



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

CERI

Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e
Controllo dei Rischi Geologici-Ambientali

IL CASO DI STUDIO DELLA FRANA DI SCILLATO (PA)

Paolo Mazzanti

CERI Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e Controllo dei Rischi Geologici
& Dipartimento di Scienze della Terra
«Sapienza» Università di Roma

PRESENTAZIONE 21.09.2021

LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLE FRANE
LG SNPA 32 2021



Paolo Mazzanti, Sapienza Università di Roma

(www.mazzantipaolo.com)

Laureato in Geologia e Dottore di Ricerca in Scienze della Terra

Docente di **Telerilevamento e Rischi Geologici** presso il **Dipartimento di Scienze della Terra** della **Sapienza Università di Roma**

Organizzatore

- **“International Course on Geotechnical and Structural Monitoring”**

Membro

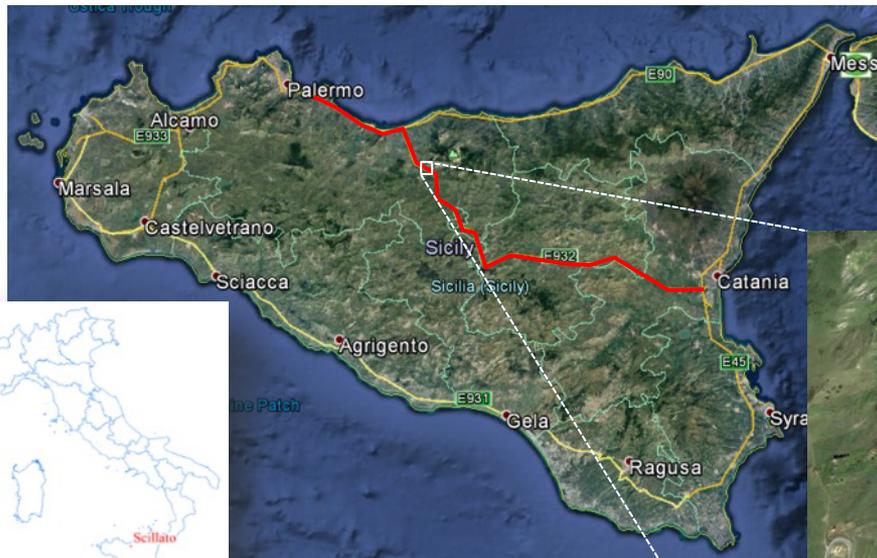
- **TRB (Transportation Research Board) Engineering Geology Committee**
- **TC220 (Geomonitoring in Geomechanics), ISSMGE**

Fondatore e amministratore delegato di NHAZCA S.r.l., startup di **Sapienza Università di Roma**



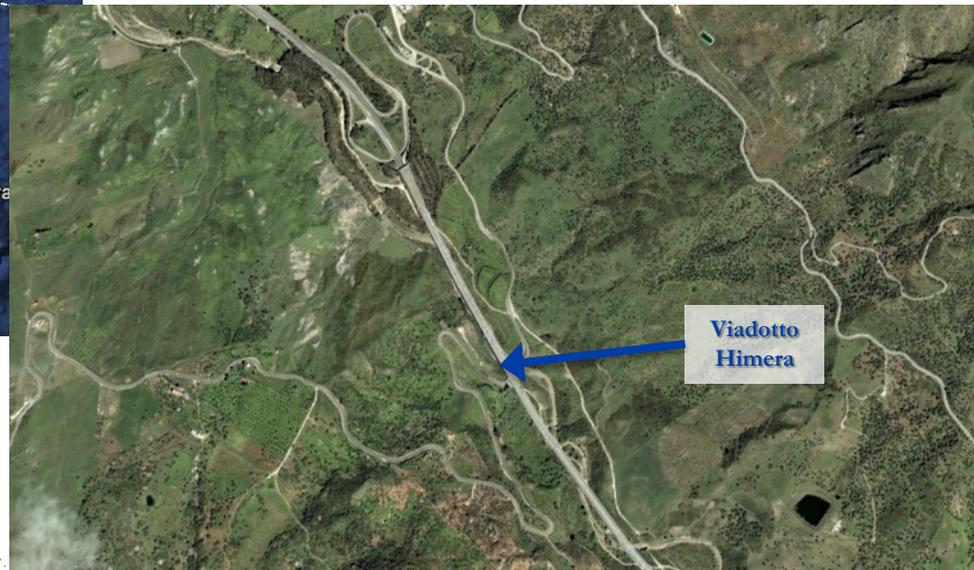
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

CONTESTUALIZZAZIONE DEL FENOMENO

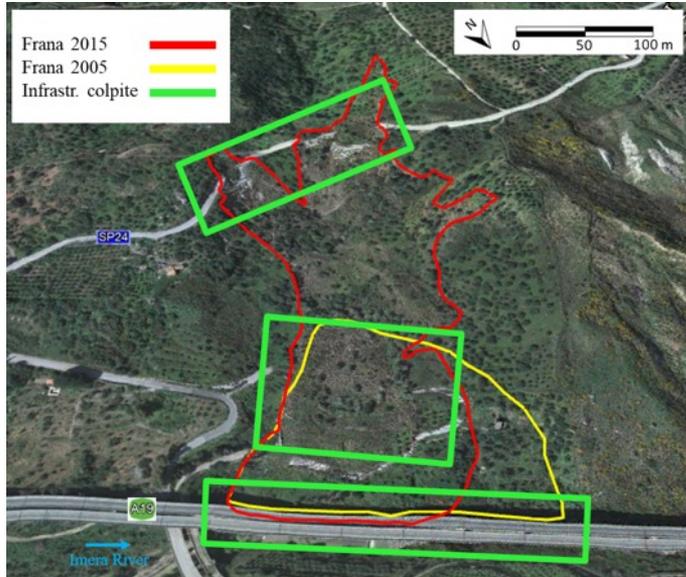


Infrastruttura: Autostrada A19 Palermo-Catania

- Realizzata tra il 1965 e il 1975
- Lunghezza totale di 192,80 km



CONTESTUALIZZAZIONE DEL FENOMENO

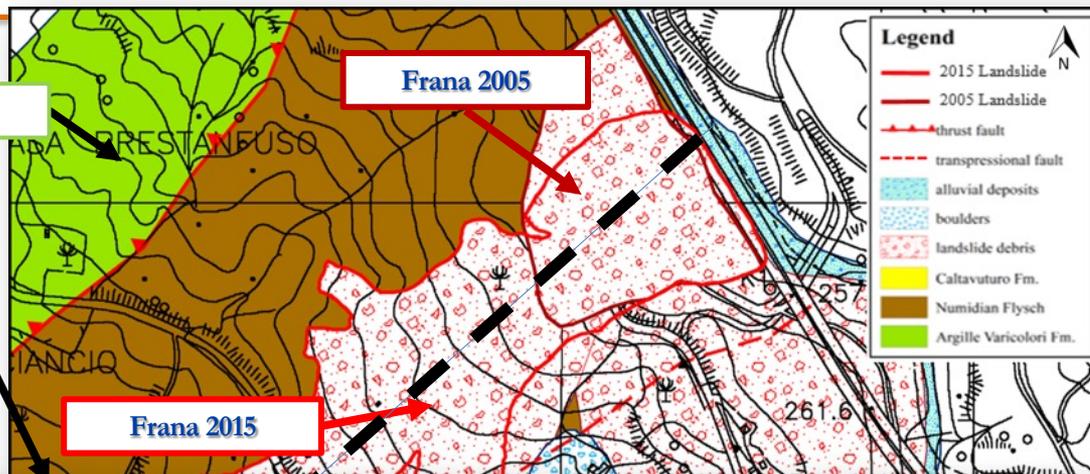


Frana di Scillato: 10 Aprile 2015

- Collasso piloni Viadotto Himera, autostrada A19
- Danneggiamento Strada Provinciale SP24
- Dimensioni = 700 m x 30 m, Area = 75.000 m³



INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO

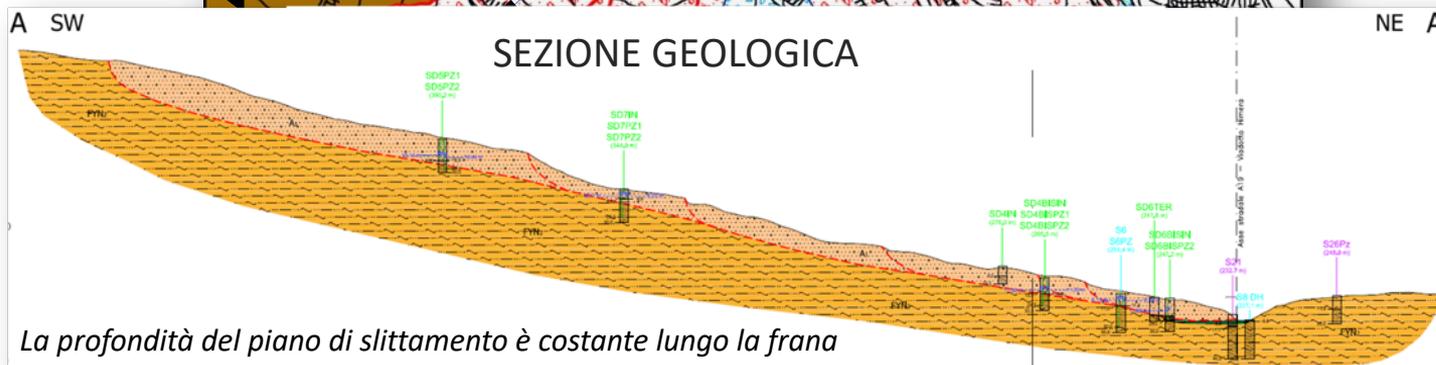


Argille Varicolori

Frana 2005

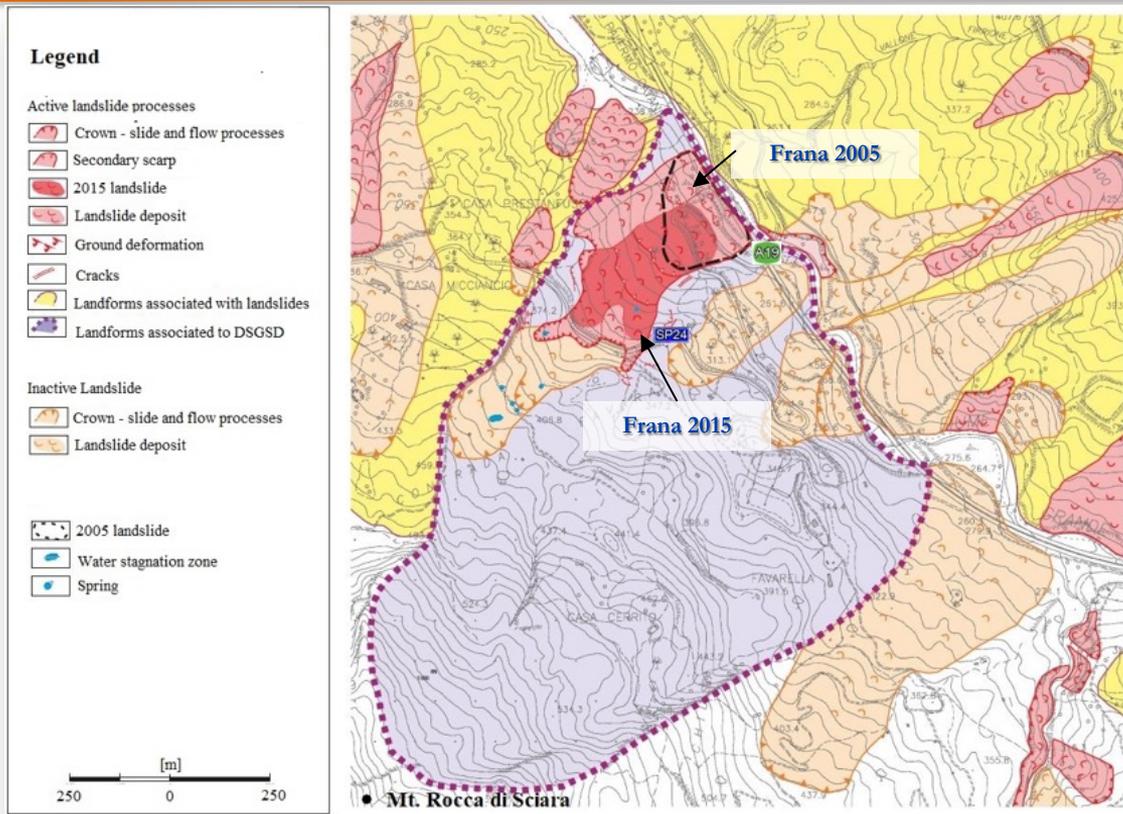
Argille marroni
attribuibili al Flysch
Numidico

Frana 2015



ari
ne
one di

INQUADRAMENTO GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICO



Carta geomorfologica
comprensiva di individuazione
delle frane del 2015 e del 2005
(P.A.I. modificata)

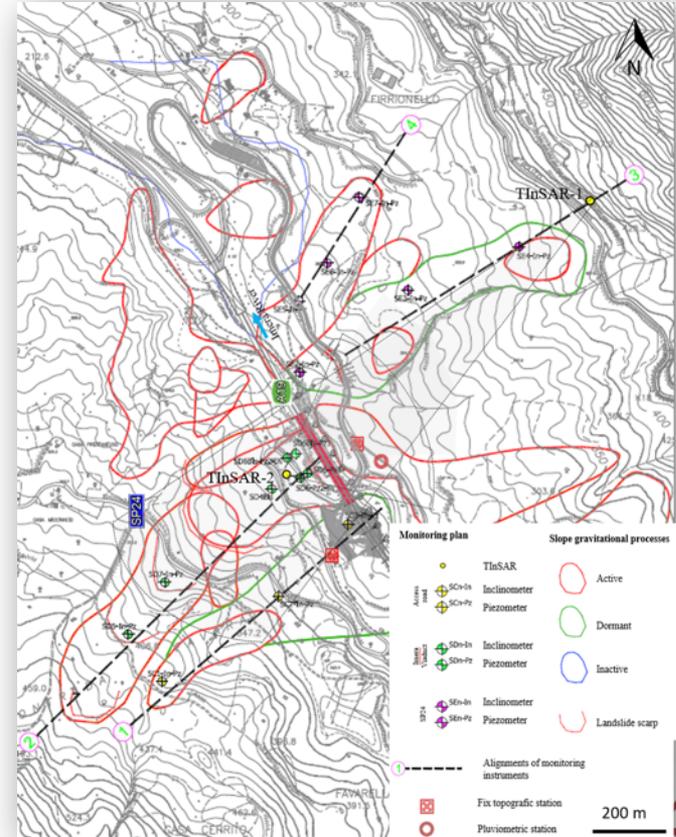
Attività di monitoraggio 24/7 avviate prima dell'inizio dei lavori di ricostruzione del viadotto per ottenere informazioni conoscitive sui fenomeni di instabilità di versante

Sistemi automatici

- N° 1 pluviometro,
- N° 10 inclinometri,
- N° 20 piezometri,
- N° 3 stazioni totali robotizzate (con 33 mire ottiche localizzate in corrispondenza del viadotto),
- **N° 2 sistemi interferometrici terrestri (inclusi 20 corner reflector)**

Sistemi manuali

- N° 7 inclinometri,
- N° 13 piezometri.
- **Analisi interferometrica satellitare storica**
- **Analisi di Foto Monitoraggio satellitare**

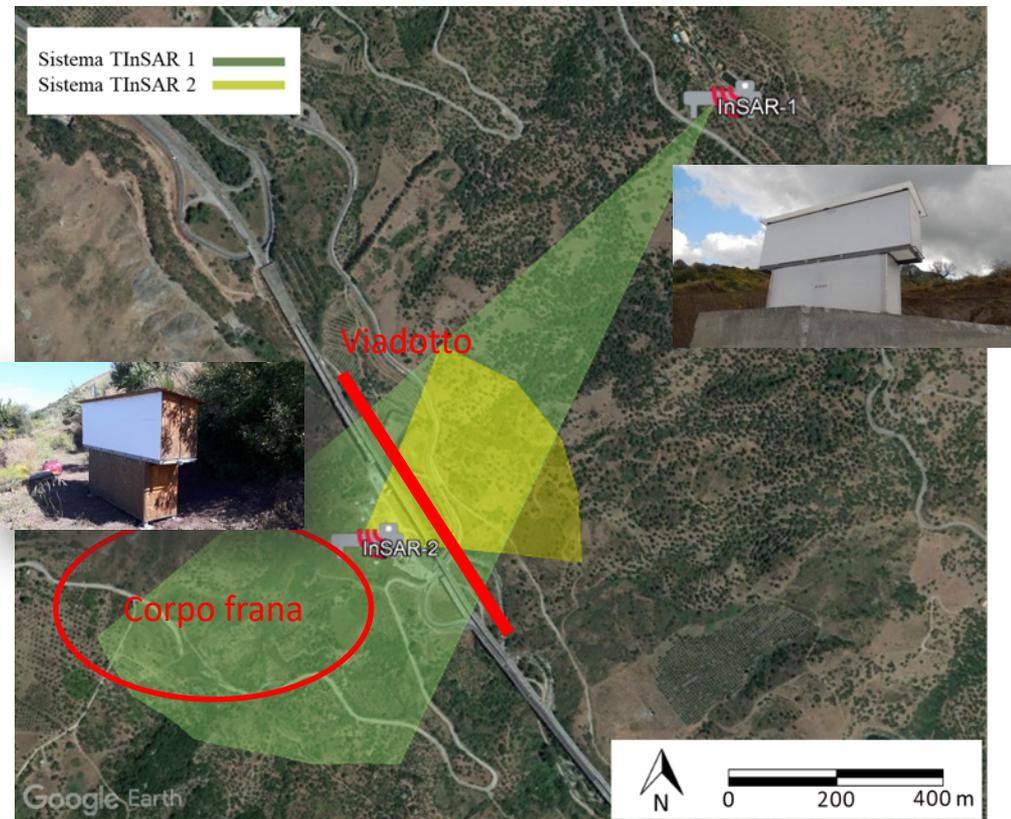
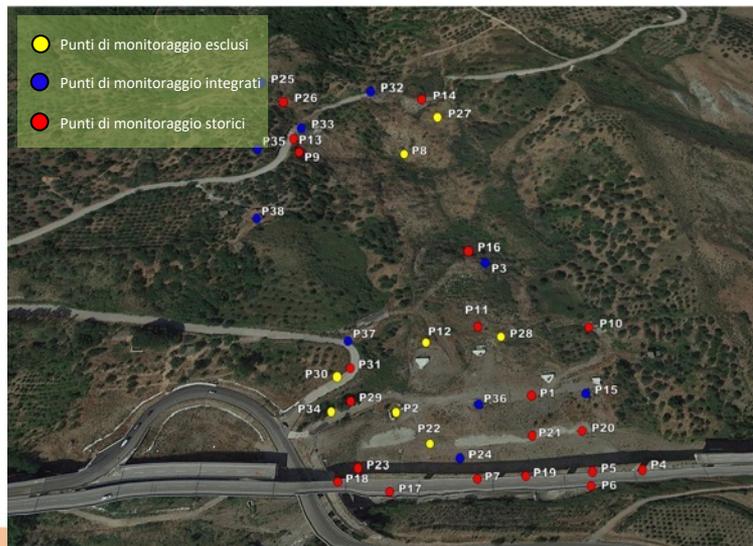


INTERFEROMETRIA SAR TERRESTRE - TInSAR



Interferometria SAR terrestre (TInSAR)

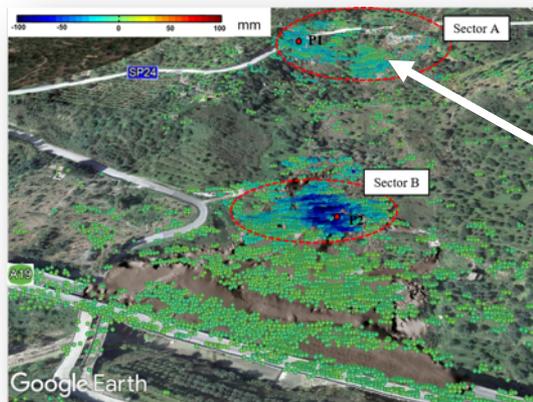
- 2 sistemi TInSAR
- 20 corner reflector
- 30 punti di monitoraggio permanenti



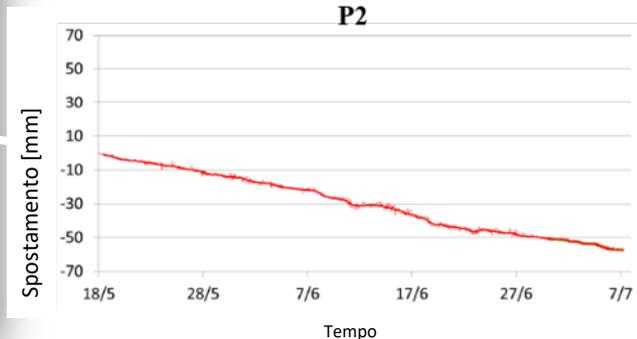
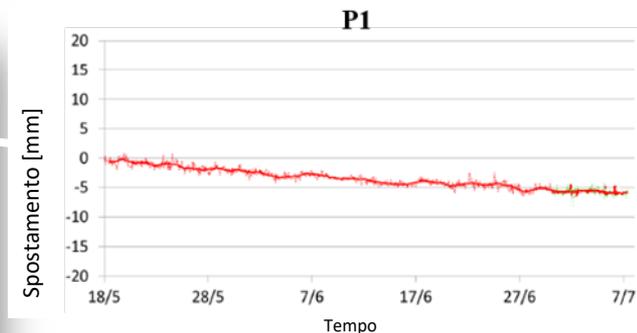
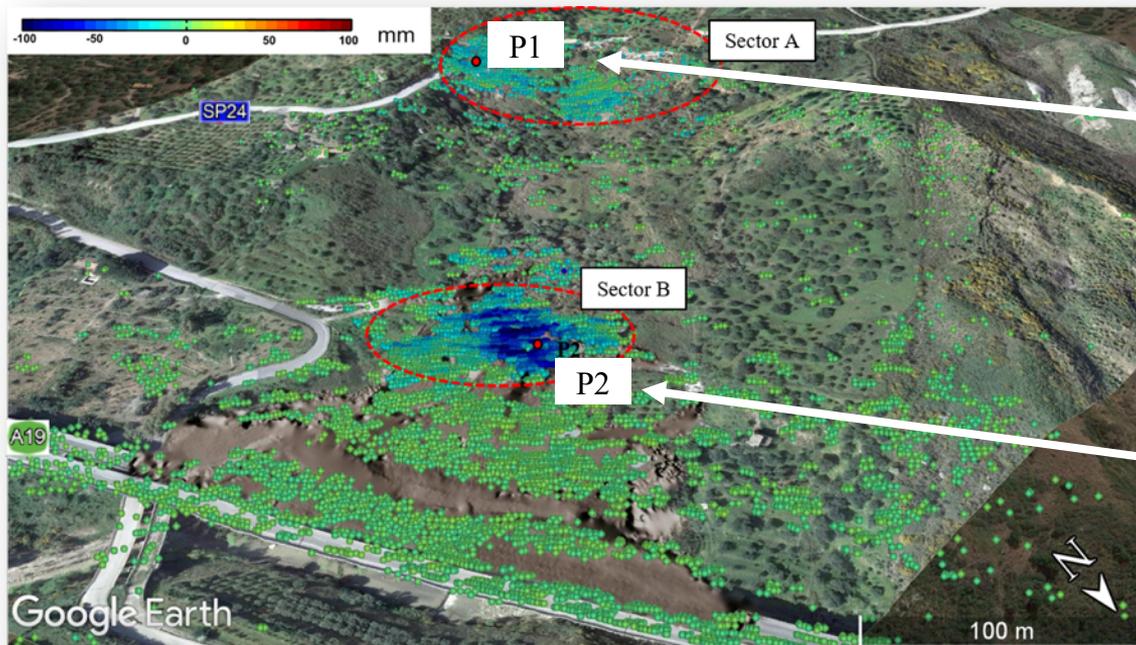
Periodo di monitoraggio: maggio 2016 - febbraio 2018

- Settore A: 100 mm di spostamento cumulativo
- Settore B: 300 mm di spostamento cumulativo

Comportamento deformativo caratterizzato dal verificarsi intermittente di spostamenti superficiali, osservati principalmente in corrispondenza di eventi piovosi maggiori

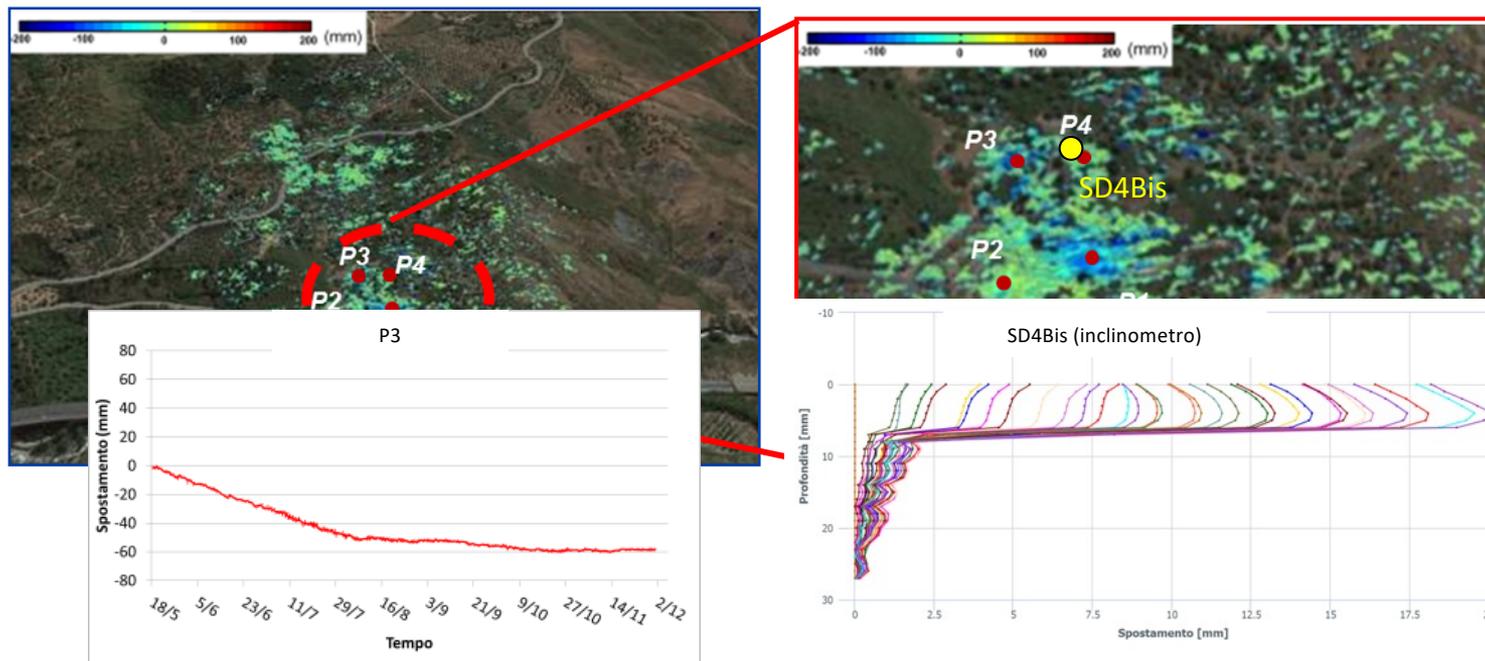


Periodo di monitoraggio: 18 maggio 2016 – 7 luglio 2016

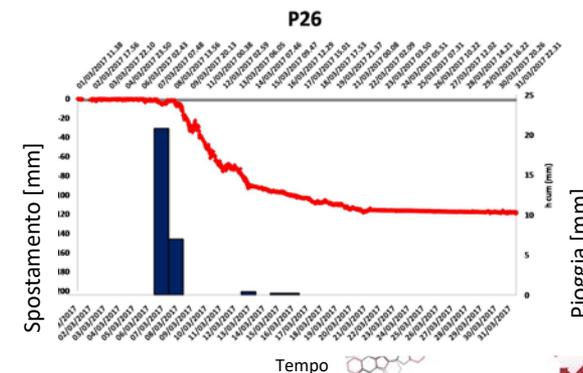
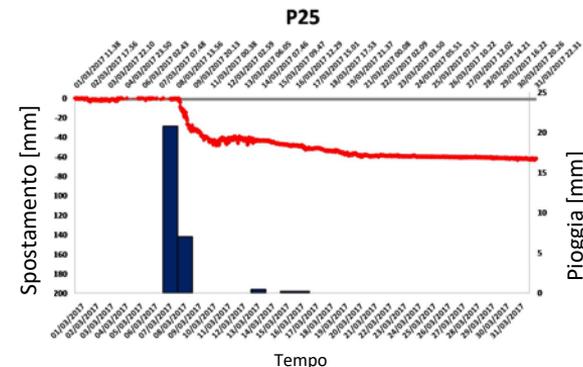
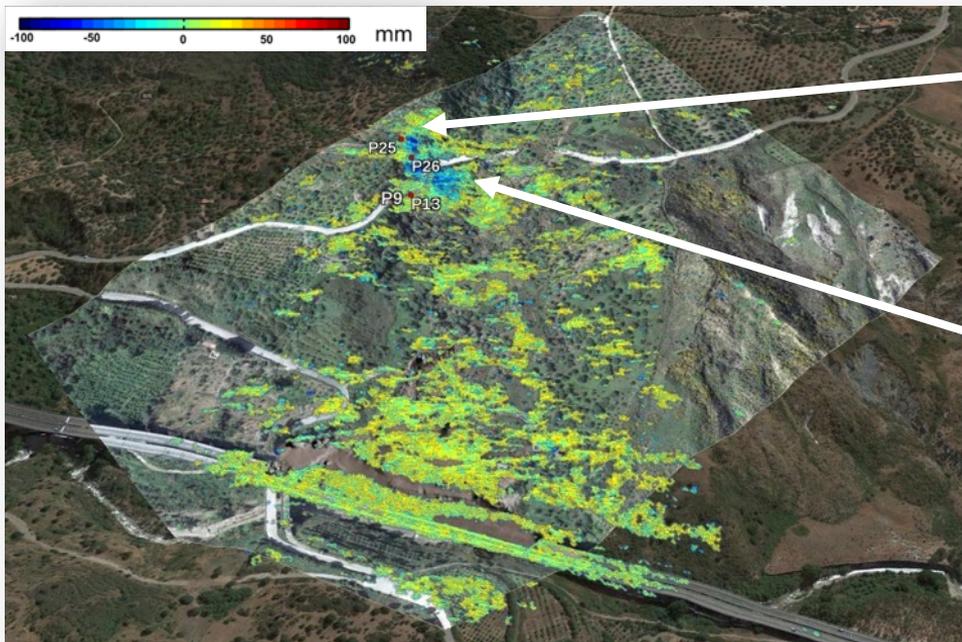


Periodo di monitoraggio: 18 maggio 2016 – 2 dicembre 2016

Area interessata: circa 9.000 m²



Periodo di monitoraggio: 1 marzo 2017 – 31 marzo 2017
Area interessata: circa 4.000 m²



INTERFEROMETRIA SAR SATELLITARE - SInSAR



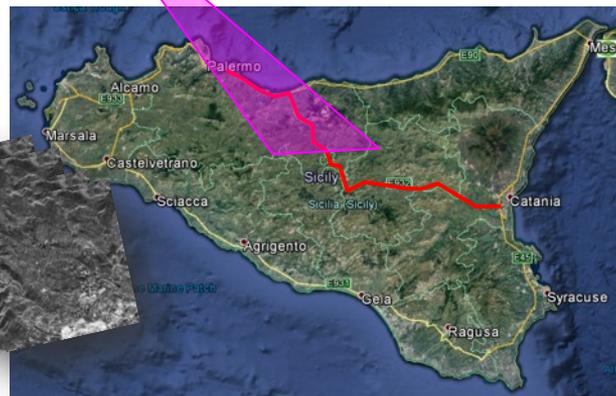
SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

CERI

Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e
Controllo dei Rischi Geologico-Ambientali

Interferometria SAR satellitare (SInSAR)

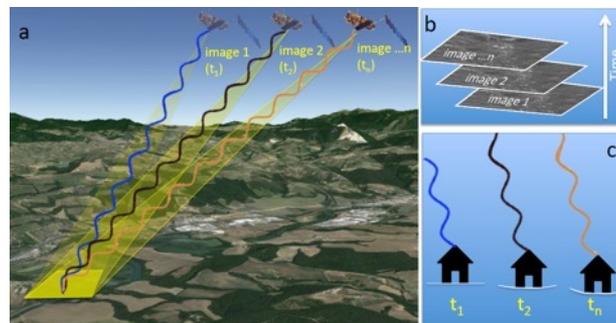
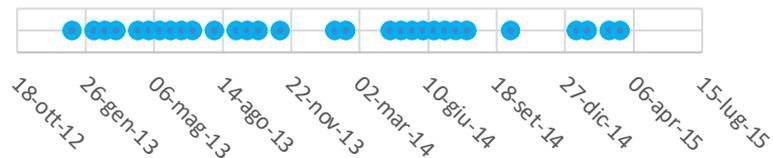
- Periodo di analisi storica: gennaio 2013 – marzo 2015
- Numero immagini: 30
- Geometria d'acquisizione: Ascendente
- Risoluzione: 3x3 m (Cosmo-SkyMed)



Tecnica di analisi:

A-DInSAR (Advanced Satellite Differential SAR Interferometry)

Distribuzione temporale delle acquisizioni

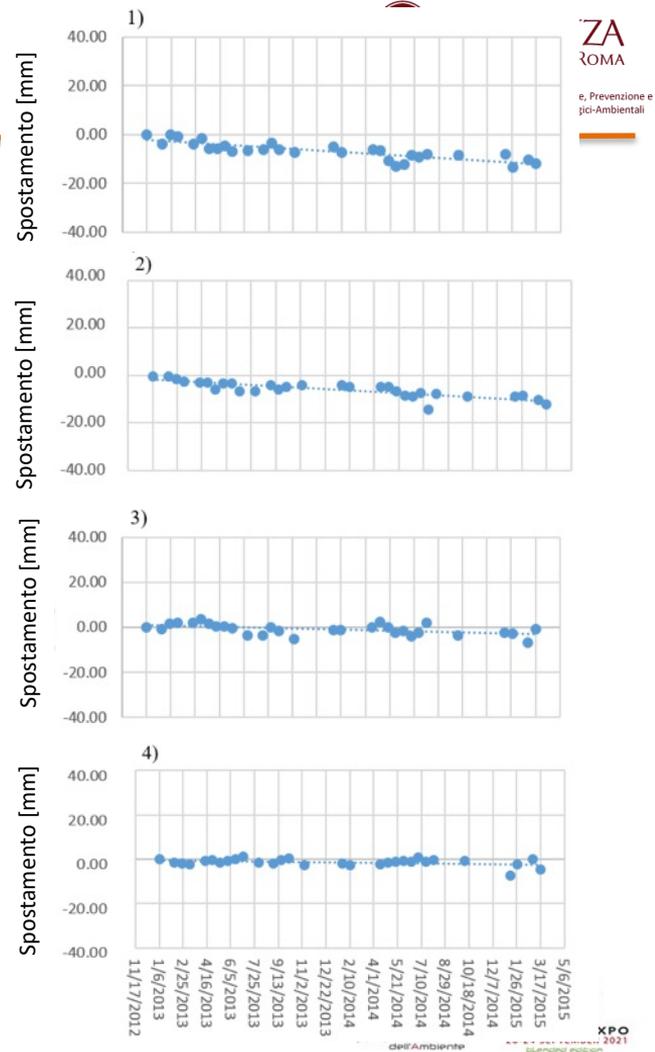
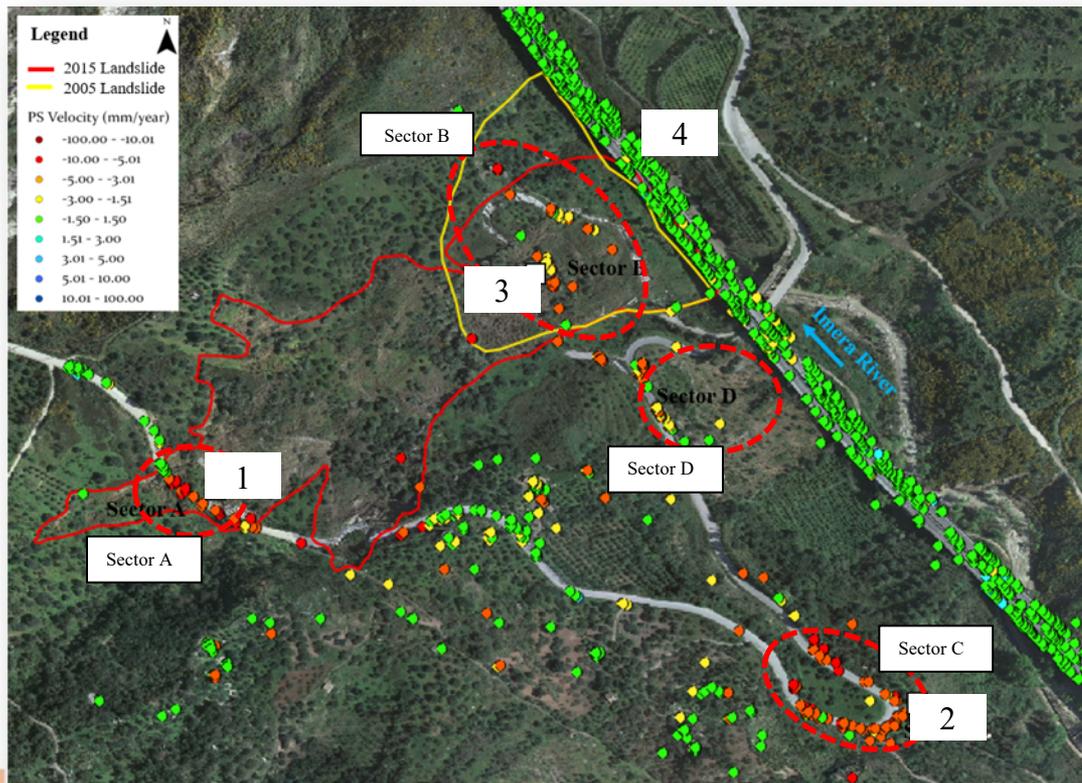


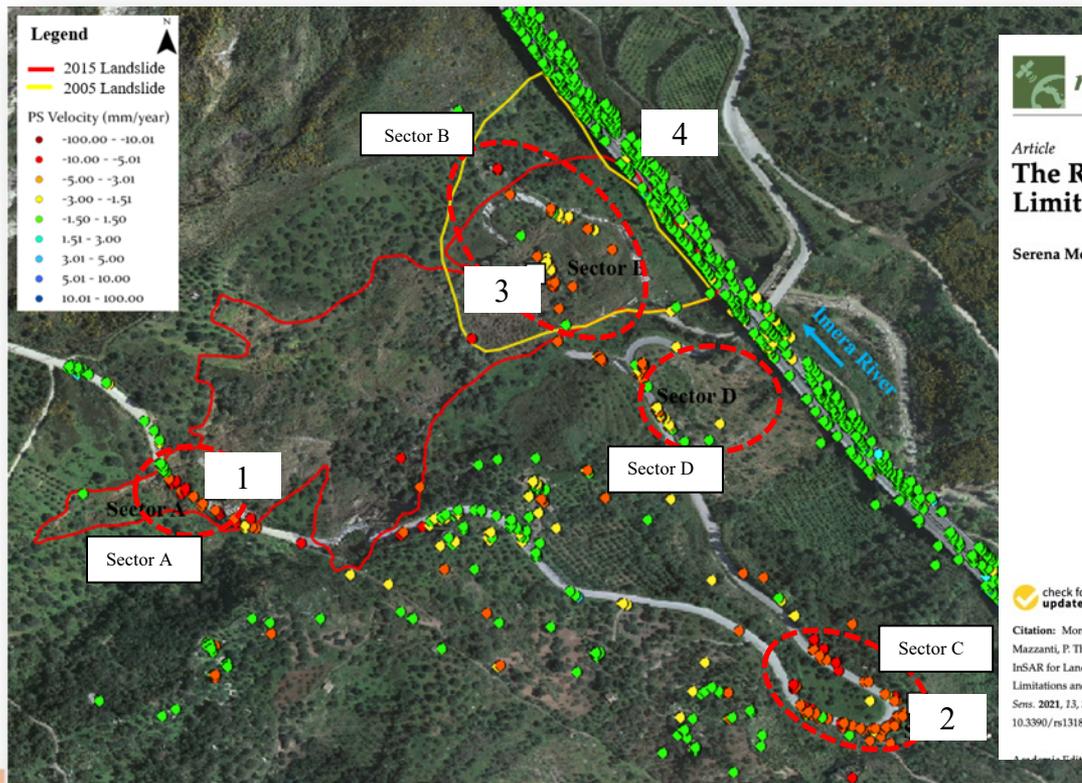
PRESENTAZIONE 21.09.2021

LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLE FRANE
LG SNPA 32 2021



SInSAR - RISULTATI





Article

The Role of Satellite InSAR for Landslide Forecasting: Limitations and Openings

Serena Moretto ^{1,2,*}, Francesca Bozzano ^{1,2} and Paolo Mazzanti ^{1,2}

¹ Department of Earth Sciences & CERi Research Center on Geological Risks, Sapienza University of Rome, P. le A. Moro 5, 00185 Rome, Italy; francesca.bozzano@uniroma1.it (F.B.); paolo.mazzanti@uniroma1.it (P.M.)

² NHAZCA S.r.l. Startup, Sapienza University of Rome, via V. Bachelet 12, 00185 Rome, Italy

* Correspondence: serena.moretto@nhazca.com

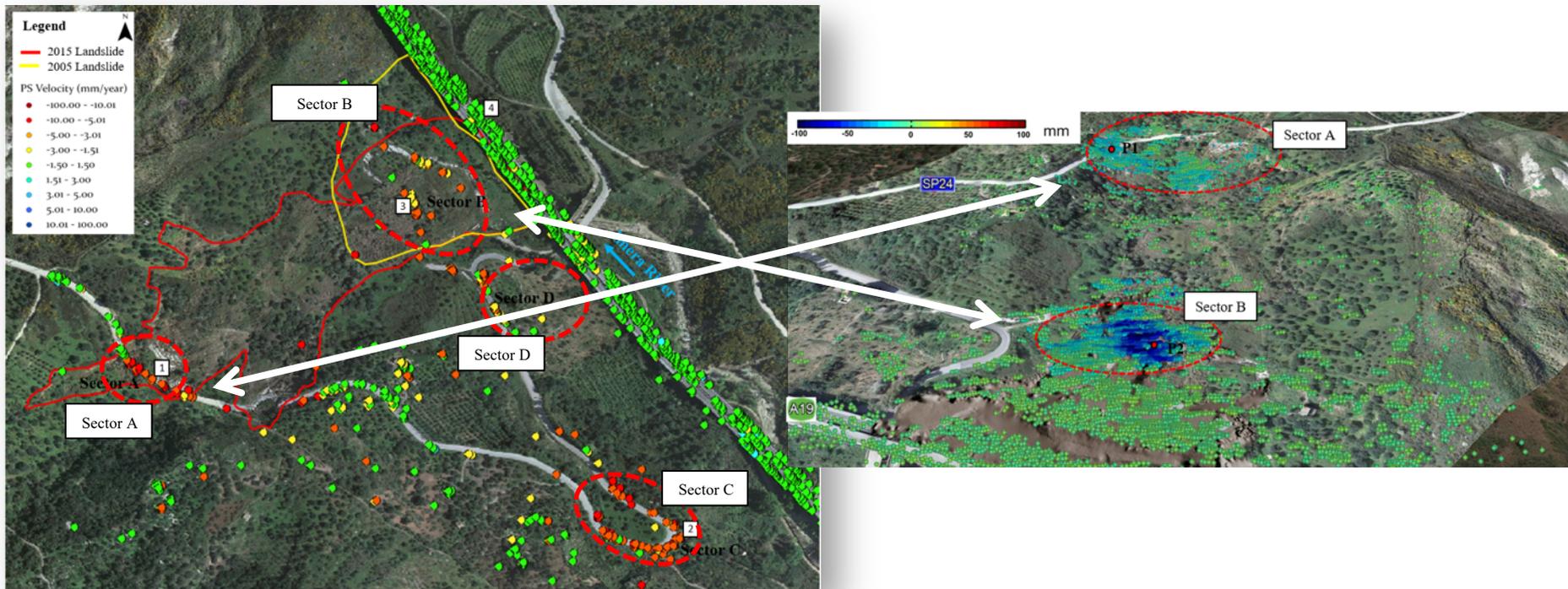
Abstract: The paper explores the potential of the satellite advanced differential synthetic aperture radar interferometry (A-DInSAR) technique for the identification of impending slope failure. The advantages and limitations of satellite InSAR in monitoring pre-failure landslide behaviour are addressed in five different case histories back-analysed using data acquired by different satellite missions: Montescaglioso landslide (2013, Italy), Scillato landslide (2015, Italy), Bingham Canyon Mine landslide (2013, UT, USA), Big Sur landslide (2017, CA, USA) and Xinmo landslide (2017, China). This paper aimed at providing a contribution to improve the knowledge within the subject area of landslide forecasting using monitoring data, in particular exploring the suitability of satellite InSAR for spatial and temporal prediction of large landslides. The study confirmed that satellite InSAR can be successful in the early detection of slopes prone to collapse; its limitations due to phase aliasing and low sampling frequency are also underlined. According to the results, we propose a novel landslide predictability classification discerning five different levels of predictability by satellite InSAR. Finally, the big step forward made for landslide forecasting applications since the beginning of the first SAR systems (ERS and Envisat) is shown, highlighting that future perspectives are encouraging thanks to the expected improvement of upcoming satellite missions that could highly increase the capability to monitor landslides' pre-failure behaviour.

Keywords: landslides; satellite InSAR; forecasting methods; monitoring; precursory phenomena; COSMO-SkyMed; RADARSAT-2; Sentinel-1



Citation: Moretto, S.; Bozzano, F.; Mazzanti, P. The Role of Satellite InSAR for Landslide Forecasting: Limitations and Openings. *Remote Sens.* **2021**, *13*, 3735. <https://doi.org/10.3390/rs13183735>

Confronto con analisi storica (2013 – 2015) e monitoraggio terrestre (2016 – 2018)



Identificazione e misura di:

- Variazione caratteristiche superficiali (Change Detection)
- Spostamento nell'intervallo di tempo coperto dall'acquisizione delle immagini (Digital Image Correlation)

Possibili input:

- Immagini da sistemi a terra
- Immagini satellitari
- Acquisizione da droni

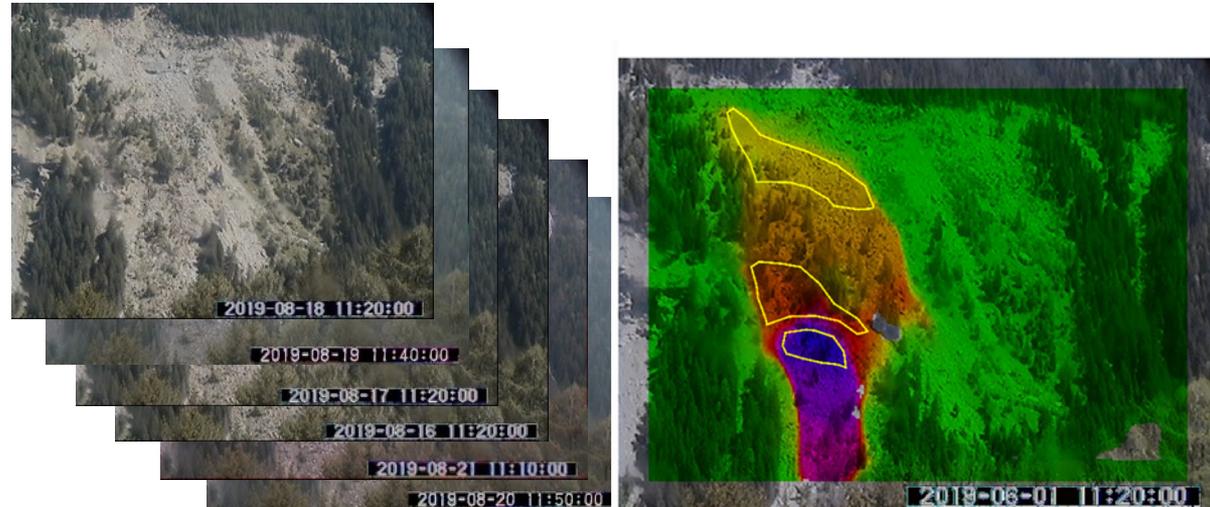


FOTO MONITORAGGIO - RISULTATI

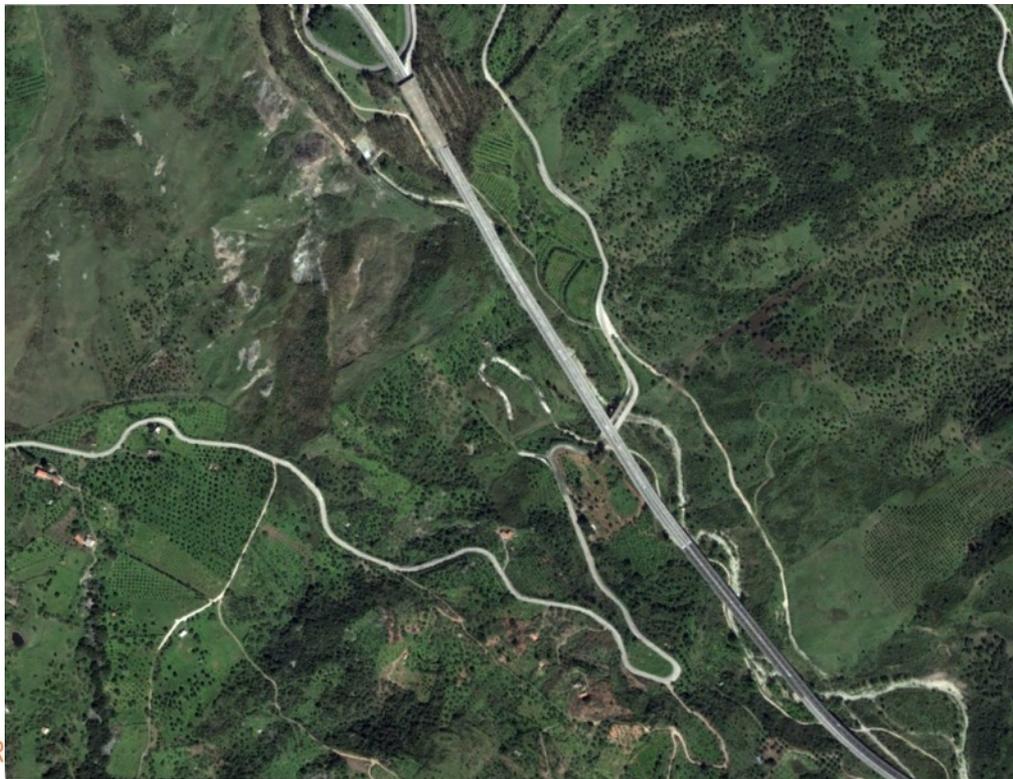


SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

CERI

Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e
Controllo dei Rischi Geologici-Ambientali

Immagine satellitare (WorldView 2 – 50cm, marzo 2013)



PRESENTAZIONE 21.09.2021
LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO
LG SNPA 32 2021



FOTO MONITORAGGIO - RISULTATI

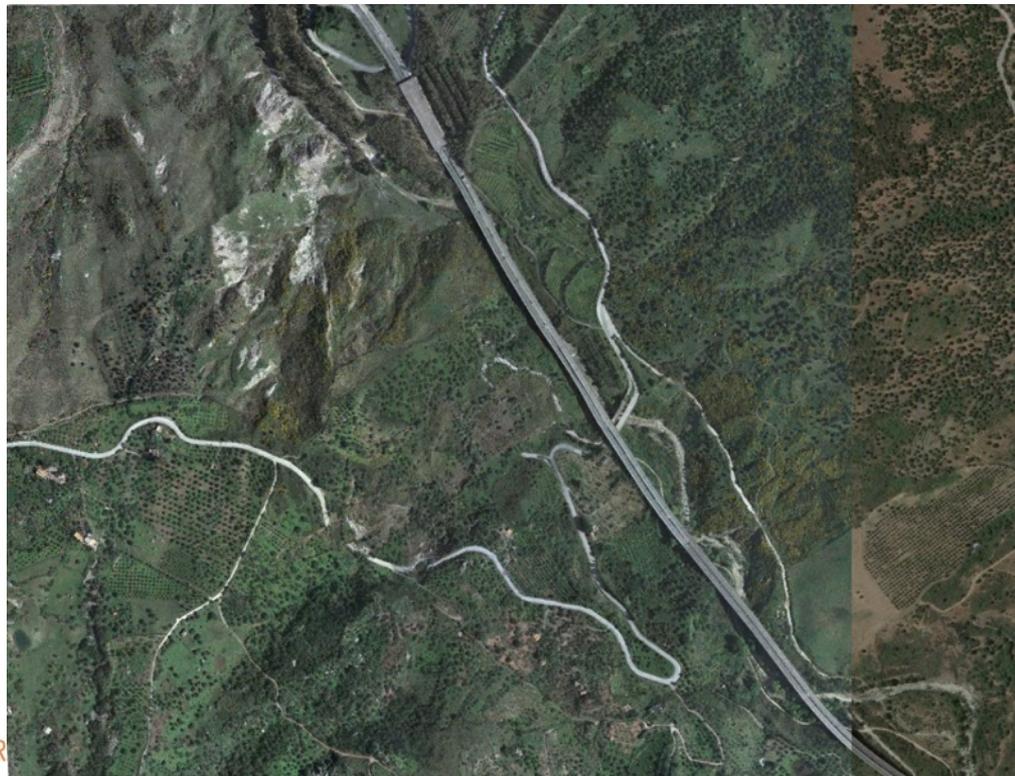


SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

CERI

Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e
Controllo dei Rischi Geologici-Ambientali

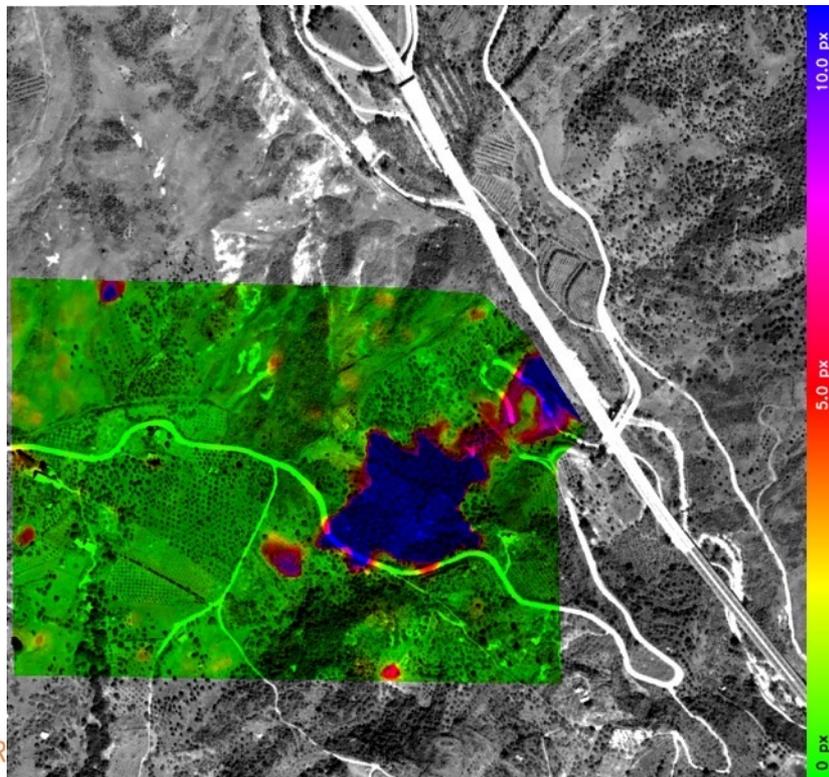
Immagine satellitare (WorldView 2 – 50cm, aprile 2015)



PRESENTAZIONE 21.09.2021
LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO
LG SNPA 32 2021



Spostamento superficiale



Sito Sperimentale di Monitoraggio Permanente della Frana di Poggio Baldi (Santa Sofia, FC)



PRESENTAZIONE 21.09.2021

LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLE FRANE
LG SNPA 32 2021

www.monitoraggiofrana.it

Il monitoraggio del futuro



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

CERI

Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e
Controllo dei Rischi Geologici-Ambientali



PRESENTAZIONE 21.09.2021

LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLE FRANE
LG SNPA 32 2021

www.monitoraggiofrana.it



Il monitoraggio del futuro



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

CERI

Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e
Controllo dei Rischi Geologico-Ambientali



PRESENTAZIONE 21.09.2021

LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLE FRANE
LG SNPA 32 2021

www.monitoraggiofrana.it



Il monitoraggio del futuro



SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

CERI

Centro di Ricerca Previsione, Prevenzione e
Controllo dei Rischi Geologico-Ambientali



PRESENTAZIONE 21.09.2021

LINEE GUIDA PER IL MONITORAGGIO DELLE FRANE
LG SNPA 32 2021

www.monitoraggiofrana.it



Systema Nazionale
per la Protezione
dell'Ambiente



REMTECH EXPO
20-24 SEPTEMBER 2021
summit edition