



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



Presentazione e discussione dello stato di avanzamento dei lavori e dei prodotti –  
*workshop 4 e 5 Aprile 2022*

**MITIGAZIONE DEI RISCHI NATURALI PER LA SICUREZZA E LA MOBILITÀ NELLE  
AREE MONTANE DEL MEZZOGIORNO**

**OR2. Valutazione del rischio idrogeologico**

***Coordinatore: Michele Calvello***



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo di Sviluppo Regionale



*Ministero dell'Università  
e della Ricerca*



Estratto da: Convegno di presentazione del progetto MITIGO e dei primi risultati - 4-5 Aprile 2022 –  
Sommari degli interventi e presentazioni

© 2022 Università degli Studi della Basilicata

Editrice Universosud – Potenza

ISBN 9788899432850



Pubblicazione realizzata con il cofinanziamento dell'Unione Europea – FESR, PON Ricerca e Innovazione 2014-2020.

[www.ponricerca.gov.it](http://www.ponricerca.gov.it)

# Obiettivo Realizzativo 2



## Valutazione del Rischio Idrogeologico

Prevede 4 attività, ed è dedicato alla valutazione del rischio idrogeologico.

È uno degli obiettivi realizzativi più complessi e pertanto la sua realizzazione richiede molteplici competenze.

All'interno dell'area di studio, verranno individuati i principali contesti geomorfologici e lo studio di ogni contesto sarà affidato al gruppo più esperto.

Si prevedono 4 fasi di attività.

Fase conoscitiva preliminare



Indagini e rilievi



Individuazione delle tipologie di frana



Valutazione del rischio e carte tematiche

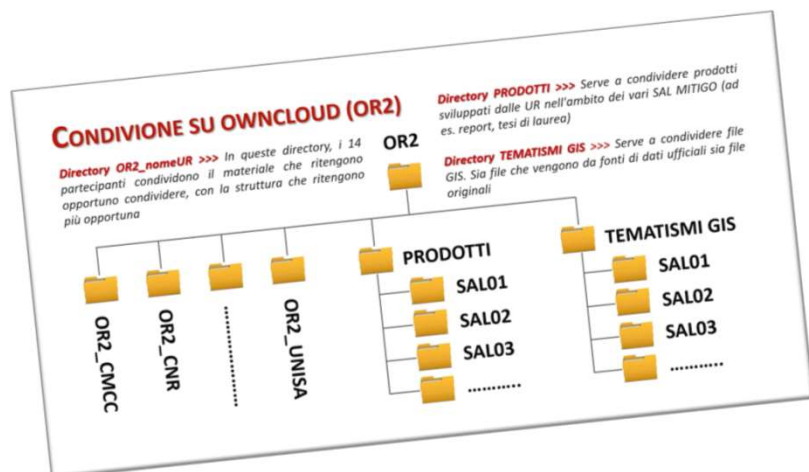


## Attività 2.1

Fase conoscitiva preliminare

Reperimento e analisi delle informazioni disponibili

Creazione base di dati e di conoscenza di partenza



Questa fase prevede il reperimento e l'analisi di tutte le informazioni disponibili per la caratterizzazione geologica, geomorfologica, idraulica/idrogeologica e geotecnica, della franosità e del rischio per persone, strutture e infrastrutture nell'area di studio. Saranno utilizzati: documenti e mappe tematiche, pubblicazioni scientifiche e tutti i dati disponibili. L'analisi critica delle informazioni di diversa natura servirà da un lato all'ampliamento delle conoscenze sul territorio "dimostratore" e dall'altro all'ampliamento delle conoscenze tout court delle influenze reciproche degli elementi e dei processi naturali (fra natura formazioni, tipologia frane, caratteri climatici, evoluzione fluviale, vegetazione presente, interventi antropici, uso del territorio) che si verificano in un vasto "laboratorio naturale". Si creerà una base di dati e di conoscenze di partenza per le successive fasi di lavoro e, in particolare, per la progettazione delle campagne di indagini e monitoraggio.

## Attività 2.2

Indagini e rilievi

Rilievi geostrutturali e geomorfologici; prospezioni geofisiche e sondaggi geotecnici

Interferometria differenziale

Analisi di immagini satellitari multi-spettrali

Rilievi aerei con piattaforma multi-sensore



*Le indagini verranno condotte mediante rilievi in situ e remoti (soprattutto telerilevamento). Fra i primi, si eseguiranno rilievi geostrutturali e geomorfologici; prospezioni geofisiche e sondaggi geotecnici. In siti selezionati, si eseguiranno prelievi di campioni di terreno da sottoporre a prove di laboratorio. Per i secondi, si applicherà la tecnica di interferometria differenziale a immagini satellitari acquisite da sensori SAR Sentinel-1 e Cosmo SkyMed in modo da ottenere mappe di deformazione con diversi livelli di dettaglio. Dall'analisi di immagini satellitari multi-spettrali in banda ottica (Sentinel-2 e Landsat-8) si otterrà la descrizione delle coperture del suolo. Saranno inoltre condotti rilievi aerei con piattaforma multi-sensore equipaggiata con laser scanner, sistema di navigazione e camera metrica digitale.*

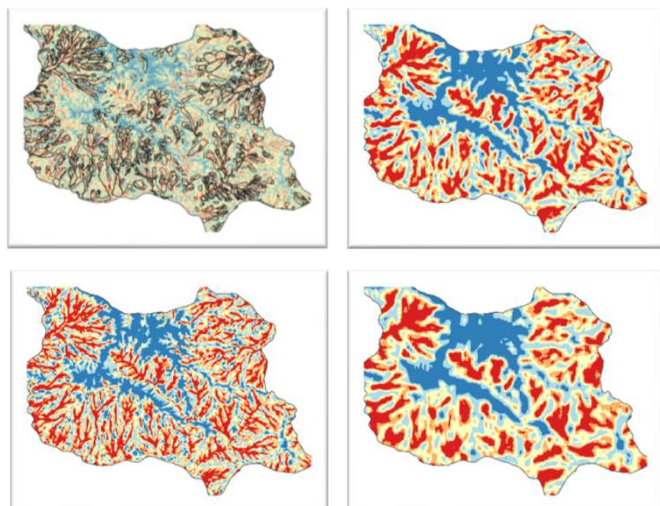
## Attività 2.3

Individuazione delle tipologie di frana

Carte inventario delle frane

Evoluzione storica dei principali fenomeni franosi

Modelli e tecniche statistiche multivariate



*Sulla base dei risultati conseguiti nelle due fasi precedenti, verranno redatte carte inventario delle frane nell'area di studio, con indicazione dei principali elementi geomorfologici, della tipologia di movimento e dello stato di attività. Per la valutazione dell'evoluzione storica dei principali fenomeni franosi verranno utilizzati data-base storici, geomorfologici, meteorici, sismici, idrologici. Si cercherà di risalire alle modificazioni antropiche subite dai territori investigati. L'elaborazione mediante modelli e tecniche statistiche multivariate delle informazioni raccolte consentirà una correlazione di prima approssimazione fra gli eventi di riattivazione delle frane e le cause di innesco.*

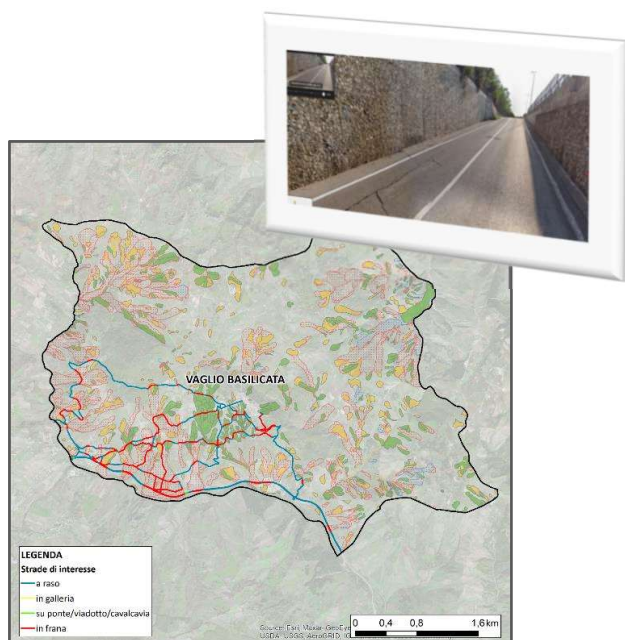
## Attività 2.4

Valutazione del rischio e carte tematiche

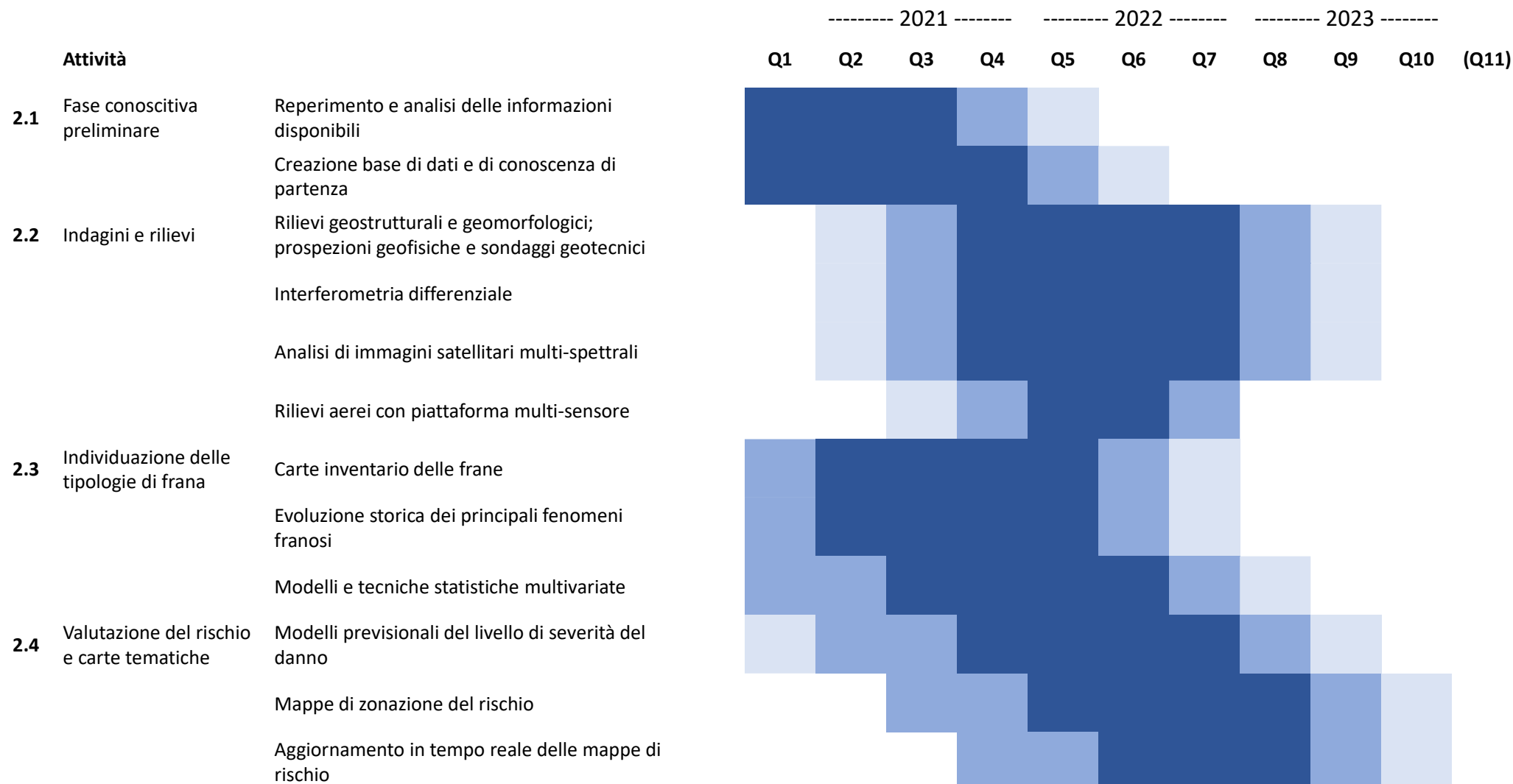
Modelli previsionali del livello di severità del danno

Mappe di zonazione del rischio

Aggiornamento in tempo reale delle mappe di rischio



*La stima quantitativa del rischio da frana si avvarrà dei risultati della fasi precedenti e in particolare del monitoraggio di processi deformativi degli elementi esposti al rischio che causano il danno. Si analizzeranno i dati storici di monitoraggio e se ne acquisiranno di nuovi (cfr. OR4). La stima del rischio si baserà su modelli previsionali del livello di severità del danno per le strutture di interesse (infrastrutture lineari e strutture strategiche). Saranno definiti indicatori quantitativi e saranno prodotte mappe di zonazione del rischio. Si definirà una procedura innovativa per l'aggiornamento in tempo reale delle mappe di rischio. Funzionale a quest'ultima attività sarà la messa a punto di sistemi integrati di monitoraggio ground-based e satellitari dell'OR4.*

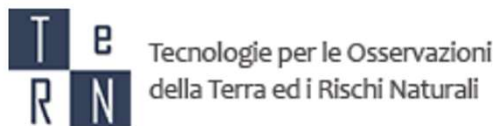






## C.U.G.R.I.

Consorzio inter-Universitario  
per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi  
Università di Salerno - Università di Napoli "Federico II"



REGIONE BASILICATA





## NELLA LETTERATURA SCIENTIFICA

COMUNE	NOME FRANA	NUMERO ARTICOLI
Avigliano	La Braida	1
Brindisi di Montagna	Acqua di Luca	2
	Masseria De Nicola	2
Campomaggiore	Masseria Marino	2
	Campomaggiore vecchio	1
Castelluccio Inferiore	Castelluccio	1
Grassano	Fosso Spineto	3
Latronico	Frana di Latronico	5
Marsico Nuovo	Pietra Maura	1
Matera	Chiese rupestri	2
Melfi	Pisciolo	7
Montemurro	Frana di Montemurro	1
	Verdesca	4
Montescaglioso	Frana di Montescaglioso	11
	Madonna della Nuova	1
Nemoli	Lago Sirino	1
Picerno	Frana di Picerno	1
	Monte Li Foi	3
Pietrapertosa	Frana di Pietrapertosa	1
Pisticci	San Donato	1
Pomarico	Frana di Pomarico	3
	La Salsa	1
Potenza	Bosco Piccolo	3
	Costa della Gaveta	21
	Giarrossa	2
	Varco d'Izzo	15
Ripacandida	Frana di Ripacandida	1
Tito	Frana di Tito	1
Tricarico	Brindisi di moontagna (scalo)	5
Tursi	Tursi Rabatana	2
Vaglio Basilicata	Santuario di Mefitis	3



**SCALA DI PENDIO**  
 ✓ 31 frane  
 ✓ 108 articoli

### SCALA REGIONALE

✓ 14 aree  
 ✓ 34 articoli

ZONA	NUMERO ARTICOLI
Bacino del torrente Camastra	3
Bacino del torrente Rubbio	1
Bacino del torrente Tiera (Potenza)	1
Comune di Avigliano	2
Comune di Corleto Perticara	1
Comune di Craco	5
Comune di Pisticci	8
Comune di Potenza	2
Comuni di Castelmezzano e Pietrapertosa	1
Regione Basilicata	4
Settore alta valle del fiume Sinni	2
Settore centro-occidentale della regione Basilicata	2
Settore foglio 521 "Lauria"	1
Settore orientale dell'avanfossa bradanica	1

# GEOLOGIA E GEORFOLOGIA

## Attività nell'area compresa fra Potenza e Matera e i fiumi Bradano e Basento

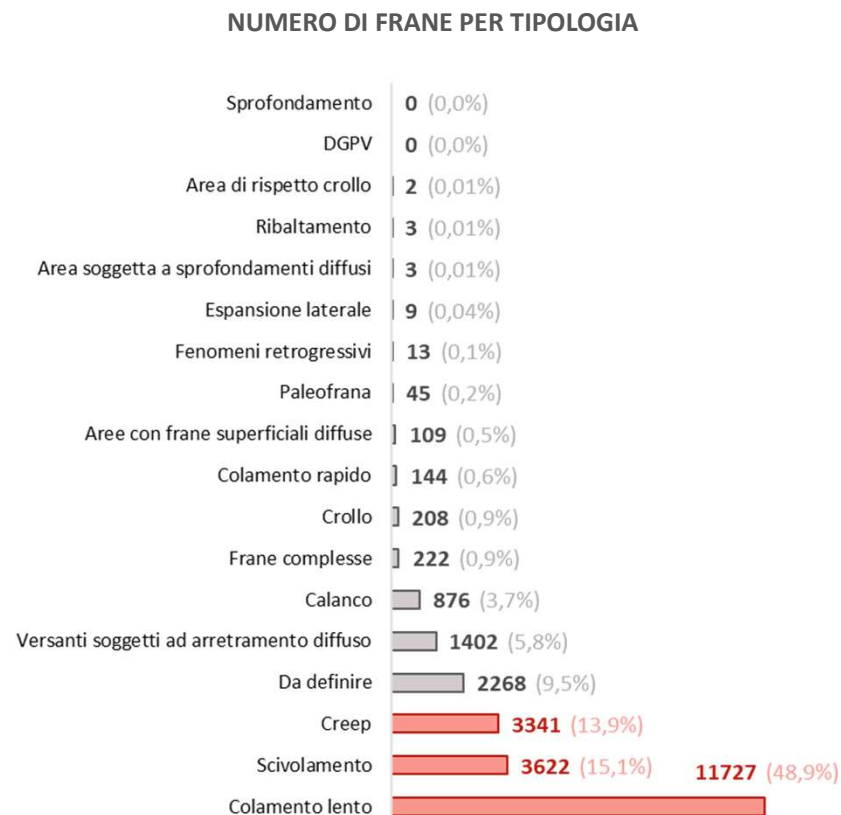
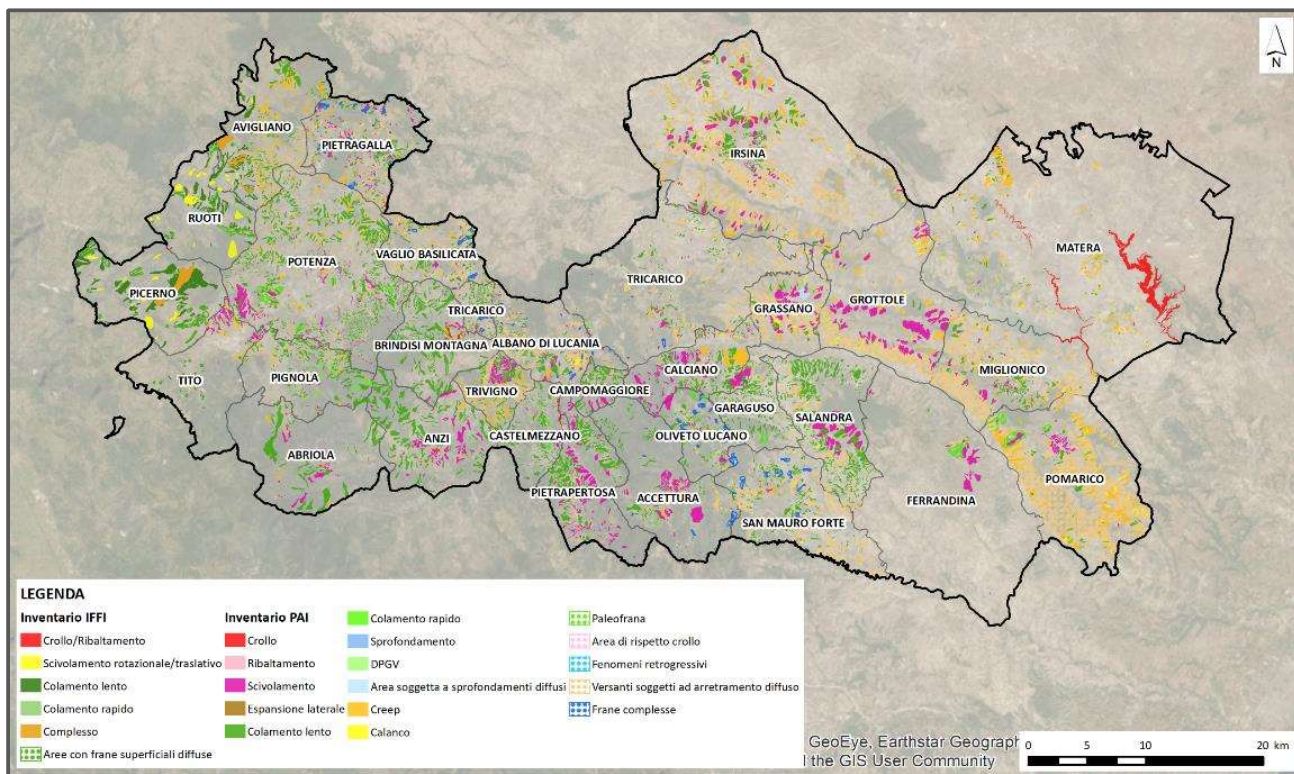
- Redazione di carte geotematiche (delle unità tettoniche, geolitologiche, geomorfologiche) a piccola scala estese all'intero territorio compreso nell'area di studio del Progetto MITIGO
- Reperimento dati, validazione e digitalizzazione in ambiente GIS di una carta-inventario delle frane dell'area, a cavallo dei bacini imbriferi dei fiumi Bradano e Basento, compresa nel territorio di studio del Progetto MITIGO
- Ricerche geologiche e geomorfologiche di dettaglio, con redazione di carte geotematiche da eseguire in punti strategici dell'area di studio





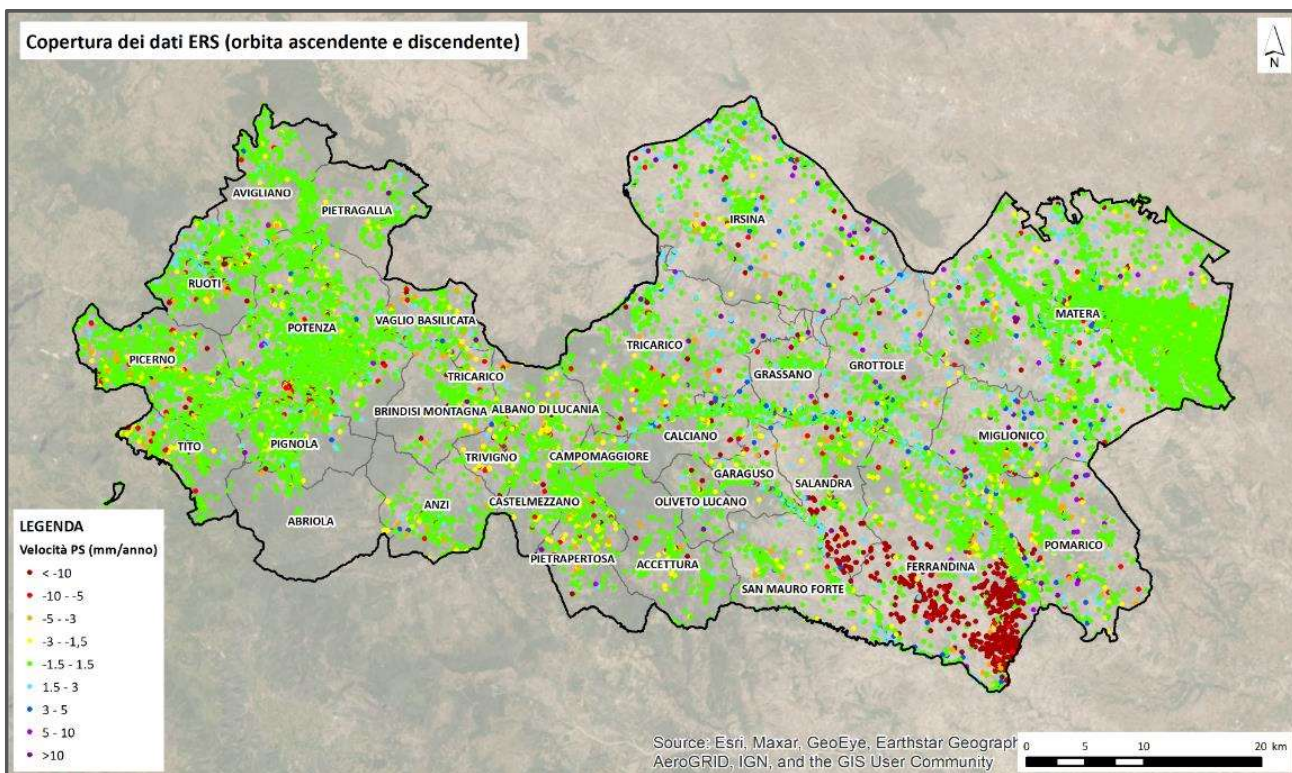
30 COMUNI	
01	Abriola
02	Accettura
03	Albano di Lucania
04	Anzi
05	Avigliano
06	Brindisi Montagna
07	Calciano
08	Campomaggiore
09	Castelmezzano
10	Ferrandina
11	Garaguso
12	Grassano
13	Grottole
14	Irsina
15	Matera
16	Miglionico
17	Oliveto Lucano
18	Picerno
19	Pietragalla
20	Pietrapertosa
21	Pignola
22	Pomarico
23	Potenza
24	Ruoti
25	Salandra
26	San Mauro Forte
27	Tito
28	Tricarico
29	Trivigno
30	Vaglio Basilicata

## INVENTARI FENOMENI FRANOSI



Le carte inventario di riferimento sono quella redatta dall'Autorità di Bacino della Regione Basilicata (PAI, scala 1:10000, anno 2016) e l'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia (IFFI, scala 1:250000, anno 2014 ultimo aggiornamento per la regione Basilicata). L'esigenza di utilizzare due carte inventario nasce dal fatto che l'area di interesse non ricade interamente nel territorio di competenza dell'AdB Basilicata.

## ANALISI INTERFEROMETRICHE



**ERS**

Periodo di acquisizione 1992 - 2000

Banda C

Tempo di rivisitazione

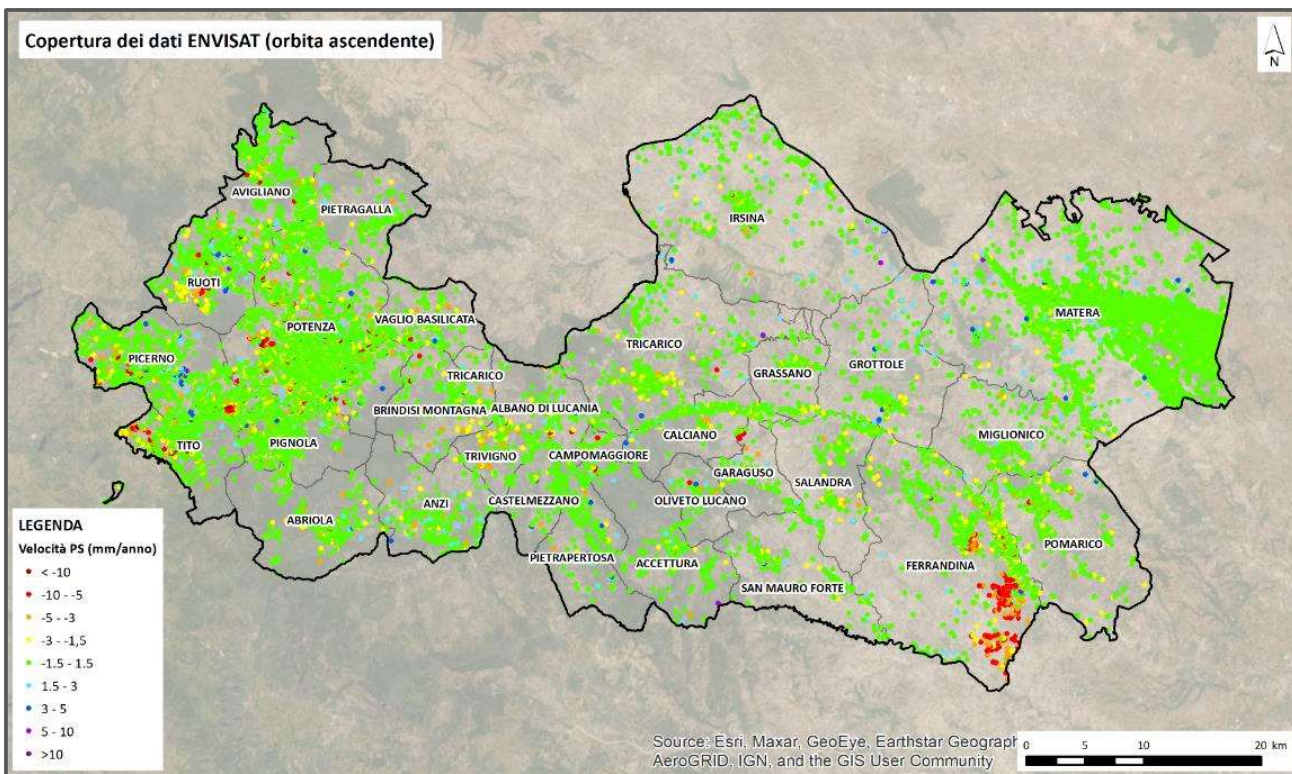


### COPERTURA DEI DATI SATELLITARI ERS SU FRANE LENTE

Numero di frane lente	20493
Numero di frane coperte da almeno 3 PS	229
% rispetto al totale	1,1 %
Numero di frane coperte da almeno 5 PS	126
% rispetto al totale	0,6 %

Mappa rappresentativa della copertura dei dati satellitari ERS sull'area di studio (Fonte: Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale - MATTM)

## ANALISI INTERFEROMETRICHE



**ENVISAT**

Periodo di acquisizione 2003 - 2010

Banda C

Tempo di rivisitazione



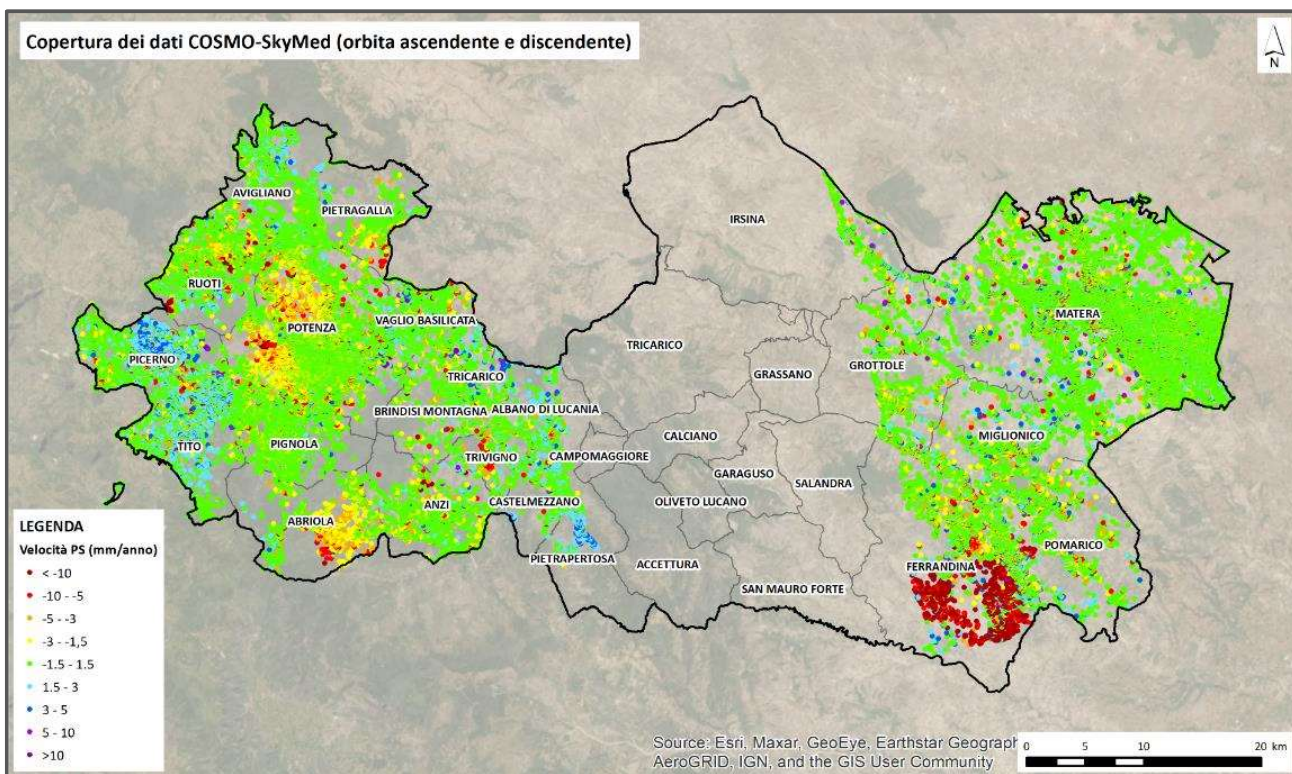
### COPERTURA DEI DATI SATELLITARI ENVISAT SU FRANE LENTE

Numero di frane lente	20493
Numero di frane coperte da almeno 3 PS	395
% rispetto al totale	1,9 %
Numero di frane coperte da almeno 5 PS	275
% rispetto al totale	1,3 %

Mappa rappresentativa della copertura dei dati satellitari ENVISAT sull'area di studio (Fonte: Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale - MATTM)



## ANALISI INTERFEROMETRICHE



**COSMO-SkyMed**

Periodo di acquisizione 2011 - 2014

Banda X

Tempo di  
rivisitazione



### COPERTURA DEI DATI SATELLITARI COSMO-SkyMed SU FRANE LENTE

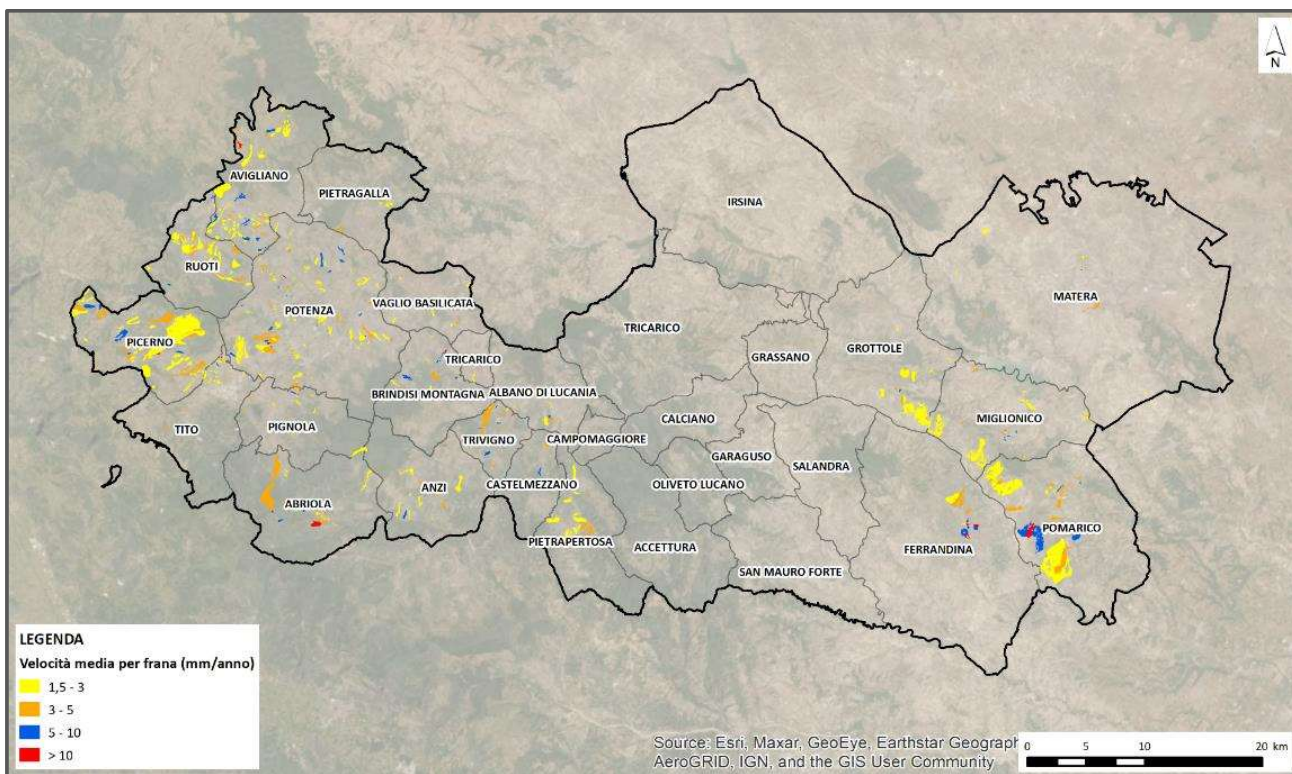
Numero di frane lente <sup>(*)</sup>	13399
Numero di frane coperte da almeno 3 PS	1509
% rispetto al totale	11,3 %
Numero di frane coperte da almeno 5 PS	1217
% rispetto al totale	9,1 %

<sup>(\*)</sup> Frane lente all'interno dell'area con disponibilità di dati

Mapa rappresentativa della copertura dei dati satellitari COSMO-SkyMed sull'area di studio (Fonte: Piano Straordinario di Telerilevamento Ambientale - MATTM)

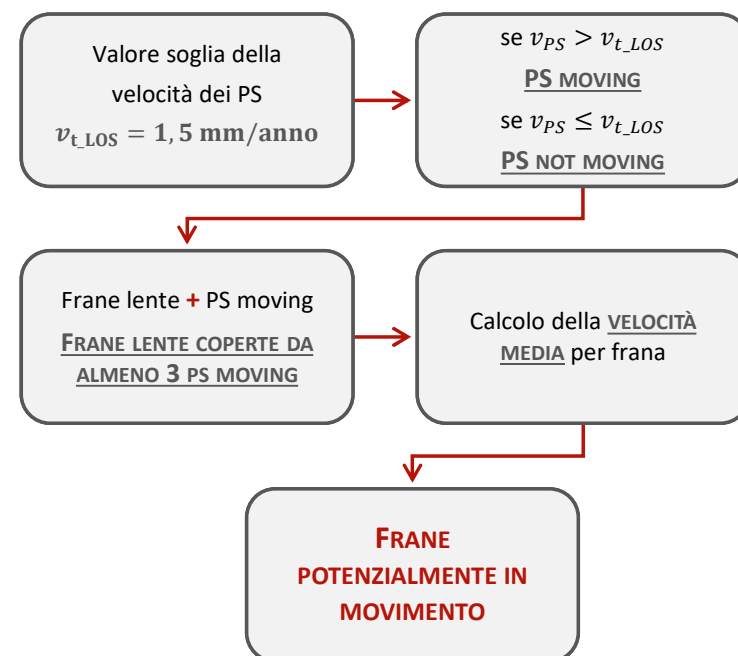
## ANALISI DI FRANOSITÀ

### TASSO DI MOVIMENTO DELLE FRANE LENTE



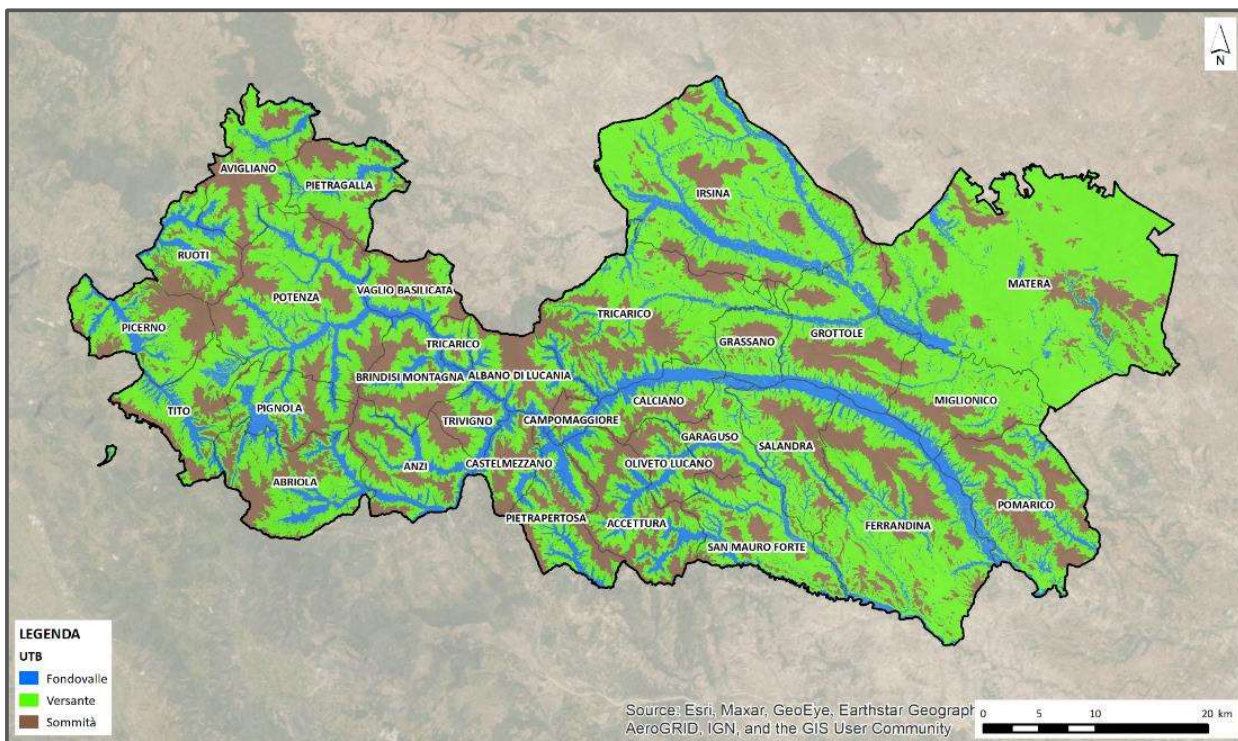
Mappa rappresentativa delle velocità medie di movimento delle frane lente coperte dai dati satellitari COSMO-SkyMed

CALCOLO ED ATTRIBUZIONE IN AMBIENTE GIS DI VELOCITÀ MEDIE, DERIVATE DAI DATI DINSAR, AI CORPI DI FRANA COPERTI DA DATI SATELLITARI



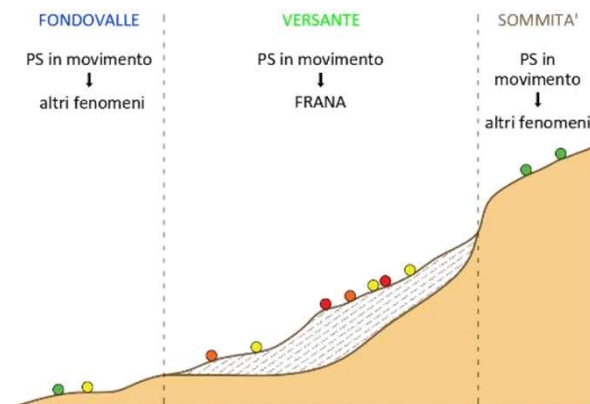
## ANALISI DI FRANOSITÀ

PS MOVING vs. UNITA' TOPOGRAFICHE DI BASE



Mappe delle Unità Topografiche di Base relativa all'area di studio, risoluzione 5 metri, anno 2016 (Guida & Valiante, 2020)

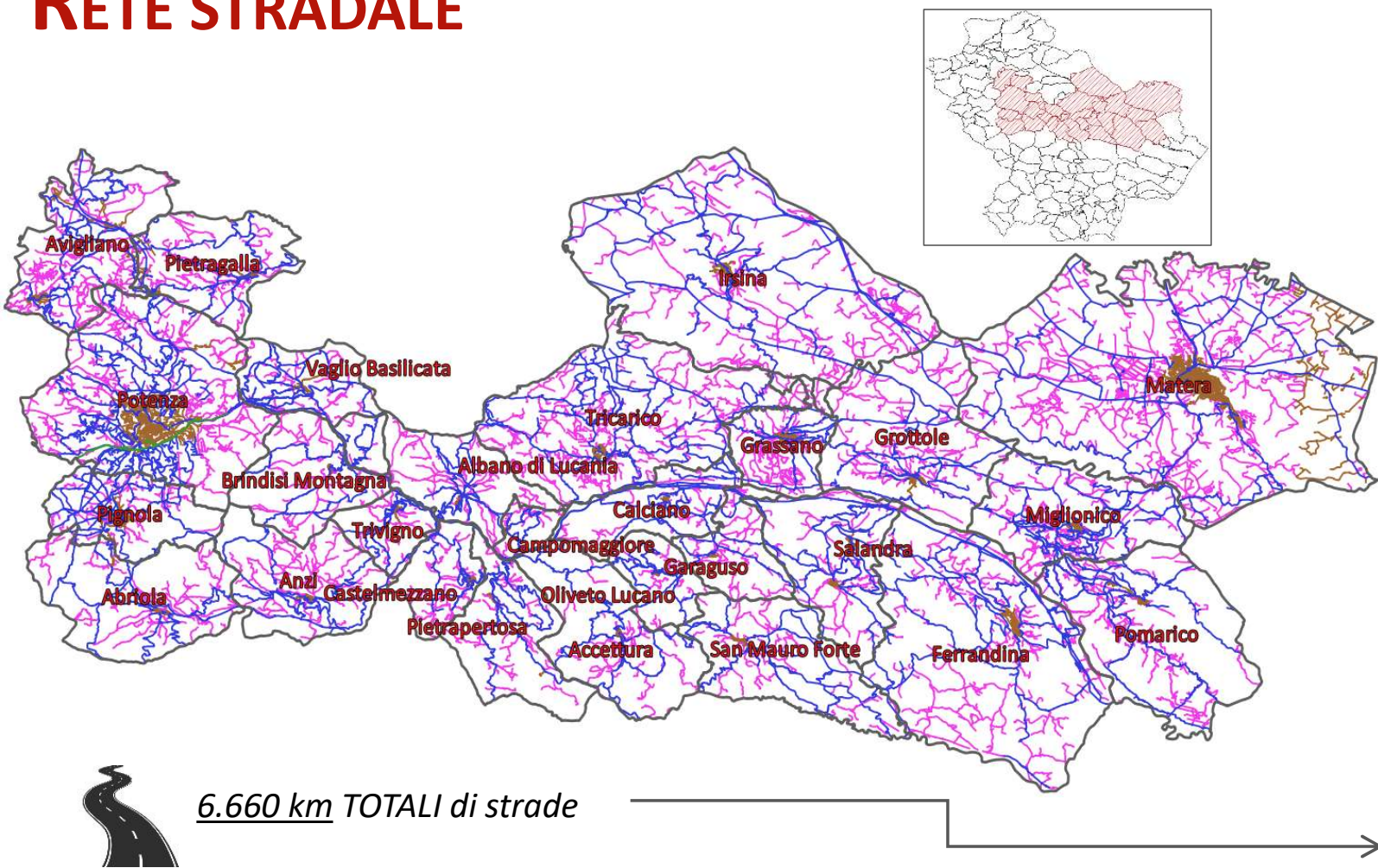
### MODELLO DI INTERPRETAZIONE DEI PS IN MOVIMENTO SULLE DIVERSE UTB



UNITÀ TOPOGRAFICHE DI BASE	AREA [km <sup>2</sup> ]	NUMERO DI PS MOVING	% DI PS MOVING RISPETTO AL TOTALE
Sommità	729	47998	20,6 %
Versante	1680	122366	52,5 %
Fondovalle	432	62766	26,9 %

Percentuali di PS moving COSMO-SkyMed in funzione delle UTB

## RETE STRADALE



### CLASSI FUNZIONALI



**Autostrade**  
23,5 km



**Strade extraurbane**  
2.703,2 km

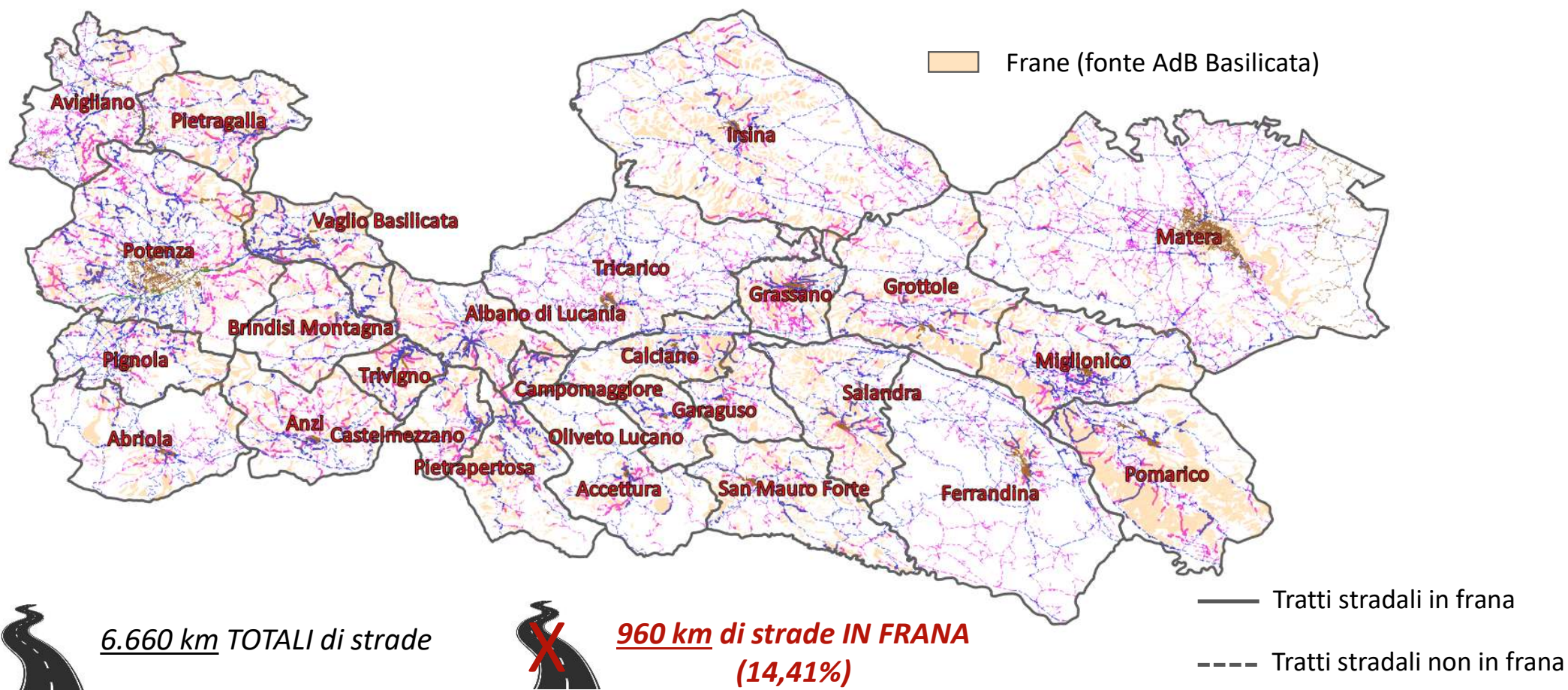


**Strade urbane**  
730,1 km



**Strade locali**  
3.203,1 km

## RETE STRADALE





## C.U.G.R.I.

Consorzio inter-Universitario  
per la Previsione e Prevenzione dei Grandi Rischi  
Università di Salerno - Università di Napoli "Federico II"



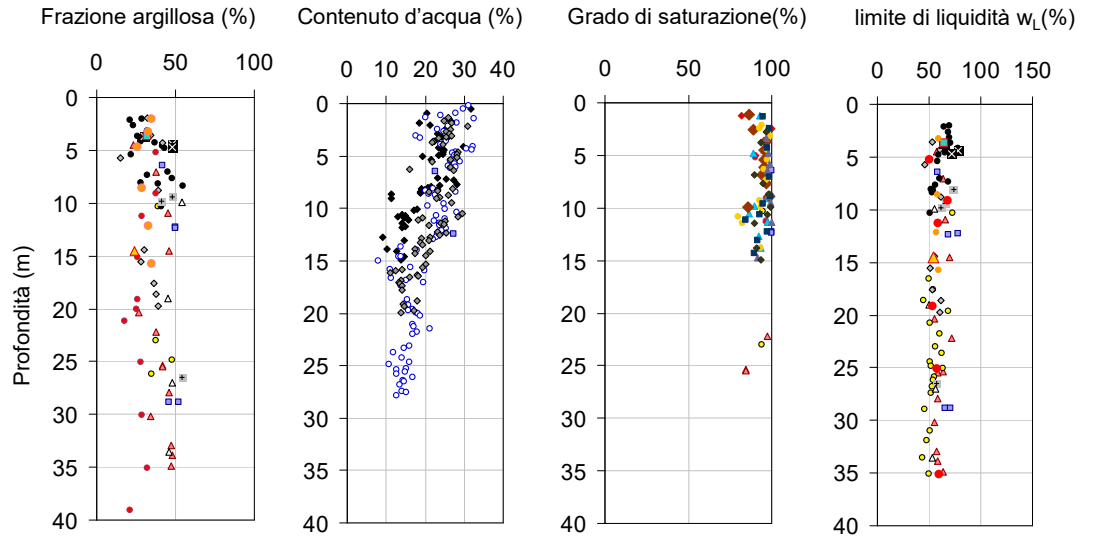
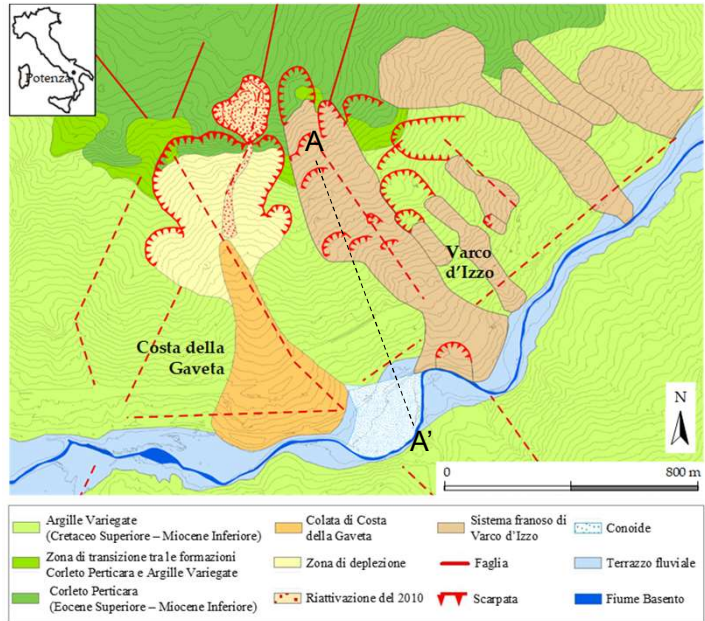
Tecnologie per le Osservazioni  
della Terra ed i Rischi Naturali



REGIONE BASILICATA

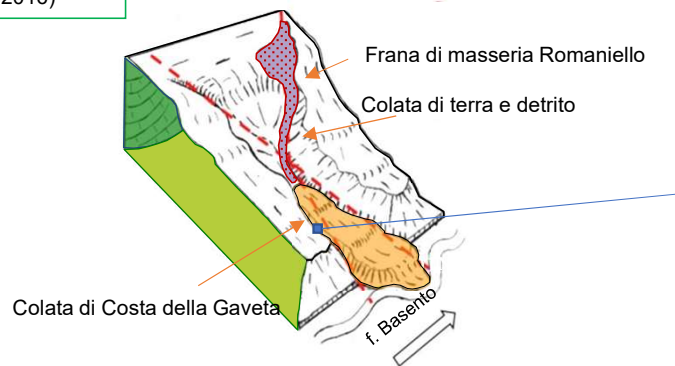
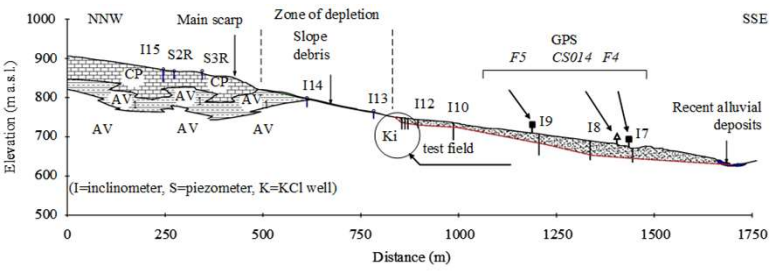


## Geologia e caratterizzazione geotecnica del versante di Costa della Gaveta - Varco d'Izzo



Modello geologico della frana di Costa della Gaveta (Vassallo et al., 2016)

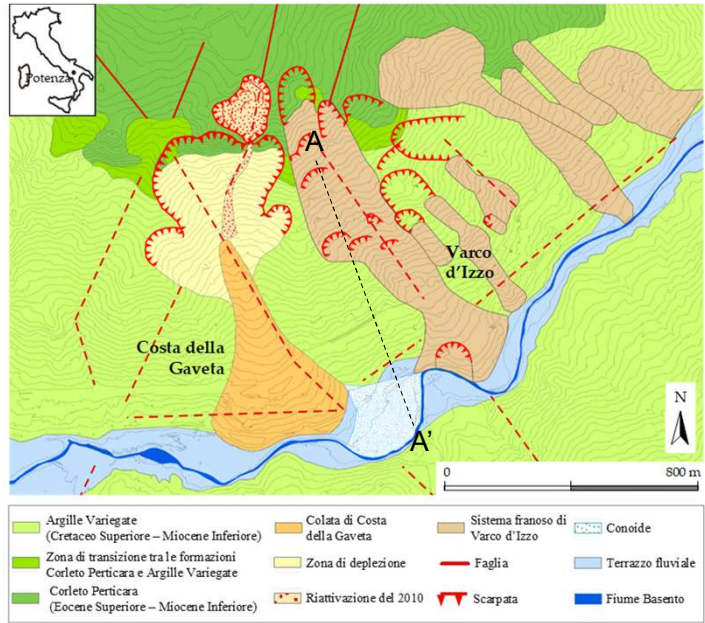
Sezione AA'



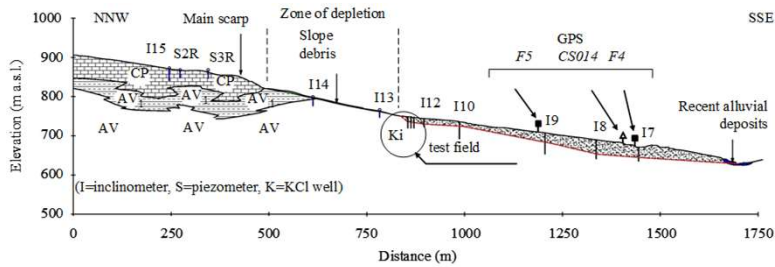
Trincea esplorativa



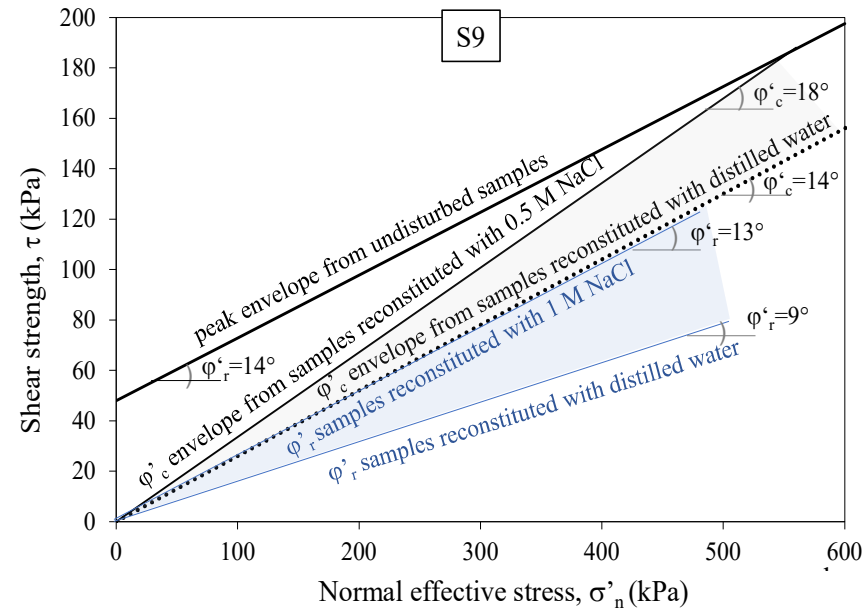
## Geologia e caratterizzazione geotecnica del versante di Costa della Gaveta - Varco d'Izzo



Sezione AA'



## Resistenza a rottura dei terreni di Costa della Gaveta

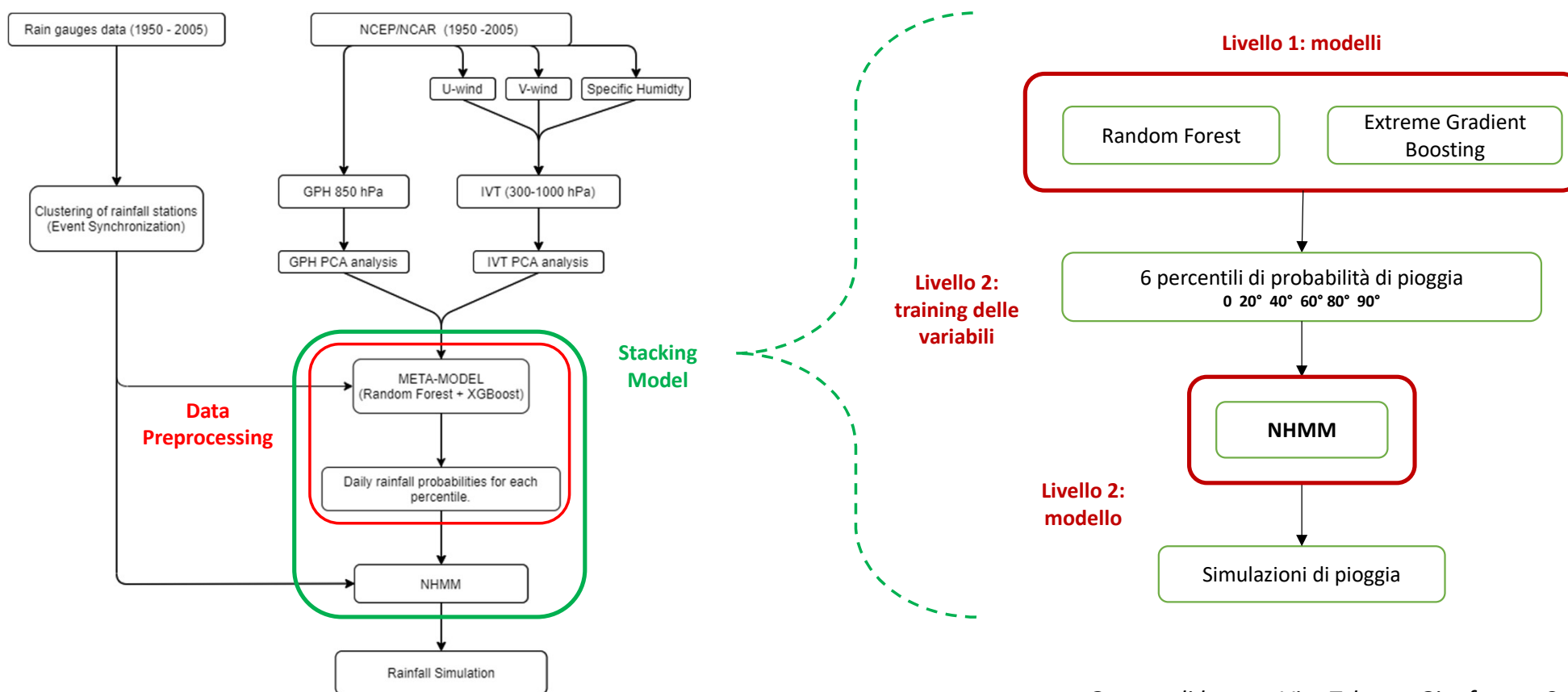


Ghulamzan et al., 2022



## Stima delle precipitazioni mediante modelli integrati di downscaling statistico e machine learning

Saranno utilizzati i dati delle precipitazioni giornaliere relativi a circa 30 pluviometri della regione Basilicata insieme a due predittori atmosferici: il campo di altezza geopotenziale di 850 hPa e il Trasporto di vapore integrato (IVT)



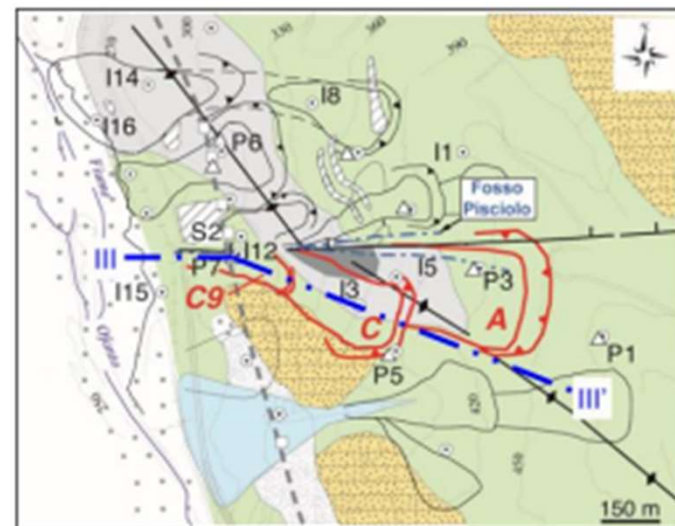
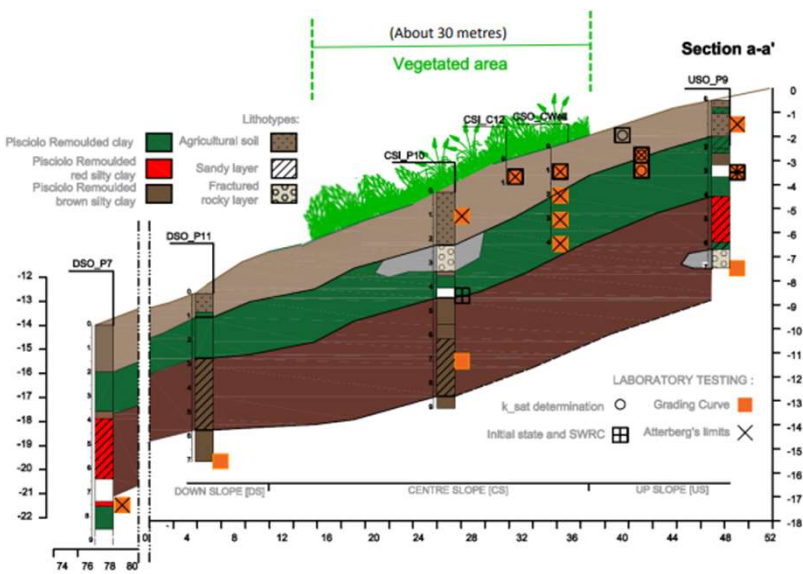
Gruppo di lavoro: Vito Telesca, Gianfranco Castronuovo

## Ricognizione delle tipologie di frana maggiormente interagenti con le infrastrutture di trasporto

Studio finalizzato a sviluppo di criteri per l'analisi di danno su ponti ricadenti nell'area della Basentana (collaborazione con U.R. dell'Università di Salerno).

DEFINIZIONE DI INDICATORI IDROGEOLOGICI CHE SUGGERISCANO IL LIVELLO DI ACCURATEZZA DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA DELLE OPERE.

## Interazione terreno-vegetazione-atmosfera



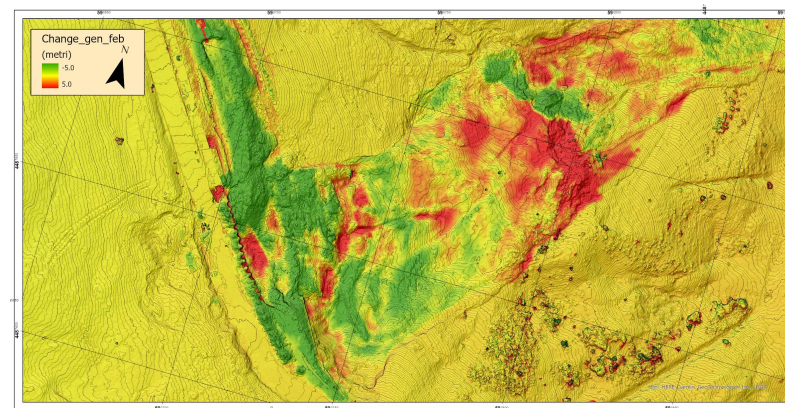
Studio a livello di coltre superficiale di pendio in frana (sito campione a Pisciolo-Melfi), con definizione dei processi di evapotraspirazione su coltri a grana fine vegetate.

EFFETTUATA CARATTERIZZAZIONE IDRAULICA E MECCANICA DI DETTAGLIO DEI PRIMI METRI DI TERRENO.

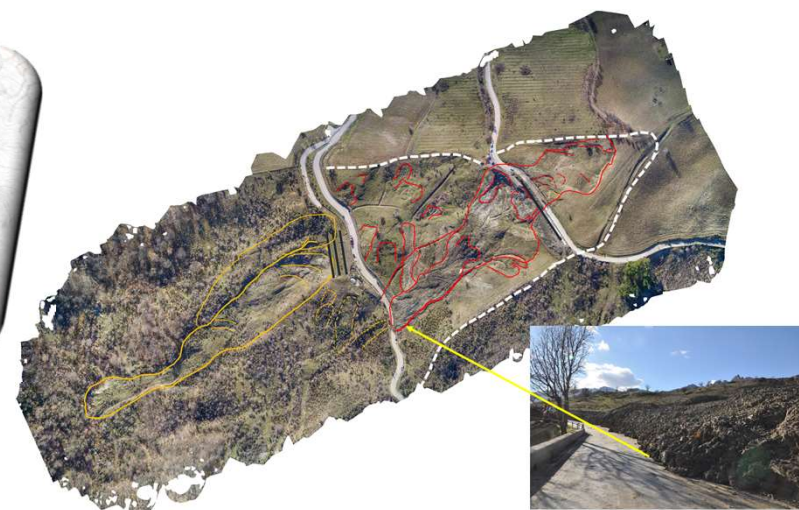
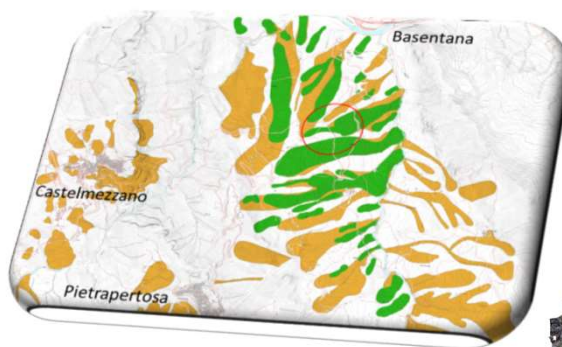
## Rilievi geologici e monitoraggio di frane che interessano la rete stradale nei comuni di Pietrapertosa e Castelmezzano



Monitoraggio con drone colate lente



Studio frane in roccia



Gruppo di lavoro: Antonio Santo, Melania De Falco, Giovanni Forte, Ermanno Marino, Antonio Pignalosa

## Analisi multi-temporale degli effetti indotti dalla franosità alle infrastrutture viarie per la quantificazione del rischio

### FASE CONOSCITIVA PRELIMINARE

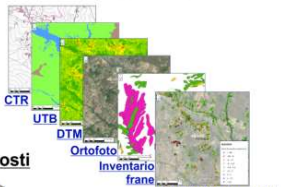
- Identificazione delle aree di studio
- Analisi/studio della letteratura
- Identificazione e reperimento delle informazioni di base
- Acquisizione e omogenizzazione dei dati disponibili
- Analisi della franosità delle aree di studio
- Individuazione elementi esposti

2021

Area di studio  
(scala di bacino e comunale)



Dati disponibili



Elementi esposti



### MONITORAGGIO, DANNI E VULNERABILITA' DELLE INFRASTRUTTURE ESPOSTE

- Analisi dati DInSAR di archivio
- Acquisizione nuovi dati interferometrici
- Integrazione monitoraggio da remoto e convenzionale in situ
- Rilievi geomorfologici di dettaglio e del danno da remoto e in situ
- Analisi multi-temporale dei danni alle infrastrutture esposte
- Analisi congiunta (susceptibilità, frane, DInSAR, danni)

2022

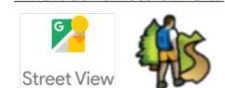
Dati interferometrici  
(di archivio)



Rilievi LiDAR



Rilievi da remoto e in situ



Classificazione dei livelli di severità del danno



Elaborazione ed interpretazione

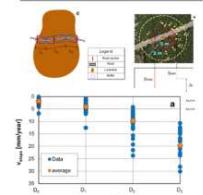


### VALUTAZIONE DEL RISCHIO E CARTE TEMATICHE

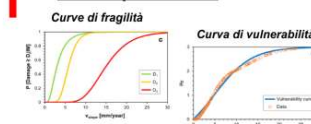
- Identificazione sezioni stradali/ponti di interesse
- Derivazione relazioni causa-effetto
- Definizione di modelli probabilistici per la previsione dei danni
- Valutazione della vulnerabilità per le infrastrutture espste
- Valutazione e quantificazione del rischio
- Definizione di mappe di zonazione del rischio

2023

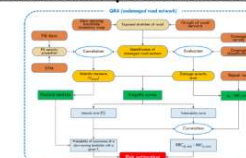
Sezioni di interesse e relazioni causa-effetto



Modelli previsionali



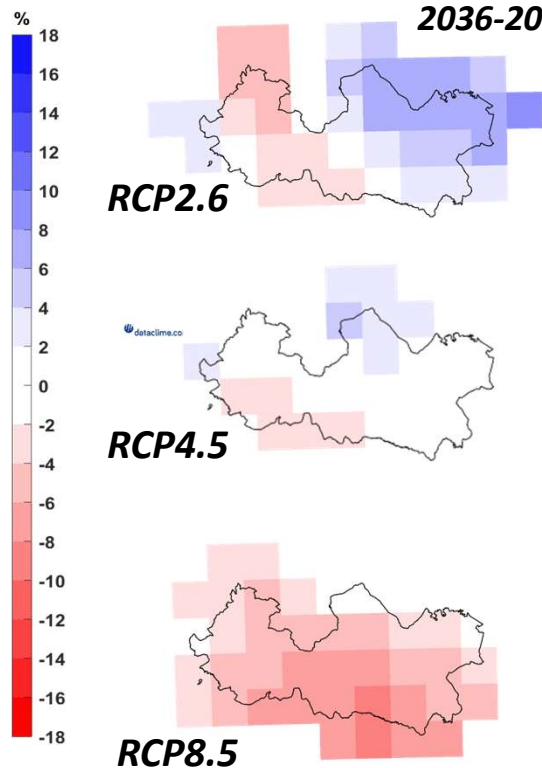
Valutazione e quantificazione del rischio



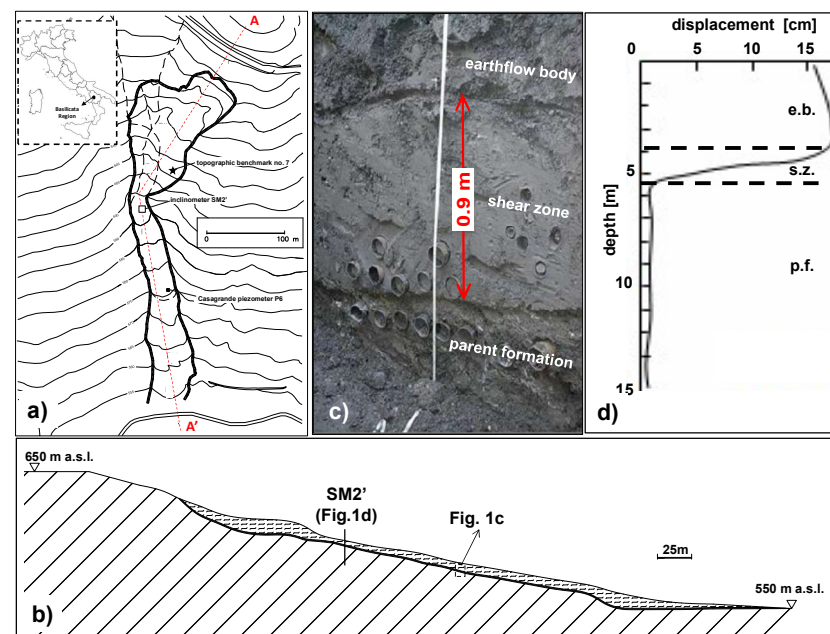
## La Fondazione CMCC contribuisce alle attività dell'OR2 su diversi aspetti

- Supporto nel reperimento ed elaborazione dei datasets di forzanti atmosferiche per la stima dell'evoluzione dei processi meteo-indotti in un contesto di cambiamento climatico
- Analisi, su casi Pilota, del potenziale effetto del cambiamento climatico su frequenza e magnitudo dell'attività franosa nell'area di studio

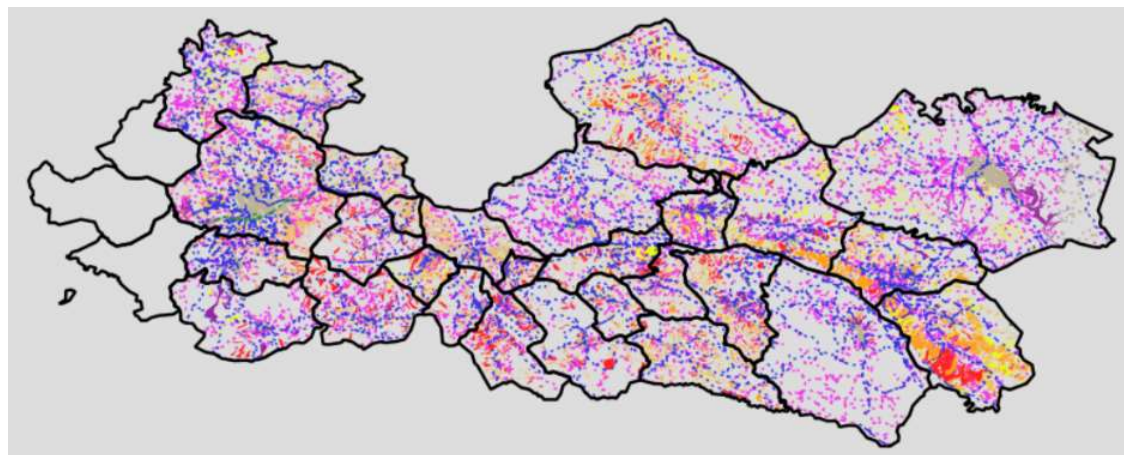
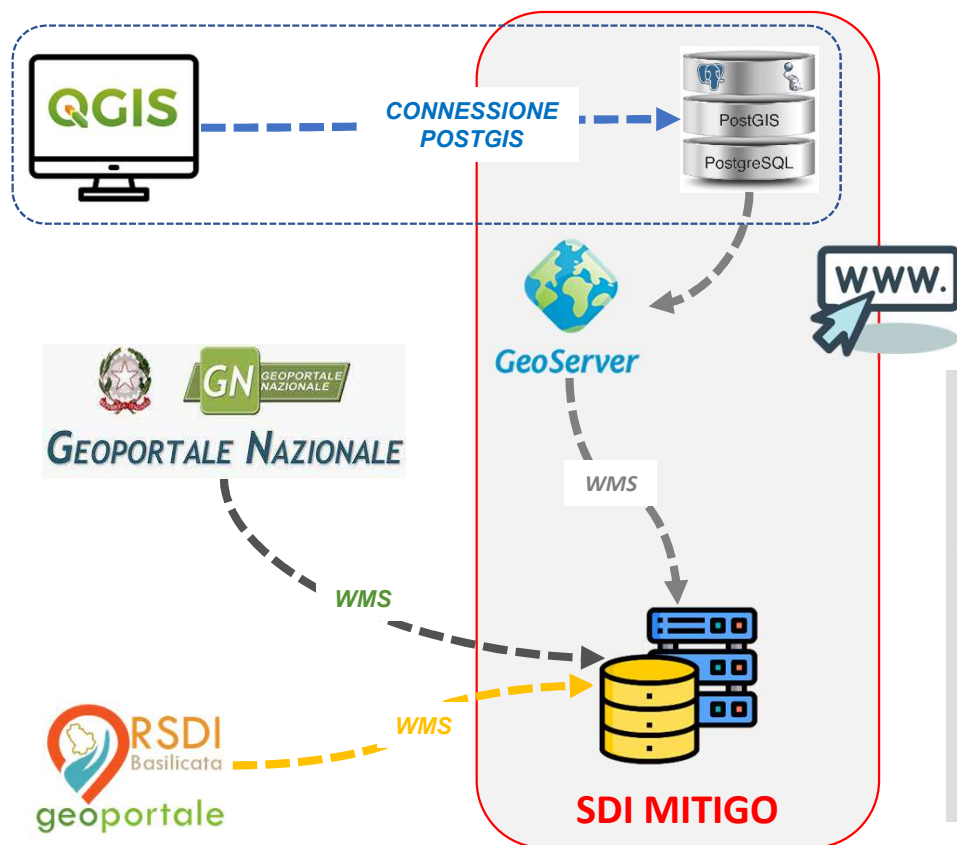
**Variazione della precipitazione invernale  
2036-2065 vs 1981-2010**



**Primo studio in corso sulla frana di Masseria Marino**

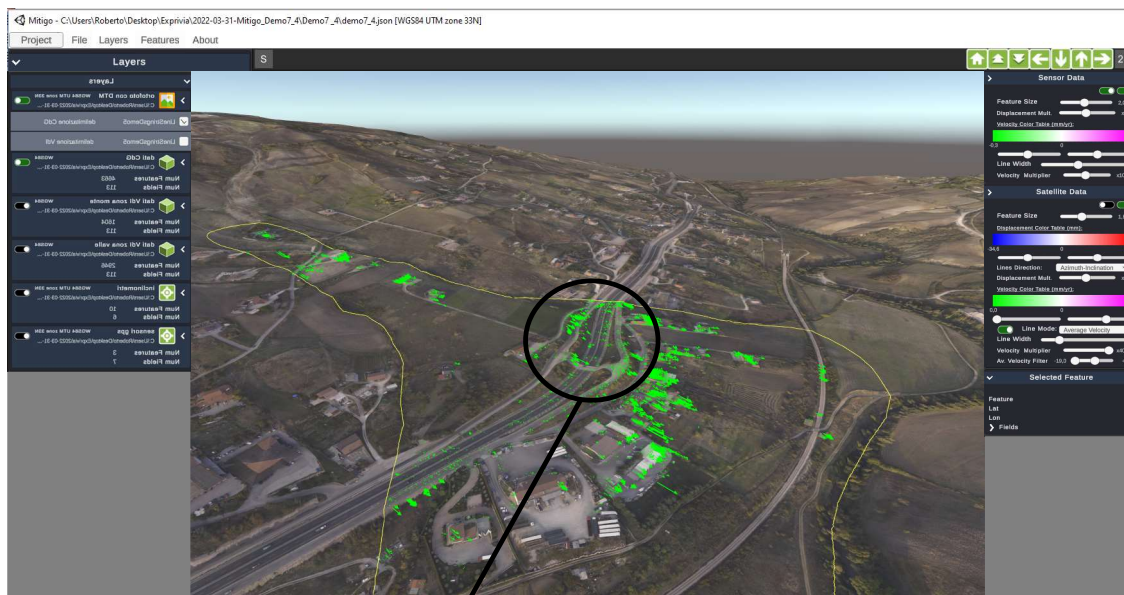


## Infrastruttura di Dati Spaziali a supporto della mitigazione del rischio idrogeologico delle infrastrutture di trasporto



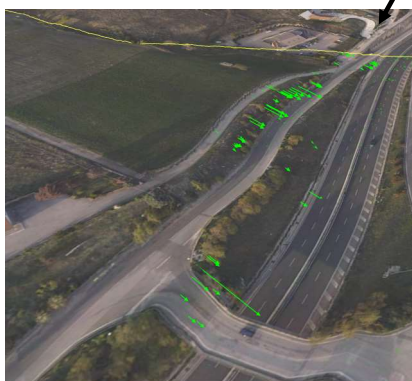
Gruppo di lavoro: Francesco Di Trani, Antonella Gallipoli, Massimo Veglia, Michele Posa, Francesca Priano, Anna Romito, Gianfranco Scalcione

## Modello 4D per la rappresentazione dei dati di monitoraggio: visualizzazione del campo delle velocità medie



Uso combinato di dati satellitari\* e misure a terra

\* dati del CNR-IREA di Napoli  
(G. Fornaro, D. Reale, S. Verde)

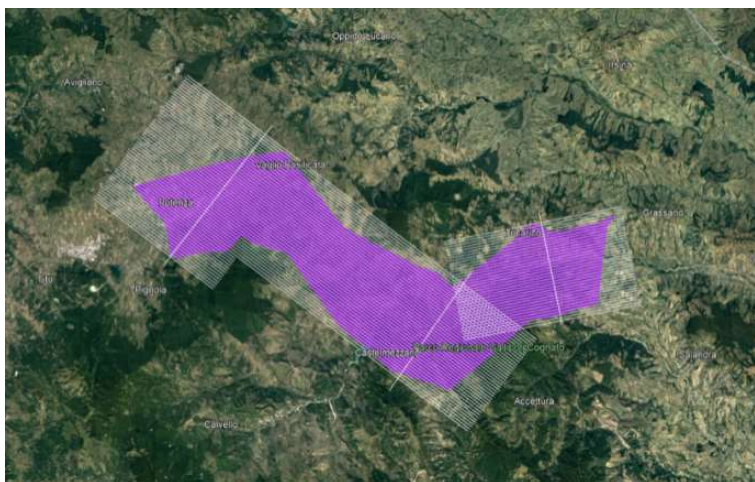


Misure inclinometriche, topografiche e GPS



## Rilievi LIDAR

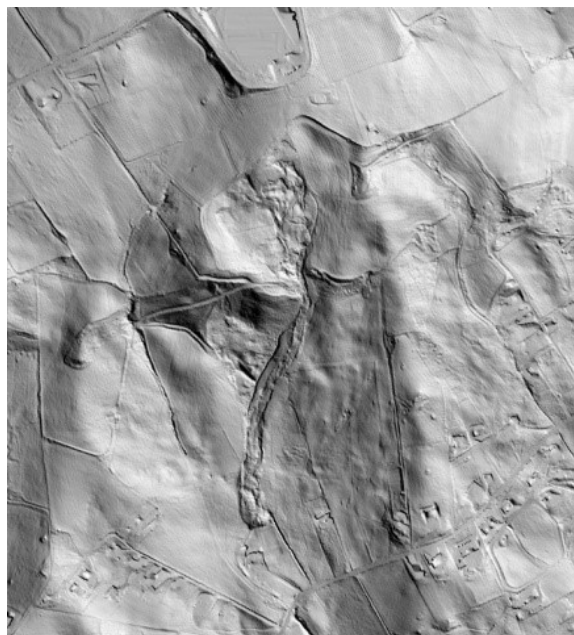
L'impegno di Geocart nell'ambito del progetto MITIGO è quello di acquisire e/o elaborare dati, per fornire dati territoriali di alta qualità di supporto ai partner del progetto. La tecnologia individuata a tale scopo è quella Lidar, su supporto aviotrasportato, che consente la analisi approfondita delle caratteristiche morfologiche superficiali delle aree di interesse.



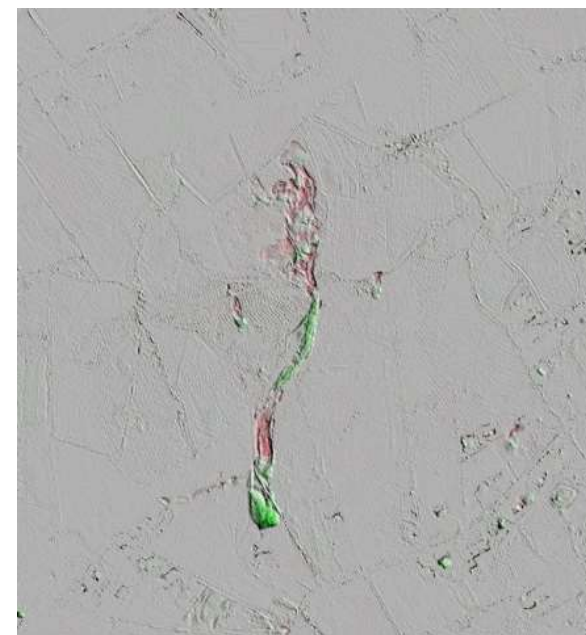
Esempio di Piano di volo per acquisizione dati



*Geocart si farà carico di definire algoritmi e metodologie di elaborazione dei dati particolarizzate per le finalità di MITIGO, per fornire modelli digitali del terreno ad alta accuratezza ai gruppi di lavoro coinvolti.*



Esempio di DTM da dati lidar aerei



Esempio di analisi multitemporale di DTM da dati lidar aerei