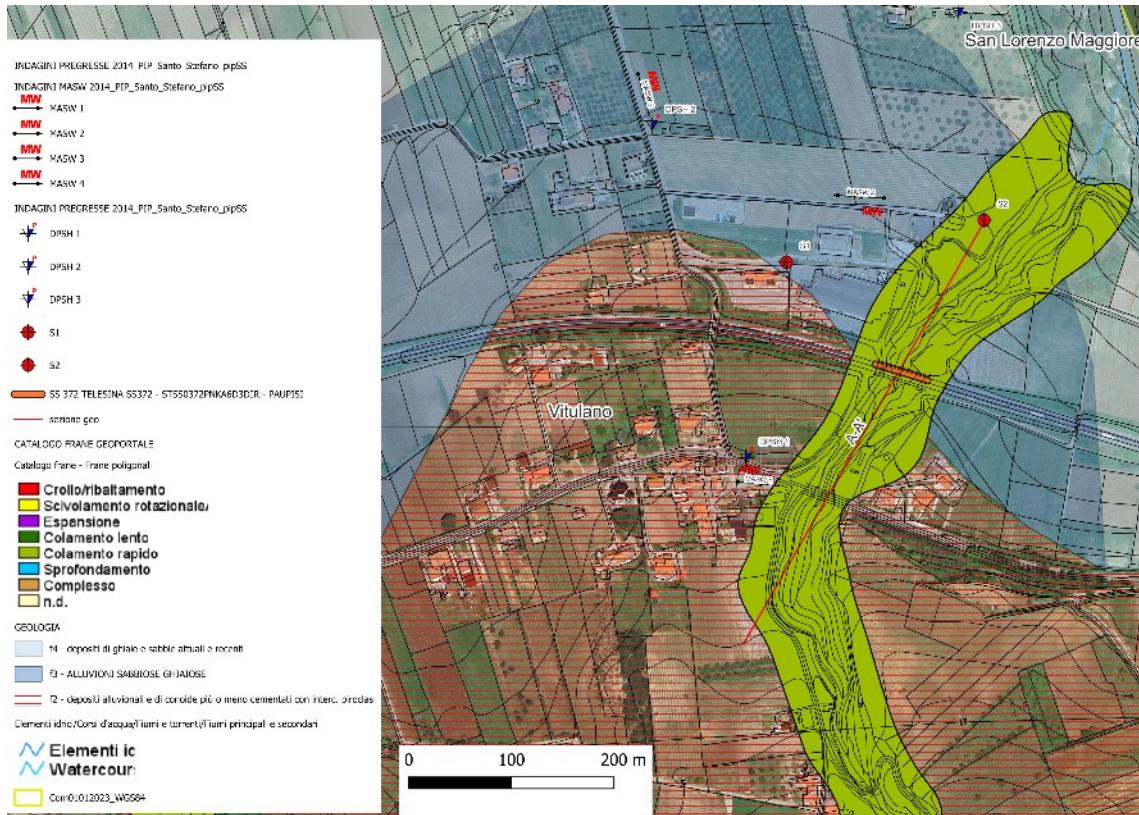


Stony Debris Flow -Falls

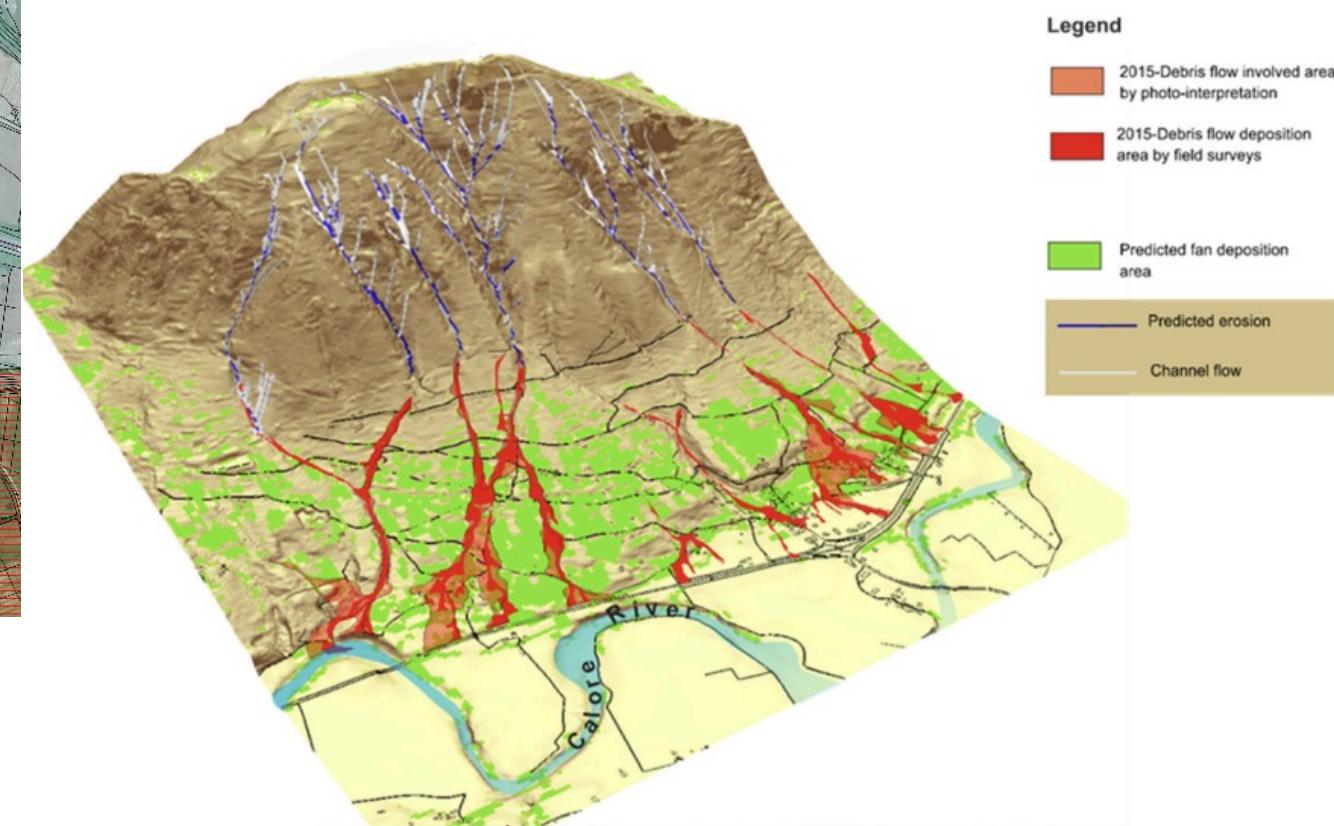
Codice IOP: STSS0372PNKA6D3DIR



CARTA GEOLOGICA CON PERIMETRAZIONE MOVIMENTI FRANOSI «IFFI»



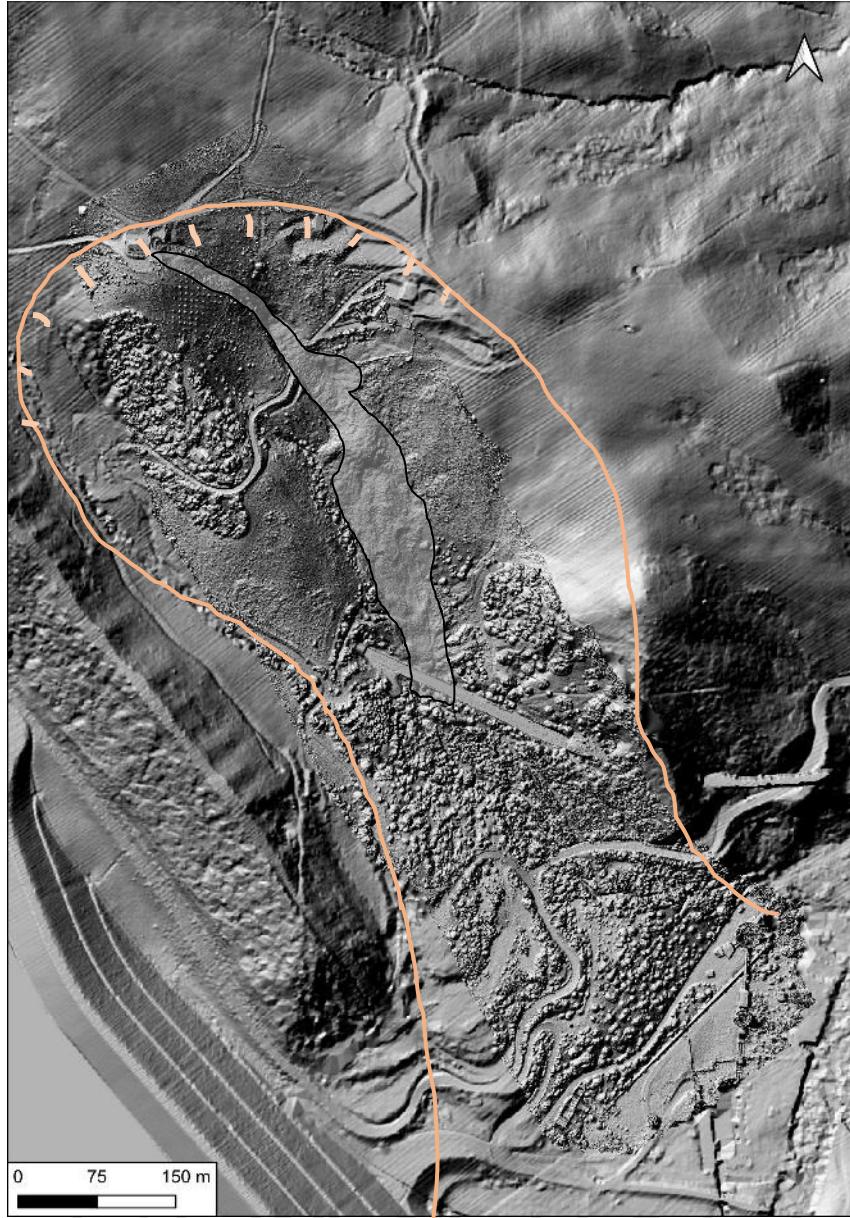
L'inventario dei fenomeni franosi IFFI segnala questo movimento franoso come **Colamento rapido Attivo/riattivato/sospeso.**





Lorenzo Di Taranto, Giovanna D'Ambrosio, Annalisa Albano, Angelo Doglioni, Antonio Fiorentino, Alessandro Guerricchio, Davide Oscar Nitti, Raffaele Nutricato, Vincenzo Simeone – Slow gravitational deformation and compression of bridges since failure

Viadotto Fortunato – SS 653 – Sinnica – (PZ)



Viadotto Fortunato – SS 653 – Sinnica – (PZ)



CONSIGLIO SUPERIORE
DEI LAVORI PUBBLICI



Rischio Frana / Manuale di supporto alle ispezioni speciali



1

Linee Guida per la classificazione e gestione del rischio, la valutazione della sicurezza ed il monitoraggio dei ponti esistenti



CONSIGLIO SUPERIORE
DEI LAVORI PUBBLICI

Manuale di supporto alle ispezioni speciali (Livello III):

Rischio Frana

Task 5.4

Sommario

1. Introduzione	2
2. Fondamenti e strumenti di analisi	3
2.1 Preparazione preliminare documentale	5
3. Fenomeni franosi	5
3.1 Classificazione dei fenomeni	5
3.2 Elementi geognostici per il riconoscimento	9
4. Cinematismo	13
4.1 Classi di attività	14
4.1.1 Indicatori diagnostici dell'attività	14
4.2 Velocità dei fenomeni	15
4.2.1 Classificazione della velocità	15
4.2.2 Criteri empirici per la stima	16
4.2.3 Criteri osservazionali da remoto - frane lente	20
5. Morfometrie e morfologia	26
5.1 Analisi morfometrica per interazioni continue	27
5.1.1 Individuazione e caratterizzazione del corpo di frana	27
5.1.2 Stima della superficie di scorrimento	28
6. Caratteri evolutivi	38

Rischio Frana / Manuale di supporto alle ispezioni speciali

STRUTTURA:

1. Introduzione



... è rivolto all'individuazione e all'interpretazione di specifici elementi geognostici di carattere **osservativo e deduttivo**, connessi ai fenomeni franosi, che interagiscono attivamente o che possono interagire con ponti e viadotti.

2. Fondamenti e strumenti di analisi

2.1 Preparazione preliminare documentale

3. Fenomeni franosi

3.1 Classificazione dei fenomeni

3.2 Elementi geognostici per il riconoscimento

Le informazioni e le pratiche ispettive riportate rappresentano un supporto tecnico alla fase di caratterizzazione dei vari contesti di instabilità in atto o potenziale, **senza costituire vincoli prescrittivi o criteri di esclusione**

4. Cinematismo

4.1 Classi di attività

4.2 Velocità dei fenomeni

5. Morfometrie e morfologie

5.1 Analisi morfometrica per interazioni continue

5.2 Analisi morfometrica per interazioni episodiche

Rischio Frana / Manuale di supporto alle ispezioni speciali

STRUTTURA:

1. Introduzione

2. Fondamenti e strumenti di analisi

2.1 Preparazione preliminare documentale

3. Fenomeni franosi

3.1 Classificazione dei fenomeni

3.2 Elementi geognostici per il riconoscimento

4. Cinematismo

4.1 Classi di attività

4.2 Velocità dei fenomeni

5. Morfometrie e morfologie

5.1 Analisi morfometrica per interazioni continue

5.2 Analisi morfometrica per interazioni episodiche



Di seguito sono riportate le definizioni di termini chiave, basilari per l'approccio mirato oggetto del manuale:

Interferenza da frana è il termine chiave che identifica la presenza di un fenomeno franoso in grado di interagire, o potenzialmente interagire, in modo diretto con un'opera. Questa interazione si manifesta attraverso sollecitazioni reciproche tra l'opera e il movimento franoso.

- **Interferenza attiva**
- **Interferenza potenziale**
 - *Fenomeni attivi in evoluzione:*
 - *Fenomeni di neoformazione:*
 - *Fenomeni ripetitivi o ciclici:*

Interazione continua (o diretta) si riferisce a un fenomeno franoso che, per le sue geometrie e il suo cinematismo, manifesta un'interazione pressoché costante nel tempo con l'opera, influenzandone stabilità e funzionalità in modo persistente.

Interazione episodica (o indiretta): si riferisce a un fenomeno franoso che, per le sue geometrie e il suo cinematismo, manifesta un'interazione prevalentemente limitata a un arco temporale ristretto, configurandosi come un'*interferenza da impatto*, con effetti concentrati in specifici eventi di instabilità.

Suscettibilità d'interferenza di un fenomeno franoso rappresenta il grado di interazione effettivo del movimento, sia esso diretto o indiretto, attivo o potenziale, con l'opera infrastrutturale. I parametri che influenzano la **suscettibilità d'interferenza** possono essere, quindi, sintetizzati in:

- **Tipologia di movimento** (rivolto all'interazione: impattivo, portante, spingente);
- **Velocità del cinematismo** (rivolto al tempo di interazione);
- **Geometrie del fenomeno** (rivolto all'intensità (magnitudo) dell'interferenza);
- **Attività, durata e frequenza del fenomeno** (rivolto alla frequenza dell'interazione o alla sua attesa);

Le diverse litologie sono raggruppate in quattro categorie fondamentali:

Roccia

Terreno

Detrito

Miste

Rischio Frana / Manuale di supporto alle ispezioni speciali

STRUTTURA:

1. Introduzione

2. Fondamenti e strumenti di analisi

2.1 Preparazione preliminare documentale

3. Fenomeni franosi

3.1 Classificazione dei fenomeni

3.2 Elementi geognostici per il riconoscimento



4. Cinematismo

4.1 Classi di attività

4.2 Velocità dei fenomeni

5. Morfometrie e morfologie

5.1 Analisi morfometrica per interazioni continue

5.2 Analisi morfometrica per interazioni episodiche

Elementi geognostici per il riconoscimento

Tipologia di frana e interazione	Interferenza attiva	Interferenza potenziale
Crolli (falls) <i>Interazione episodica (indiretta)</i>	<p>La condizione di interferenza attiva si definisce quando viene individuata una parete altamente produttiva, che porta alla formazione e al rilascio di blocchi verso valle. In questo contesto, è cruciale correlare la direzione di provenienza dei blocchi con le nicchie di distacco a monte, al fine di valutare la potenziale interferenza con gli elementi strutturali dell'opera. La presenza di blocchi isolati di dimensioni metriche, localizzati a valle o in prossimità di bruschi cambi di pendenza, è un indicatore di attività recente. Questo fenomeno si evidenzia attraverso superfici di distacco fresche a monte e un limitato seppellimento dei blocchi a valle.</p>	<p>La presenza di pareti rocciose irregolari, generalmente molto inclinate, con un quadro fessurativo tale da isolare blocchi sporgenti, è un indicatore di potenziale instabilità. È fondamentale caratterizzare le discontinuità in termini di spaziatura, persistenza e orientazione, al fine di determinare le dimensioni dei blocchi, che potrebbero impattare l'opera. Le discontinuità particolarmente pericolose per la stabilità sono quelle coerenti con l'immersione del versante, che presentano un'elevata inclinazione, sebbene inferiore a quella media della parete. L'apertura dei giunti e la presenza di circolazione idrica sono indicatori utili per stimare i tempi di rilascio dei blocchi. In generale, in questo caso, l'ammasso roccioso è caratterizzato da alti valori di RQD. Per una valutazione qualitativa dell'energia d'impatto, è importante determinare se la possibile interferenza avviene in caduta libera o nella fase finale di rotolamento/saltellamento del blocco, in relazione al posizionamento dell'opera rispetto alle aree di distacco.</p>
Crollo in massa o multiplo <i>Interazione episodica (indiretta)</i>	<p>Il quadro generale è simile a quello dei blocchi singoli, ma caratterizzato da un'abbondante presenza di blocchi di medie dimensioni a valle, in quantità significativamente superiore rispetto alle zone di distacco a monte. L'entità della dispersione dei blocchi a valle e l'irregolarità topografica del pendio possono fornire indicazioni sull'estensione dell'area interessata e sulla traiettoria dei blocchi frazionati durante la caduta.</p>	<p>Il quadro generale è simile a quello dei blocchi singoli, ma con pareti rocciose più intensamente fritturate e non necessariamente caratterizzate da masse sporgenti. L'ammasso roccioso presenta generalmente, in questo caso, valori medi di RQD. Un rilievo delle discontinuità, analizzato attraverso metodi statistici e stereografici, può fornire una caratterizzazione dettagliata della suscettibilità, determinata dalla direzionalità del versante e dalle discontinuità stesse.</p>

Rischio Frana / Manuale di supporto alle ispezioni speciali

STRUTTURA:

1. Introduzione

2. Fondamenti e strumenti di analisi

2.1 Preparazione preliminare documentale

3. Fenomeni franosi

3.1 Classificazione dei fenomeni

3.2 Elementi geognostici per il riconoscimento

4. Cinematismo

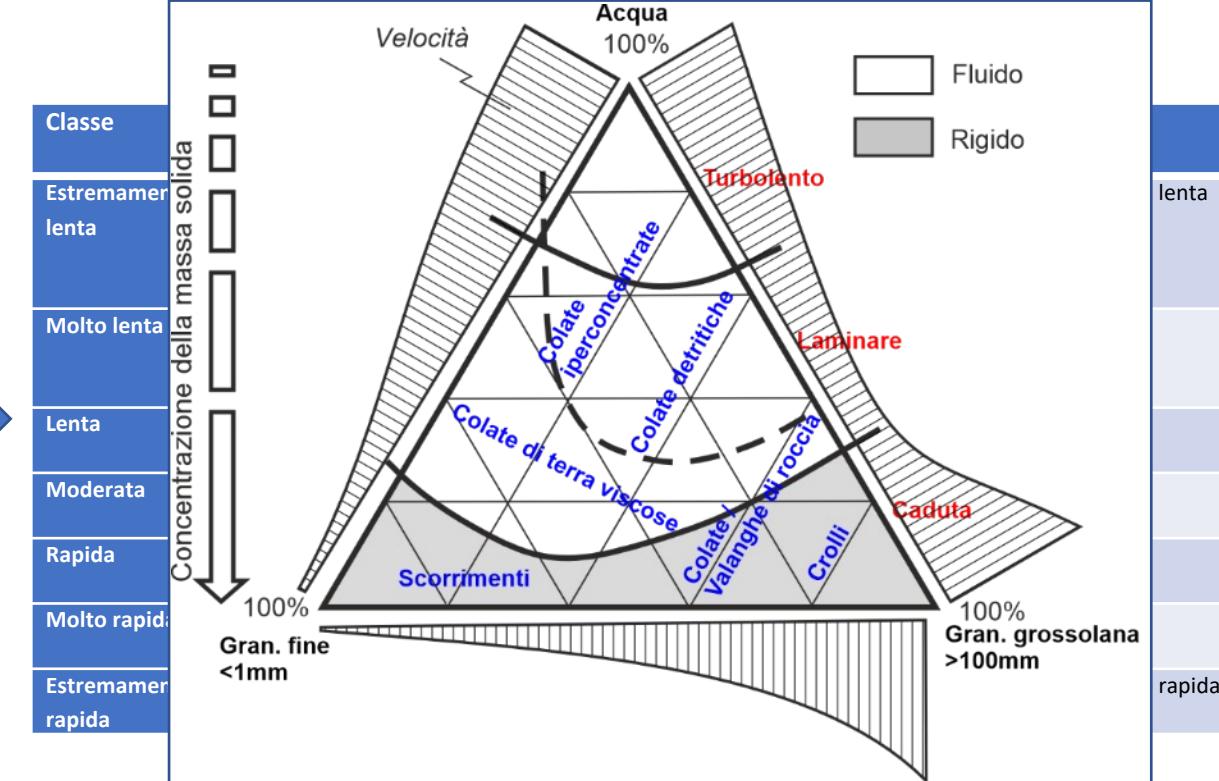
4.1 Classi di attività

4.2 Velocità dei fenomeni

5. Morfometrie e morfologie

5.1 Analisi morfometrica per interazioni continue

5.2 Analisi morfometrica per interazioni episodiche



Rischio Frana / Manuale di supporto alle ispezioni speciali

STRUTTURA:

1. Introduzione

2. Fondamenti e strumenti di analisi

2.1 Preparazione preliminare documentale

3. Fenomeni franosi

3.1 Classificazione dei fenomeni

3.2 Elementi geognostici per il riconoscimento

4. Cinematismo

4.1 Classi di attività

4.2 Velocità dei fenomeni

5. Morfometrie e morfologie

5.1 Analisi morfometrica per interazioni continue

5.2 Analisi morfometrica per interazioni episodiche

