



Il telerilevamento come strumento di supporto alla pratica del Geologo

Esempi applicativi e casi di successo

Geol. Saverio Romeo, PhD

NHAZCA S.r.l. || Via Vittorio Bachelet, 12 00185 || Italy, Rome



www.nhazca.it
E-mail: info@nhazca.it

CHI SONO



- **Geologo Applicato**
- Laurea Magistrale in Scienze e Tecnologie Geologiche – Università degli Studi di Perugia
- University Project Assistant at TU Graz (Austria)
- Dottore di Ricerca in **Geologia Applicata** – Università degli Studi di Perugia
- Presidente Nazionale di LARES Italia – Unione Nazionale Laureati Esperti in **Protezione**
- 7 anni di esperienza professionale

- Senior Manager e responsabile della Divisione Terrestre di NHAZCA S.r.l.

- > 20 Progetti inerenti il **Telerilevamento** applicato
- > 5 Progetti di **Ricerca**
- > 10 Pubblicazioni scientifiche

ALCUNI DEI POSTI IN CUI SONO STATO PER LAVORO



PROFESSIONI



CORSI PER
ARCHITETTI



CORSI PER
INGEGNERI



CORSI PER
GEOLOGI



CORSI PER
GEOMETRI



CORSI PER
MANAGER



CORSI PER
OPERATORI SANITARI



CORSI PER
PERITI INDUSTRIALI



CORSI PER LE
ALTRE PROFESSIONI

modificato da <https://www.italicorsi.it>

THE COMPANY IN A NUTSHELL



- **NHAZCA** è una S.r.l., nata come **Spin-Off of di “Sapienza”** Università di Roma – Dipartimento di Scienze della Terra e CERI – Centro di Ricerca Interdipartimentale
- Incubata nell’**ESA Business Incubation Centre** nel 2010
- Team integrato di **30 professionisti qualificati, ricercatori ed accademici**
- **Costante investimento in R&D**
- **Leader a livello nazionale e internazionale** nelle soluzioni di **monitoraggio** per la gestione e il **controllo del territorio** e delle **strutture/infrastrutture**.

KEY PEOPLE



Prof. Paolo Mazzanti

Chief Executive Officer and Co-Founder

Researcher and Lecturer of Remote Sensing at "Sapienza" University of Rome. Organizer of the "International Course on Geotechnical and Structural Monitoring". Expert in geotechnical monitoring and remote sensing applied to ground and structures deformation processes.



Prof. Francesca Bozzano

President and Co-founder

Full Professor of Engineering Geology at the Department of Earth Sciences, Coordinator of Master degree in Engineering Geology, Director of the Research Center CERI of "Sapienza" University of Rome. Board Member of INGV Expert in geotechnical and geological mapping in relation to large infrastructures and slope instability processes.



Prof. Alberto Prestinzi

Honorary President and member of Board of Directors

Full Professor of Engineering Geology at the Department of Earth Sciences and former Director of the Research Center CERI of "Sapienza" University of Rome. Leading expert in hydrogeological and seismic risk. He was member of the Italian Superior Board of Public Works, member of Ministerial Commission for Seismic Classification of Italy, President of the Major Risks National Committee in the "Hydrogeological Risk" Section, from 2002 to 2006.



Prof. Gabriele Scarascia Mugnozza

Co-Founder

Full Professor of Geology and Pro-dean of "Sapienza" University of Rome. He has been Head of the Department of Earth Sciences of "Sapienza" University of Rome and President of Major Risks National Committee of the Italian Civil Protection. Expert in survey and geological and geomechanical mapping applied to large landslides and local seismic response.



Dott. Stefano Moretti

Co-Founder

CEO of IMG S.r.l., a leading national services company for engineering and environment. Geologist with long term experience in geotechnical and structural monitoring of major works in urban and extra-urban areas gained in large construction companies.

STAFF



INNOVATION DRIVEN COMPANY

NHAZCA, grazie alla sua forte vocazione per l'innovazione, fornisce servizi e consulenze potendo contare sulla collaborazione con il mondo accademico, sia a livello nazionale che internazionale.

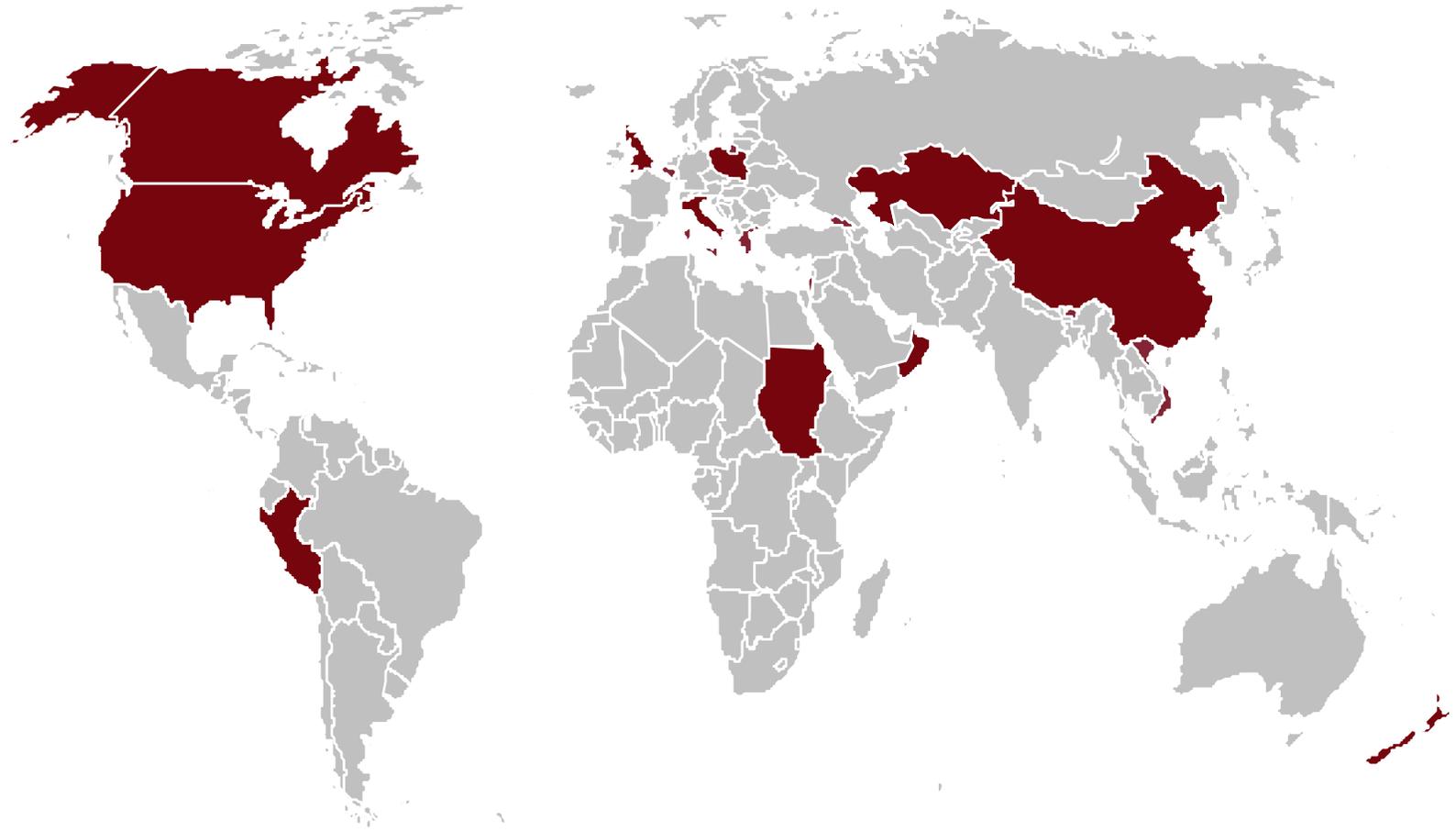


**RETE SCIENTIFICA
INTERNAZIONALE**

AGENZIE SPAZIALI



INTERNATIONAL COMPANY



IL TELERILEVAMENTO



Cos'è il telerilevamento?

Il telerilevamento è un modo per ottenere informazioni da oggetti che si basa sulla raccolta e sull'analisi di dati senza che lo strumento usato per raccogliere i dati stessi sia in contatto diretto con l'oggetto studiato.

TRECCANI

tèle- [dal gr. τῆλε-, τήλε «lontano»]. – 1. Primo elemento compositivo di numerose parole, quasi tutte di formazione moderna, del linguaggio scientifico e tecnico, che significa in genere «da lontano» e si riferisce a operazioni che avvengono a distanza, a visione o trasmissione di segnali e immagini a grande distanza, e sim.

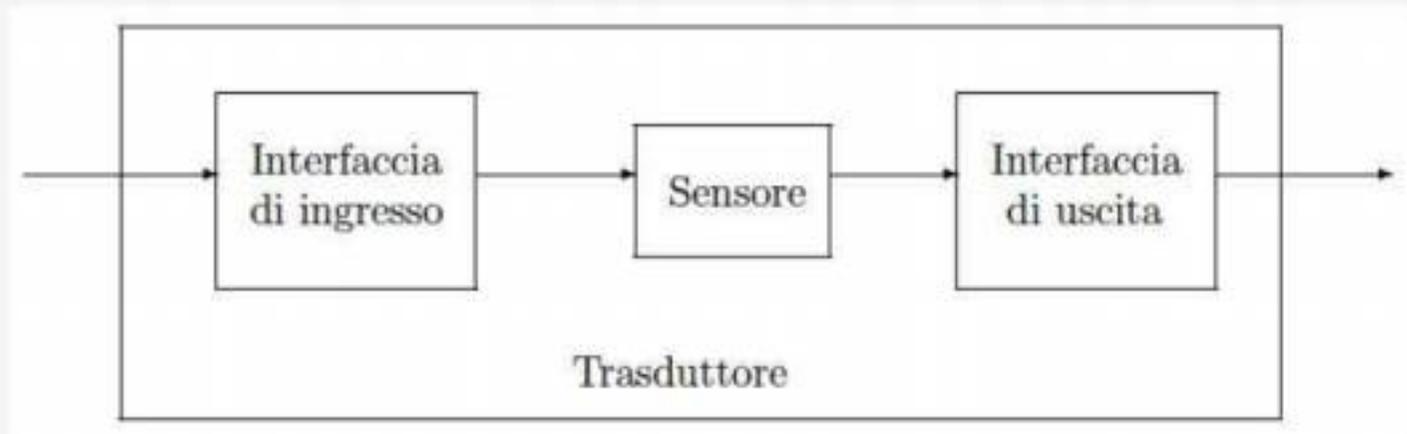
Nel telerilevamento, tre elementi sono essenziali:

- 1 - una **piattaforma** in grado di sostenere lo strumento
- 2 - un **oggetto** da osservare
- 3 - uno strumento o un **sensore** per osservare l'oggetto

SENSORI

Il sensore non è altro che un *trasduttore* di un principio fisico

Il sensore è l'elemento che converte la grandezza fisica in ingresso in una grandezza fisica in uscita facilmente acquisibile per via elettrica.



Il **trasduttore** è il dispositivo che trasforma la grandezza fisica da misurare in un segnale di natura elettrica.

SENSORI

Ogni sensore ha bisogno di una **stimolazione**, ovvero una quantità, una proprietà, una condizione fisica o chimica che viene percepita e quindi convertita in un segnale elettrico.

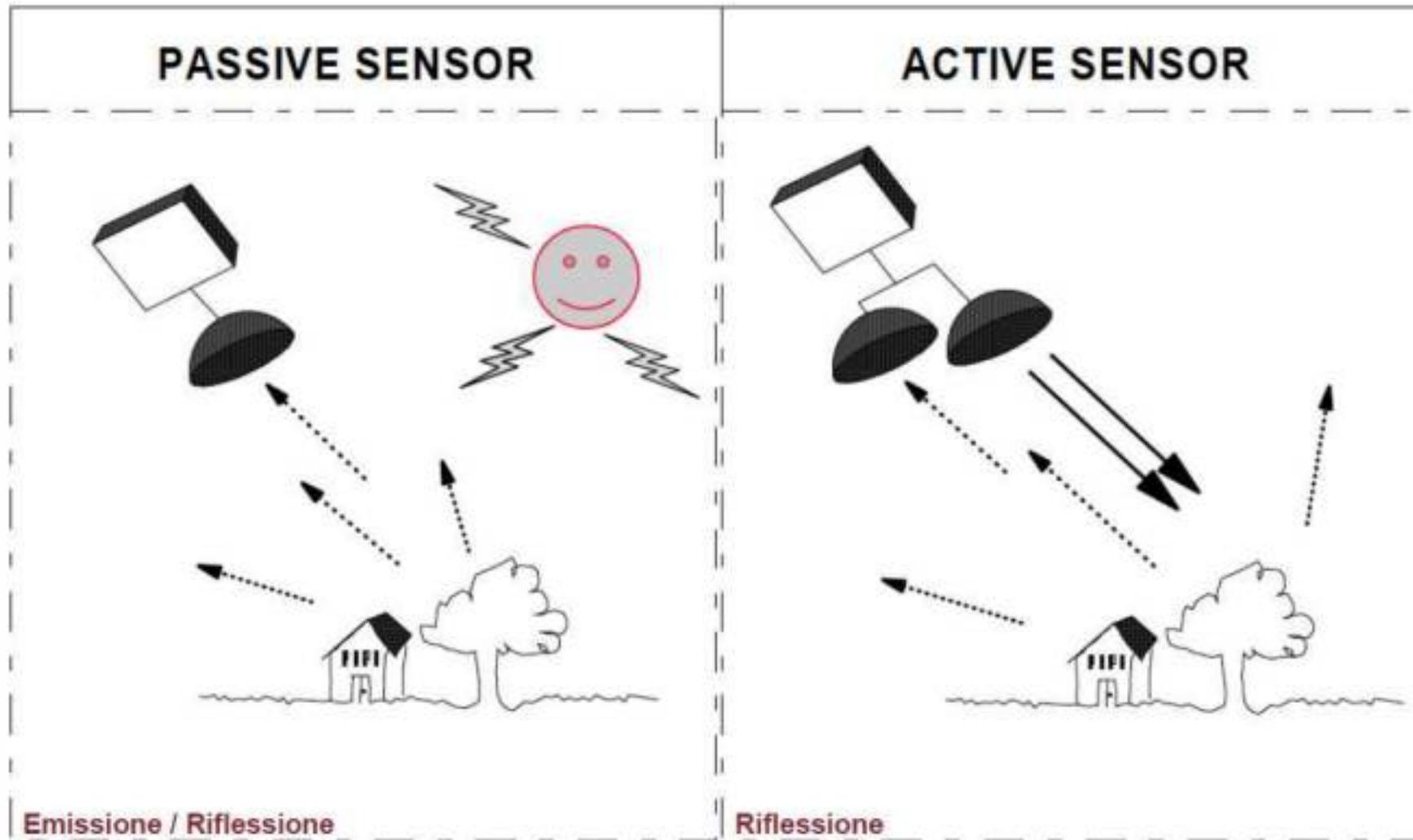
Nel caso del monitoraggio dell'ambiente solitamente lo "stimulus" può essere: la temperatura, la pressione, l'umidità, ecc. ma la maggior parte dei sensori "lavora" (registra) con le radiazioni elettromagnetiche.

Quindi le caratteristiche di un oggetto vengono ricavate mediante la misura della sua radiazione elettromagnetica emessa o riflessa.

I SENSORI PER IL TELERILEVAMENTO:

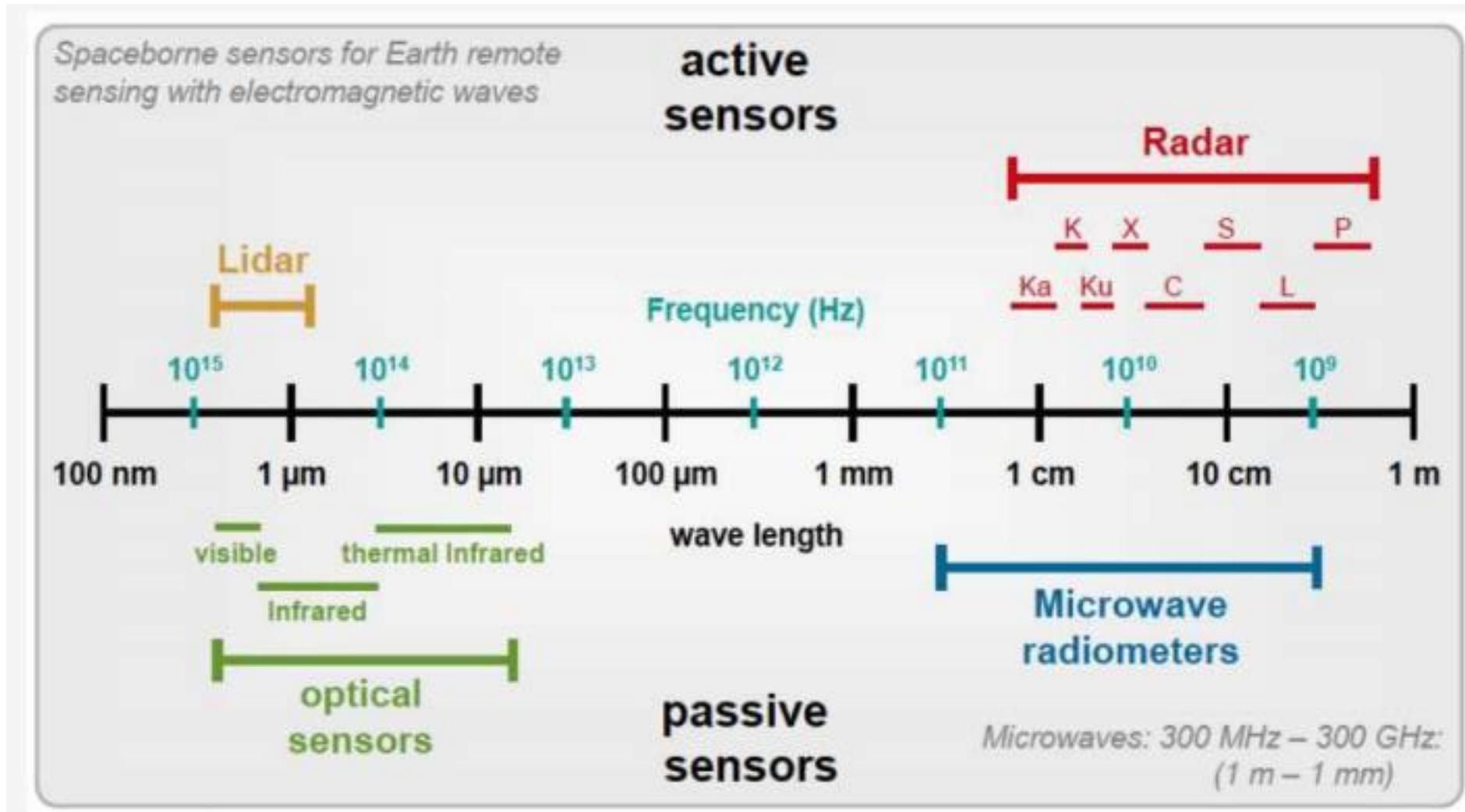
- a) catturano la radiazione elettromagnetica riflessa o emessa da un oggetto posto sulla superficie terrestre;
- b) la convertono in un segnale elettrico;
- c) dal segnale elettrico, proporzionale alla quantità di energia EM che giunge al sensore, vengono prodotte immagini (registrazione dei valori discreti di Digital Number associati all'unità indagata).

SENSORI



- ...
- Risoluzione
- Risoluzione
- Risoluzione
- Risoluzione
- PRF
- Footprint
- ...

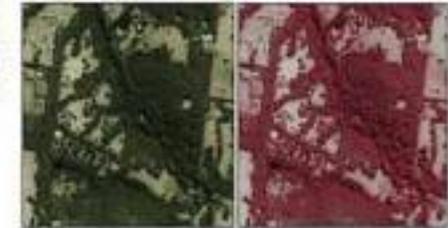
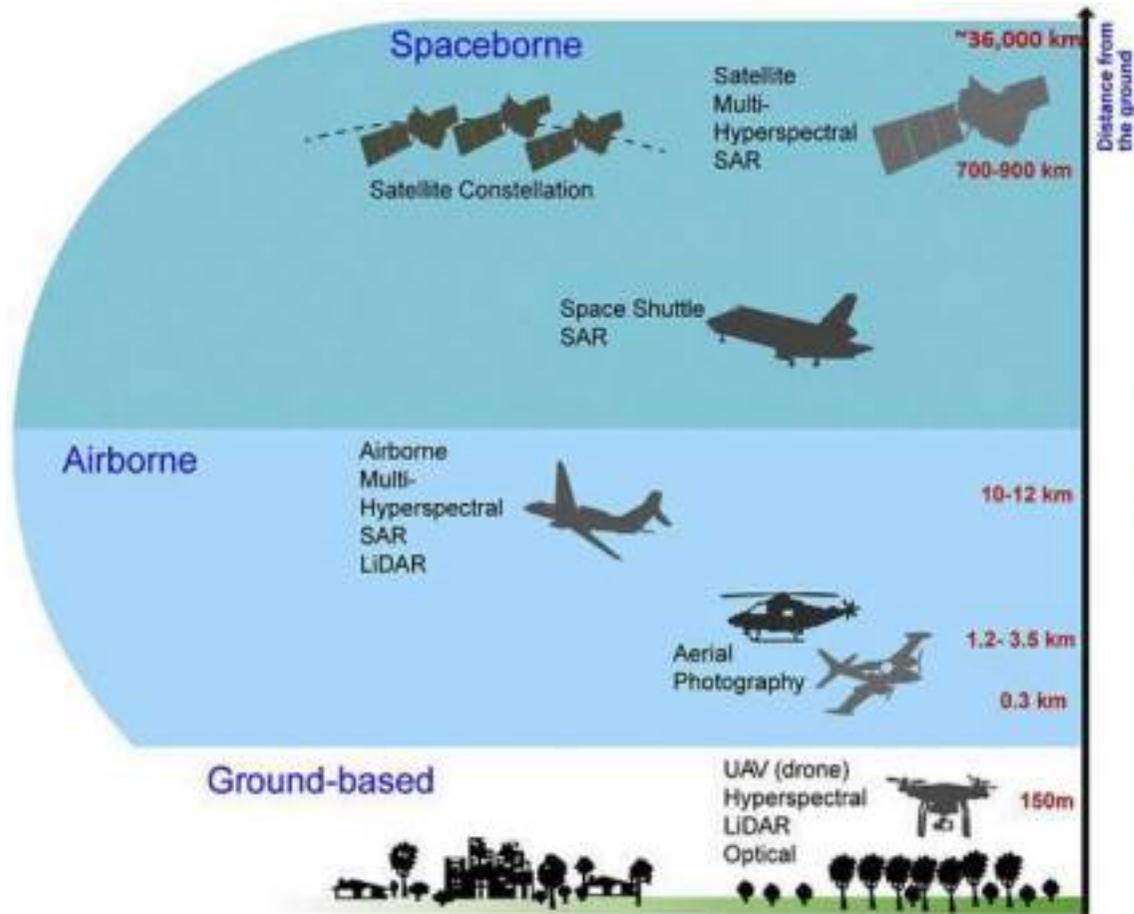
SENSORI



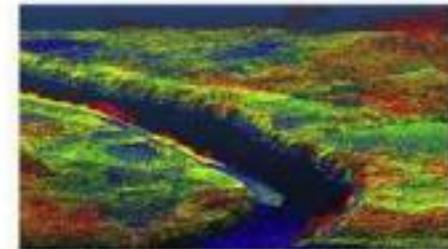
PIATTAFORME



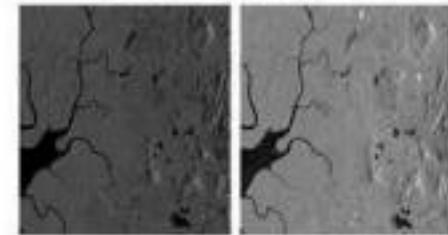
PIATTAFORME



True-colour Multi-spectral False-colour Multi-spectral



LIDAR 3D point cloud



Synthetic Aperture Radar

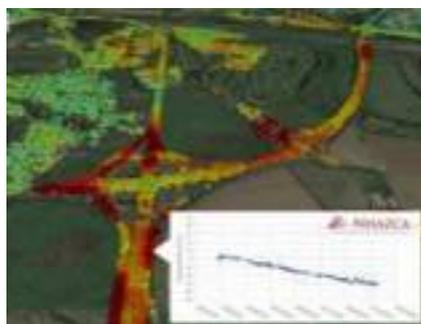
OGGETTO DA OSSERVARE



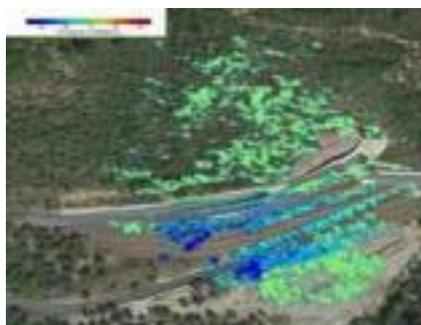
PRINCIPALI TECNICHE DI TELERILEVAMENTO NELL'AMBITO DELLE GEOSCIENZE



Satellite InSAR



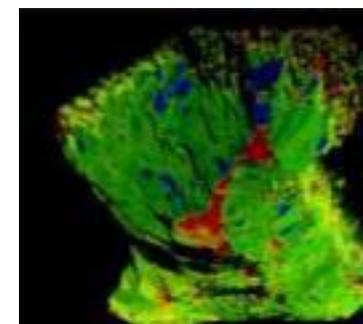
Terrestrial InSAR



PhotoMonitoring™



Laser Scanner



SATELLITE InSAR

Natural Hazards

L'Interferometria SAR Satellitare è una tecnica di telerilevamento che consente di misurare spostamenti di oggetti presenti sulla superficie terrestre, attraverso l'impiego di un sensore RADAR su piattaforma satellitare.

Frane

Sinkholes

Terremoti

Subsidenza

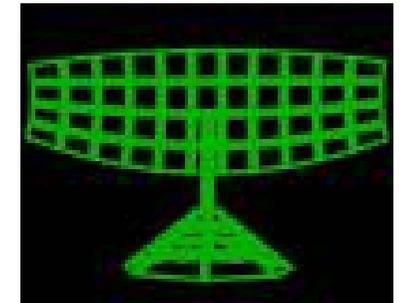
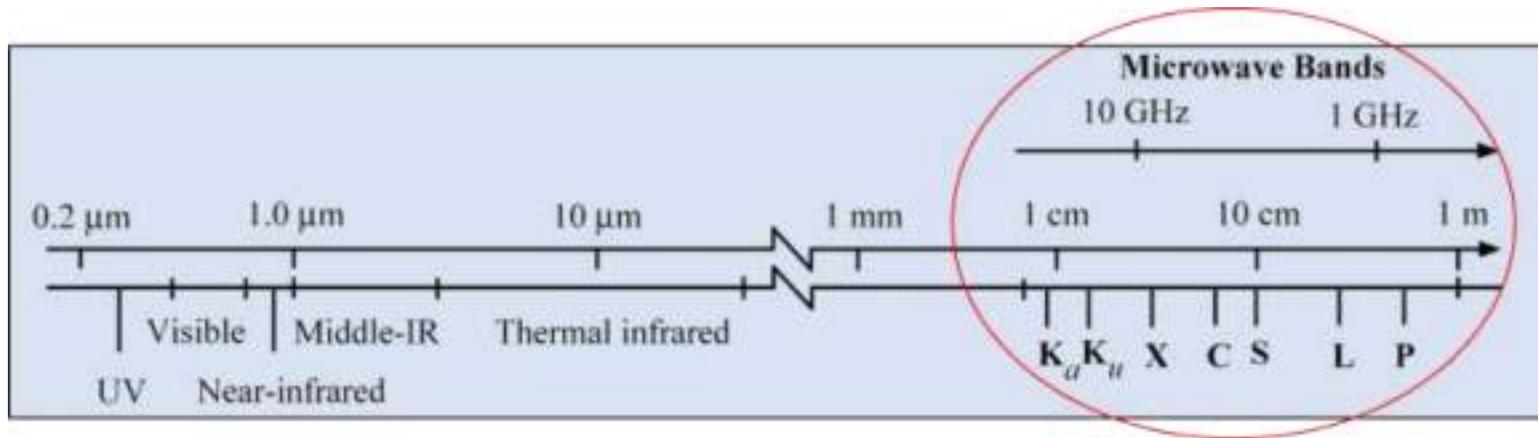
Attività vulcanica

SATELLITE InSAR

Radar è acronimo per:
RAdio Detection And Ranging

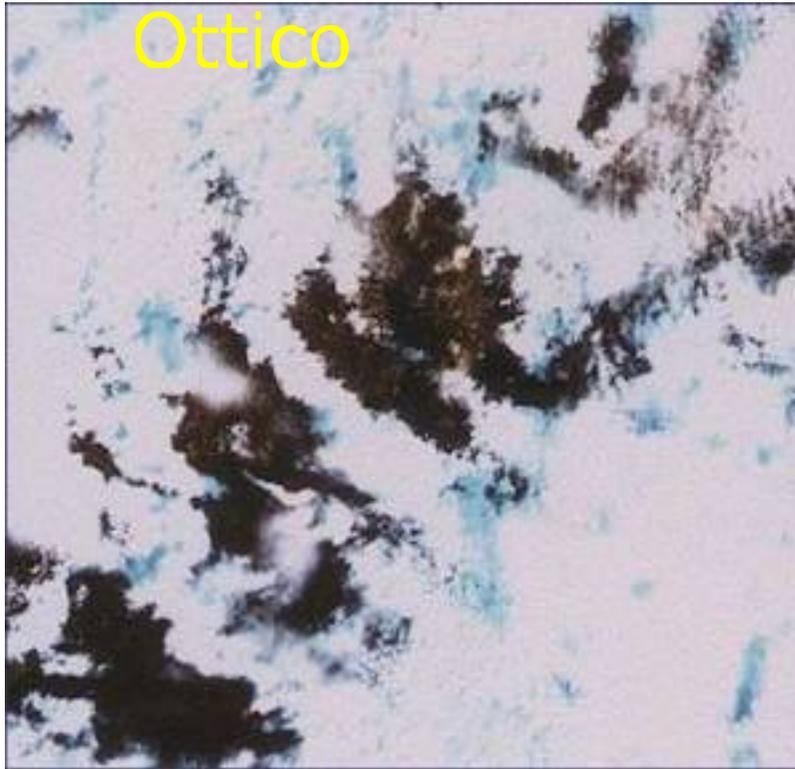
È, quindi, un sistema di telerilevamento attivo!

Il fenomeno fisico sul quale si basa il Radar è quello della retrodiffusione delle onde elettromagnetiche emesse da un trasmettitore da parte di un oggetto



SATELLITE InSAR

Le microonde sono caratterizzate da un basso assorbimento da parte dell'atmosfera

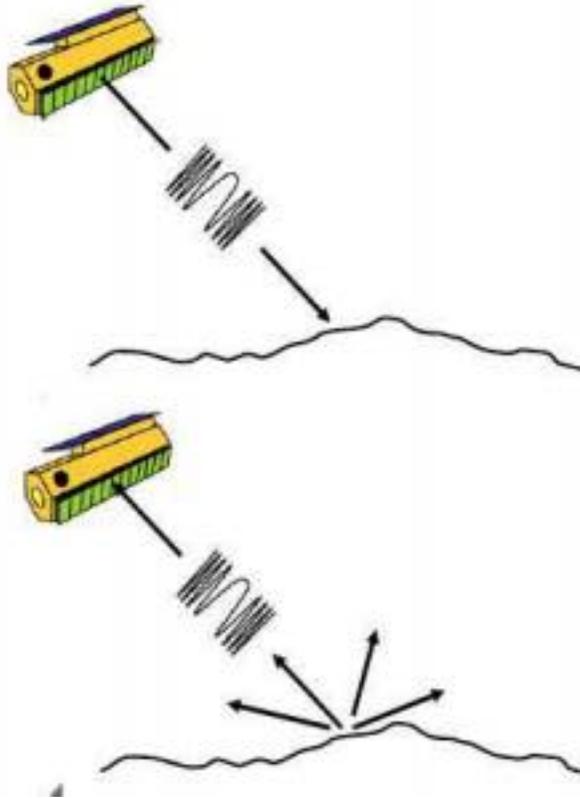


Aspetto cruciale nell'analisi
satellitare o aerea

SATELLITE InSAR

Cosa misura un RADAR

Misura la "riflettività" radar (segnale retrodiffuso) di alcuni oggetti in funzione della loro p



Il radar trasmette un impulso che viaggia a velocità della luce

Parte di questa energia viene retro-diffusa verso il radar.

Questo è ciò che il radar misura ed è noto come coefficiente di backscatter σ .

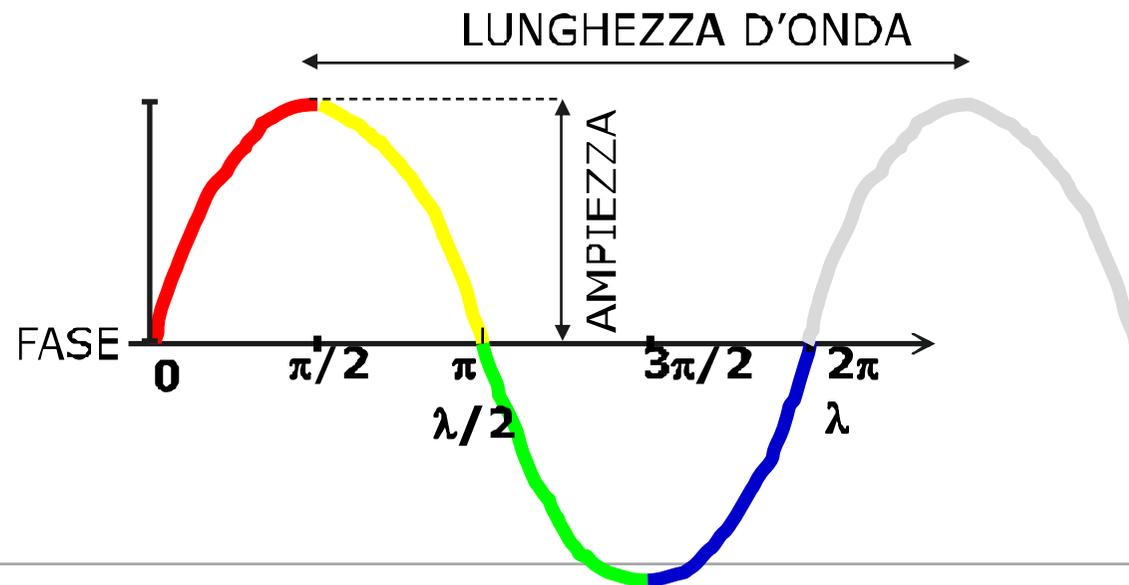
Anche detto **Radar Cross Section (RCS)** "area radar equivalente".

SATELLITE InSAR

Il segnale radar (compreso il SAR) possiede non solo l'informazione di **Ampiezza** (in un certo senso, la "riflettività" degli oggetti), ma anche quella di **Fase** del segnale, è infatti un dato coerente.

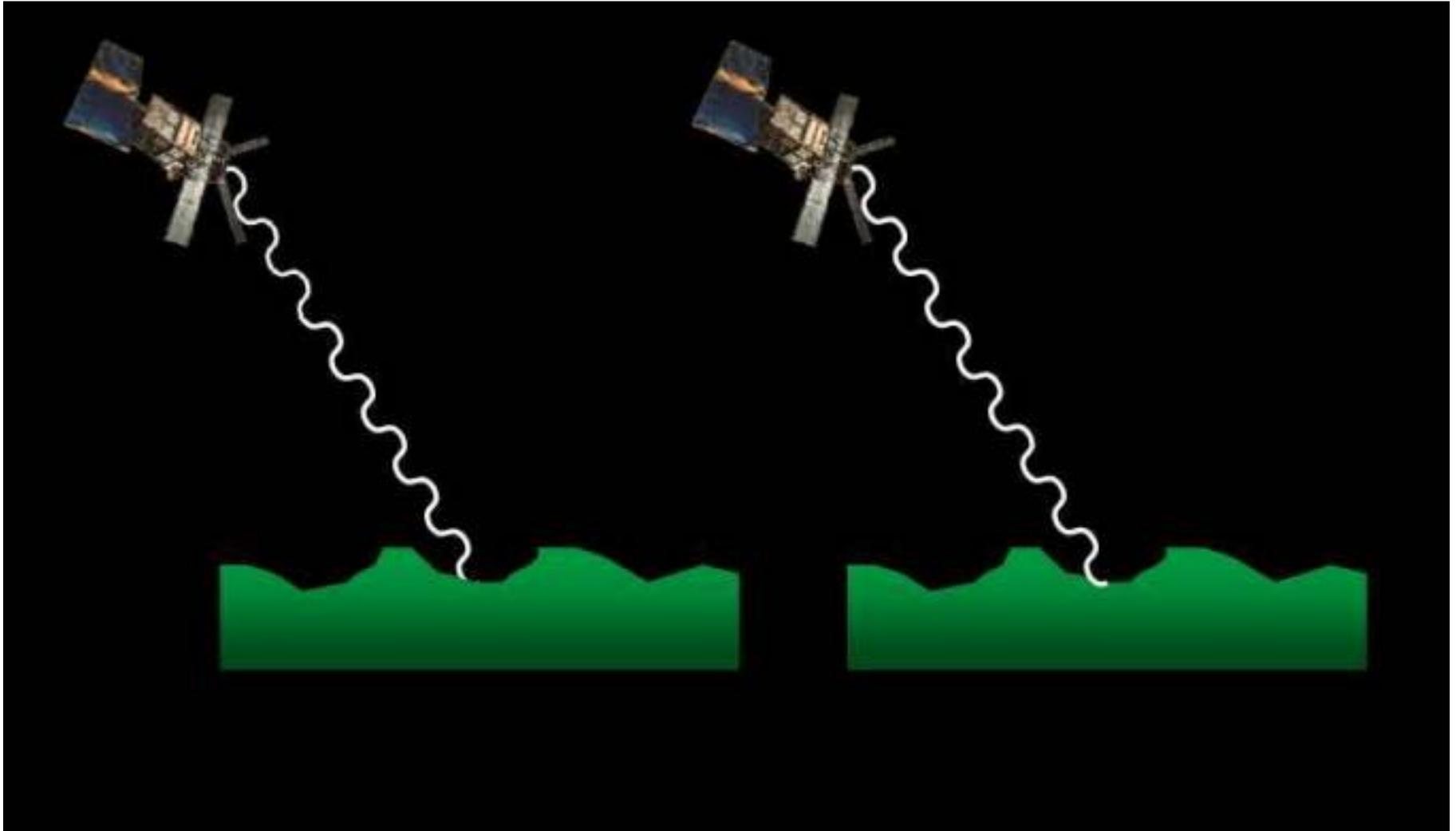
A è l'ampiezza ed indica l'energia dell'onda

ϕ è la fase e fornisce informazioni circa il percorso compiuto dall'onda (compreso nell'intervallo $0-2\pi$)



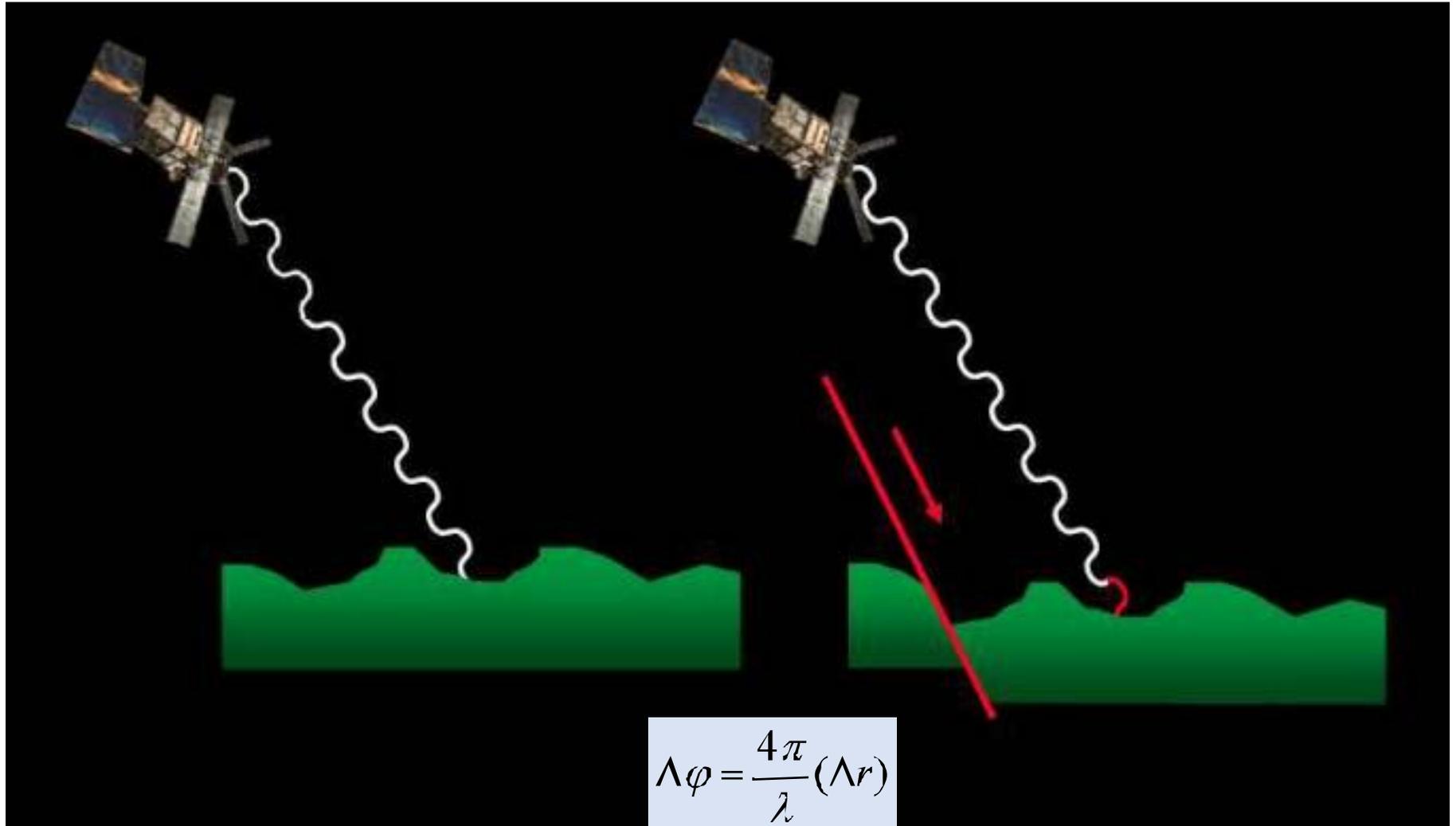
SATELLITE InSAR

E' una tecnica di trattamento di dati SAR che consiste nel calcolare la differenza di fase pixel a pixel tra immagini di una stessa scena (interferogramma), acquisite in condizioni geometriche analoghe.



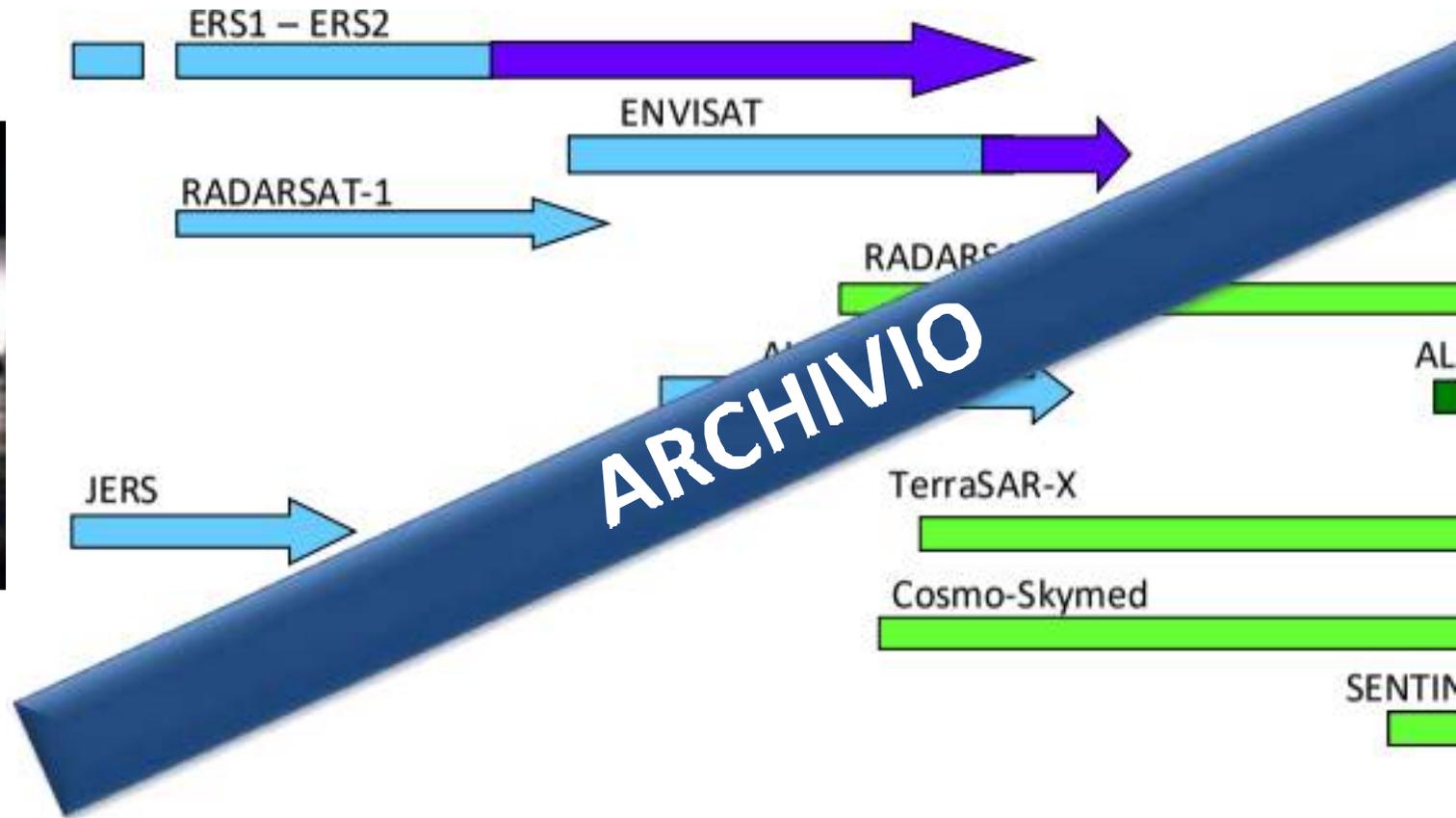
SATELLITE InSAR

E' una tecnica di trattamento di dati SAR che consiste nel calcolare la differenza di fase pixel a pixel tra immagini di una stessa scena (interferogramma), acquisite in condizioni geometriche analoghe.



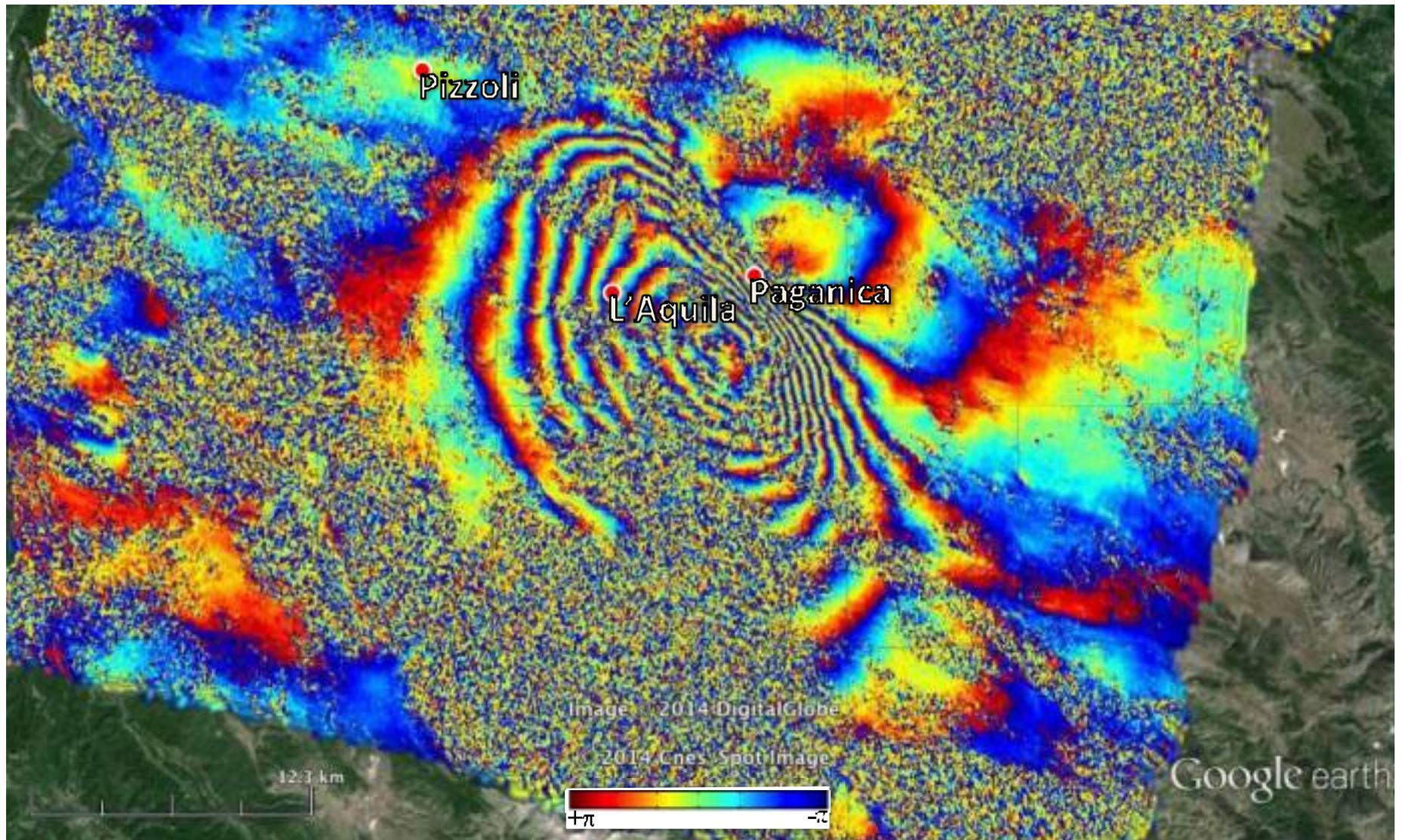
SATELLITE InSAR

1992



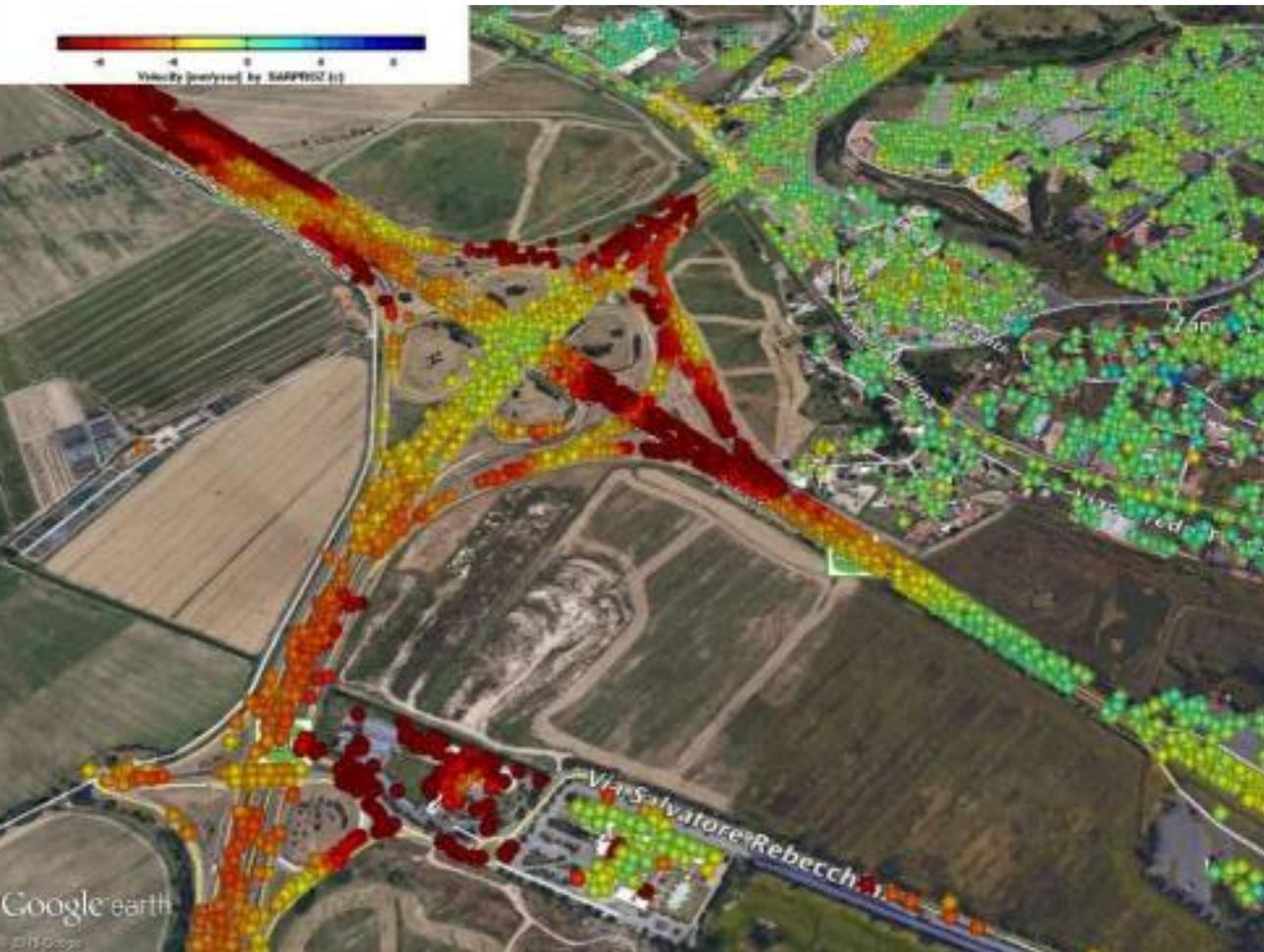
SATELLITE InSAR

I risultati che si possono ottenere



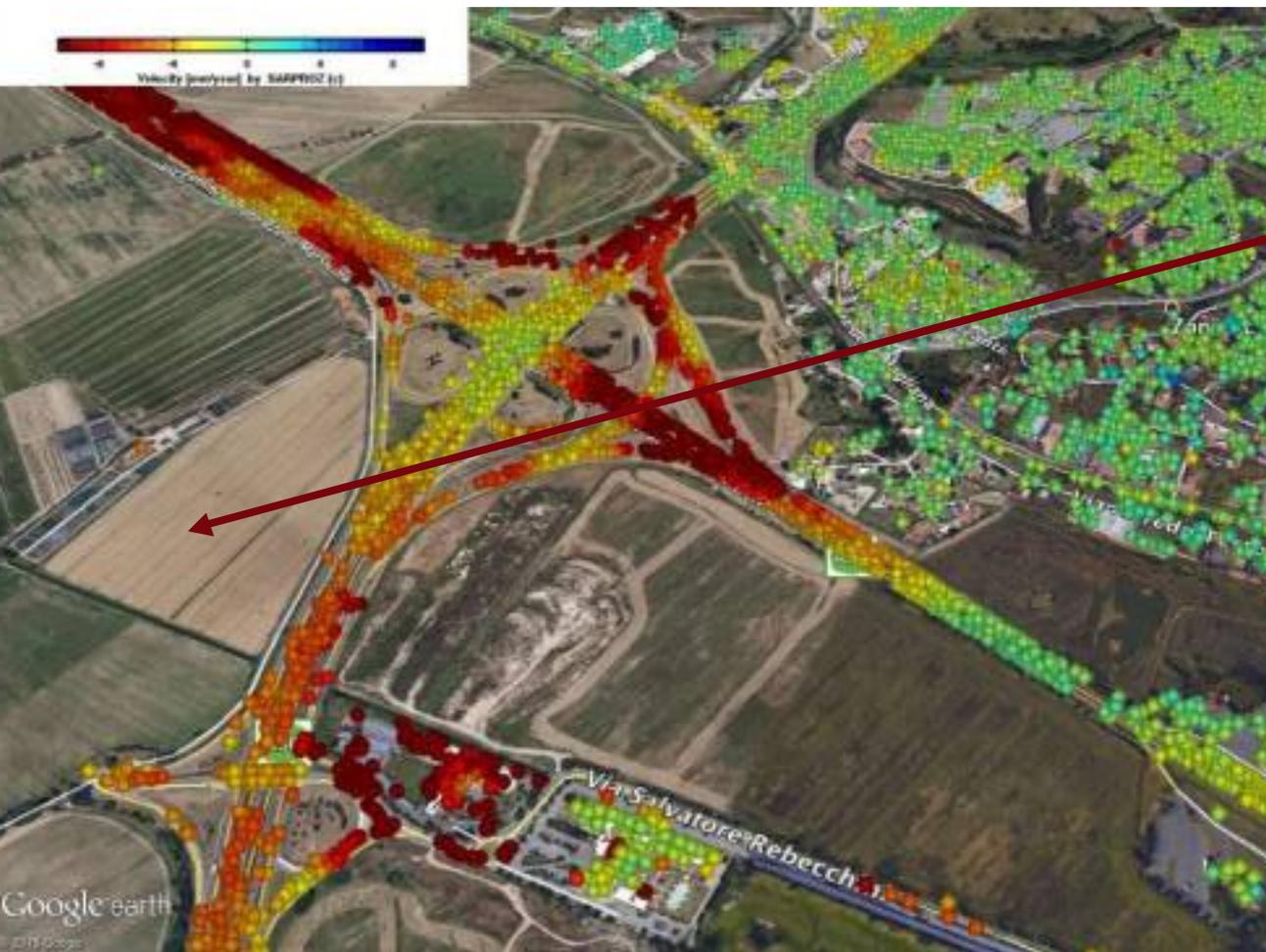
SATELLITE InSAR

I risultati che si possono ottenere



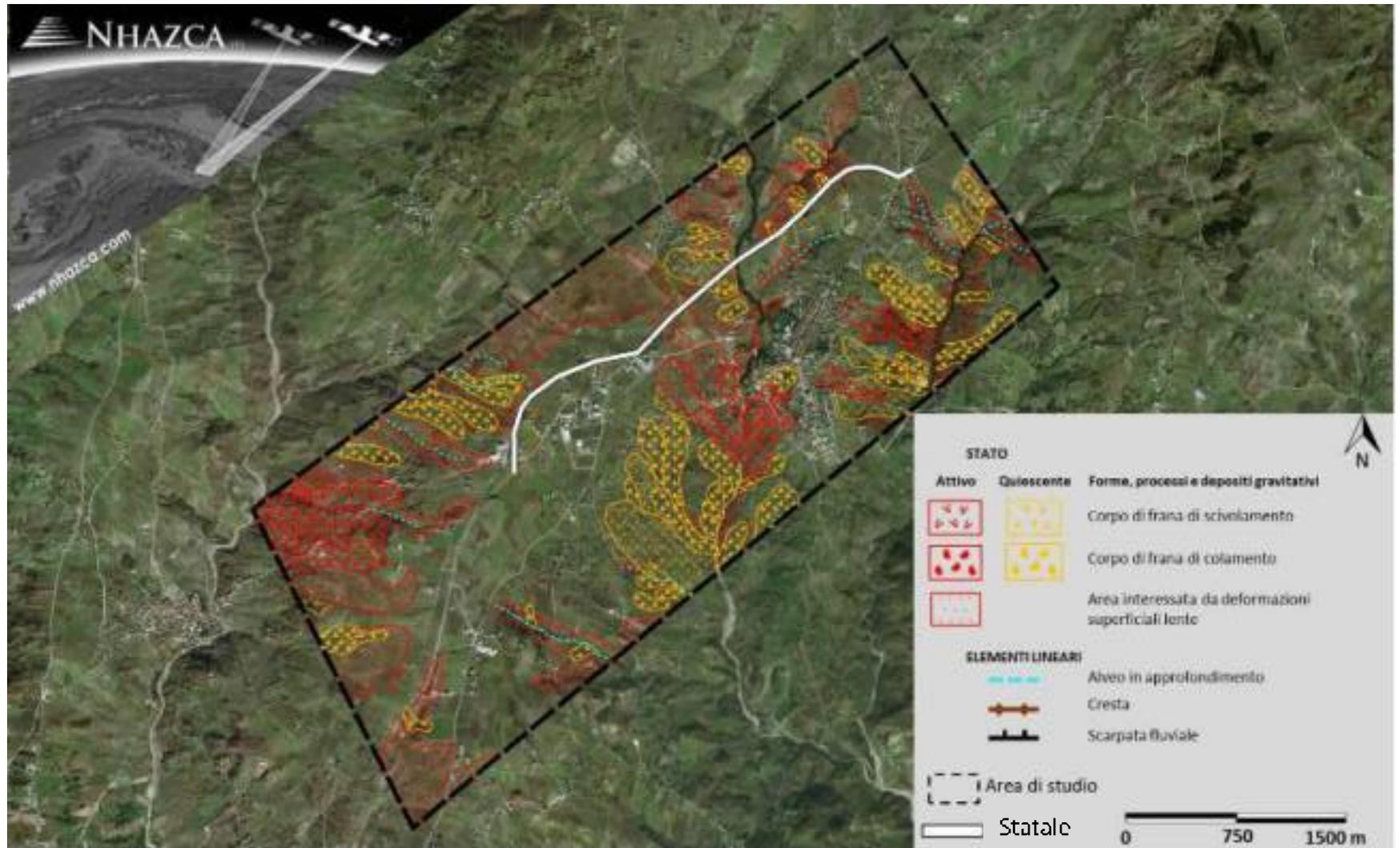
SATELLITE InSAR

I risultati che si possono ottenere



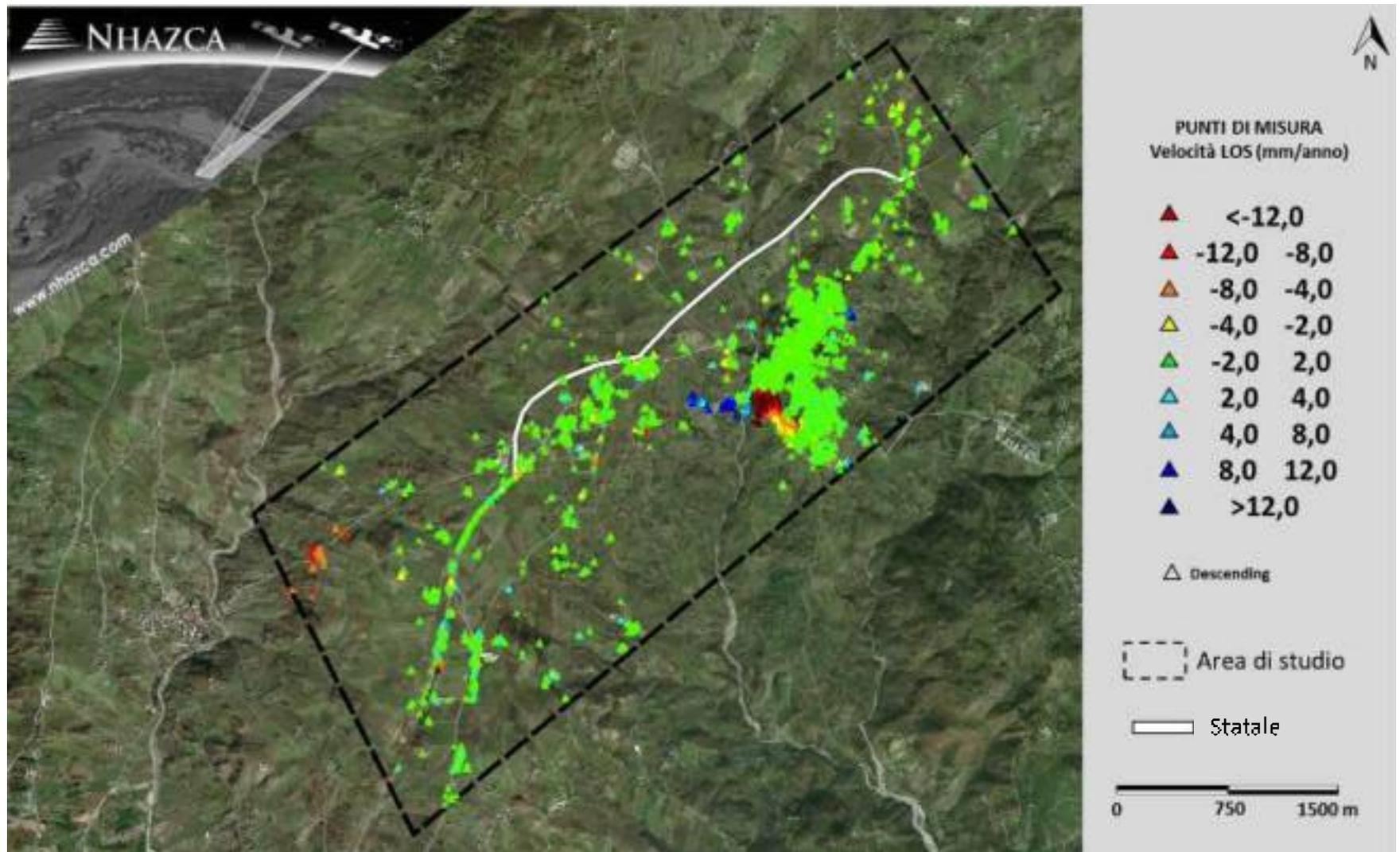
SATELLITE InSAR

Mappatura frane



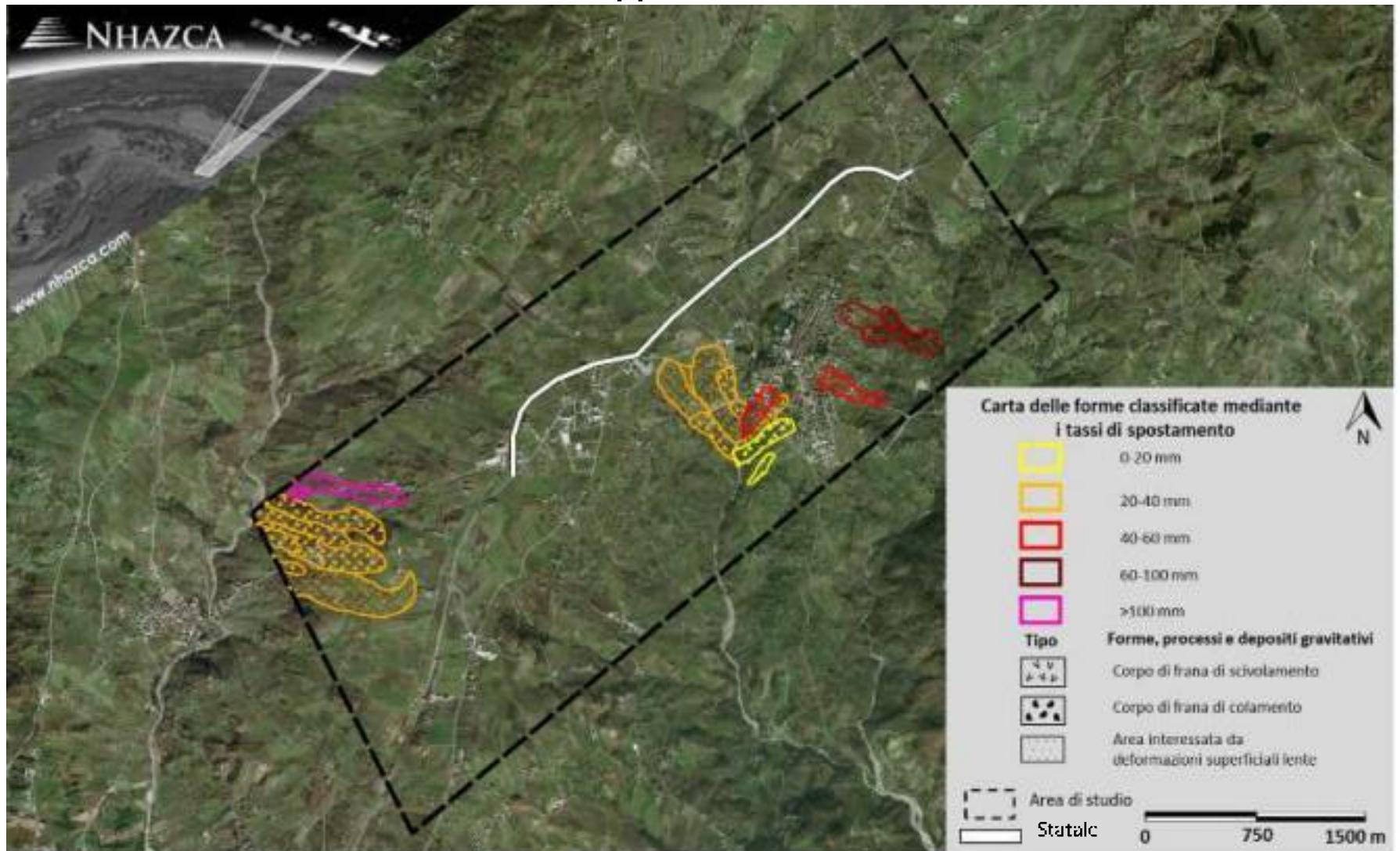
SATELLITE InSAR

Mappatura frane



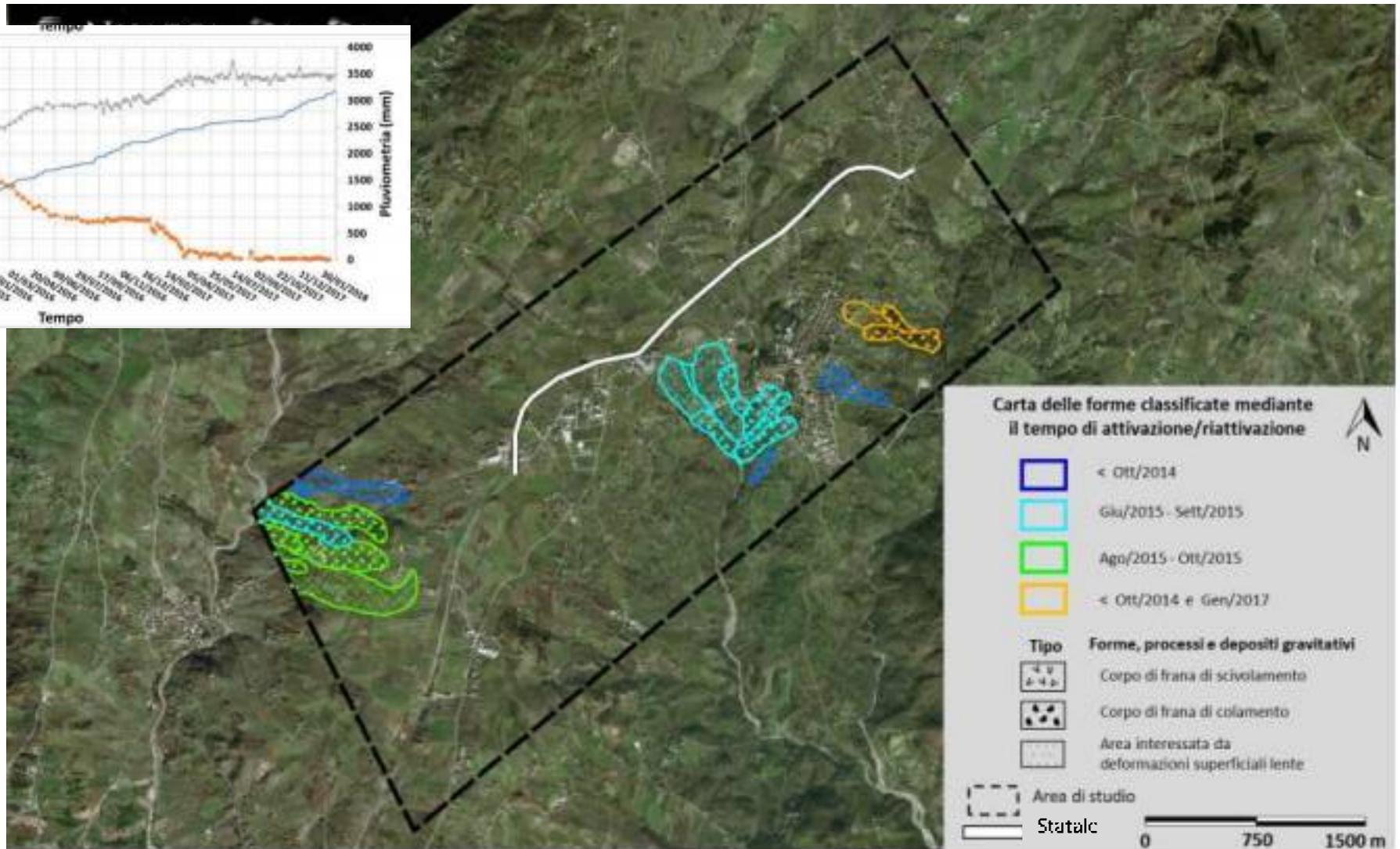
SATELLITE InSAR

Mappatura frane



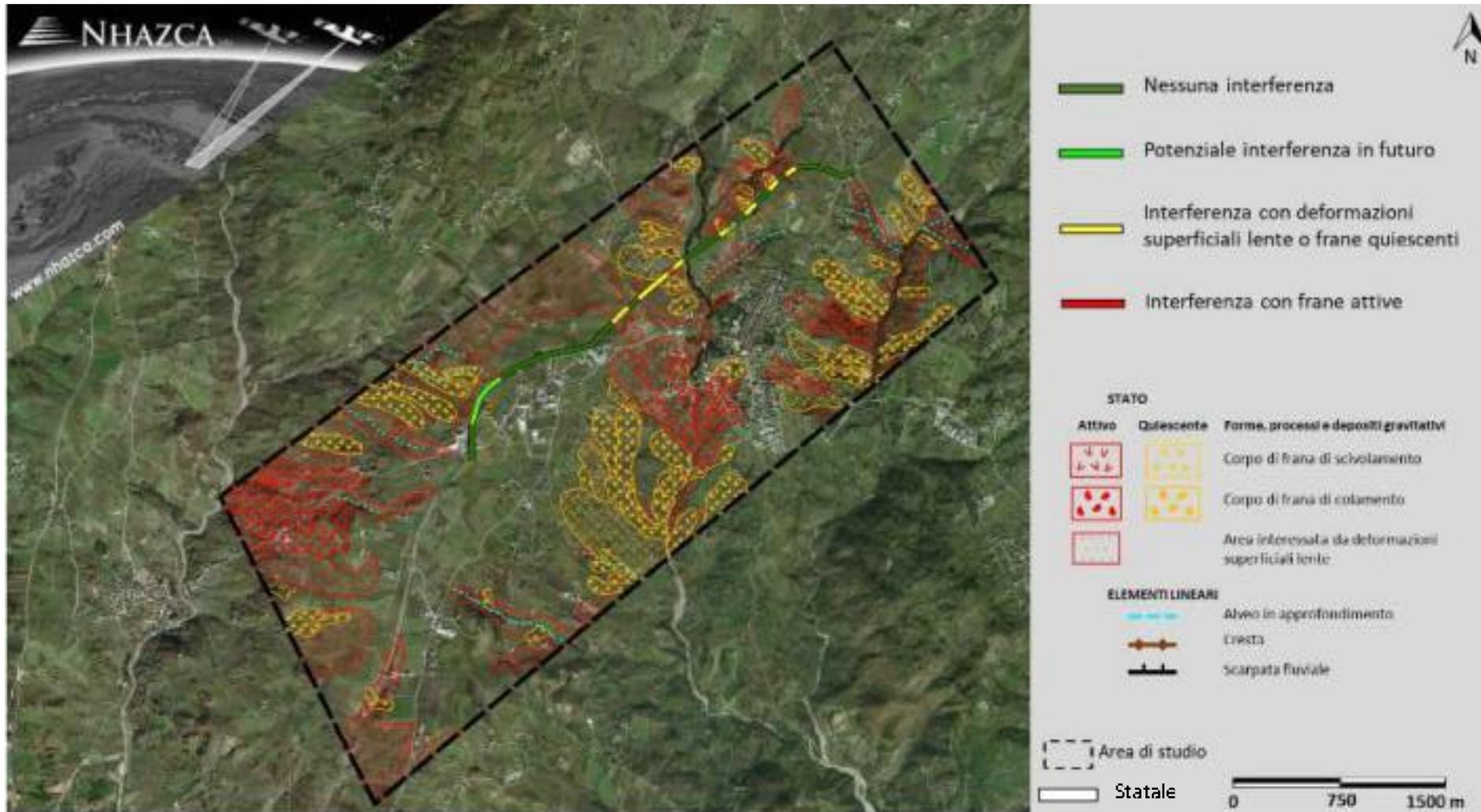
SATELLITE InSAR

Mappatura frane



SATELLITE InSAR

Mappatura frane



SATELLITE InSAR

Mappatura frane



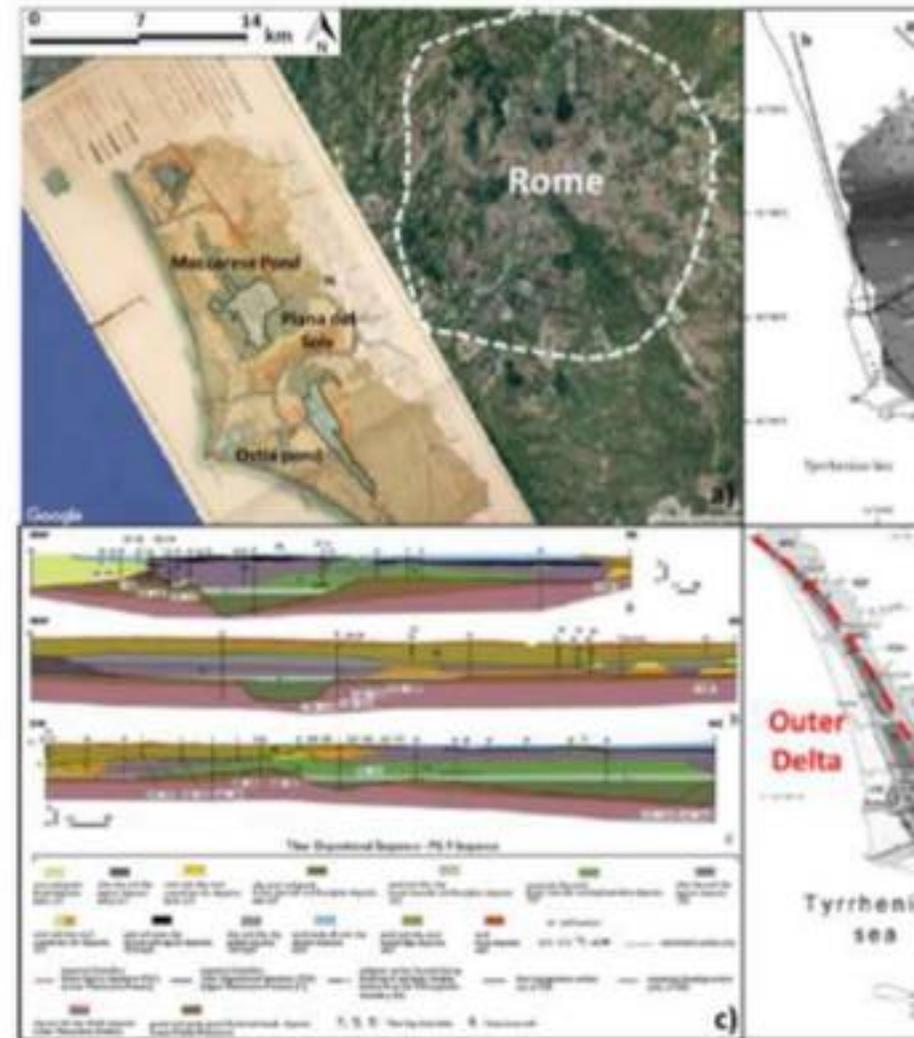
SATELLITE InSAR

Subsidenza su area vasta: la piana di Fiumicino (Bozzano et al., 2018)

The investigated region (approximately 250 km²) is located southwest of the city of Rome.

The region is dominated by the Tiber River delta and the coastal plain, both of which are characterized by a very flat morphology and an original marshy environment.

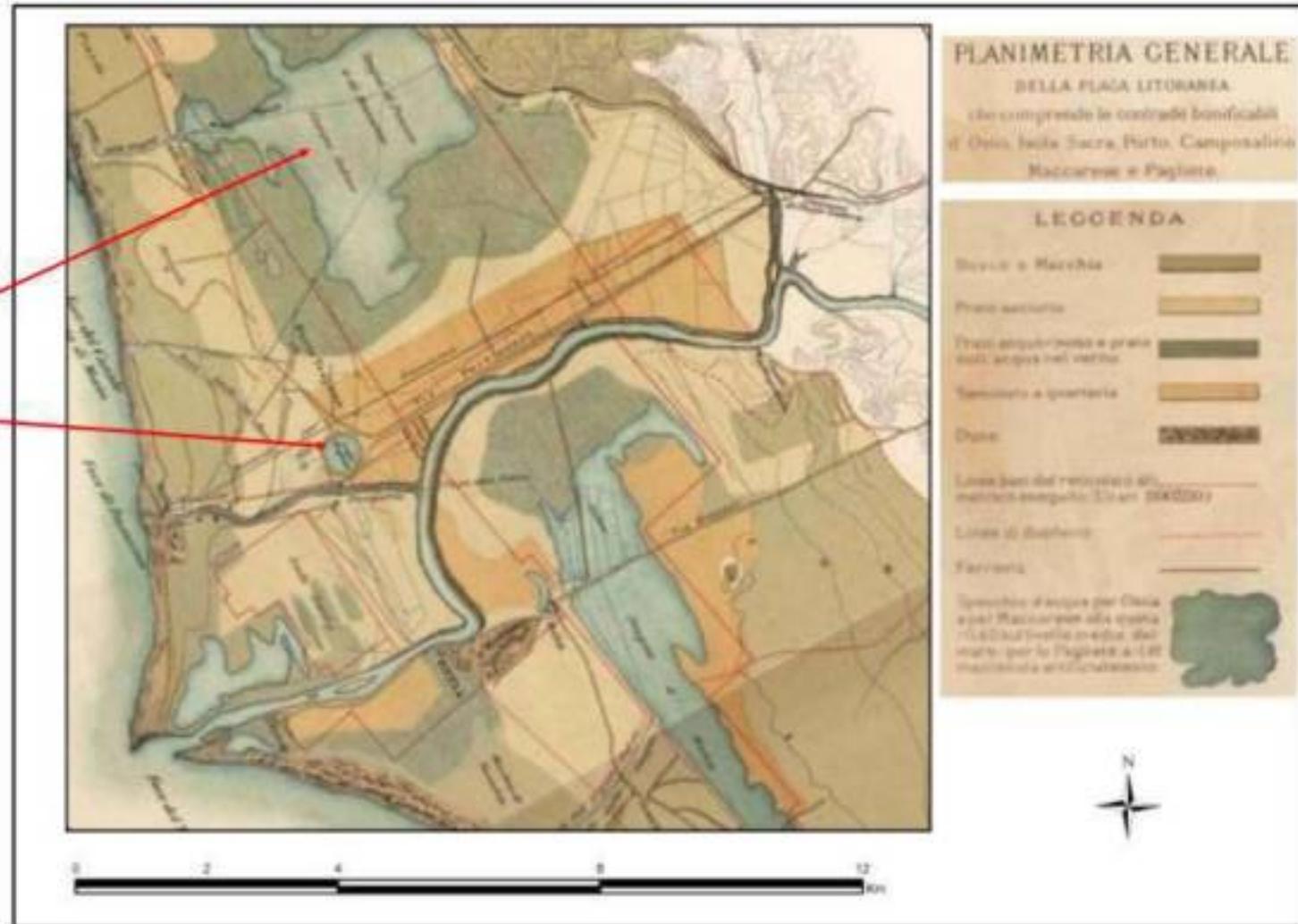
Area characterized by compressible and soft soils.



SATELLITE InSAR

Subsidenza su area vasta: la piana di Fiumicino (Bozzano et al., 2018)

Ponds
(still not reclaimed
in 1884)



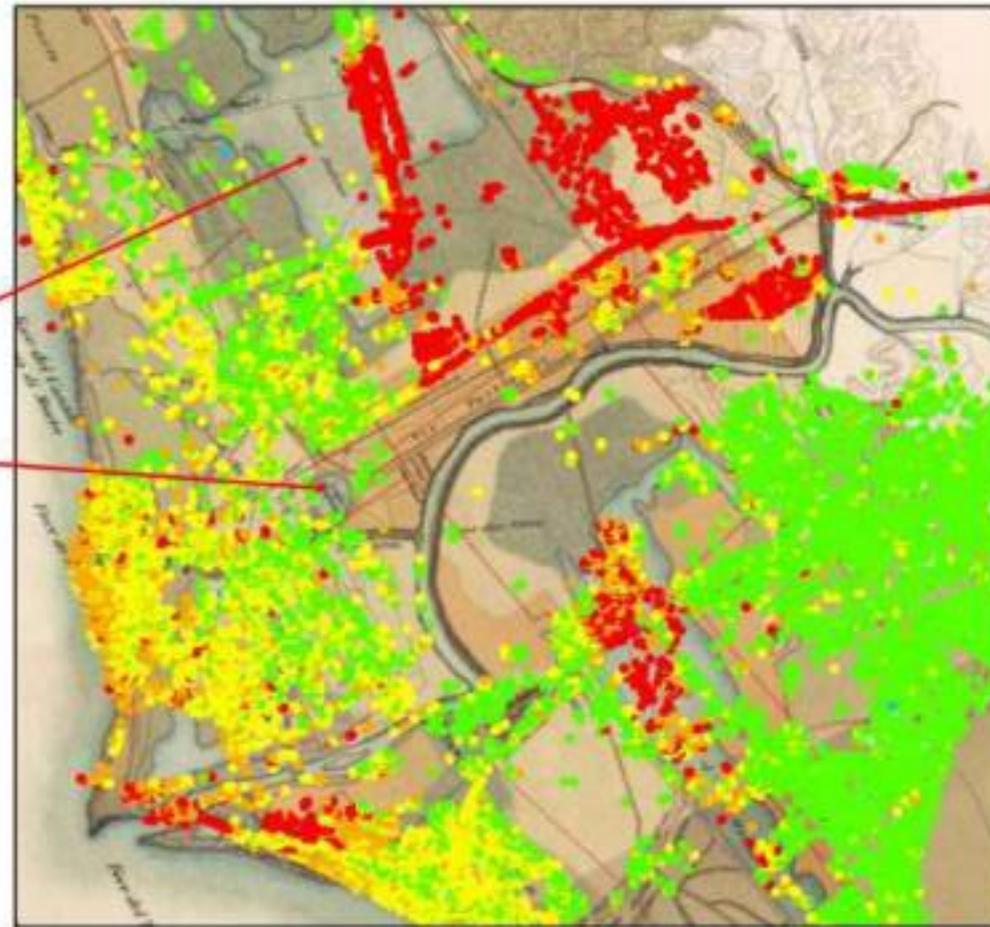
Historical geological map (from Amenduni, 1884)

SATELLITE InSAR

Subsidenza su area vasta: la piana di Fiumicino (Bozzano et al., 2018)

Large scale
correlation in
space!

Ponds
(still not reclaimed
in 1884)



Legenda

ENVISAT velocità (mm/a)

- -60,0 - -10,0
- -9,9 - -5,0
- -4,9 - -3,0
- -2,9 - -1,5
- -1,4 - 1,5
- 1,6 - 3,0
- 3,1 - 5,0
- 5,1 - 10,0
- > 10

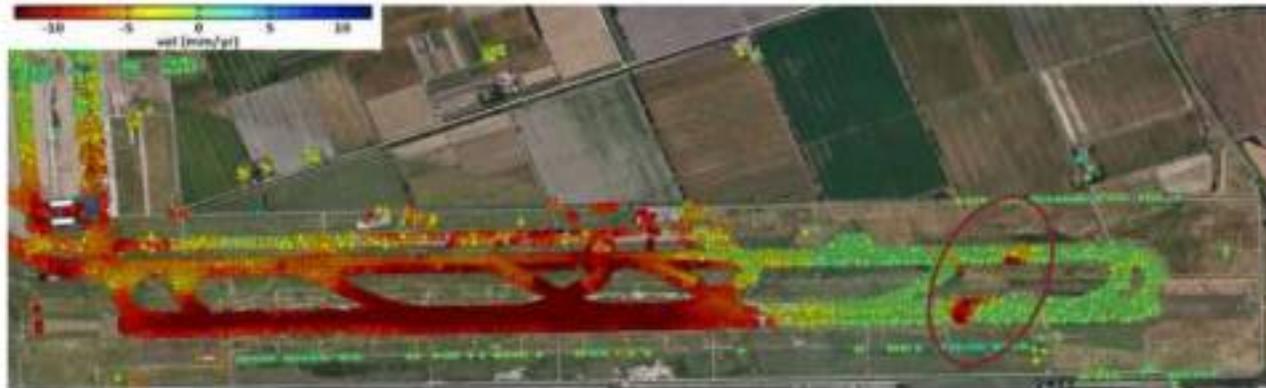
Historical geological map (from Amenduni, 1884)

SATELLITE InSAR

Subsidenza su area vasta: la piana di Fiumicino (Bozzano et al., 2018)

Result from COSMO-SkyMed data (2011-2015)

Thanks to COSMO-SkyMed, the relationship between subsidence and geotechnical model is more evident at a higher level of detail.

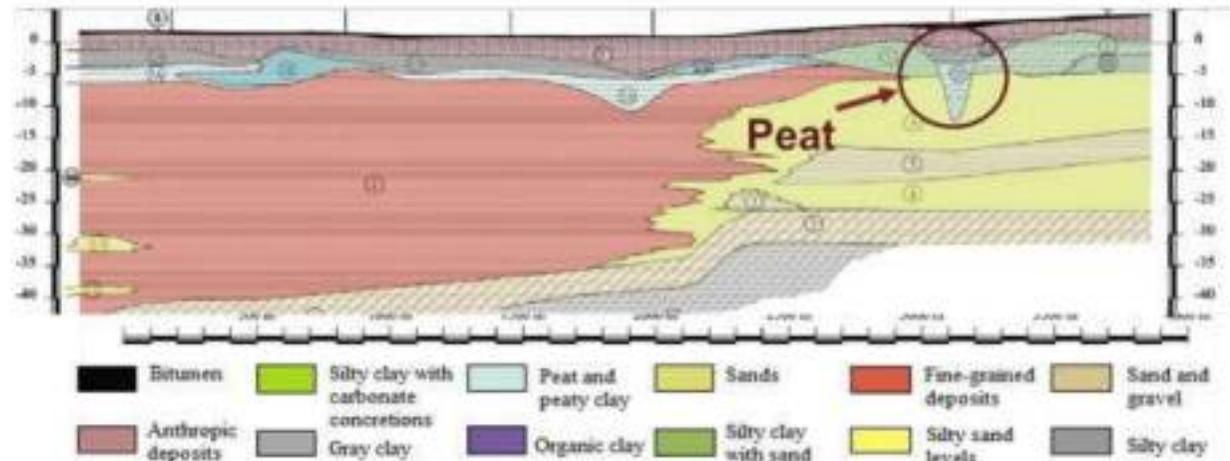
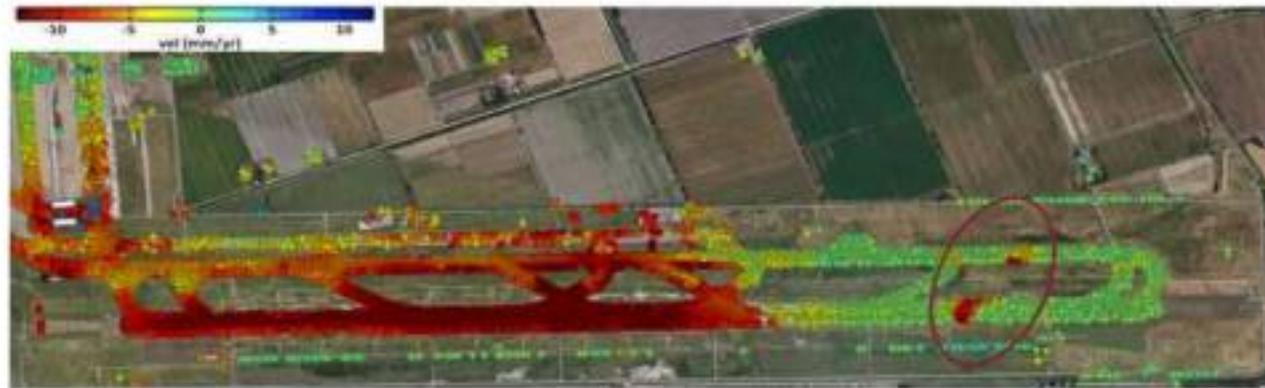


SATELLITE InSAR

Subsidenza su area vasta: la piana di Fiumicino (Bozzano et al., 2018)

Result from COSMO-SkyMed data (2011-2015)

Thanks to COSMO-SkyMed, the relationship between subsidence and geotechnical model is more evident at a higher level of detail.



Effects of geological variation!

SATELLITE InSAR

Subsidenza su area vasta: la piana di Fiumicino (Bozzano et al., 2018)

Result from COSMO-SkyMed data (2011-2015)

Thanks to COSMO-SkyMed, the relationship between subsidence and geotechnical model is more evident at a higher level of detail.

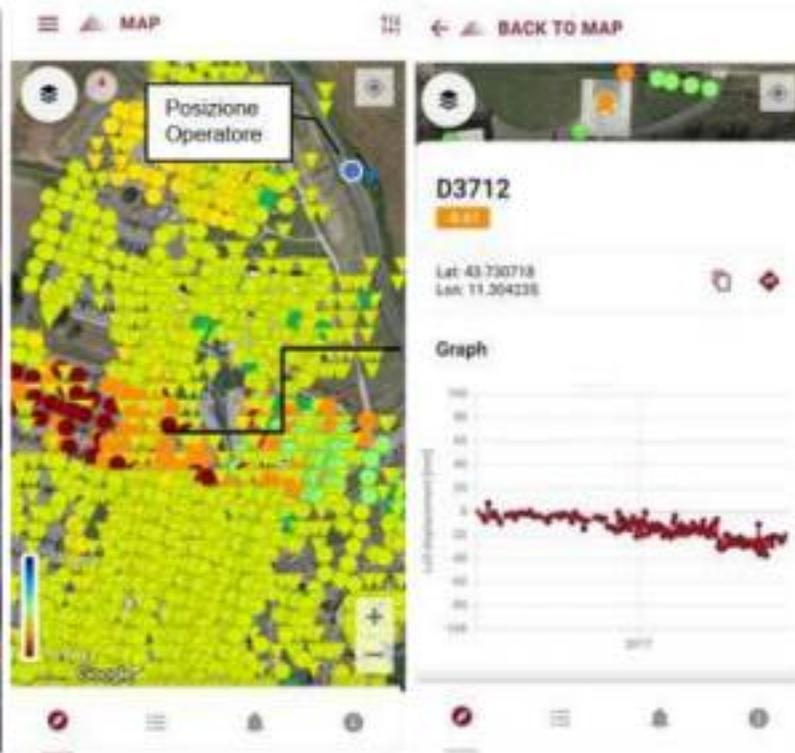


Deep foundations

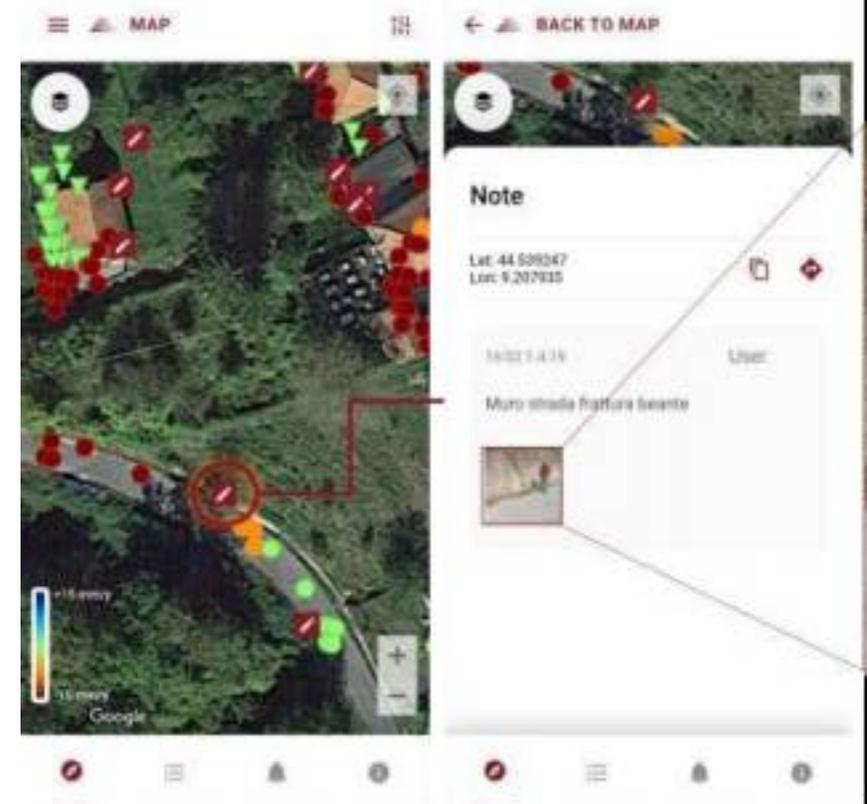


Effects of different foundations!

SATELLITE InSAR



INSarPECT App



TERRESTRIAL InSAR

Natural Hazards

Ereditando i medesimi principi di funzionamento dell'Interferometria SAR Satellitare, l'Interferometria SAR Terrestre è una soluzione efficace per la caratterizzazione e il monitoraggio di fenomeni naturali (natural hazards) anche in condizioni di

Landslides

Sinkholes

Subsidence

Volcanic Activity

TERRESTRIAL InSAR

Radar d'immagine ad apertura sintetica (Synthetic Aperture Radar - SAR)

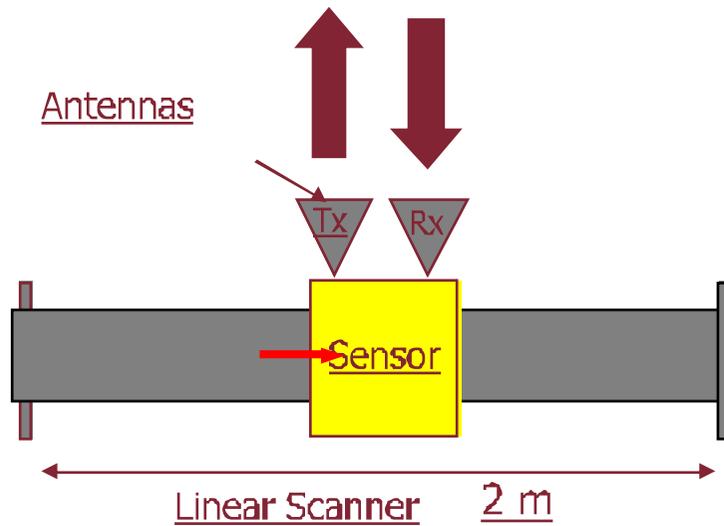


TERRESTRIAL InSAR

Radar d'immagine ad apertura sintetica (Synthetic Aperture Radar - SAR)

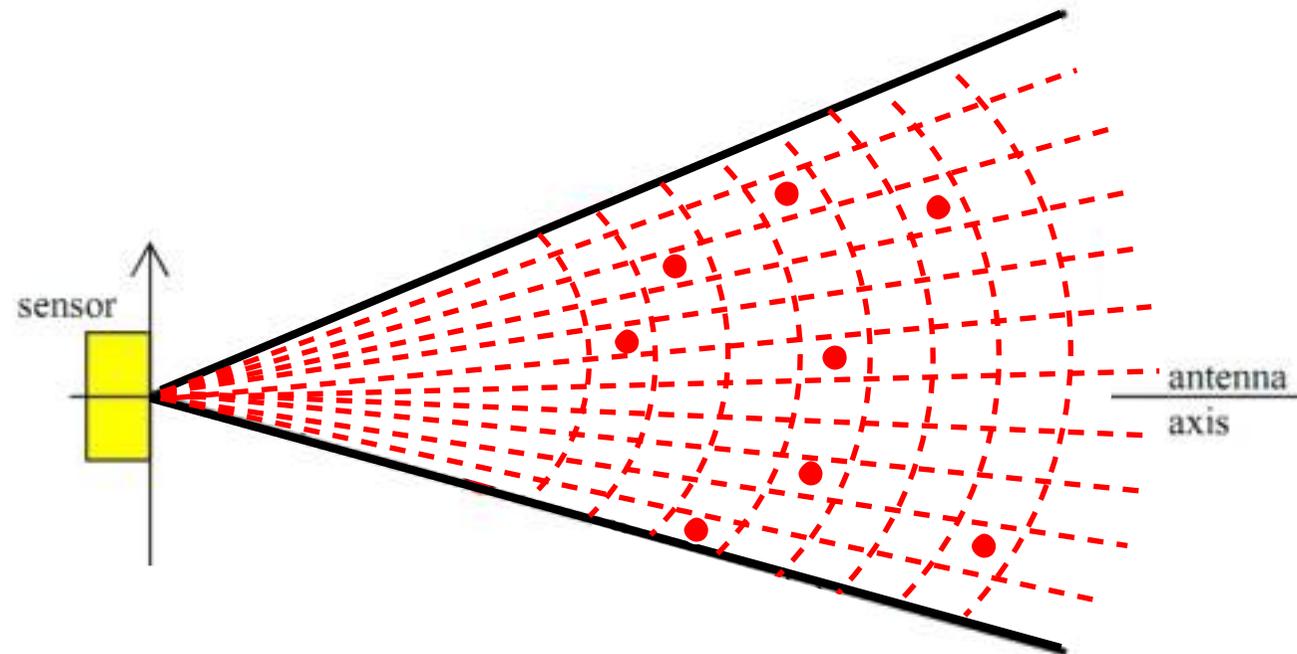


RADAR
SF-CW
Bande
~17 GHz



TERRESTRIAL InSAR

Radar d'immagine ad apertura sintetica (Synthetic Aperture Radar - SAR)



TERRESTRIAL InSAR

Radar d'immagine ad apertura sintetica (Synthetic Aperture Radar - SAR)



TERRESTRIAL InSAR

Caratteristiche tecniche operative dei sistemi Radar terrestri

Caratteristiche tecniche	SAR Image
Massima frequenza di acquisizione	Alcuni secondi
Accuratezza nella misura degli spostamenti	Fino ad alcuni decimi di mm
Direzioni di risoluzione	2 direzioni
Massima portata strumentale	Alcuni km
Efficacia in qualunque condizione meteo	Totale

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



Photographic archive of Mr. Pietro Zangheri



First activation: 03/25/1914 rock wedge slide

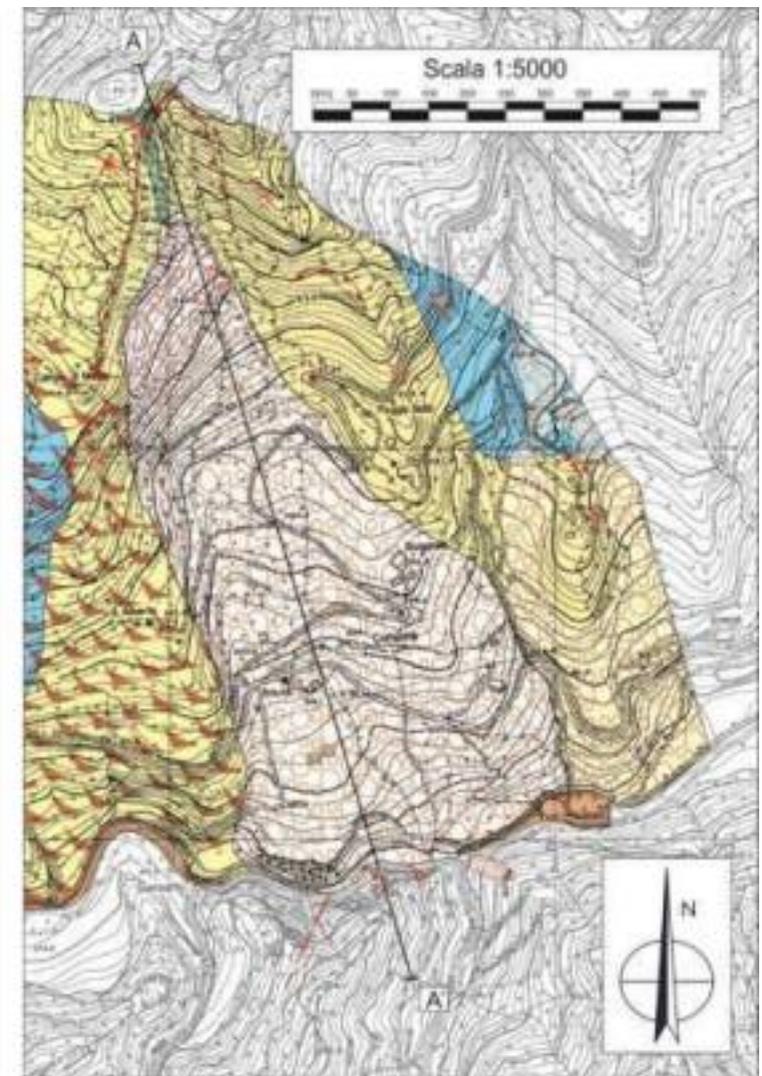
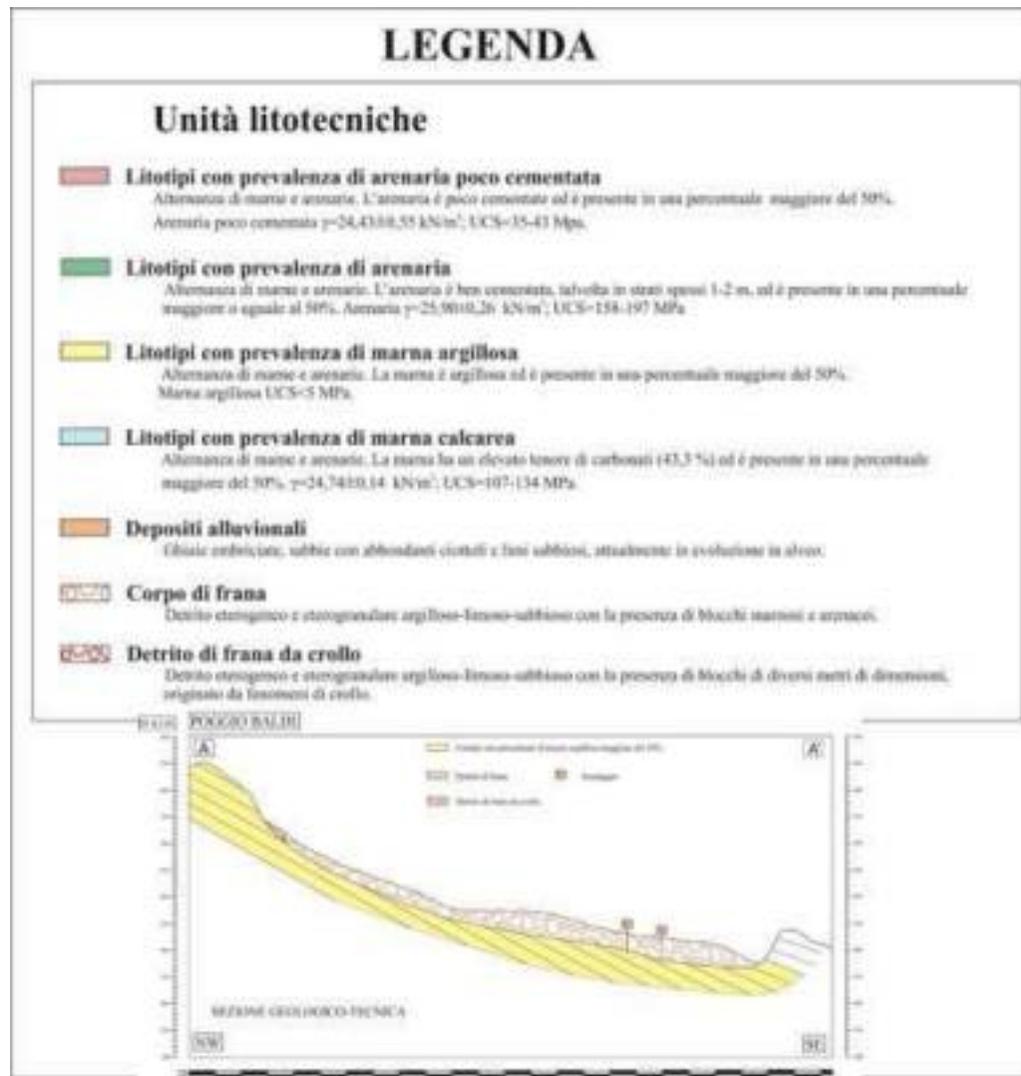
Last activation: 03/19/2010 earthflow

Volume: $4 \times 10^6 \text{ m}^3$

Complex movement started as a rotational rockslide, then evolved into an earthflow and rock-falls in head scarp.

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



First activation: 03/25/1914 rock wedge slide

Last activation: 03/19/2010 earthflow

Volume: $4 \times 10^6 \text{ m}^3$

Triggered by water pressure increase due to snow-melting, after long rain-snow-fall period.

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



First activation: 03/25/1914 rock wedge slide

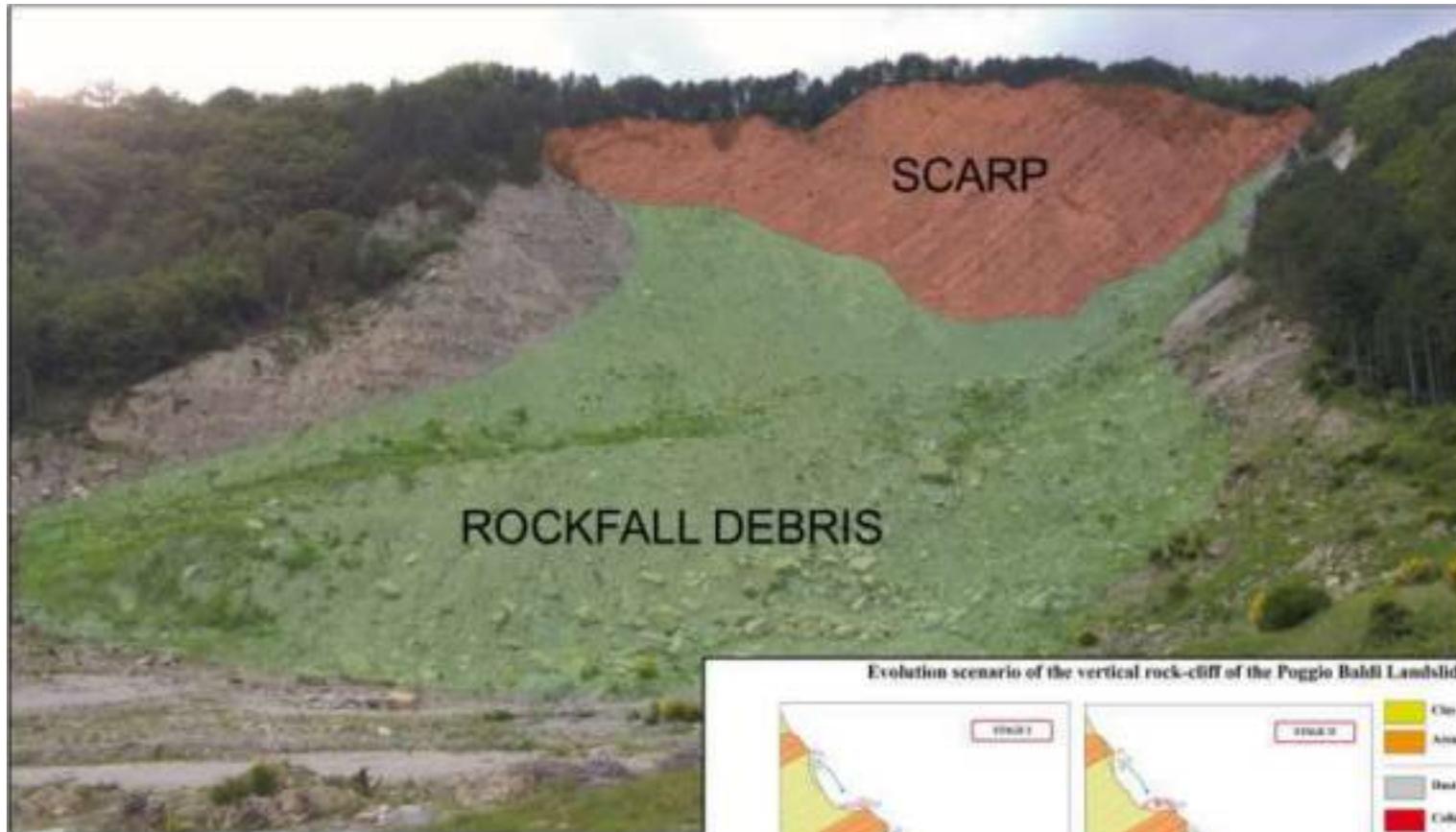
Last activation: 03/19/2010 earthflow

Volume: $4 \times 10^6 \text{ m}^3$

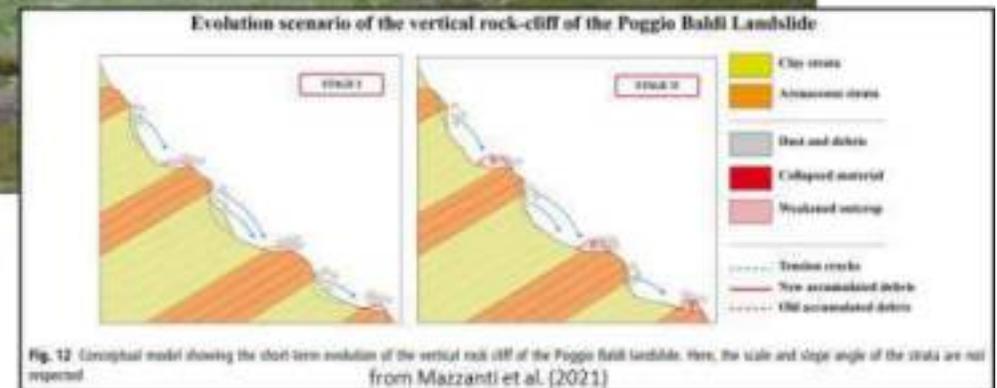
2 days of "warning signals" (such as opening of cracks), then the landslide moved downslope in 3 hours.

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



height-range 480 – 800 m asl, max
width 200 m, max length 850 m

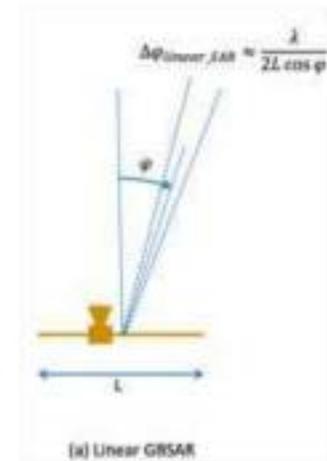
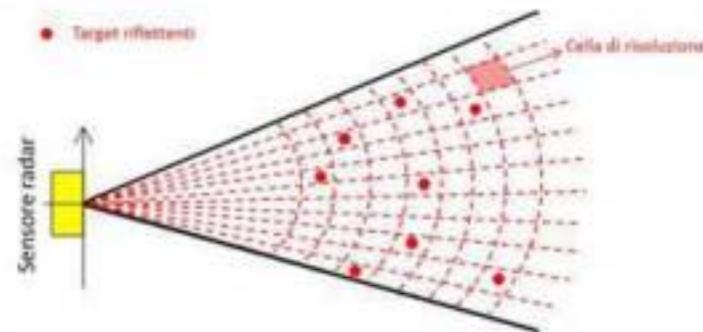


TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



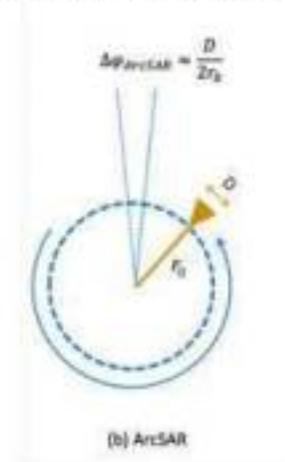
BIS-FL (by MS Georadar S.r.l.)



Angular resolution of GB SAR
(modified from Pieraccini & Miccinesi, 2019)

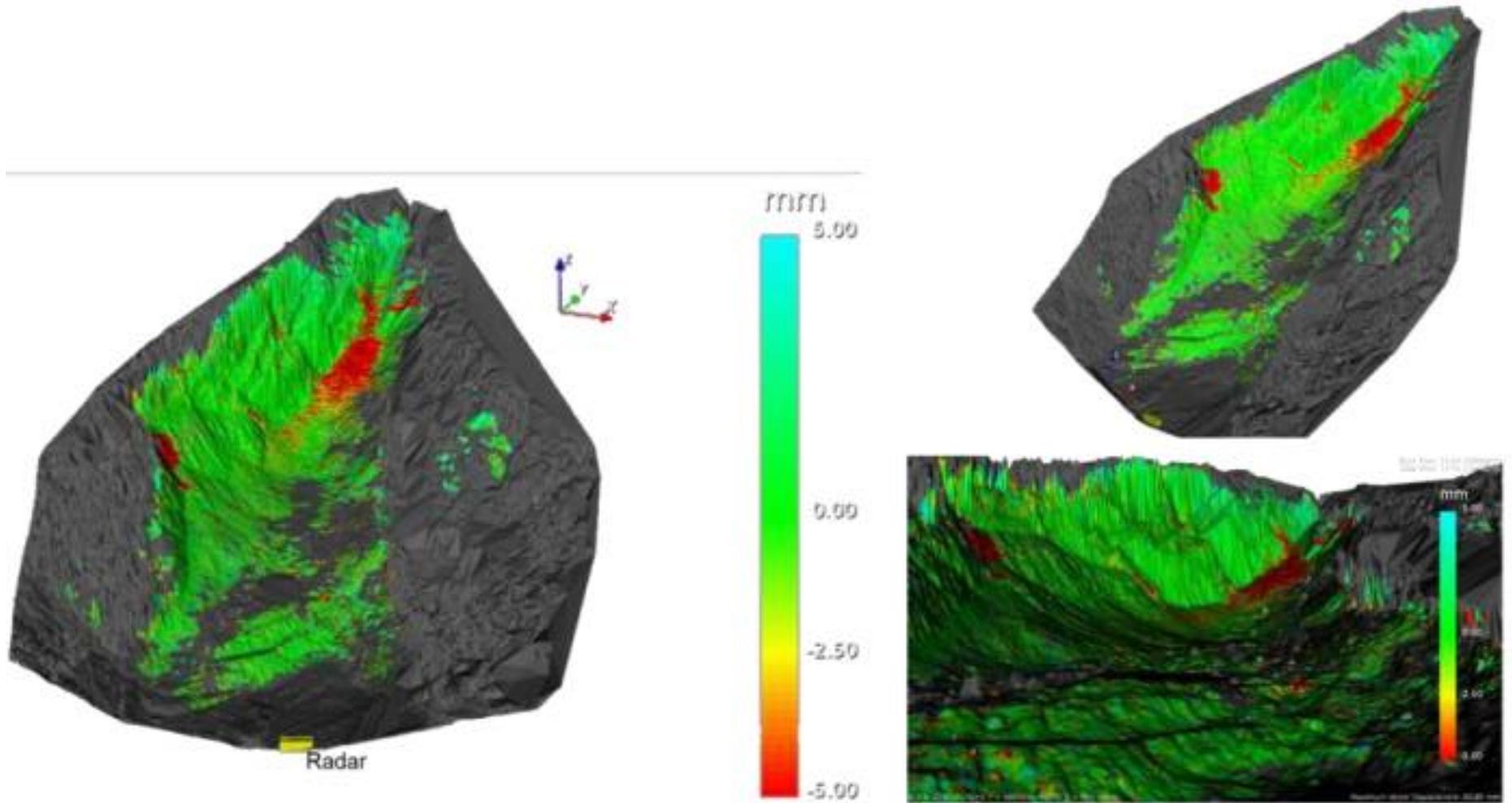


Hydra-G (by MS Georadar S.r.l.)



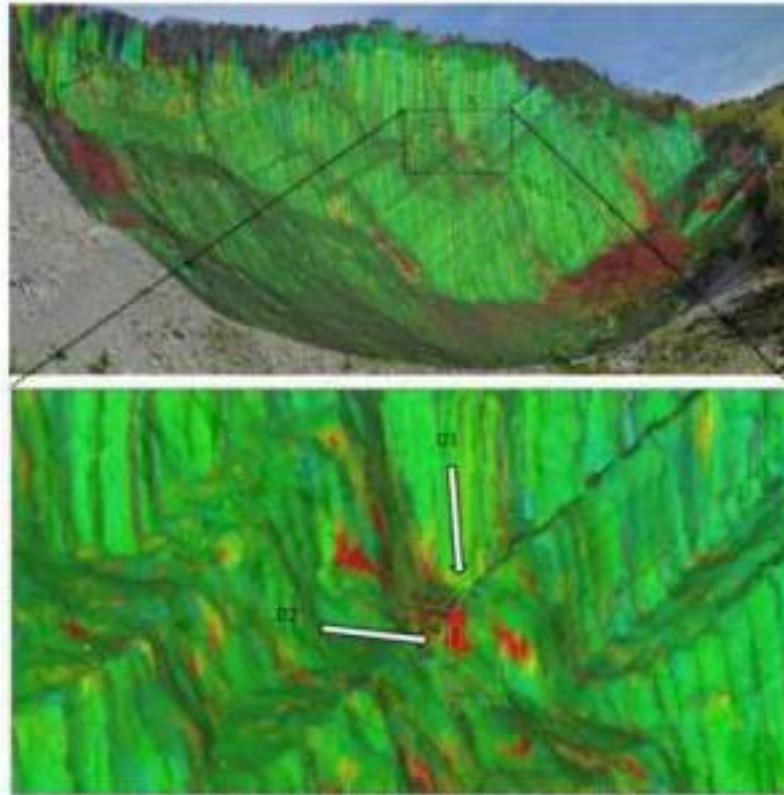
TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi

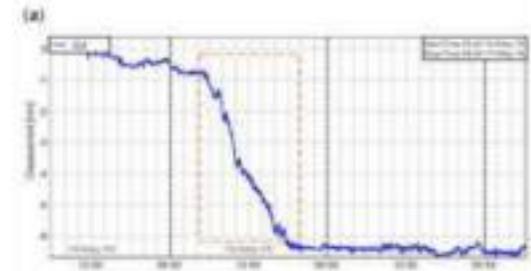
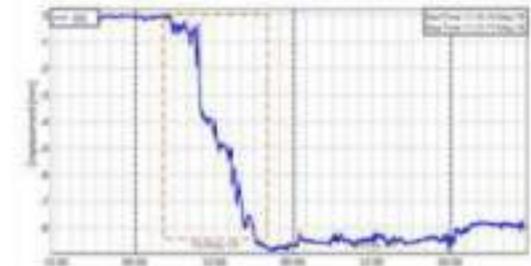


TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



Central sector of the slope with correspondence between changes detected by radar measurements (green-red pixels) and GigaPan image analysis (yellow polygons)



(a) Displacement time series of D1 area measured by radar (above) and pre/post event images taken by GigaPan (below); (b) Displacement time series of D2 area measured by radar (above) and pre/post event images by GigaPan (below).

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi

LA NUOVA
Xmas-Sardegna

Home | Agrigò | Cagliari | Nuoro | Olbia | Oristano | Sassari

REGIONE

DI GIOVANNI BUS
14 GENNAIO 2021

Il monte spaventa Bonorva la frana si avvicina alle case



Crollato un primo edificio, gli smottamenti sono a 500 metri di distanza

ANSA.it - Sardegna - **Pericolo frane a Bonorva, sindaco chiude zona a rischio**

Pericolo frane a Bonorva, sindaco chiude zona a rischio

Smottamenti nei pressi area dove si è creata voragine sulla 131

Redazione ANSA

SASSARI

15 gennaio 2021
20:17
NEWS

Suggestisci

Facebook

Twitter



TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi

ATTIVITA' SVOLTE (Sopralluoghi in frana)



Venerdi 22/01/2021- Sabato 23/01/2021 – Domenica 24/01/2021

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi

ATTIVITA' SVOLTE (Installazione Interferometro SAR Terrestre)

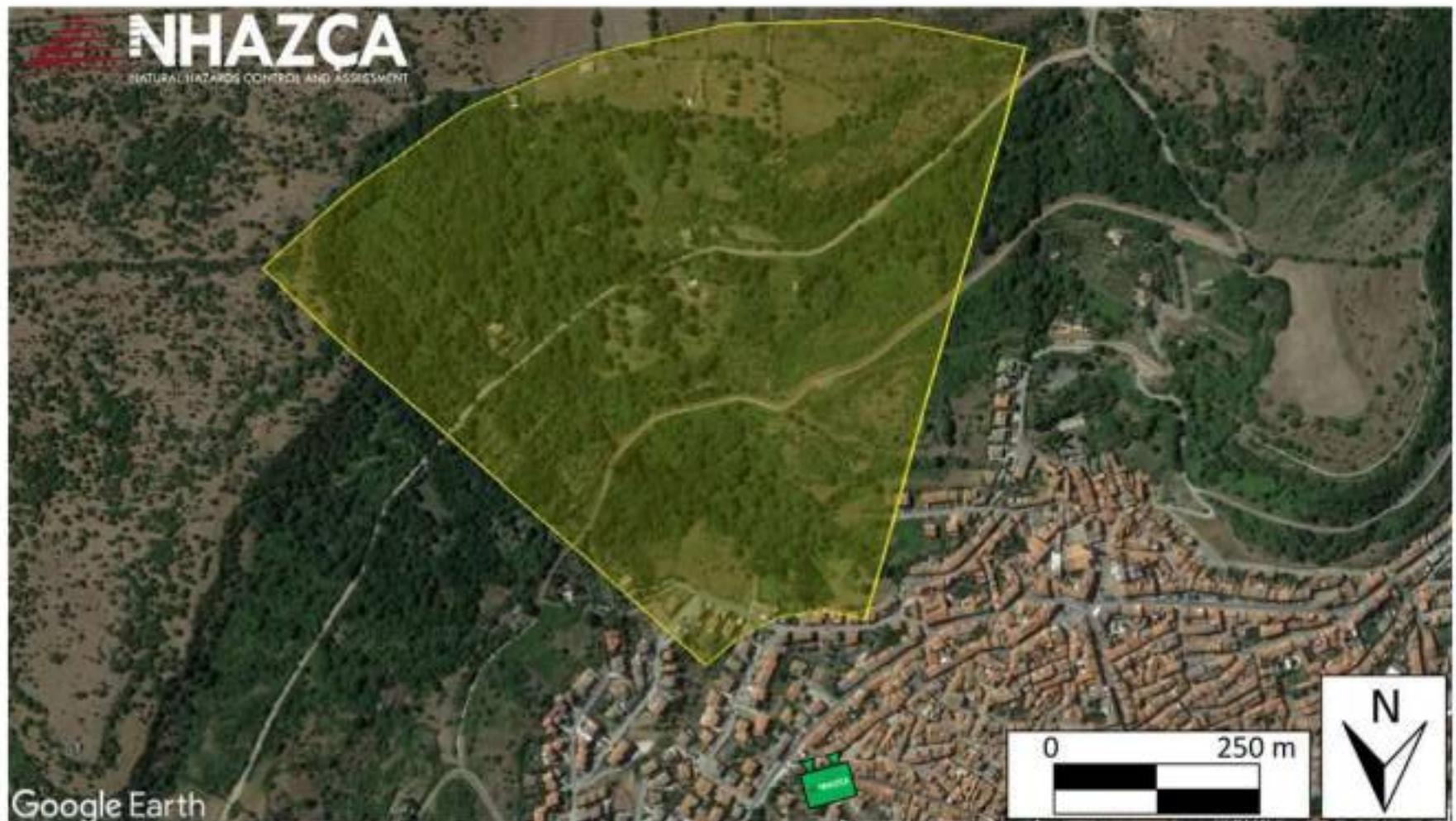


Venerdì 22/01/2021

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi

ATTIVITA' SVOLTE (Installazione Interferometro SAR Terrestre)



Venerdi 22/01/2021

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi

ATTIVITA' SVOLTE (Installazione Corner Reflector)

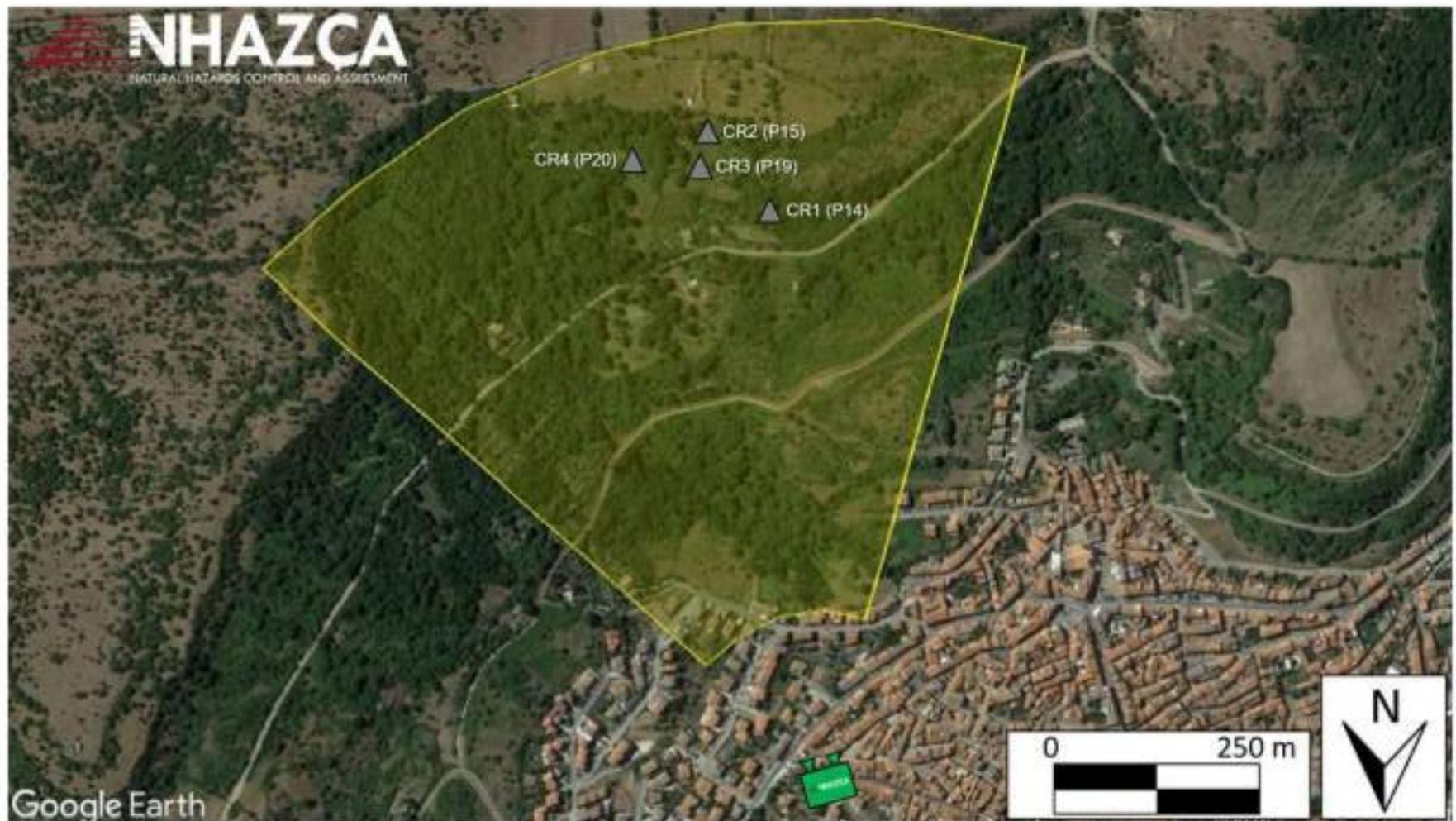


Sabato 23/01/2021 – Domenica 24/01/2021

TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi

ATTIVITA' SVOLTE (Installazione Corner Reflector)



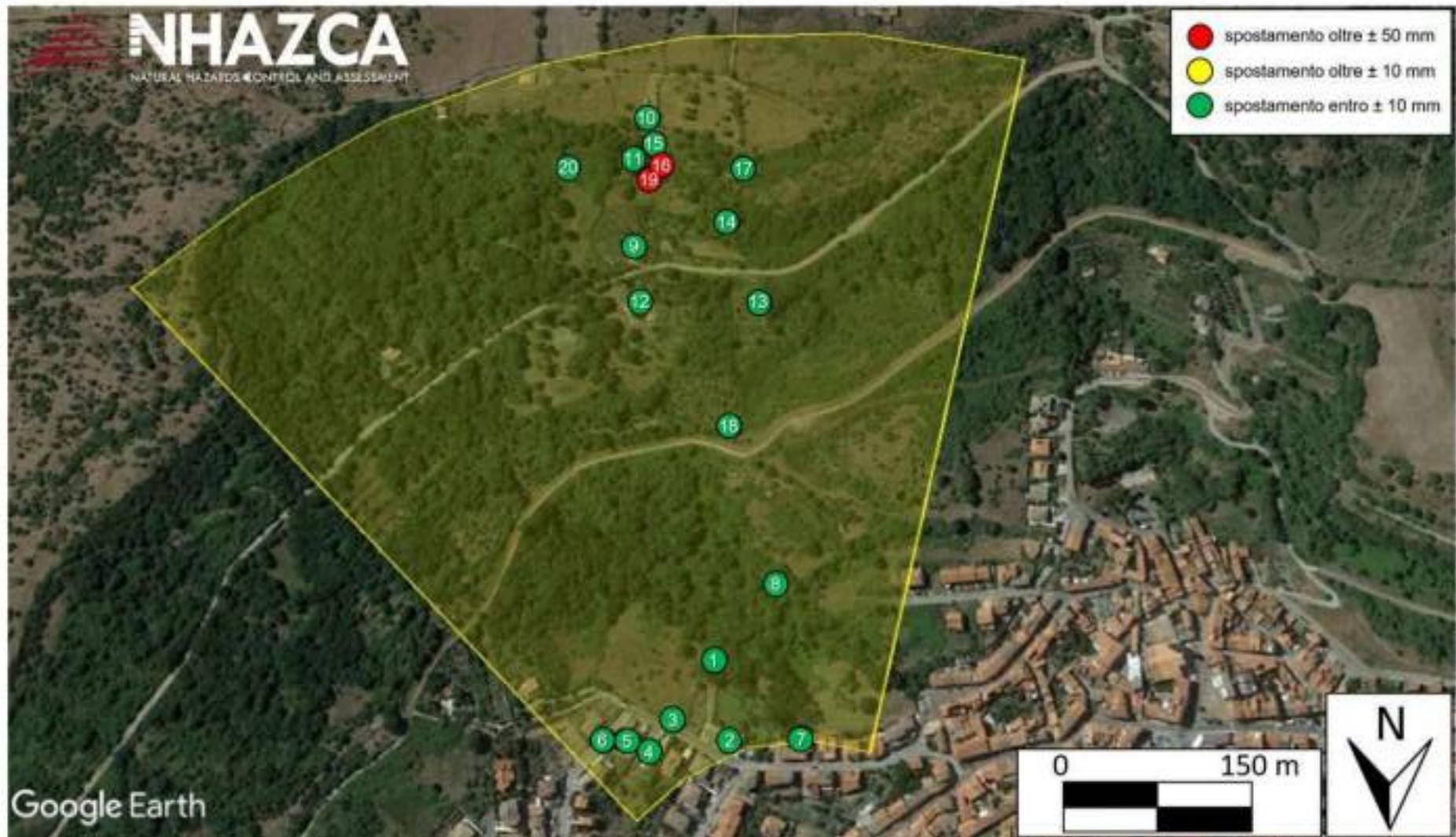
Google Earth

Sabato 23/01/2021 – Domenica 24/01/2021

TERRESTRIAL InSAR

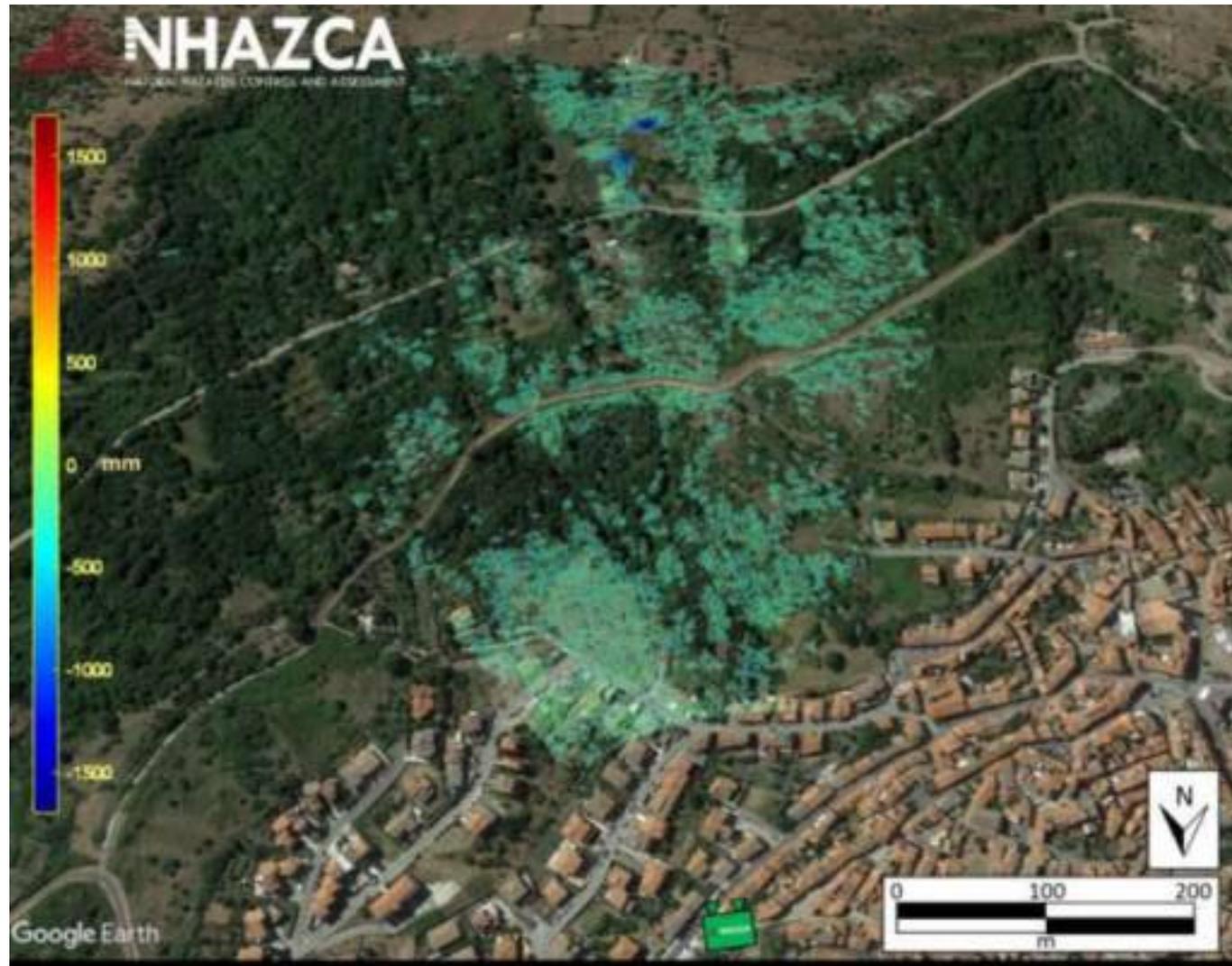
Esempi applicativi

RISULTATI (PRIME 48h)



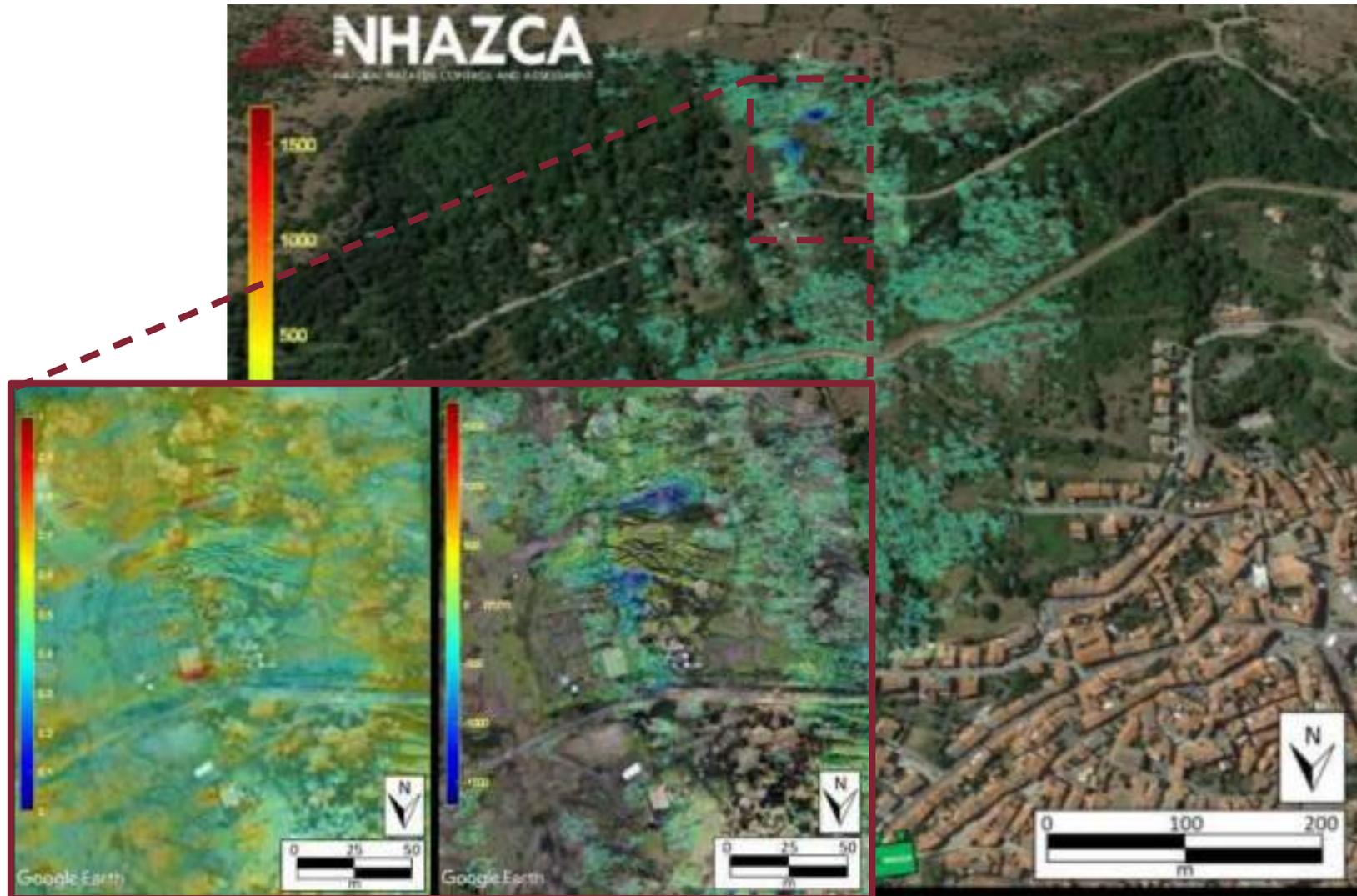
TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi

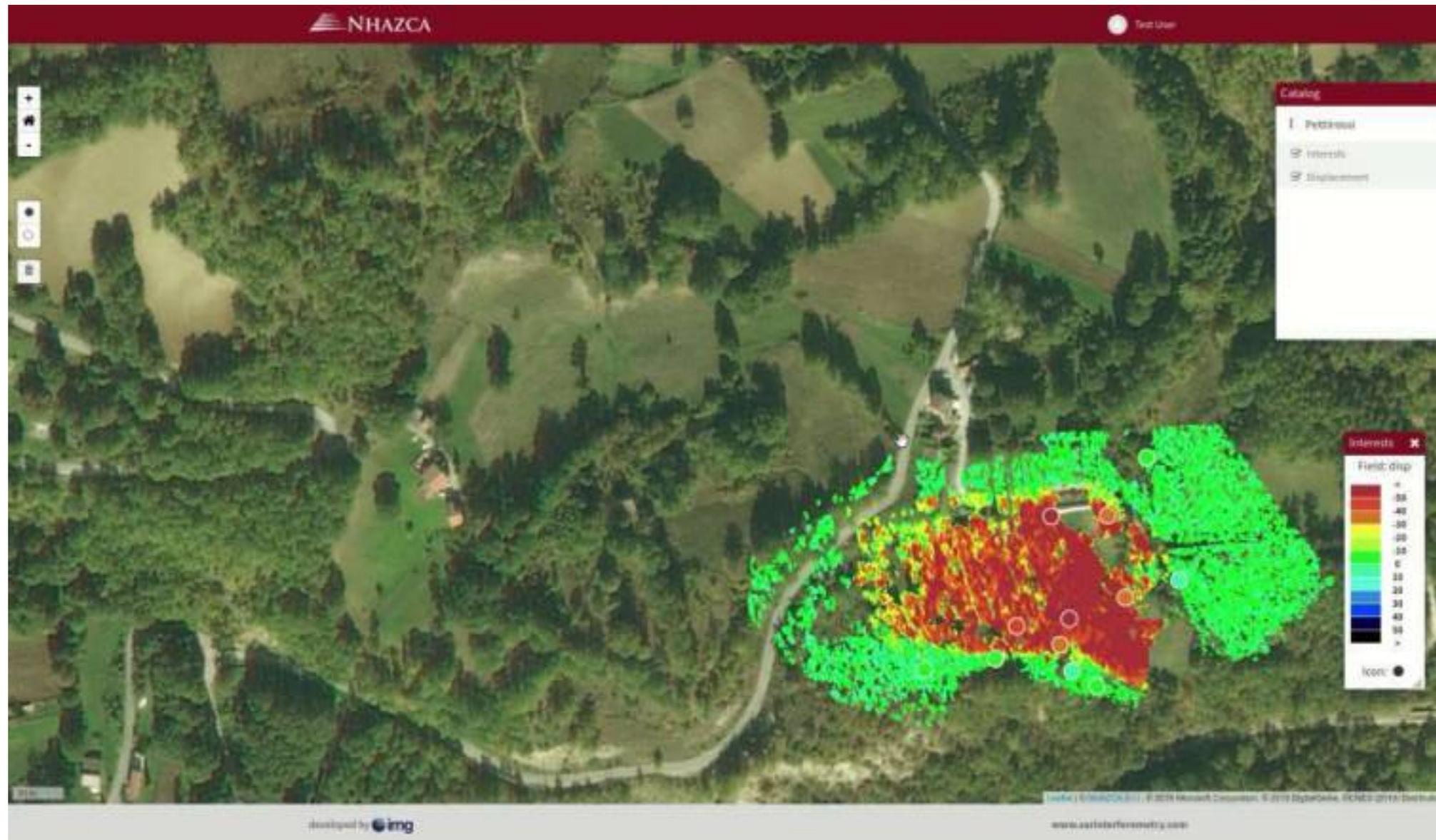


TERRESTRIAL InSAR

Esempi applicativi



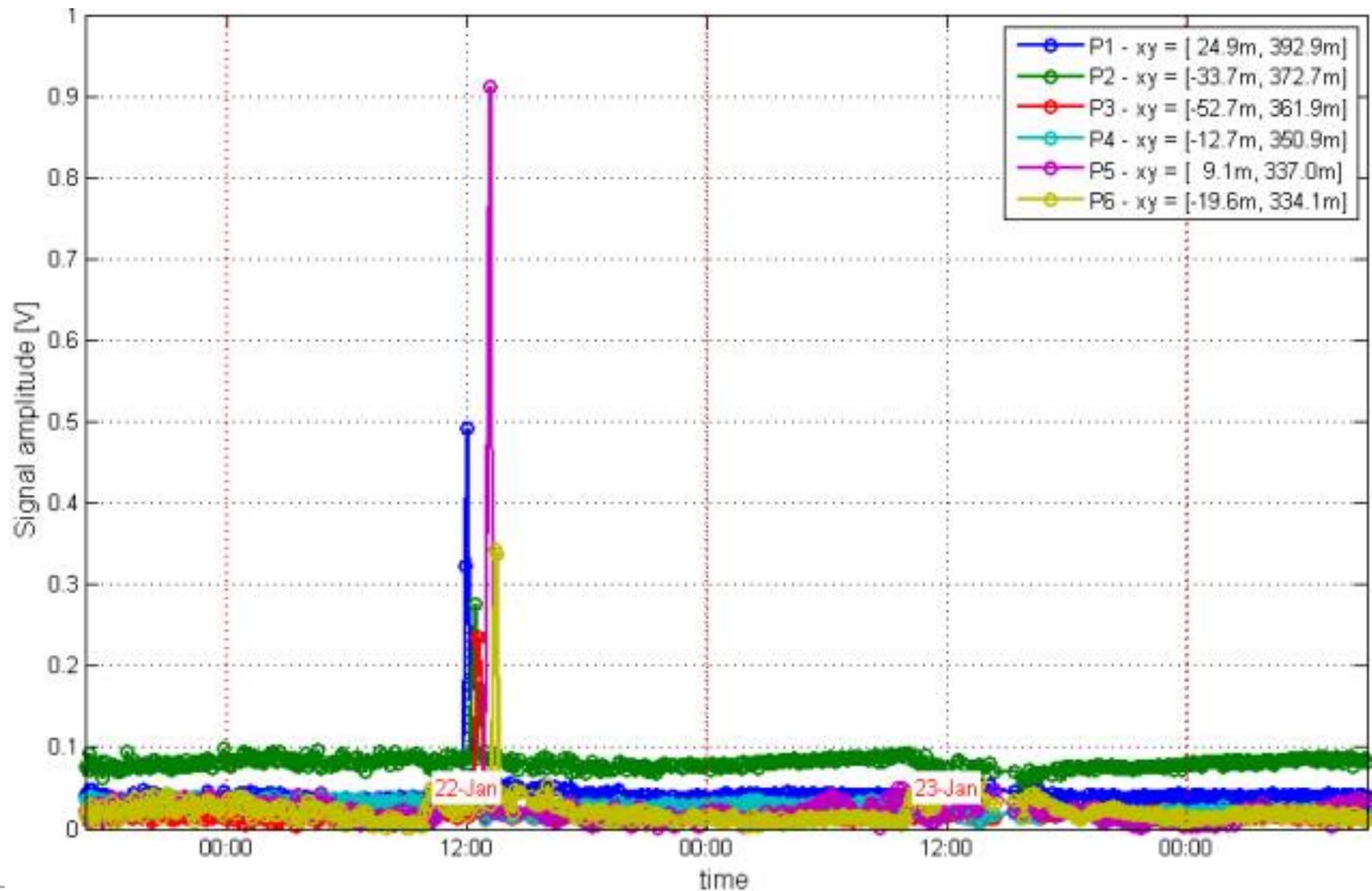
TERRESTRIAL InSAR



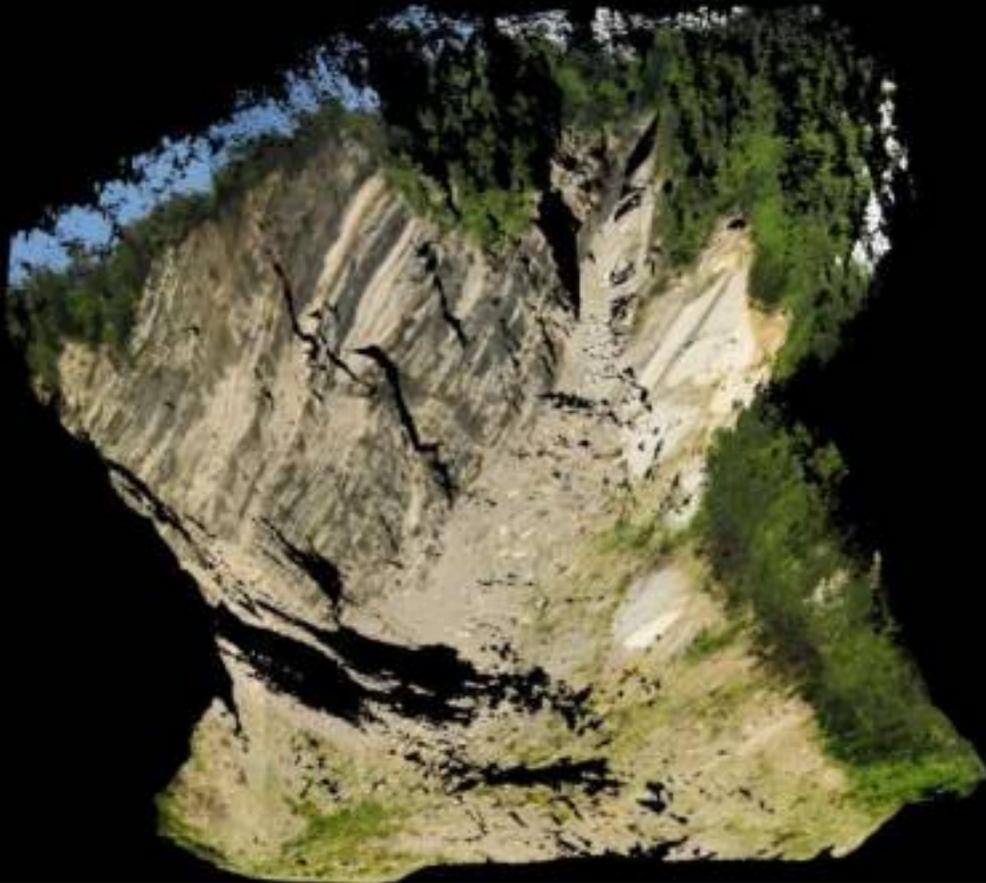
TERRESTRIAL InSAR & Satellite InSAR – Corner Reflector



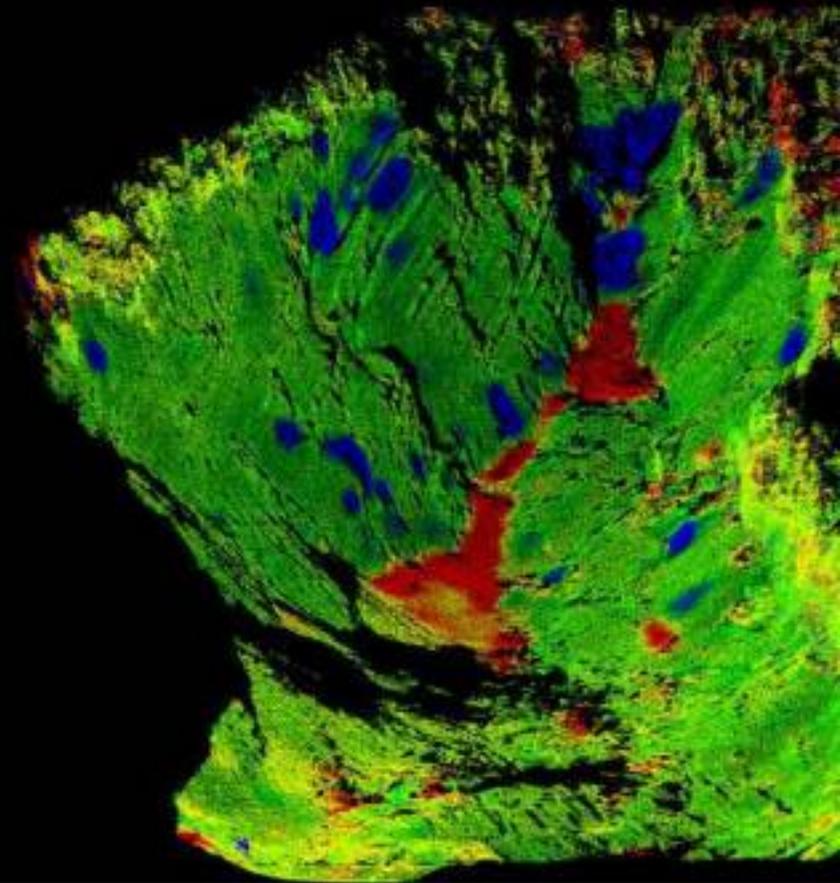
TERRESTRIAL InSAR & Satellite InSAR – Corner Reflector



TERRESTRIAL LASER SCANNING



3D model in real colors retrieved by a Terrestrial Laser Scanner survey of a rock scarp.



Volumetric change estimation derived by multi-temporal survey of the rock scarp. The blue color identifies the detection of rockfalls, while red color is referred to the accumulation of rockfall debris.

LASER SCANNER

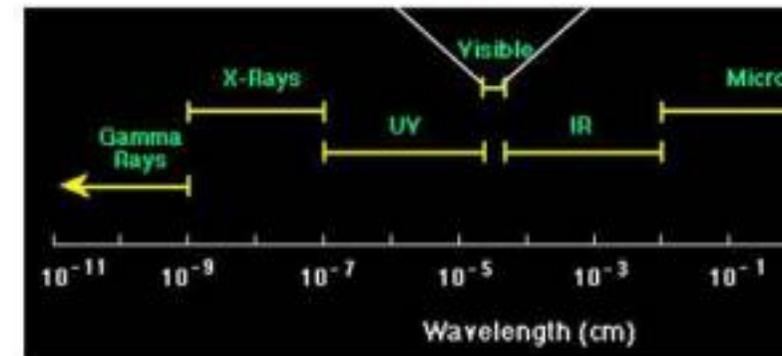
LIDAR

Light Detection And Ranging = Identificazione e misura tramite la luce

Tecnica di telerilevamento che permette di determinare la distanza d da un oggetto con un impulso laser.

La strumentazione utilizza una lunghezza d'onda del visibile e dell'infrarosso vicino (solitamente tra 0,3 e 1,

Sistema attivo che attraverso sistemi meccanici e specchi ruotanti ed oscillanti è in grado di emettere raggi *LASER* e di indirizzare gli stessi in diverse posizioni dello spazio, eseguendo in questo modo una "scansione" degli oggetti che ha nel proprio campo di azione.



LASER SCANNER PIATTAFORME



LASER SCANNER

Categorie di Laser Scanner

I laser scanner possono essere definiti come dei distanziometri a scansione.

I distanziometri usati nei Laser Scanner possono essere distinti in **due categorie principali**:

- strumenti che prevedono la **misura di tempi** trascorsi tra due impulsi o tra due treni d'onda (distanziometri ad impulsi);
- strumenti che prevedono la **misura dello sfasamento** tra l'onda emessa e quella ricevuta (distanziometri a misura di fase), detti anche interferometrici.

LASER SCANNER

Confronto della precisione strumentale delle tecnologie disponibili

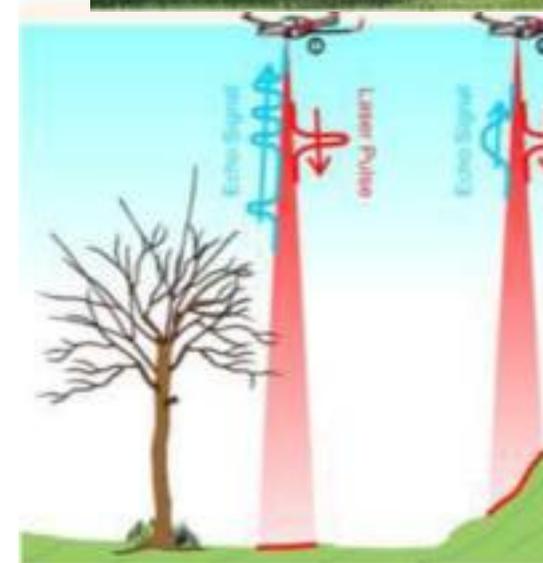
I Laser Scanner a tempo di volo garantiscono una **precisione** sul punto **minore** (5-15 mm) ma **portate elevate** (fino ad alcuni km), con una velocità di acquisizione che può arrivare da diverse decina fino a diverse migliaia di punti al secondo.

I Laser Scanner a differenza di fase raggiungono invece una **precisione maggiore** (2-4 mm) ma con **portate inferiore** a 100 m.

LASER SCANNER

"multiple targets" (solo specifici modelli)

Nel momento in cui il raggio laser incontra degli ostacoli una parte di esso viene riflessa e ritorna allo strumento mentre l'altra parte supera l'ostacolo raggiungendo l'oggetto di interesse. In base all'analisi dei ritorni multipli del segnale ("**Echoes**") è così possibile acquisire informazioni anche in zone parzialmente coperte dalla vegetazione.



LASER SCANNER



LASER SCANNER



LASER SCANNER



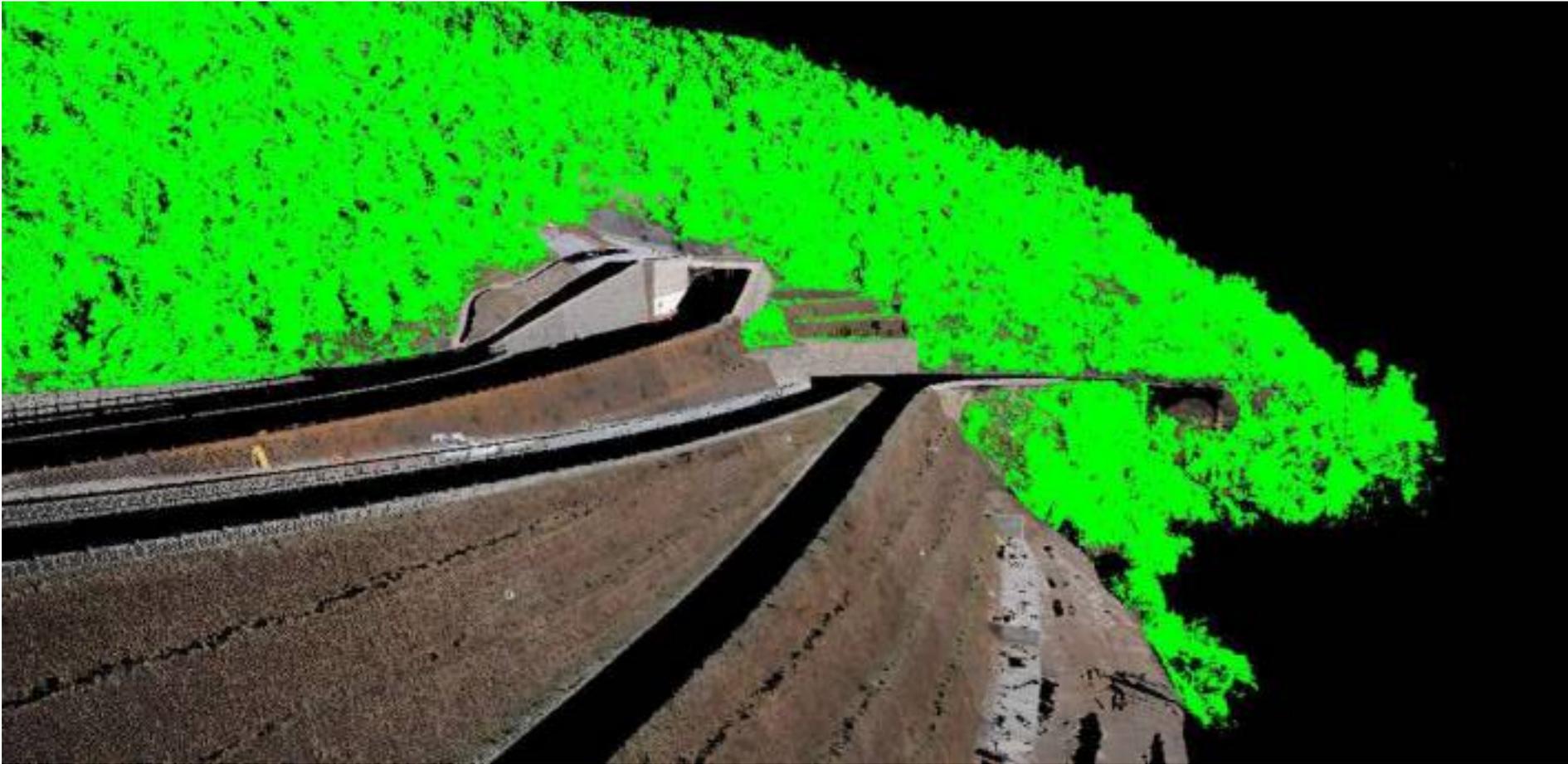
LASER SCANNER



LASER SCANNER



LASER SCANNER



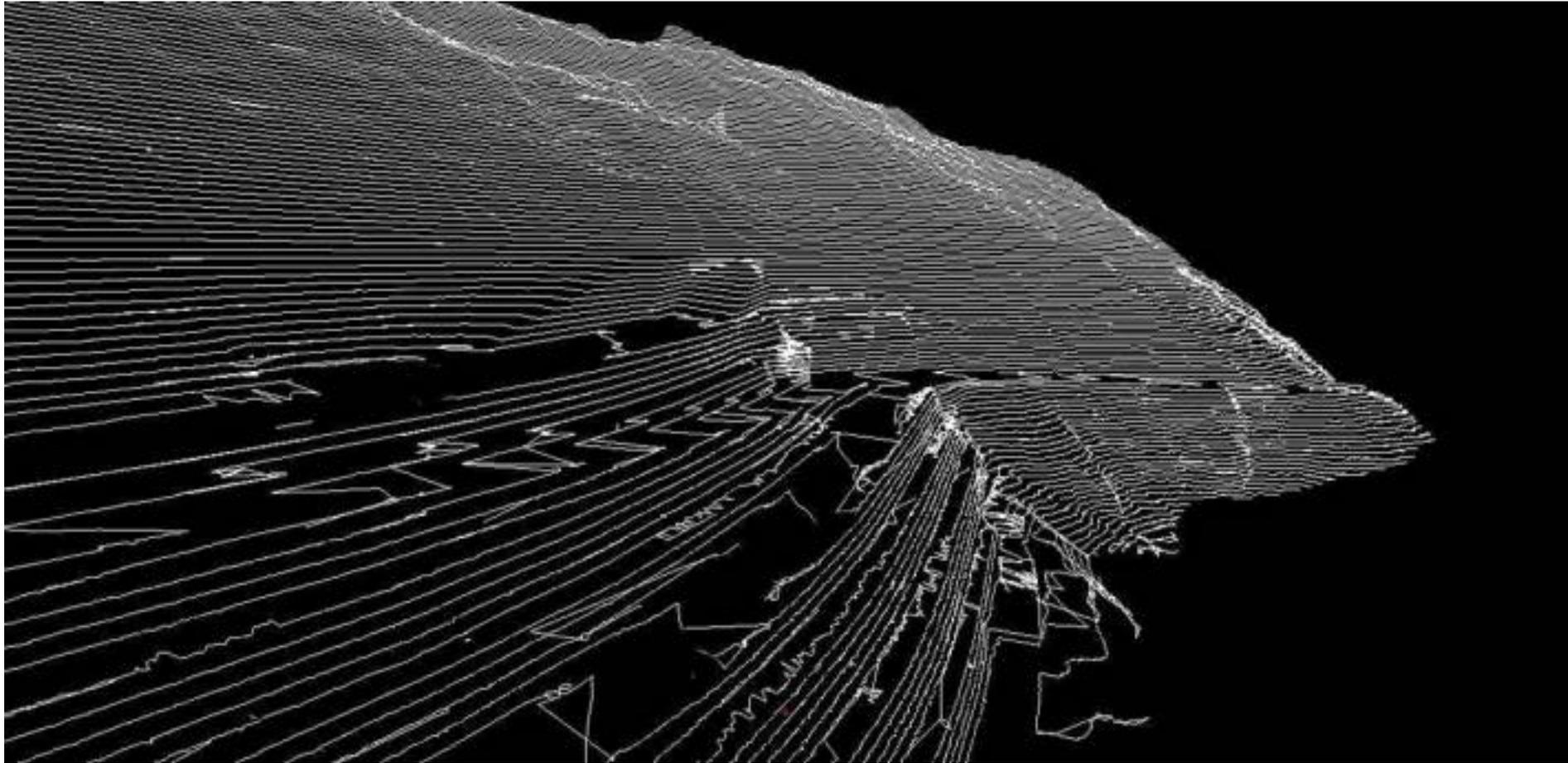
LASER SCANNER



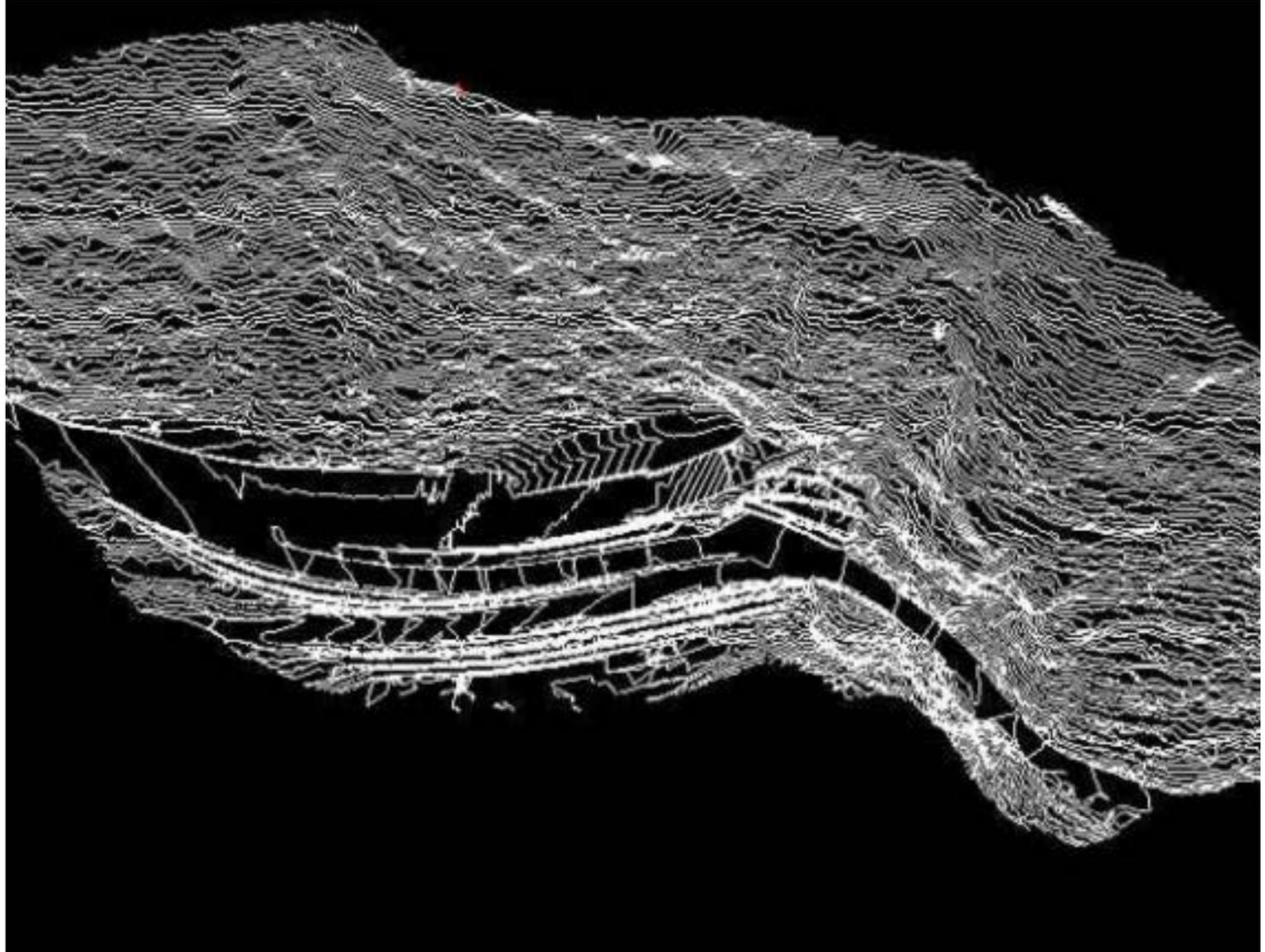
LASER SCANNER



LASER SCANNER



LASER SCANNER



LASER SCANNER

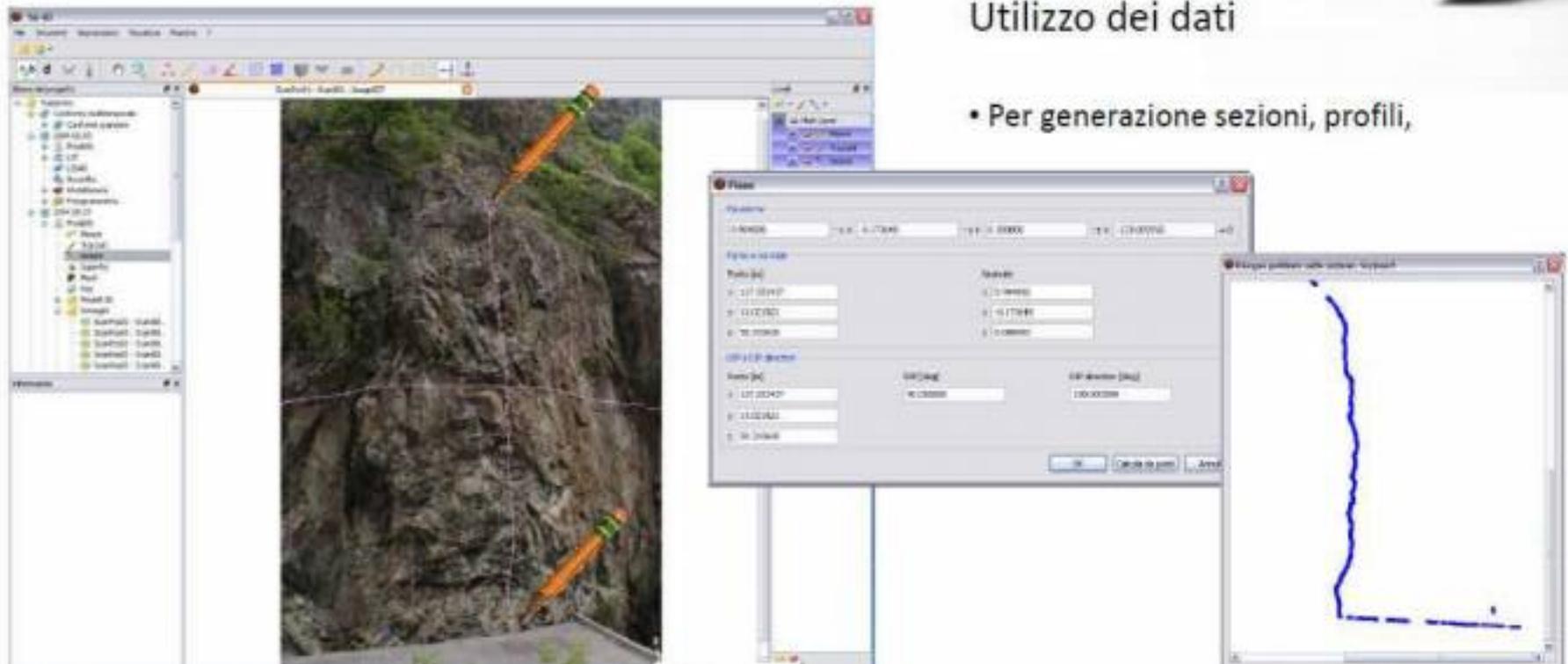


Esempio parete rocciosa



Utilizzo dei dati

- Per generazione sezioni, profili,



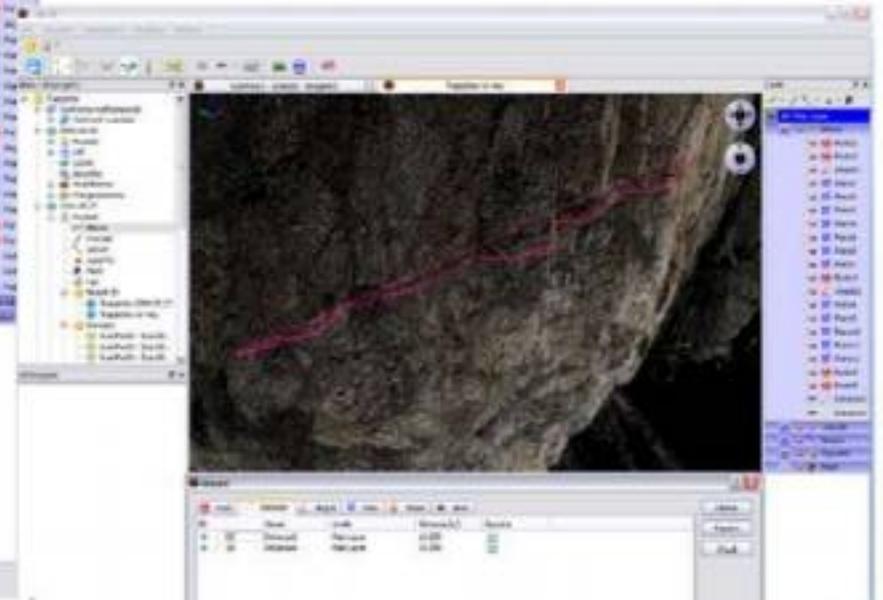
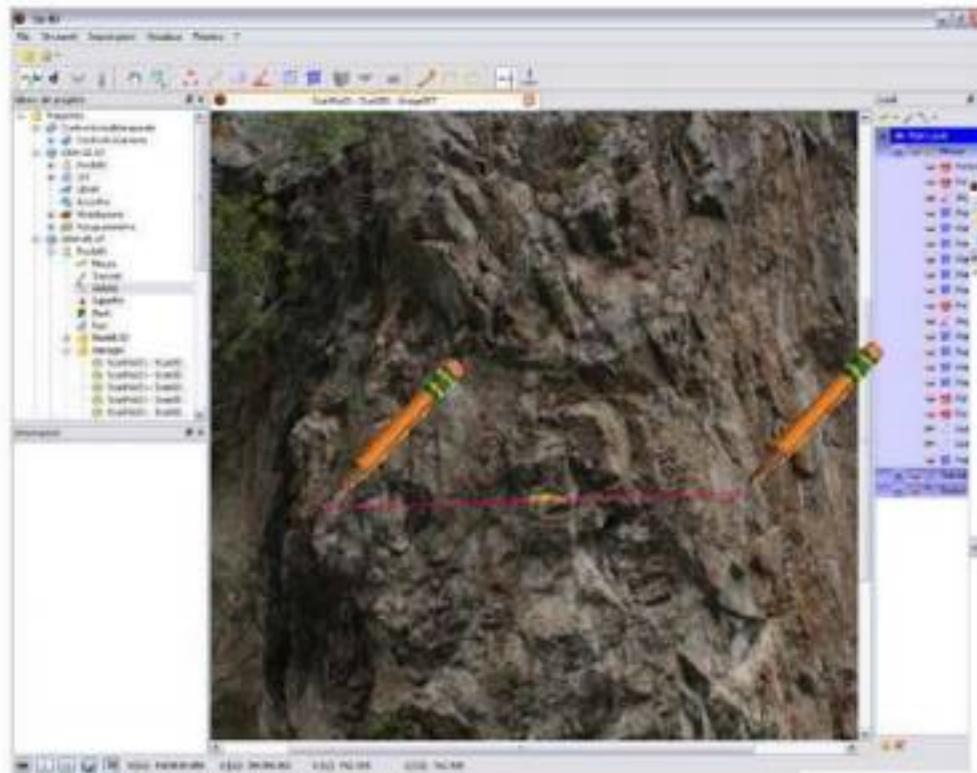
LASER SCANNER



Esempio parete rocciosa

Utilizzo dei dati

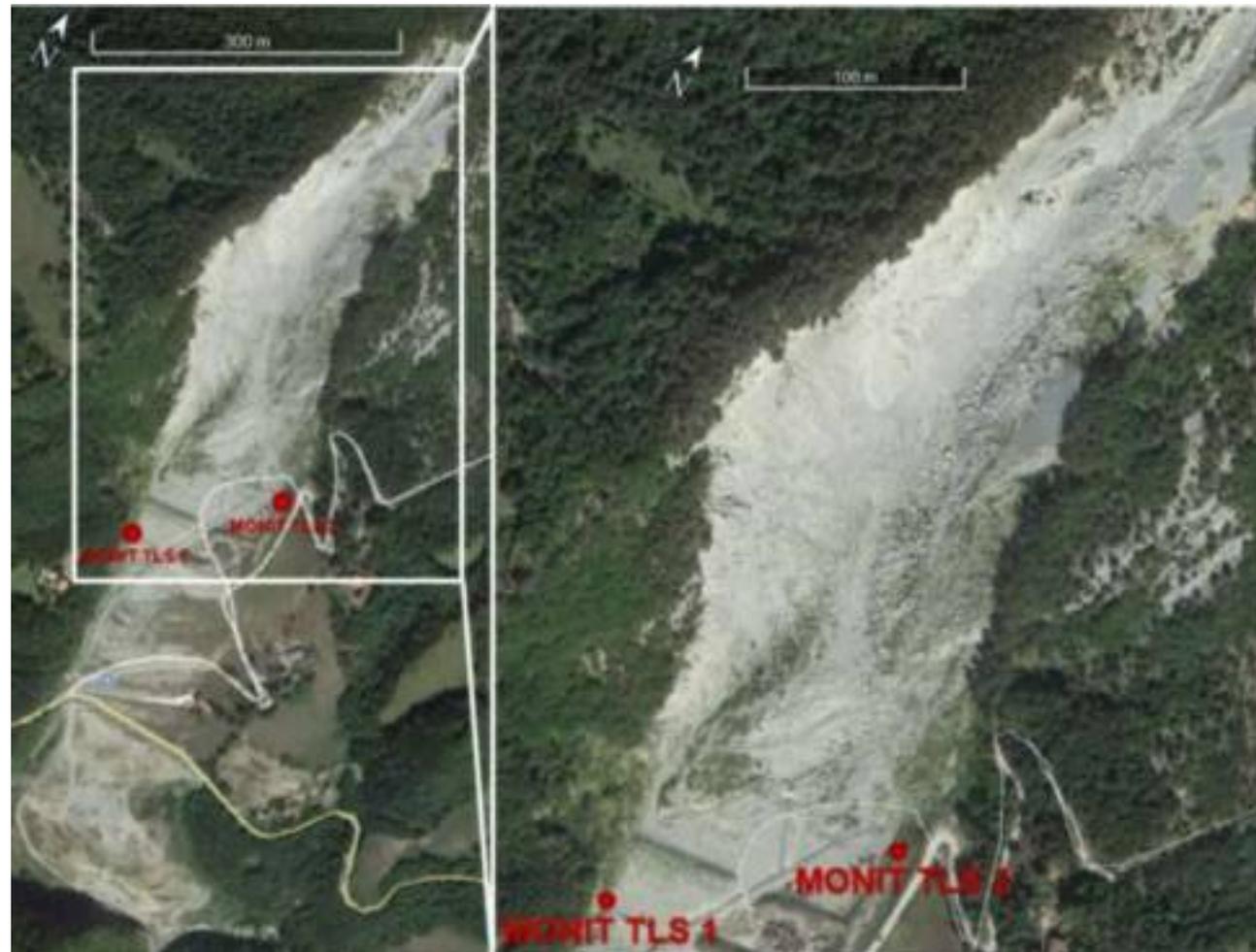
- Misurare



LASER SCANNER



LASER SCANNER



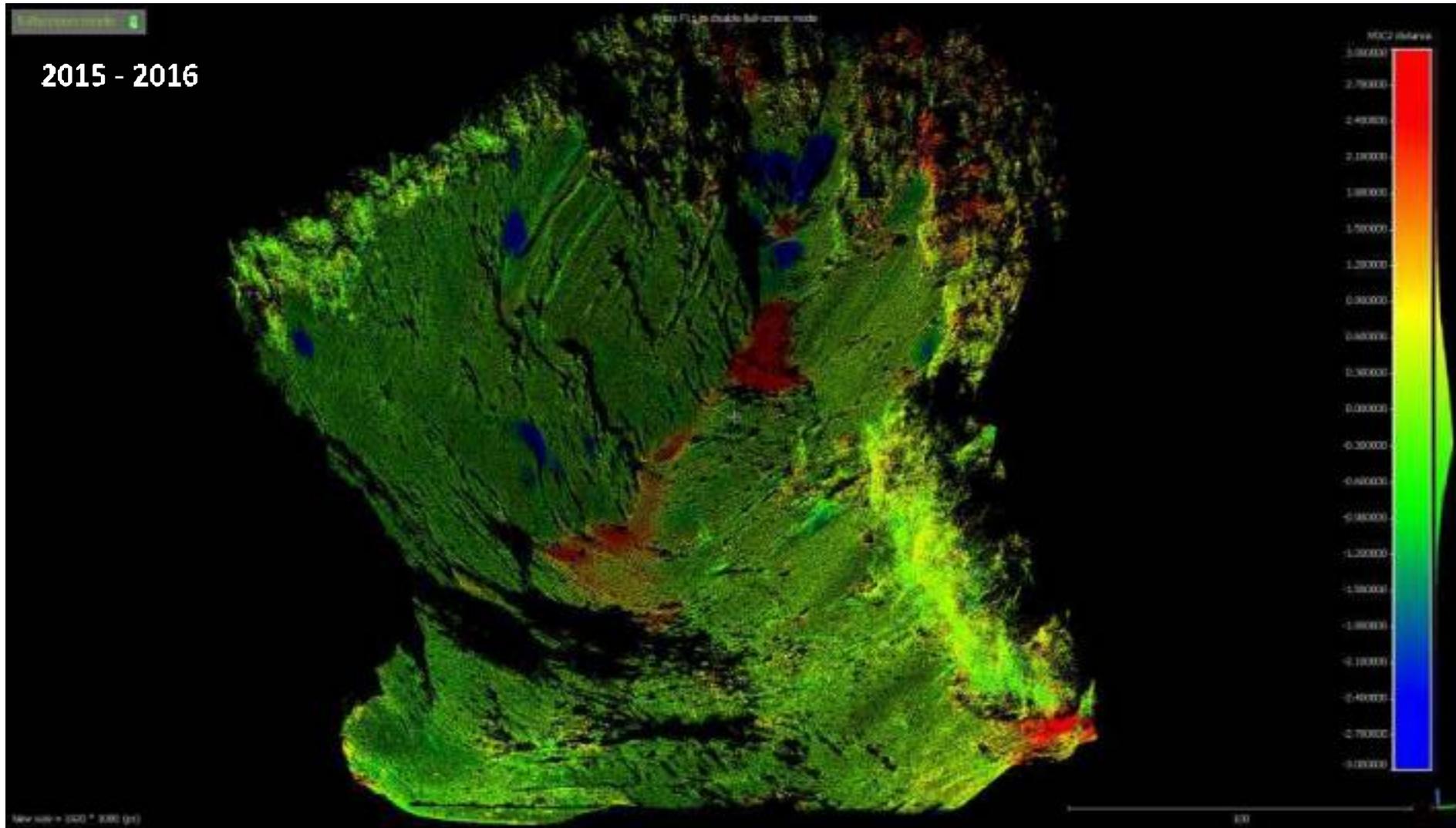
LASER SCANNER



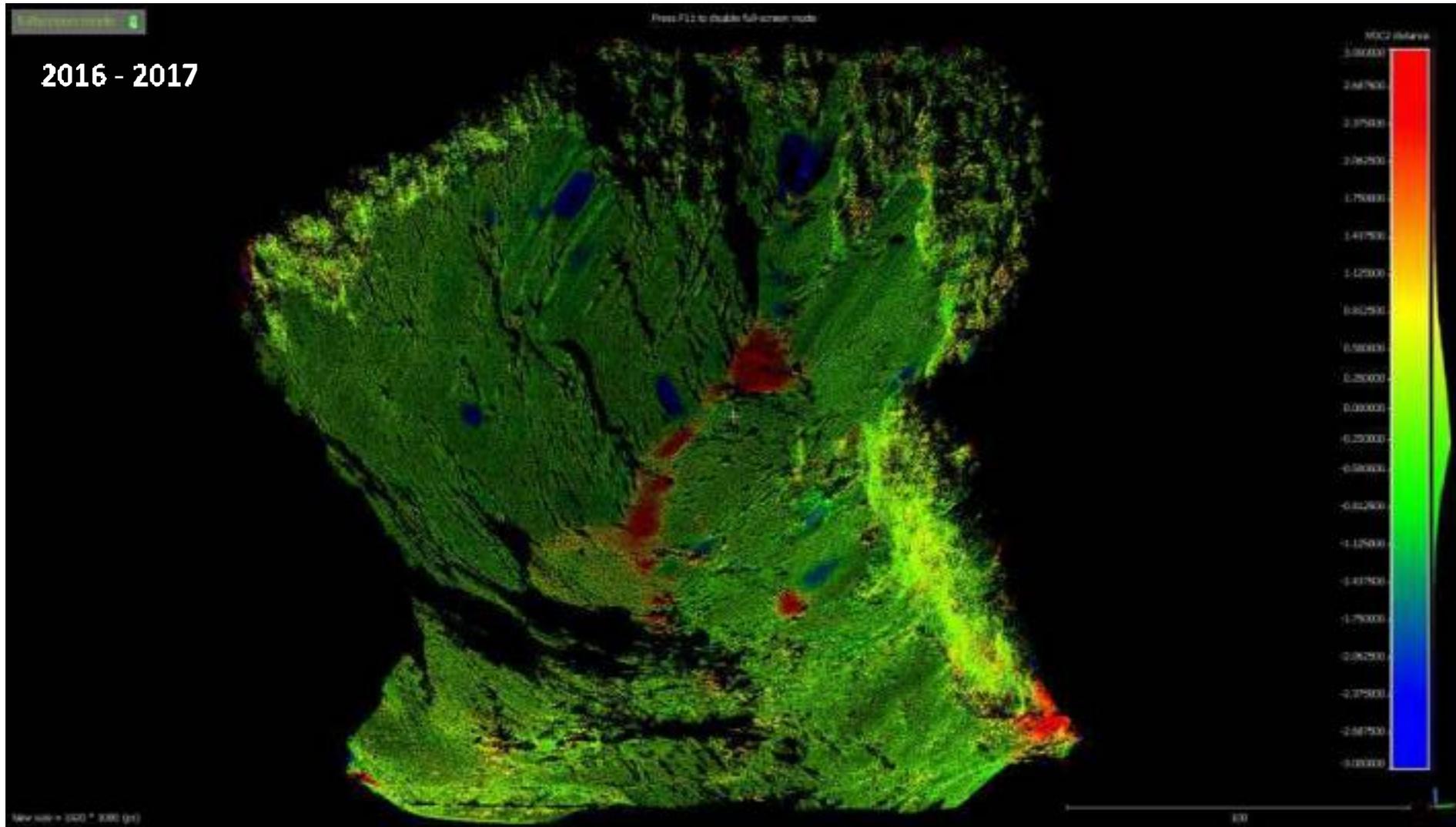
LASER SCANNER



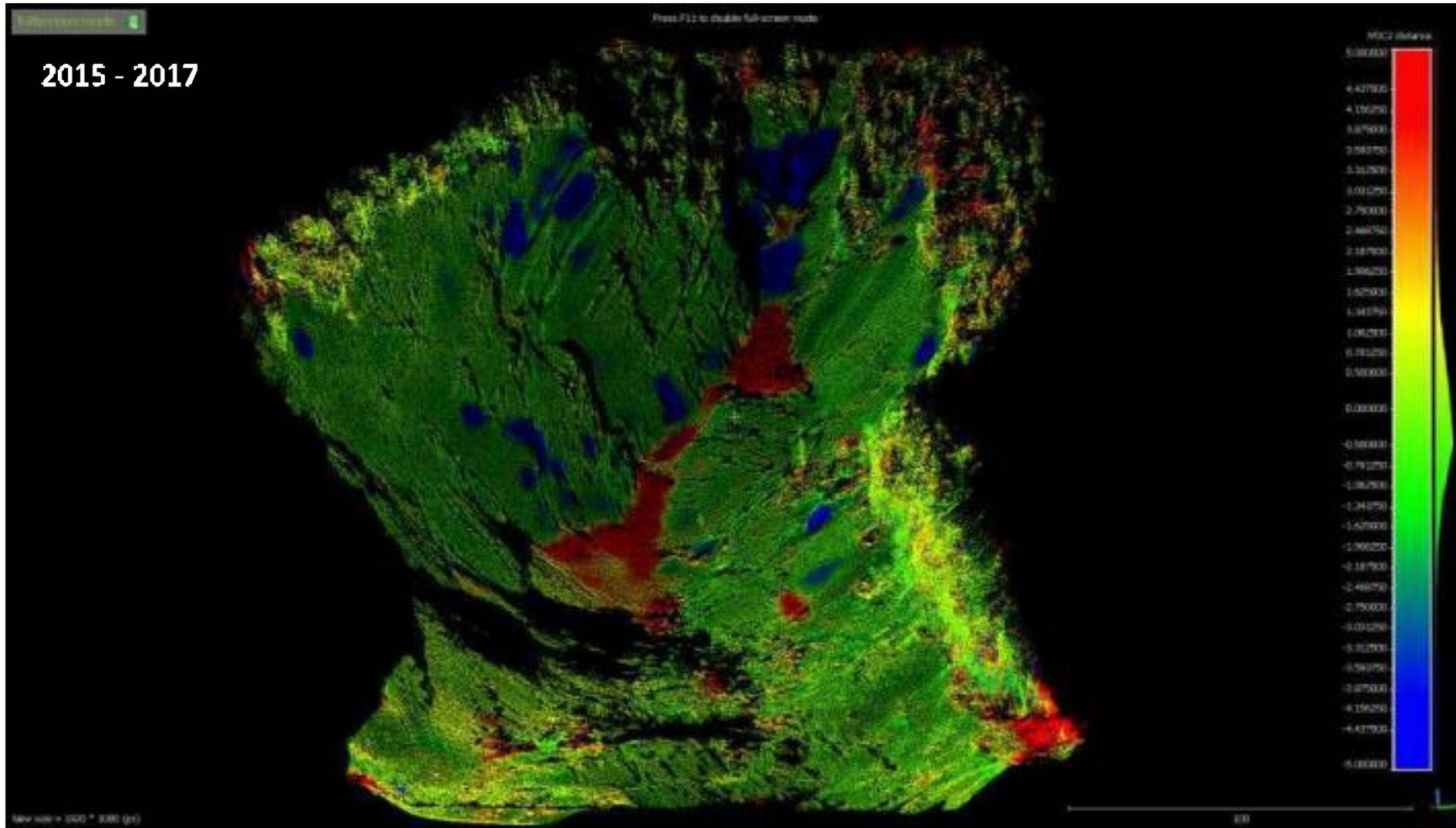
LASER SCANNER



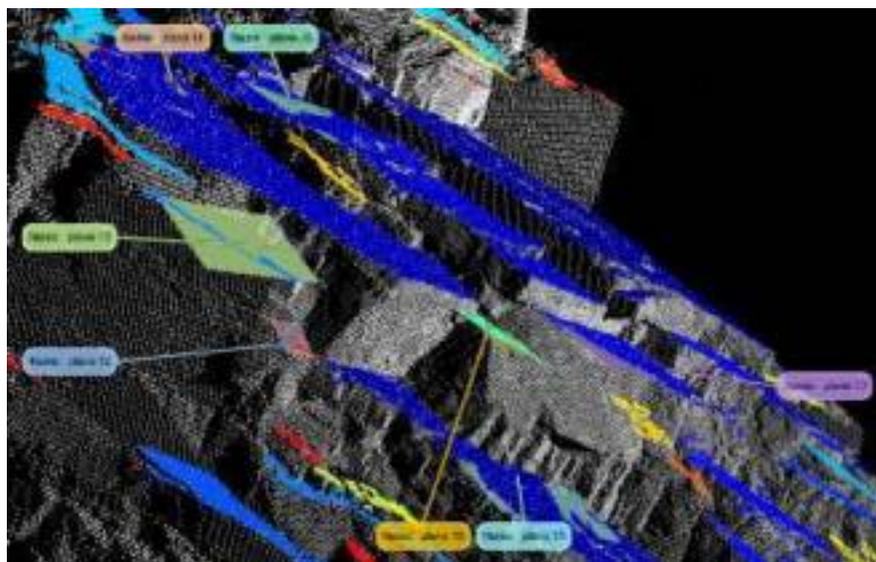
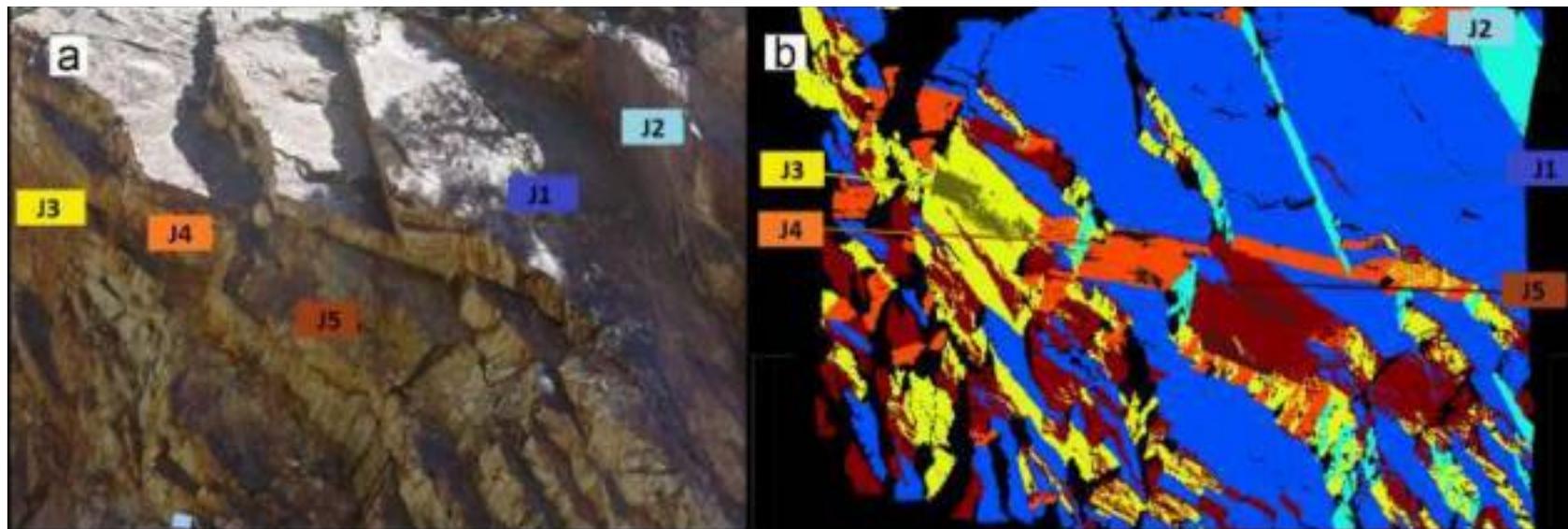
LASER SCANNER



LASER SCANNER

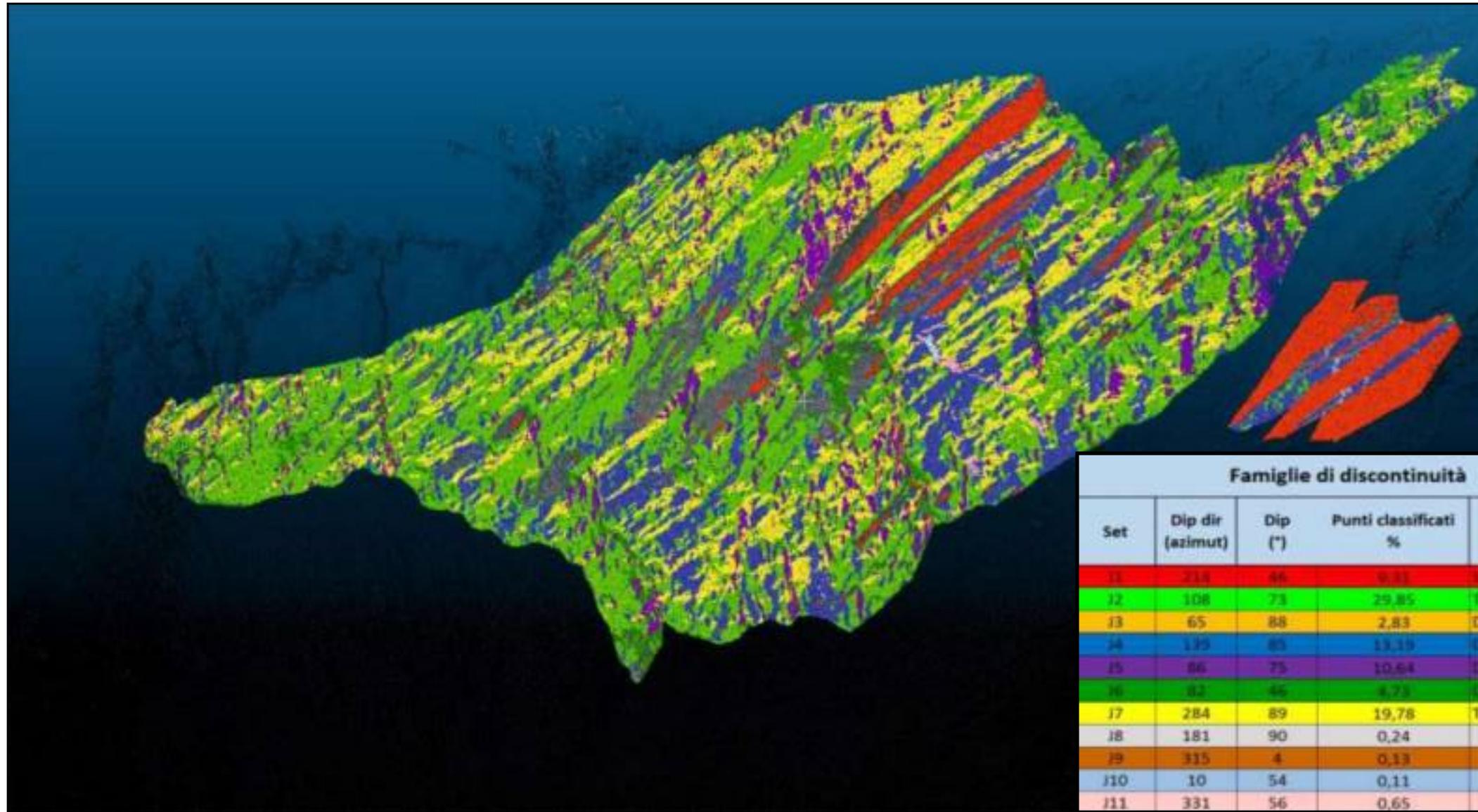


LASER SCANNER

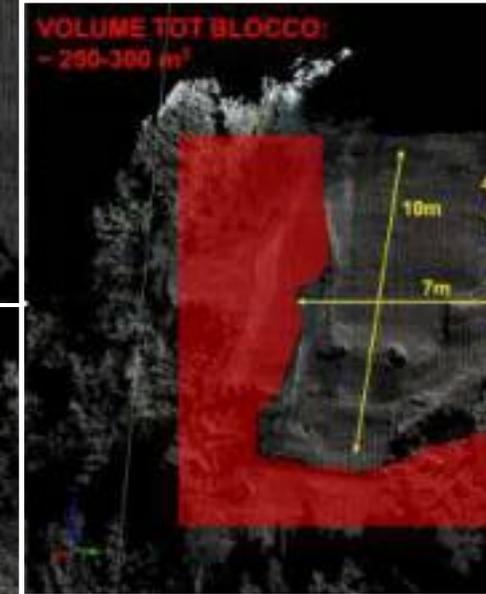


(Requielme et al., 2014)

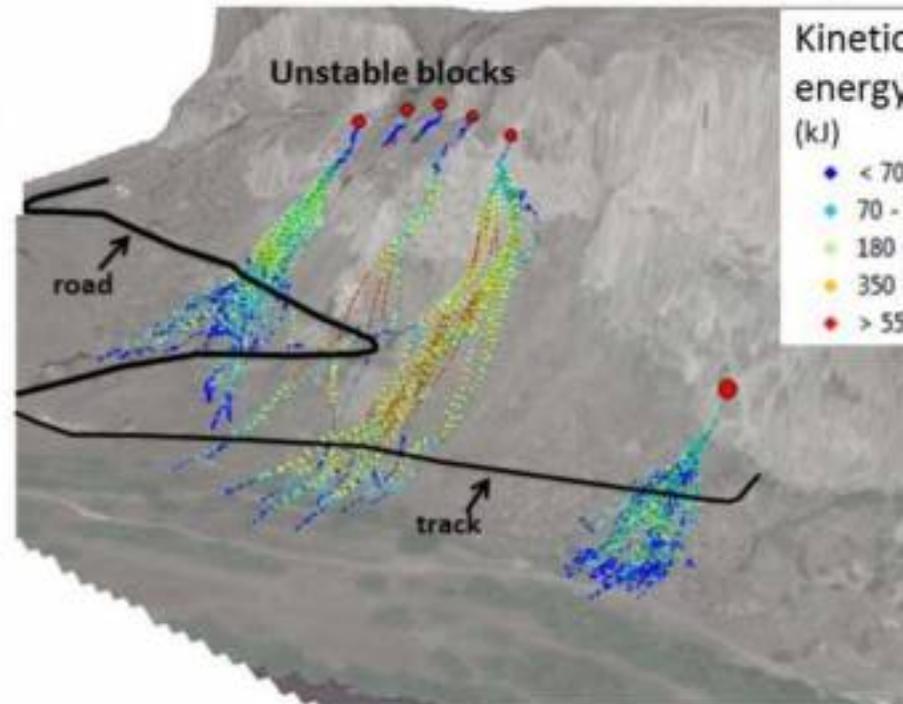
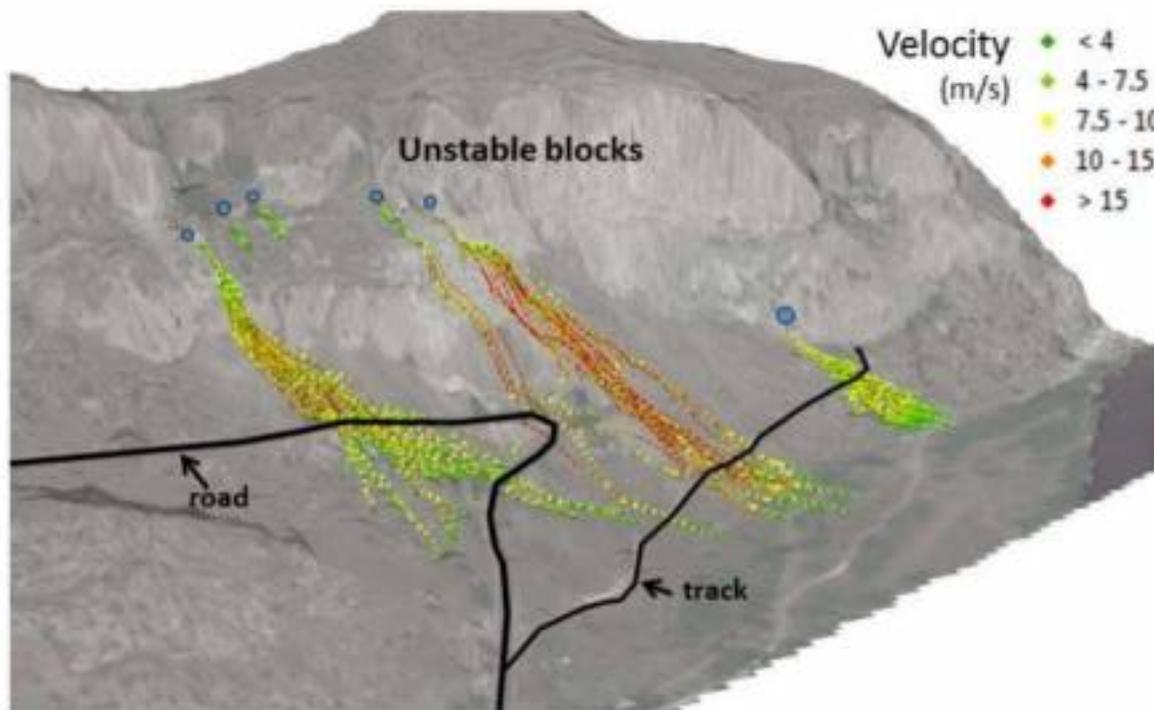
LASER SCANNER



LASER SCANNER



LASER SCANNER



(Margottini et al., 2015)

PhotoMonitoring

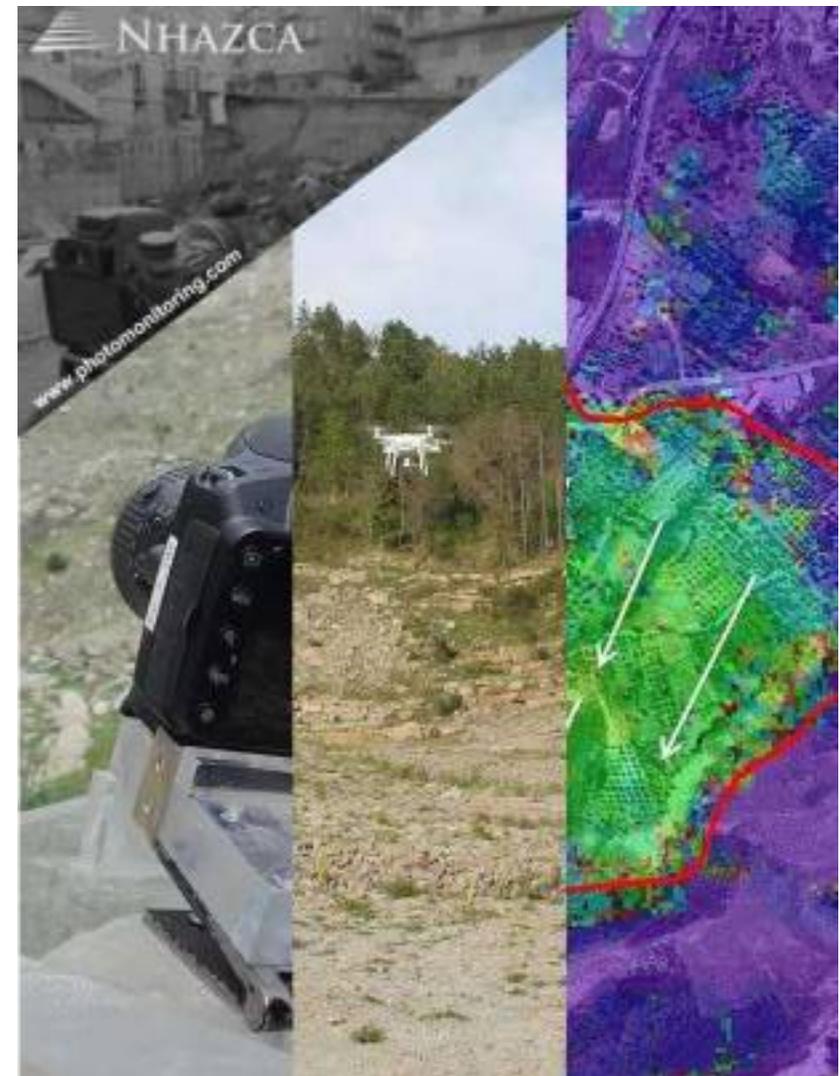
<https://www.photomonitoring.com/>

PhotoMonitoring è una nuova soluzione di monitoraggio che sfrutta la grande diffusione nel mondo di **sensori ottici/multispettrali** al fine di ottenere **informazioni** circa i **cambiamenti** o gli **spostamenti del terreno**, mediante opportune tecniche di **image processing**

PhotoMonitoring opera a diverse scale spaziali e temporali, rappresentando uno strumento ideale per lo studio e il monitoraggio di processi deformativi superficiali (**frane, processi di subsidenza, processi vulcanici, terremoti, ecc.**)

PhotoMonitoring si basa sulle seguenti principali tecniche di image processing:

- **Change Detection**
- **Digital Image Correlation**
- **Structure From Motion**
- **Image Classification & feature detection**



PhotoMonitoring – Change Detection

Riconoscimento automatico delle variazioni della superficie o del terreno attraverso l'analisi delle variazioni del comportamento radiometrico tra coppie di immagini acquisite a diversi intervalli temporali



PhotoMonitoring – Change Detection



PhotoMonitoring – Change Detection



PhotoMonitoring – Change Detection



PhotoMonitoring – Change Detection



PhotoMonitoring – Change Detection

IRIS

File Settings Tools Help

Master Slave Displacement Changes Correlation

Parameters Value

- Global
 - Step size 8
 - Bands(s) Grayscale
 - Use mask False
 - Coregister False
 - Veg. filter False
 - Veg. threshold n.d.
 - Multicore True
 - Multi-master False
- Displacement
 - Window size 64
 - Sub-pix resolution 0.01
- Changes
 - Window size 32
 - SSI threshold 0.45
- Post-processing
 - CC filter False
 - CC threshold n.d.
 - Colorbar max 5.0
 - Noise threshold 0.1
 - Meas. unit px
 - Green width 2
 - Resampling Nearest
- Coregistration
 - Affine False
 - Projective True

	Value
Disp E-W	
Disp N-S	
Disp Res	
Change	No
Correl.	
X	167
Y	61



Change Detection Progress 100%

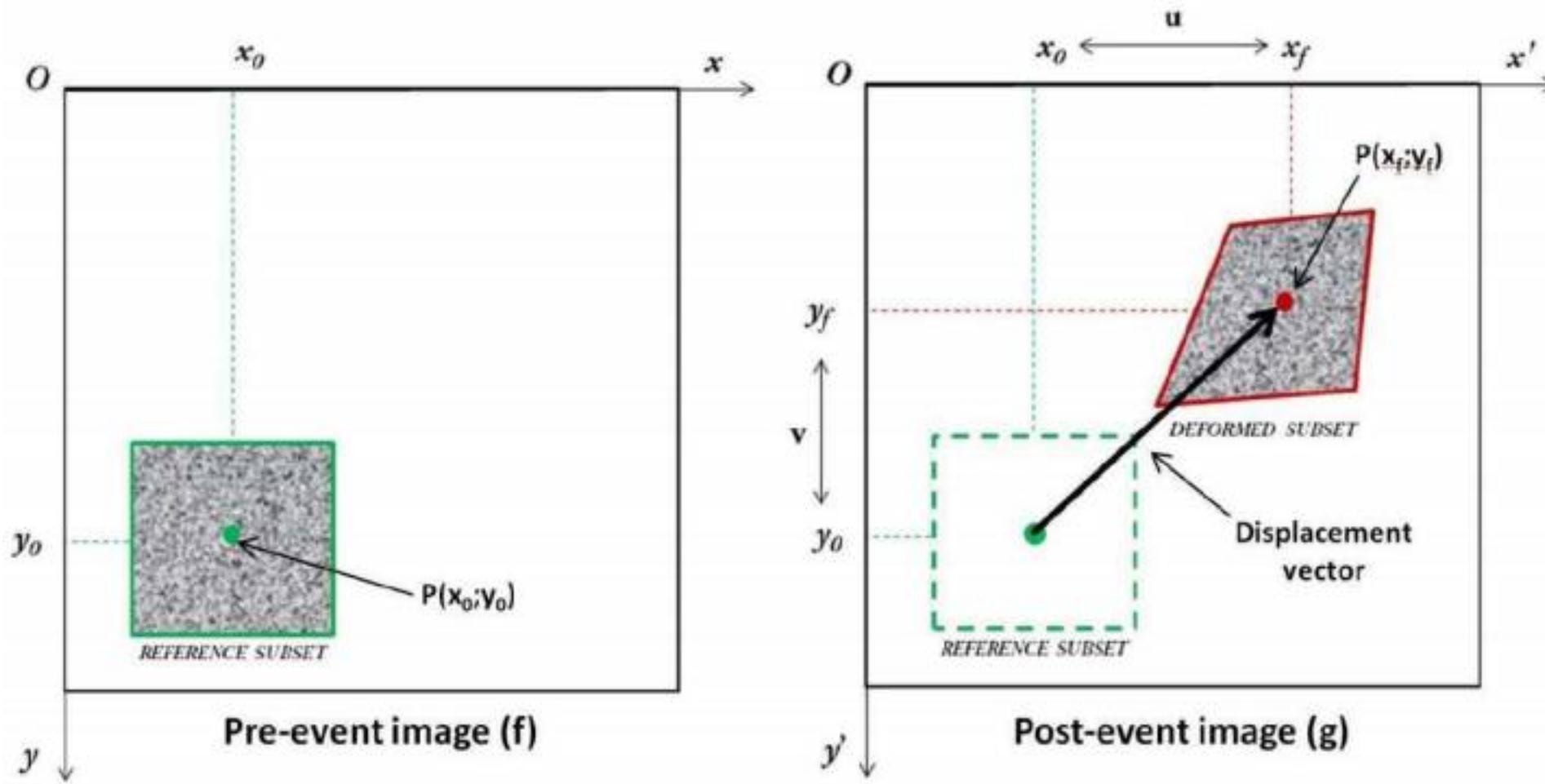
Log

- [13:25:28] - Analysis Started
- [13:25:39] - Change Detection started
- [13:25:50] - Change Detection finished
- [13:25:51] - Saving Change Detection Results
- [13:25:51] - Analysis Completed

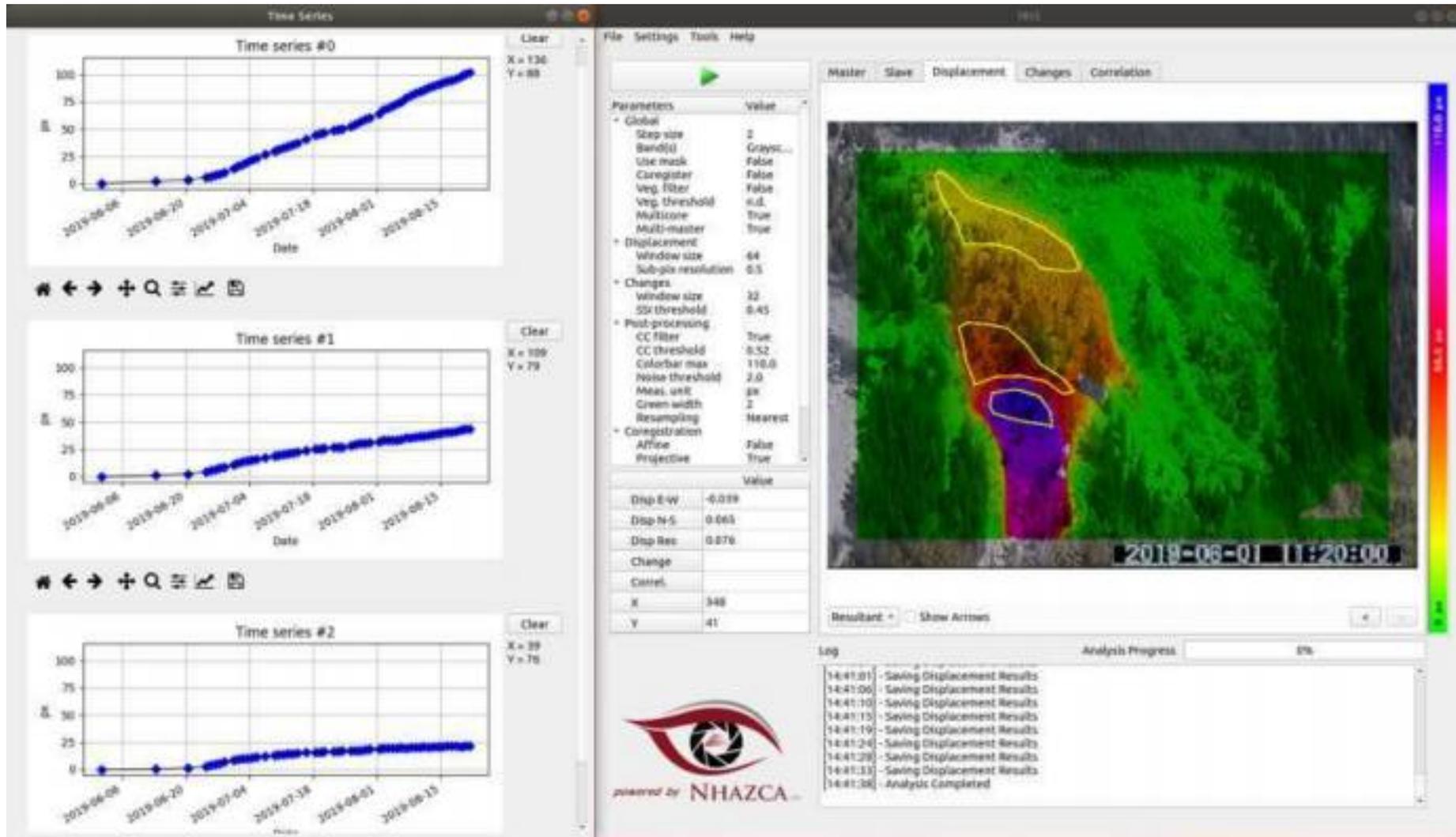


powered by **NHAZCA**

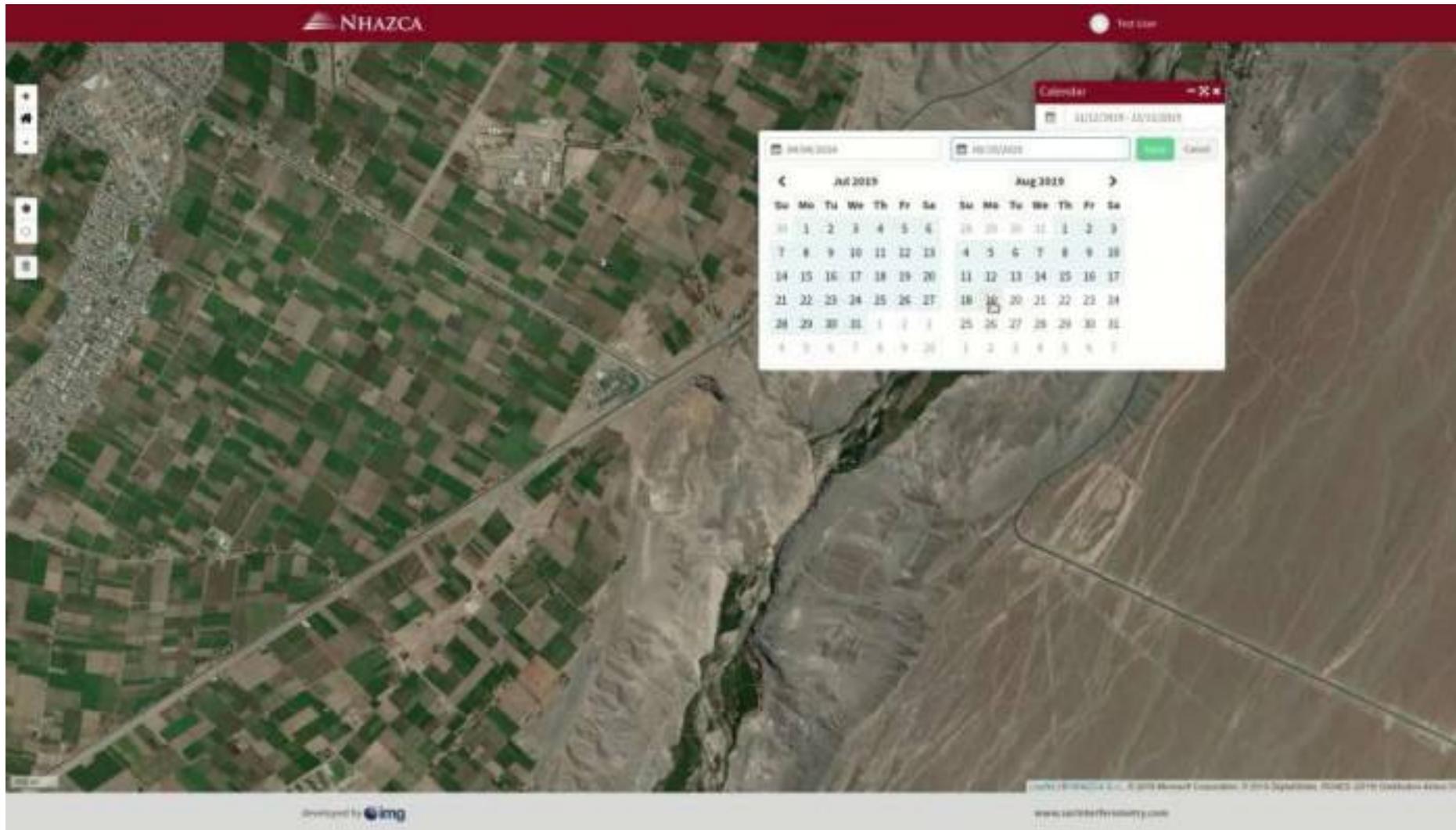
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



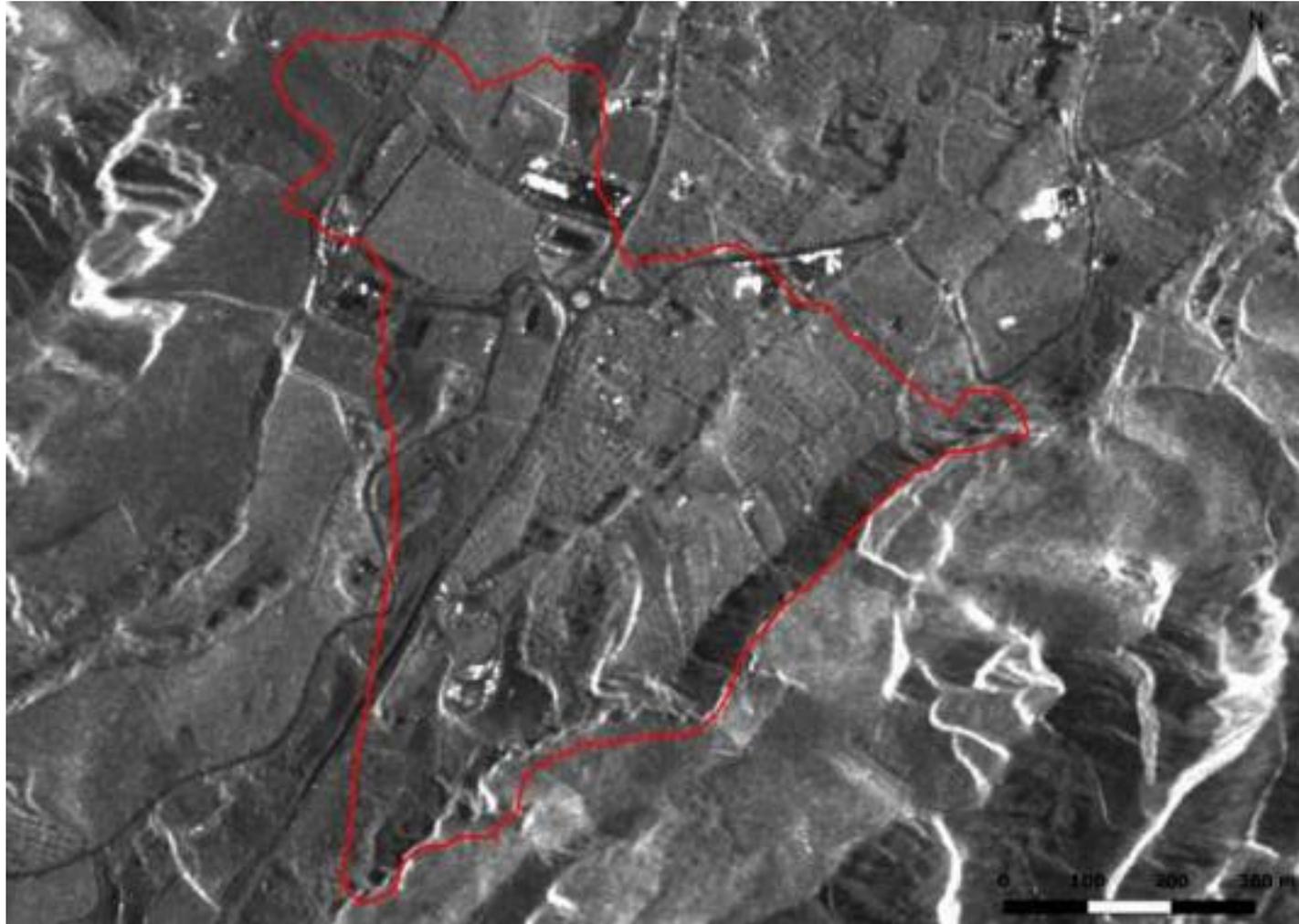
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



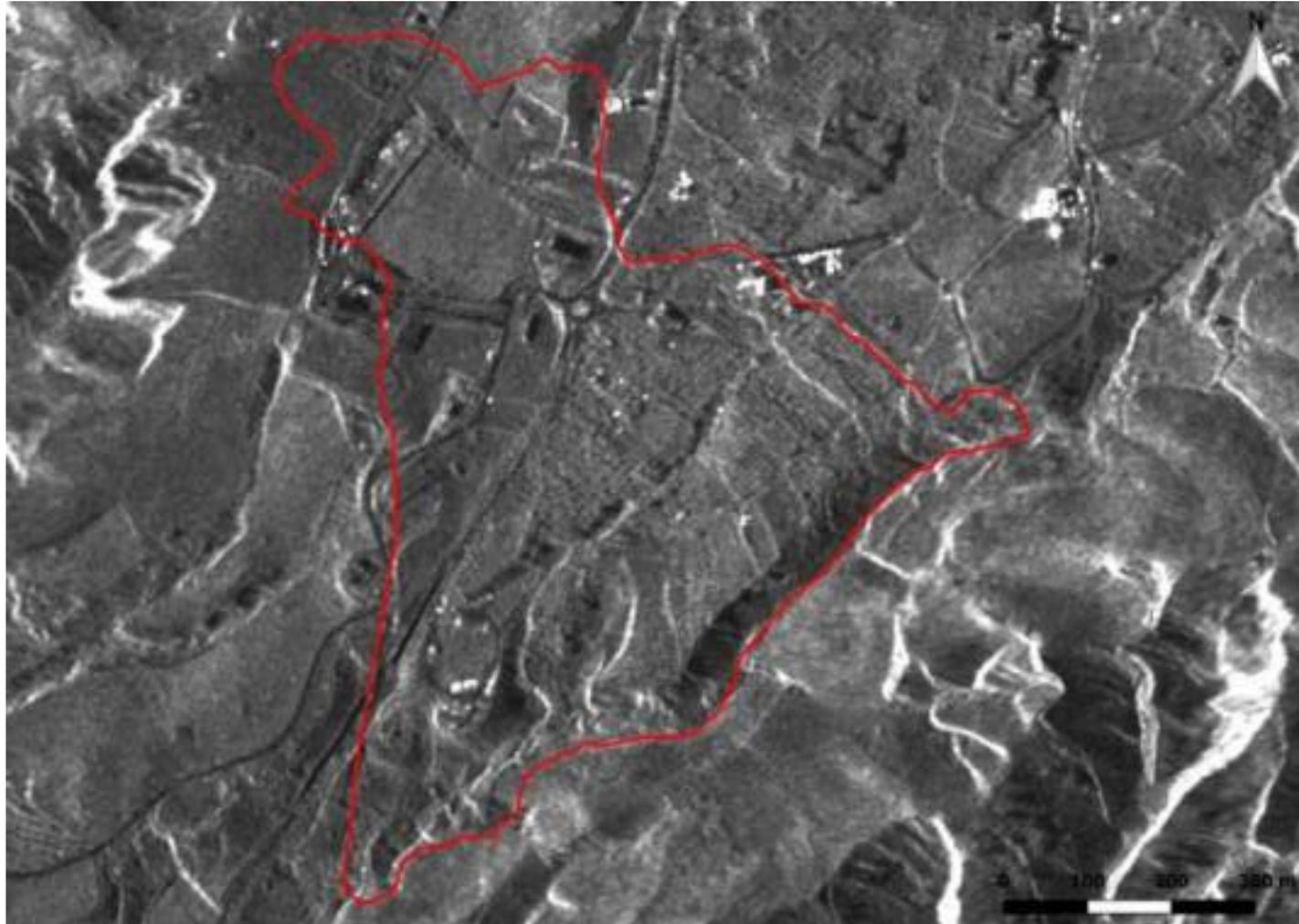
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



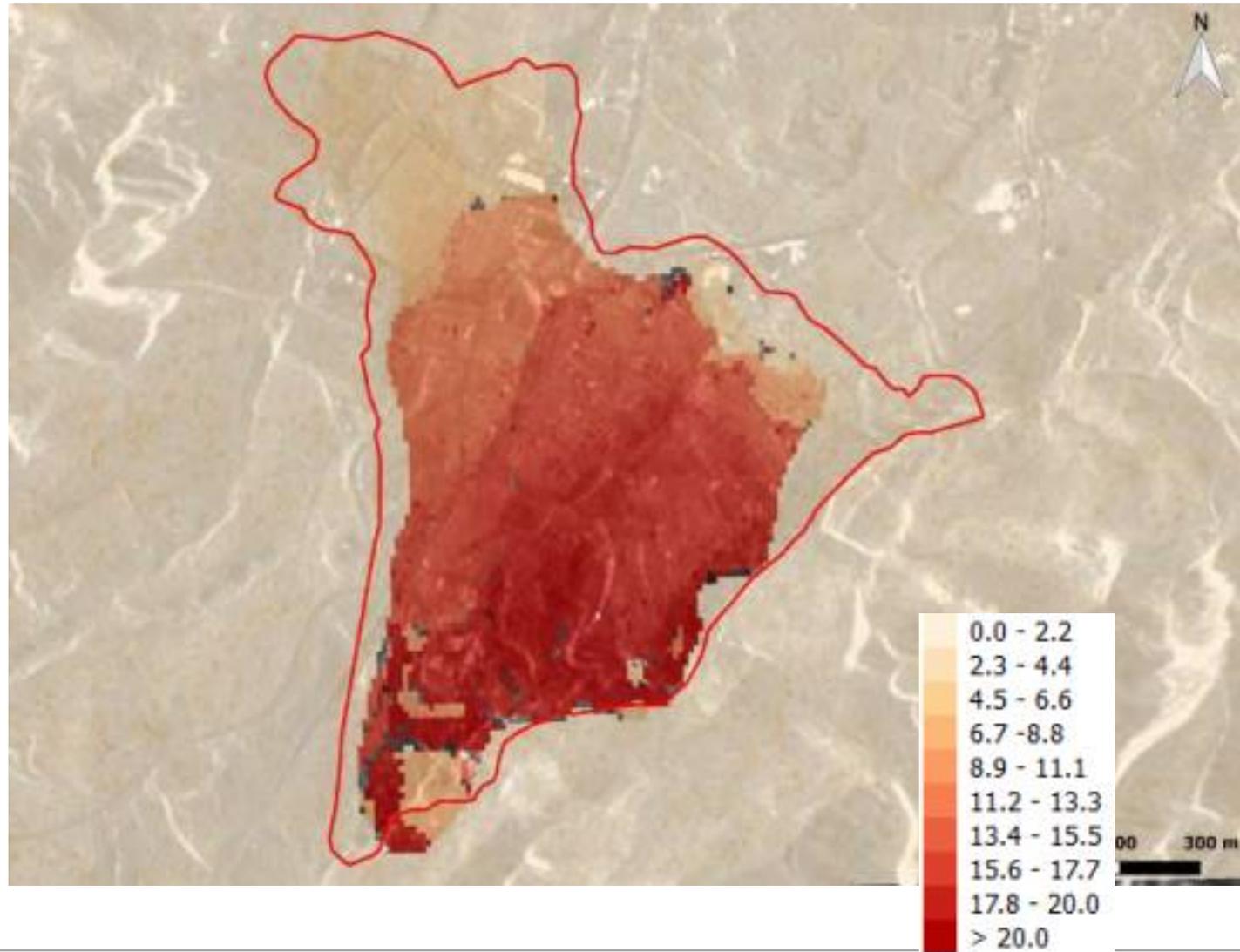
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



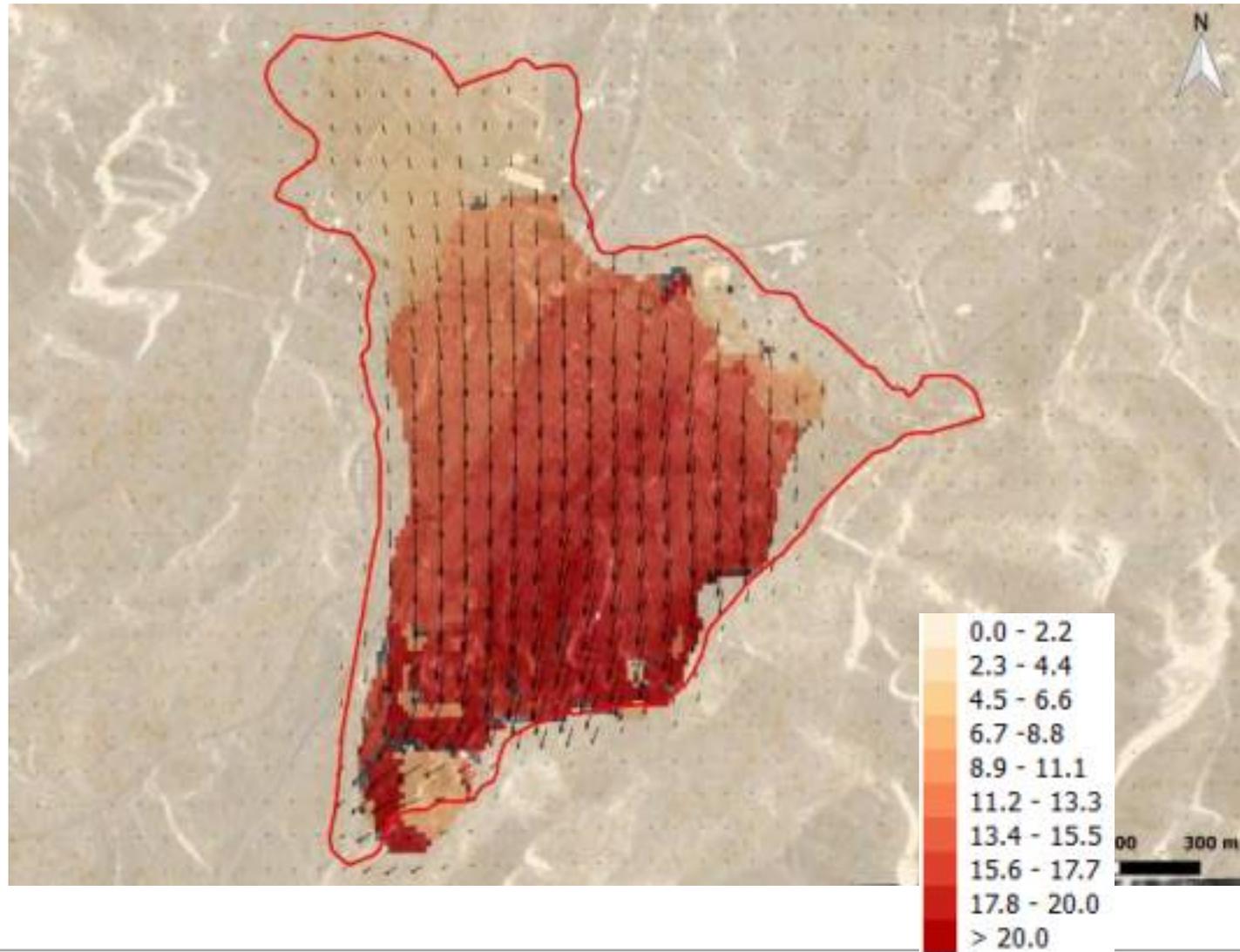
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



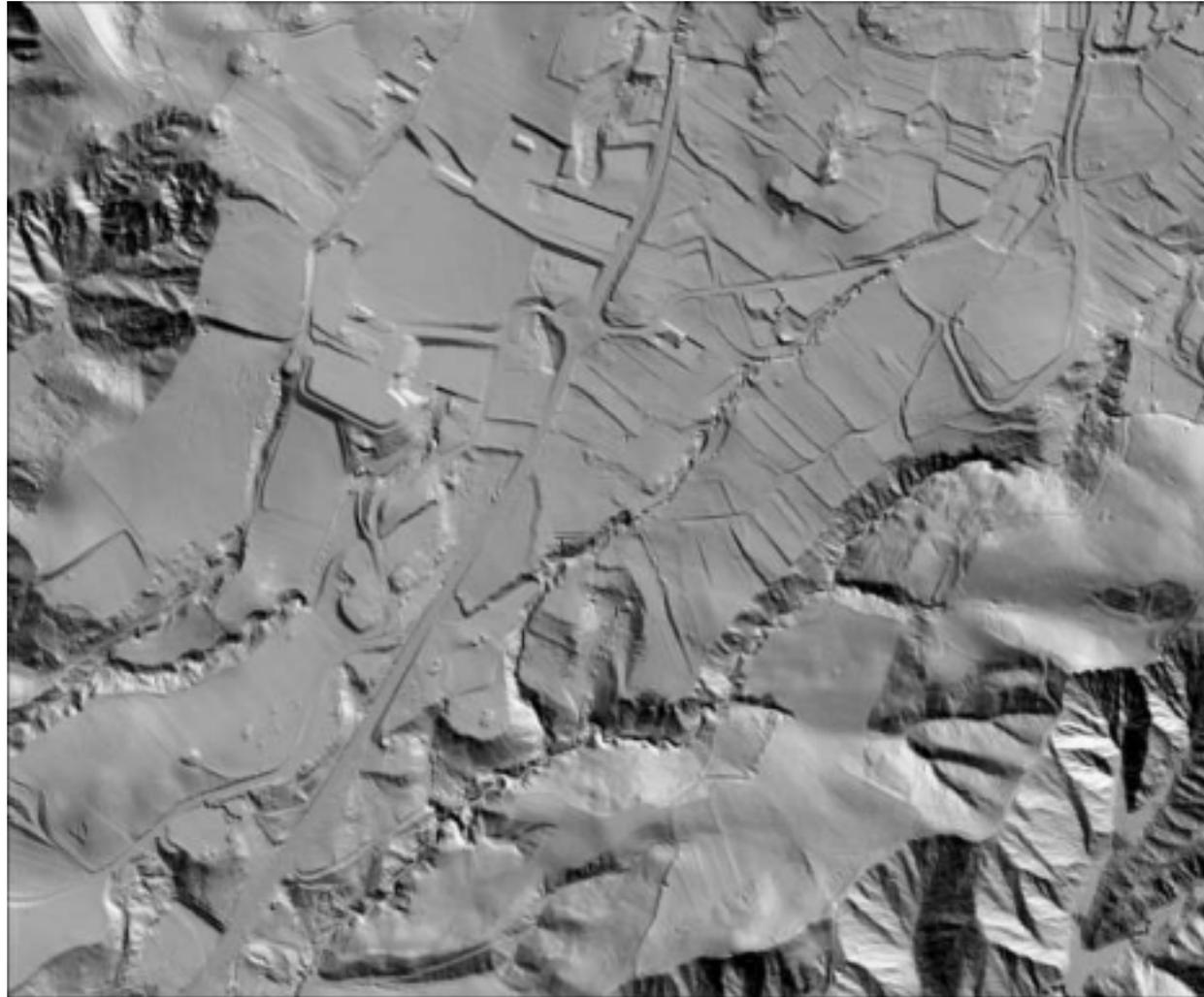
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



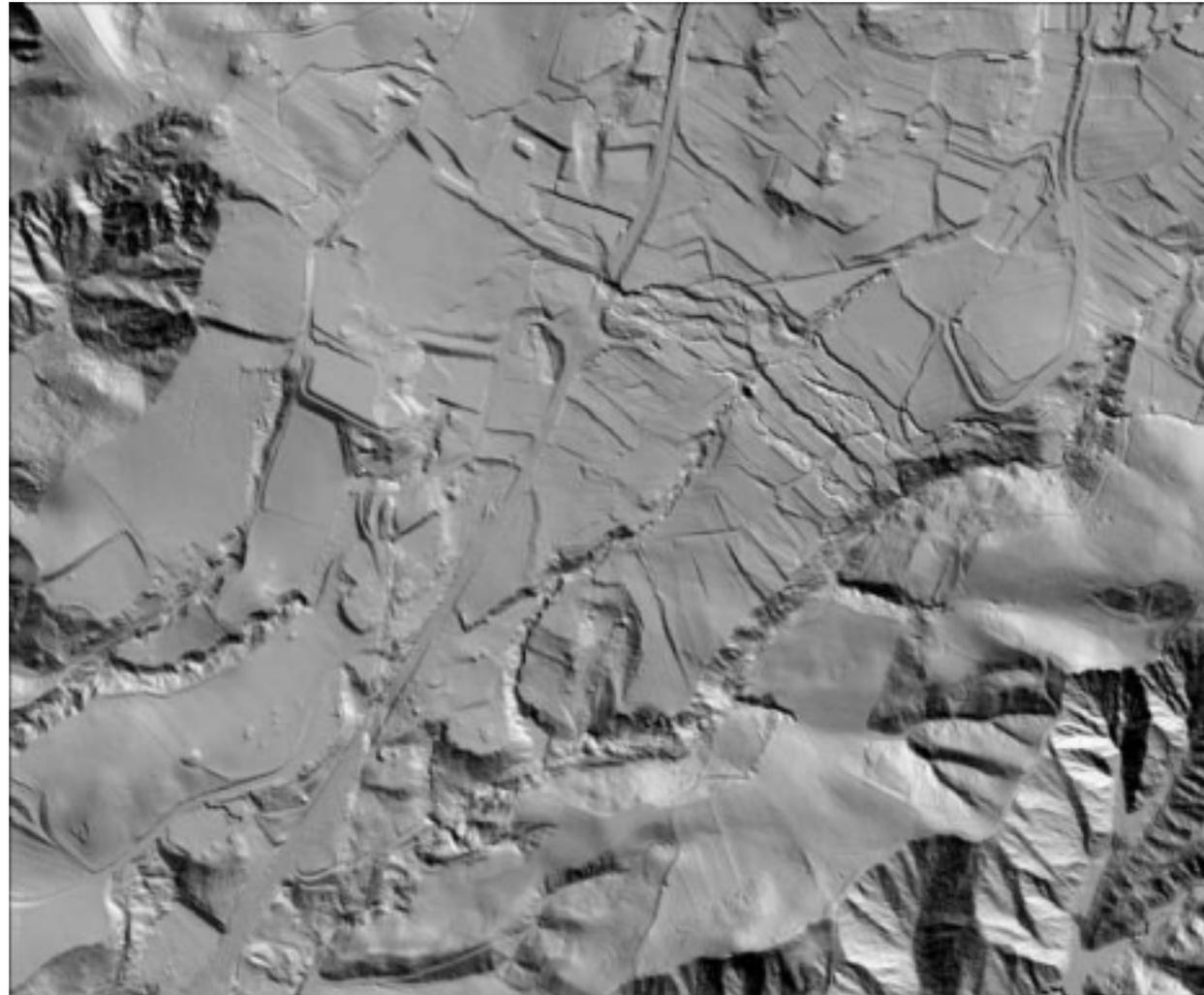
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



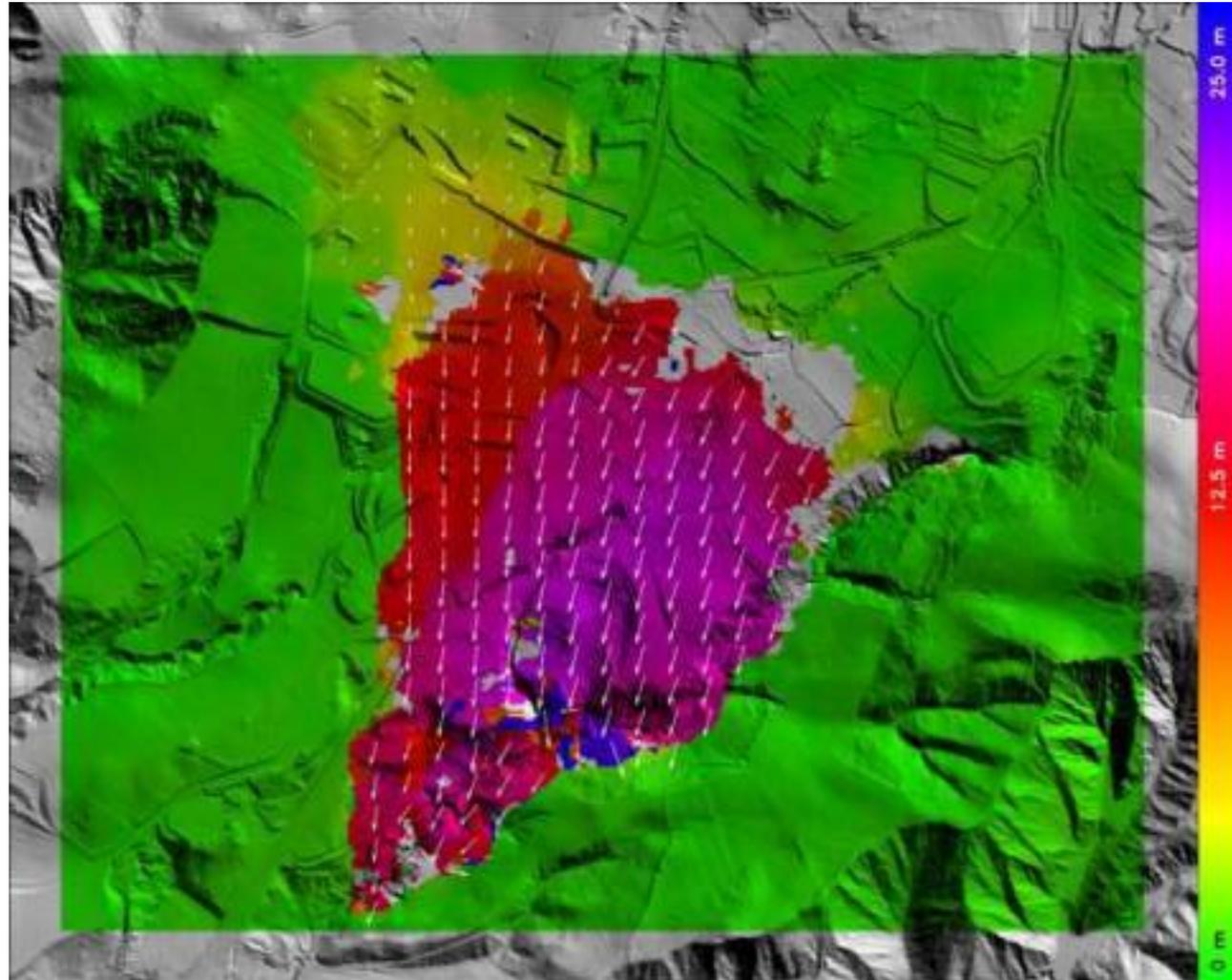
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



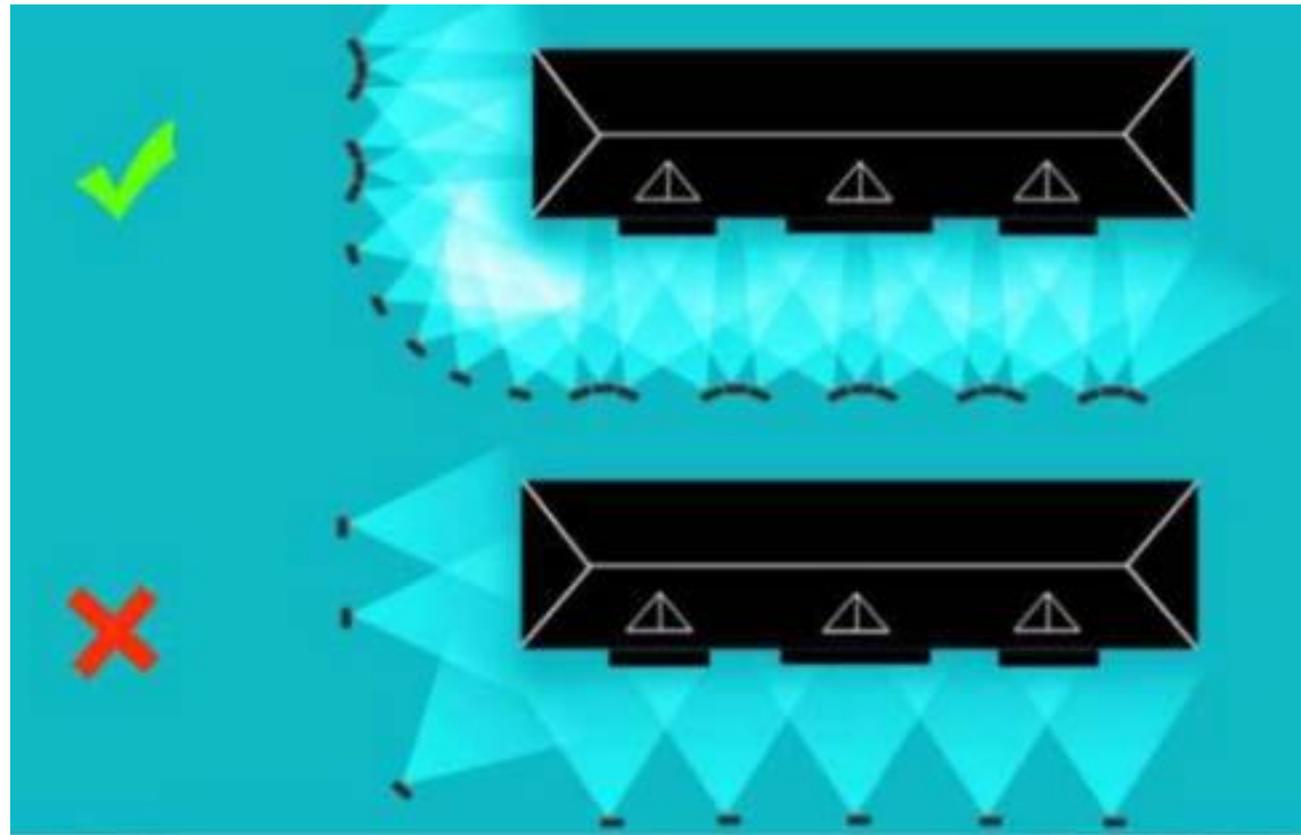
PhotoMonitoring – Digital Image Correlation



PhotoMonitoring – Structure from Motion

Per questo motivo, tale approccio è più adatto per set di immagini caratterizzati da un'elevata **percentuale di sovrapposizione** e acquisiti da quanti più **diversi punti di osservazione** possibile intorno all'oggetto.

Una volta costruito il dataset, vengono applicati gli **algoritmi di SfM**



PhotoMonitoring – Structure from Motion



PhotoMonitoring – Structure from Motion



PhotoMonitoring – Structure from Motion





NHAZCA S.r.l. || Via Vittorio Bachelet, 12 00185 || Italy, Rome

www.nhazca.com

E-mail: info@nhazca.com

Ph.: (+39) 06 95 065 820

Fax: (+39) 06 95 065 823